

**UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA ŠPORT**

**Tjaša Filipčič**

**IGRALNE ZNAČILNOSTI GIBALNO OVIRANIH  
V TENISU NA VOZIČKU  
IN NJIHOV VPLIV NA USPEŠNOST IGRANJA**

Doktorska disertacija

Mentor: dr. Herman Berčič, izr. prof.

Somentor: dr. Rajko Vute, izr. prof.

Ljubljana, januar 2008

## **IZJAVA**

Doktorska disertacija z naslovom *Igralne značilnosti gibalno oviranih v tenisu na vozičku in njihov vpliv na uspešnost igranja* je rezultat lastnega znanstvenoraziskovalnega dela avtorice mag. Tjaše Filipčič.

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se vsem, ki so pomagali pri nastajanju tega dela.

Najprej bi se zahvalila mentorju, dr. Hermanu Berčiču, ki mi je pomagal čez oviro, ki je bila videti nepremagljiva.

Hvala somentorju dr. Rajku Vuteju za začetne ideje in nasvete skozi vso nalogo.

Hvala kolegom na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani, še posebej dr. Janezu Peršu.

Zahvaljujem se Zvezi za šport invalidov Slovenije -POK in Mednarodni teniški zvezi za finančno pomoč pri izvedbi raziskave. Še posebej se zahvaljujem Jožetu Okornu in Branku Mohorku za zaupanje.

Hvala Ervinu Šramelu, s katerim sva se skupaj utapljala v bazenu spremenljivk.

Hvala Stanki, Milanu in Nadi za številne popravke.

Hvala Alešu, Nejcju in Maši.

Zahvala tudi mojim prijateljem invalidom, ki so s svojo udeležbo v raziskavi neprecenljivo pripomogli k napredku tenisa na vozičku.

**Tjaša Filipčič**

## **IGRALNE ZNAČILNOSTI GIBALNO OVIRANIH V TENISU NA VOZIČKU IN NJIHOV VPLIV NA USPEŠNOST IGRANJA**

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2008

Strani 204, preglednic 60, slik 10, slikovnih prikazov 9, grafov 6, uporabljenih virov 172, priloge 3

### **Povzetek**

Osnovni namen raziskave je bil preučiti časovne in igralne značilnosti v tenisu na vozičku. Podatke smo zbrali leta 2006 na dveh teniških turnirjih, ki sta se odvijala v teniški dvorani TK Triglav Kranj. Vse tekme so potekale na trdi podlagi. Vzorec igralcev je predstavljalo 15 gibalno oviranih teniških igralcev s poškodbo hrbtenice v prsnem delu, s čimer smo izenačili pogoje z vidika medicinske klasifikacije merjencev. V prvi skupini so bili tuji igralci, ki so predstavljali vrhunske teniške igralce, v drugo skupino pa smo uvrstili 10 najboljših slovenskih igralcev tenisa.

Časovne in igralne značilnosti smo preučevali s sledilnim sistemom Sagit/tenis, ki temelji na metodah računalniškega vida. Sistem je bil narejen na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani. Tovrstno preučevanje časovno - igralnih značilnosti v tenisu je bilo uporabljeno prvič, zato je bilo potrebno ugotoviti merske značilnosti sledilnega sistema Sagit/tenis. Rezultati so potrdili njegovo zanesljivost.

V okviru časovnih značilnosti smo ugotovili, da je aktivni del igre predstavljal 19,68 % vsega časa, pasivni del pa 80,32 %. Posamezna aktivna faza je trajala 4,16 sek, v njej je bilo izmenjanih 2,22 teniških udarcev. V prvem časovnem razredu (od 0 - 5 sek) je bilo zaključenih 70 % vseh zaključenih aktivnih faz.

V strukturi teniških udarcev smo analizirali 17 udarcev, ki so bili razdeljeni glede na taktični cilj ter tehnično izvedbo. Najpogosteje sta bila izvedena 1. in 2. servis, visoke vrednosti pa smo zasledili pri odstotkih pojavljanja reterna. Visok odstotek izvedenih udarcev smo zasledili pri forhend topspin udarcu. Zelo redko smo zasledili udarce na

mreži (volej, smeš) in udarce občutka (skrajšana žoga). Med tujimi in domačimi igralci smo ugotovili razlike v strukturi pojavljanja teniških udarcev, ki odraža kakovostno razliko med obema skupinama. Med zmagovalci in poraženci dvobojev je statistično značilna razlika nastala le pri odstotku izvedenih forhend topspin udarcev.

Gibanje z invalidskim vozičkom je pomemben dejavnik uspešnosti v tenisu na vozičku. 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 smo prišli 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.

Zadnje področje je bilo proučevanje poti, časa in hitrosti na posameznih področjih teniškega igrišča. V ta namen smo polovico igrišča razdelili na 14 manjših področij. Ugotovili smo, da so igralci največ poti opravili na osrednjem področju (R1 in R4). Več poti opravijo na bekend strani kot na forhend strani. Zelo malo gibanj smo zasledili blizu mreže. Zasledili smo nekaj razlik v poti, času in hitrostih na posameznih področjih med tujimi in domačimi igralci, manj pa med zmagovalci in poraženci.

Ugotovitve v raziskavi imajo raziskovalno in aplikativno vrednost. S kompleksno analizo smo določili meje obremenitve v tenisu na vozičku. Na eni strani to teniškim trenerjem omogoča preverjanje določenih ekspertnih znanj, na drugi strani pa določanje novih problemskih sklopov. Pričujoča raziskava prinaša številne nove podatke, informacije in zaključke, hkrati s tem, pa odpira številna vprašanja. Zato je to delo le začetek drugačnega, bolj poglobljenega pristopa k obravnavi športne aktivnosti gibalno oviranih.

Ključne besede: gibalna oviranost, tenis na vozičku, analiza časovnih in igralnih dejavnikov v tenisu na vozičku, sistem Sagit/tenis.

**Tjaša Filipčič**

**PLAYING CHARACTERISTICS OF PHYSICALLY IMPAIRED AND  
THEIR INFLUENCE ON SUCCESS IN WHEELCHAIR TENNIS**

The University of Ljubljana, Faculty of Sport, 2008

Pages 204, Tables 60, Photos 10; Picture displays 9, Graphs 6, References 172,  
Appendixes 3

**Abstract**

The purpose of this study was to examine time and playing characteristics in wheelchair tennis. The relevant data were obtained in two tennis tournaments in 2006. All the tennis matches were performed on the hard court. Fifteen tennis players with spinal cord injury participated in the study. They were divided into two groups. The first one represented foreign top - level tennis players and the second one the best ten Slovenian tennis players.

Time and playing characteristics were researched with tracking system called Sagit/tennis. The latter was developed at the Faculty of Electrical Engineering in Ljubljana in this regard. This type of research in tennis had not been performed before. Therefore the accuracy of the tracking system was explored. The results obtained proved the system to be accurate and therefore appropriate for scientific application.

In the frame of time characteristics it was established that the active period represents 19,68 % of all the time spent, while the passive period represents 80,32 % thereof. The individual active phase lasted 4,16 sec and in this rally 2,22 tennis strokes were exchanged. In the first time class (0 – 5 sec) 70 % of all active phases were finished.

As to the tennis strokes 17 ones were analysed according to technical and tactical performance. The first and the second serve were carried out most frequently. High grades were obtained in the return and forehand topspin ones. However, strokes at the net (volley and smash) were presented exceptionally. As far as percentage of tennis

strokes is concerned differences were found between foreign top - level players and the Slovenian ones. This fact confirms qualitative differences between the two groups. Among winners and losers difference was found in percentage of forehand topspin. Namely, the winners performed significant higher percentage of the latter.

Wheelchair mobility is an important factor of success in wheelchair tennis. During our research it was established that players moved along 613 m during a match, 46,16 m during a game and 6,11 m during a particular active phase. Top - level players covered longer distance at all the levels of the match. The same goes for winners and losers as well. The average speed amounted to 0,93 m/s and the maximum one to 3,29 m/s. The highest speed recorded was 5 m/s. The majority of speed was performed at around 1 m/s. It was found out that top - level players reached higher average speed but not the maximum one as compared to the Slovenian players. Among winners and losers no differences were established. In addition, differences were found when speed classes were compared.

The last area of our investigation was the study of distance covered, time spent and the average/maximum speed attained in the particular section in the tennis court. Therefore the tennis court was divided into 14 sections. It was found out that the majority of distance covered was in the sections R1 and R4 (central position on the court). More distance was covered on the backhand than on the forehand side. Few differences were found among foreign top - level/Slovenian players and winners/losers.

The results have scientific and applicable value. With complex analysis the frames of work - load in tennis match and training are proposed. It enables tennis coach comparison of expert knowledge and new problem complex in wheelchair tennis. Present research brings about new information and also many new questions arise thereof. Therefore it presents the beginning of a new approach to research in adapted physical activity.

Key words: physical impairment, wheelchair tennis, analysis of time and playing characteristics in wheelchair tennis, tracking system Sagit/tennis.

<b>VSEBINA</b>	<b>stran</b>
1. UVOD	10
2. PREDMET IN PROBLEM	13
2.1. GIBALNO/ŠPORTNE AKTIVNOSTI IN GIBALNO OVIRANI	14
2.1.1. Opredelitev gibalne oviranosti	14
2.1.2. Pomen gibanja in športne aktivnosti za gibalno ovirane	22
2.2. TENIS NA VOZIČKU	32
2.2.1. Pravila tenisa na vozičku	34
2.2.2. Športna oprema v tenisu na vozičku	36
2.2.3. Posebnosti tenisa na vozičku	38
2.2.4. Teniška vožnja	39
2.2.5. Igralne situacije v tenisu na vozičku	40
2.2.6. Teniški udarci	41
2.2.7. Razvoj tenisa na vozičku v Sloveniji	44
2.2.8. Raziskave na področju tenisa na vozičku	45
2.2.9. Raziskave na področju analize teniške igre	49
2.3. PROUČEVANJE OBREMENTVE ŠPORTNIKOV V RAZLIČNIH ŠPORTNIH IGRAH	59
2.3.1. Analiza gibanja športnikov z metodami računalniškega vida in sistemom Sagit	64
3. CILJI IN HIPOTEZE	70
4. METODE DE LA	72
4.1. Metode zbiranja podatkov	72
4.2. Metode obdelave podatkov	74
4.3. Vzorec merjencev	74
4.4. Vzorec tekem, nizov, iger in faz igranja	76
4.5. Vzorec spremenljivk	77
4.5.1. Spremenljivke, ki določajo natančnost sledilnega sistema pri določanju položaja igralca na igrišču	77
4.5.2. Časovne spremenljivke v teniški igri	78



4.5.3. Spremenljivke o igralnih značilnostih v tenisu na vozičku	78
4.5.3.1. Spremenljivke, vezane na število in vrsto udarcev v tenisu na vozičku	78
4.5.3.2. Spremenljivke o obsegu in hitrosti gibanja v tenisu na vozičku	79
4.5.3.3. Spremenljivke o področju gibanja igralca v tenisu na vozičku	80
5. REZULTATI IN RAZPRAVA	81
5.1. Natančnost sledilnega sistema Sagit/tenis	81
5.2. Časovne značilnosti tenisa na vozičku	88
5.3. Igralne značilnosti v tenisu na vozičku	100
5.3.1. Struktura udarcev (število in odstotek posameznih udarcev)	100
5.3.2. Gibanje/obremenitev igralcev v tenisu na vozičku	117
5.3.2.1. Obseg gibanja v tenisu na vozičku	117
5.3.2.2. Hitrost gibanja v tenisu na vozičku	125
5.3.2.3. Področje gibanja v tenisu na vozičku	135
6. SKLEPI	158
7. LITERATURA	167
8. PRILOGE	181
8.1. Vprašalnik/anamneza merjenja	182
8.2. Uporabljena tehnologija pri obdelavi surovih podatkov	187
8.3. Področja gibanja	193
9. SEZNAM SLIK, SLIKOVNIH PRIKAZOV, PREGLEDNIC, GRAFOV IN PRILOG	201

## 1. UVOD

Brez športne kulture si ne moremo zamisliti kulturnega ljudstva ali kulturnega posameznika. Stopnjo razvitosti športne kulture pa ne ocenjujemo le po številu vrhunskih športnikov ali rekorderjev, temveč tudi po razvitosti športnih navad in po čim višjem odstotku prebivalcev, ki se redno ukvarjajo s športom (Ulaga, 1980, str. 89). Seveda ne smemo izključiti oseb s posebnimi potrebami, za katere je Svet Evrope (Council of Europe, 1995; povzeto po: Vute, 1999) sprejel dokument, v katerem vlade članic Evropske skupnosti spodbuja, da podprejo šport za osebe s posebnimi potrebami. Zavedati se moramo, da je upoštevanje priporočil odvisno od splošne razvitosti neke dežele, dosežene ravni športne kulture ter od odnosa do drugačnosti in ozaveščenosti ljudi nasploh.

V Sloveniji so pri obravnavi športne dejavnosti ljudi s posebnimi potrebami v uporabi različna pojmovanja, kot so: šport invalidov, šport oseb s posebnimi potrebami, rehabilitacijski šport, terapevtska rekreacija, šport gibalno oviranih, prilagojena športna dejavnost, paraolimpijada, specialna olimpijada itd. Z omenjenimi izrazi si prizadevamo opredeliti raznovrstno, zapleteno in zahtevno dogajanje v športnem udejstvovanju, vezanem na posameznikovo prizadetost različnih vrst in stopenj. Znotraj posebnih potreb poznamo motnjo v duševnem razvoju, slepoto in slabovidnost, gluhoto in naglušnost in nenazadnje gibalno oviranost, o kateri bo v naši raziskavi največ govora. Gibalna oviranost lahko nastane zaradi različnih obolenj, okvar ali poškodb, ki se kažejo kot začasna ali stalna prizadetost pri hoji, pri uporabi rok in pri opravljanju različnih življenjskih dejavnosti.

V naši nalogi bo največ govora o osebah s pridobljeno poškodbo hrbtenjače v prsnem delu hrbtenice, katere rezultat je paraplegija (ohromelost spodnjih okončin). Navkljub težki invalidnosti ima lahko posameznik na invalidskem vozičku po ustrezni rehabilitaciji polno, bogato in kakovostno življenje, pri katerem ima zelo pomembno vlogo redna gibalno/športna aktivnost (Jacobs & Nash, 2004).

Prve organizirane oblike športa invalidnih oseb najdemo v Angliji, v času po drugi svetovni vojni, kjer je deloval nevrolog in zdravnik Guttman, ki si je zelo prizadeval, da bi šport našel svoje mesto v rehabilitacijskem obdobju po poškodbi. Z njegovim prizadevanjem je šport sčasoma prerasel rehabilitacijske in terapevtske okvire ter v življenju gibalno oviranih postal življenjska vrednota in potreba.

Pojavne oblike športa invalidnih oseb so različne, najpogosteje pa so aktivnosti prepoznane v sekundarni rehabilitaciji (rehabilitacijski šport), športni vzgoji in v šolsko - izobraževalnem sistemu. Cilje najdemo v Učnem načrtu za športno vzgojo (Kovač & Novak, 1988). Pri rekreaciji je cilj obnavljanje in vzdrževanje telesne vzdržljivosti, v vrhunskem športu invalidnih oseb pa doseganje vrhunski rezultatov. Te kategorije pojasnjujejo vsebino, pa tudi lokacijo in nivo zahtevnosti. Če se prvi del odvija v bolnišnici in v rehabilitacijskem centru, ko je nujna pomoč pri zdravljenju in ponovnem vračanju paraplegika v normalno življenje, se drugi odvija v osnovni in srednji šoli, zadnja dva pa sodita v prostovoljno interesno področje posameznika. Po svoji funkciji pomenita pomemben element kakovosti življenja (v fiziološkem, psihološkem in socialnem smislu).

Šport invalidnih oseb ima tudi v Sloveniji pomembno mesto. Zveza za šport invalidov Slovenije in Zveza paraplegikov Slovenije, ter z njo regijska društva, imajo svoje letne programe z urniki za posamezne športne panoge. Program Zveze paraplegikov med ostalim zajema naslednje športne panoge, s katerimi se člani bolj ali manj aktivno ukvarjajo: košarka na vozičkih, atletika (met diska, krogle, kopja in kija; vožnje z vozički na 100, 200, 400, 800, 1.500, 3.000, 5.000 in 10.000 m; mali (21 km) in veliki (42 km) maraton, namizni tenis, tenis, smučanje, sedeča odbojka, streljanje z zračnim orožjem, plavanje, kegljanje, dviganje uteži in ples na vozičku.

Med športi na invalidskem vozičku omenjamo tenis na vozičku, ki je v naši nalogi predmet in problem raziskovanja. V svetu je tenis na vozičku (tako rekreativno kot tekmovalno) ena od najhitreje razvijajočih se športnih panog med gibalno oviranimi. Leta 1993 je svoje mesto našel med slovenskimi športniki s poškodbo hrbtenjače (Planinšek, 1996) in predstavlja druženje gibalno oviranih z gibalno neoviranimi, nudi možnost družinske rekreacije in nenazadnje predstavlja primerjanje z ostalimi. Gibalno ovirani v

teniški igri razvijajo in ohranjajo svoje motorične in funkcionalne sposobnosti, ki se kažejo predvsem v vzdržljivosti, koordinaciji, hitrosti in moči. Sama igra posebej vpliva na razvoj koordinacije gibanja, s čimer so bolj okretni in samostojni pri svojih vsakodnevni dejavnostih (vožnja z vozičkom).

Raziskovanje na področju tenisa na vozičku je zelo skromno, zato si v okviru mednarodne teniške zveze (ITF) prizadevajo, da bi povečali število raziskav na tem področju. Za začetek se lahko zgledujemo po športih na invalidskem vozičku (košarka, atletika), ki imajo daljšo tradicijo (Strohkendl, 1986; Vanlandewijck, Spaepen & Lysens 1995; Hutzler 1998; Van der Woude, Bakker, Elkhuisen, 1998; Vanlandewijck, Daly & Theisen, 1999; Ciliga, 2000; Hutzler, Ochana, Bolotin, 2000; Vanlandewijck, Theisen & Daly, 2001; Perez Tejero, 2003; Perez Tejero, Navarro & Sampedro, 2005).

V študiji se bomo dotaknili pomembnega področja raziskovanja v tenisu na vozičku, ki zajema preučevanje igralnih značilnosti in obremenitve med igro. Te se nanašajo na hitrost, pospeške in prevožene razdalje v teniški igri. Tovrstno raziskovanje zahteva ustrezno metodologijo zajemanja, zbiranja in analiziranja različnih dejavnikov igre, ki so jo uporabili raziskovalci v preteklosti (Planinšek, 1994; Hughes, 1998; Hughes in Moore, 1998; Ferjan, 2001; Pintarič, 2002; Zlatoper, 2002; Berendijaš, 2006; Filipčič, Perš, Klevišar, 2006). V zadnjem času je bil na tehnološkem področju, predvsem pa pri zbiranju in zajemanju podatkov za analizo igralnih značilnosti v različnih športnih igrah, narejen velik korak naprej, tako v tujini (Hughes, 1995) kot v Sloveniji (Vučković, 2005). Na Fakulteti za elektrotehniko in na Fakulteti za šport, Univerze v Ljubljani, so razvili sistem sledenja igralcev - Sagit, ki so ga do danes uporabili za raziskovanje obremenitve igralcev v rokometu, košarki, squashu (Bon & Perš, 2000; Bon, 2001; Vučković, 2005) in tenisu (Filipčič, Perš, Klevišar, 2006). S tem sistemom se je povečala zanesljivost, natančnost in hitrost zbiranja podatkov o obremenitvi igralcev.

Potrebno je omeniti, da so vsa navedena raziskovanja vključevala le športnike brez gibalnih ovir ali drugih primanjkljajev. Zato bo naša raziskava (kjer bomo s pomočjo sistema Sagit, ki temelji na metodah računalniškega vida, proučevali obremenitev gibalno oviranih športnikov) prva tovrstna v Sloveniji in v svetu.

## 2. PREDMET IN PROBLEM

Predmet in problem doktorske disertacije predstavljajo tri enako pomembna problemska področja, ki so navedena že v naslovu in uvodu in jih bomo v tem delu tudi podrobno opisali.

Podrobno bomo predstavili tenis na vozičku in opisali pomen te športne aktivnosti za gibalno ovirane. V pomoč nam bo domača in predvsem tuja literatura. Zaradi podobnosti s tenisom gibalno neoviranih se bomo dotaknili raziskovalnih dognanj, predvsem z vidika spremljanja in analize teniške igre.

Ker so vsi naši merjenci gibalno ovirani, bomo podrobneje opredelili in predstavili gibalno oviranost. Še posebej bomo obravnavali poškodbe hrbtenice z vsemi spremembami v senzoričnem, metaboličnem, srčnožilnem, nevromišičnem in termoregulacijskem sistemu posameznika. Za bolj pregledno predstavitev podajamo pregled funkcionalnih aktivnosti in zmožnosti posameznika s poškodbo hrbtenjače.

Tretje pomembno področje bo predstavljal sistem SAGIT (Sistem za Analizo Gibanja Igralcev med Tekmo), s pomočjo katerega bomo spremljali obremenitev gibalno oviranih teniških igralcev v invalidskem vozičku. Sledilni sistem Sagit temelji na metodah računalniškega vida, prednosti te tehnologije pa so predvsem: visoka zmogljivost obdelave podatkov, zanesljivost, hitrost delovanja in natančnost pridobljenih podatkov.

## 2.1. GIBALNO/ŠPORTNE AKTIVNOSTI IN GIBALNO OVIRANI

### 2.1.1. Opredelitev gibalne oviranosti

Gibalna oviranost lahko nastane zaradi različnih obolenj, okvar ali poškodb, kot so: živčno - mišična obolenja ali meningomielokela (spina bifida), amputacija udov, craniocerebralna travma, senzomotorične okvare in *poškodbe hrbtenice*, stanje po operaciji tumorjev, epilepsija, deformacije hrbtenice, okvare udov in druge kronične bolezni trajnega ali začasnega značaja.

Oseba, ki je gibalno ovirana, ima lahko *lažjo motorično okvaro*, kjer je zaslediti motorični izpad zaradi pomanjkljivih čutno gibalnih izkušenj. Opazne so manjše težave na področju sensorike in percepcije, pri dnevnih aktivnostih pa je taka oseba samostojna.

Če ima posameznik *zmerno motorično okvaro*, motnje gibov lahko povzročajo zmerno funkcionalno prizadetost. Hodi na krajše in daljše razdalje, brez ortopedskih pripomočkov ali z njimi. Viden je senzomotorni in perceptivni primanjkljaj zaradi pomanjkanja čutno gibalnih izkušenj. Pri dnevnih aktivnostih potrebuje občasno delno zdravstveno nego. Opažene so lahko blažje motnje psihosocialnega funkcioniranja (čustvene, vedenjske, učne ipd.).

Pri *težji motorični okvari* motnje gibov povzročajo težjo funkcionalno prizadetost. Za gibanje in ostale dejavnosti so potrebni pripomočki, prav tako pri samostojni hoji, kjer je opazna težja funkcionalna prizadetost zaradi ataksije ali nehotenih gibov. Opazen je velik izpad na področju sensorike in percepcije, zato posameznik potrebuje redno delno pomoč ali vodenje pri izvajanju dnevnih aktivnosti.

Najtežja oblika je *težka motorična okvara*, kjer gibanje ni mogoče oz. je mogoče le z električnim vozičkom. Oseba je v celoti odvisna od tuje pomoči, saj je zaznaven izpad na področju sensorike in percepcije. Potrebna je redna, intenzivna vključitev v terapevtske programe in redna zdravstvena nega v obsegu večine njenih programov.

Winnick (2005) navaja, da so prometne nesreče (44 %), nasilje (24 %), padci (22 %) in športne nesreče (8 %) glavni vzroki za nastanek poškodbe hrbtenice, ki se običajno kaže v začasnih ali stalnih simptomih in v delnih ali popolnih okvarah hrbtenice ali izpadlih funkcijah (Neuman, 1984; Pocajt & Širca, 1996; Munoz, 2004). Podobne rezultate navaja Ciliga (2000), ki še dodaja, da se največ nesreč pripeti ob koncu tedna, zaznati pa je izrazito več poškodb med moškimi (80 %).

Pri nepopolni okvari nekatere motorične ali senzorične funkcije pod nivojem poškodbe niso prizadete, medtem ko se motorične in senzorične funkcije od poškodbe navzdol pri popolni poškodbi povsem izgubijo (Neuman, 1984). Zato se lahko preostale funkcije pri dveh posameznikih, ki sta poškodovana na isti ravni hrbtenice, zelo različno ohranijo, če ima prvi popolno, drugi pa nepopolno okvaro (Bhambhani, 2002; Jacobs & Nash, 2004). Do poškodb hrbtenice v skoraj 80 % prihaja na dveh preferenčnih mestih: na cervikotorakalnem in torakolumbalnem delu (Arnold, Israel, Richter, 1992). Posledici poškodb, ki nastanejo na vratni ravni hrbtenjače, sta tetraplegija (če so popolne) in tetrapareza (če so nepopolne). Za oceno dokončne klinične slike travmatske paraplegije (v kolikšni meri so izraženi nevrološki ali senzorični izpadi, motorični primanjkljaj in izpadi drugih funkcij) je potrebno počakati, da od poškodbe mine nekaj časa. To obdobje imenujemo faza spinalnega šoka, kjer sta za to stanje značilna popolna paraliza in izguba sensorike. Vse pojavne oblike motenj so lahko hujše, kot se izkaže po spinalnem šoku. Nivo poškodbe hrbtenjače se med drugim določa s pomočjo analize ravni sensorike (na osnovi topografsko določenih območij izpadov kožne občutljivosti), dalje s pomočjo preverjanja refleksov in motorike. Preostale motorične in senzorične funkcije so odvisne od tega, na katerem predelu ali v kateri višini je poškodovana hrbtenica. Poglejmo si te funkcije (Jacobs & Nash, 2004; Winnick, 2005), najprej v pisni obliki in s pomočjo Slikovnega prikaza 1:

- a) Pri okvarah na ravneh C1 in C2 (C je oznaka za cervikalni - vratni del hrbtenice) so prizadete vse motorične funkcije od glave navzdol; onemogočeno je tudi dihanje brez respiratorja. Tako prizadeti bodo zelo odvisni od pomoči drugih, samostojne funkcije bodo v glavnem omejene na mimiko obraza in funkcije obraznih mišic.

- b) Posledica poškodbe ali zloma hrbtenice na ravni C3 je ohromelost od vratu navzdol, ramenske mišice pa lahko ostanejo delno neprizadete. Tako prizadeti lahko diha le s pomočjo respiratorja, pri večini drugih dejavnostih, pa mu morajo v akutni posttravmatski dobi pomagati negovalci. Ljudje s poškodbo hrbtenice pri C3 (ali višje) običajno uporabljajo električni invalidski voziček, ki ga vodijo z gibi glave in ramenskimi gibi, opremljeni pa so s prenosnim respiratorjem.
- c) Samostojno dihanje pri poškodbi C4 je možno, vendar sta zgornji okončini paralizirani in je skoraj pri vseh dejavnostih potrebna pomoč.
- d) Ljudje s poškodbo na stopnji C5 lahko uporabljajo ramenske sklepe in bicepse, kar omogoča nekaj gibljivosti zgornjega dela rok. Manšete in opornice izboljšajo funkcije rok in zapestij, za premikanje potrebujejo električni invalidski voziček.
- e) Pri poškodbah na C6 je pri gibanju mogoča potencialna neodvisnost. Ker lahko tako prizadeti krči in steguje zapestje, se lahko samostojno namešča v voziček in iz njega, zmore pa tudi številne druge dejavnosti, vendar s prsti ne more gibati. Usposabljanje terja veliko časa in intenzivnih naporov. Tako prizadeti človek ne potrebuje električnega vozička in lahko vozi avtomobil, ustrezno preurejen za ročno upravljanje.
- f) Poškodba pri C7 nedvomno dopušča osebno neodvisnost, čeprav je gibljivost prstov prizadeta. Osamosvojitve zahteva veliko časa in moči, a je dosegljiv cilj.

Posledice poškodbe ali zloma hrbtenice v prsnem, ledvenem in križnem področju je paraplegija, (če je prekinitev senzomotoričnih poti popolna) in parapareza (če je prekinitev nepopolna). To je ohromelost od pasu navzdol ali spodnjih okončin. Grški predlog "para" pomeni obojestransko, nasproti ležeče; "plegia" pa pomeni bliskovit ali usodni udarec, kar v prenesenem pomenu označuje nenadno, obojestransko ohromitev.

- a) Poškodbe med T1 (T je oznaka za torakalni - prsni del hrbtenice) in T8 povzročijo paralizo prsnih mišic in mišic trupa, trebušnih mišic in mišičja nog. Zato sta



ravnotežje in stabilnost trupa temeljni problem. Vse funkcije je treba obvladati z rameni, rokami, zapestji in dlanmi. Tako prizadetim je mehanični invalidski voziček na ročni pogon glavno transportno sredstvo. Vse dejavnosti lahko opravljajo samostojno.

- b) Poškodba ali zlom pri T9 (in nižje) pripelje do okvar funkcij kolkov in nog. Človek se lahko premika z opornicama (longeti) in berglama, če je poškodba v ledvenem predelu, čeprav terja hoja hude napore. Večinoma tak človek uporablja invalidski voziček. Okvare v križnem predelu dopuščajo hojo, s krajšimi opornicami in sprehajalno palico.

Za bolj nazoren pregled v Slikovnem prikazu 1 podajamo pregled funkcionalnih aktivnosti in zmožnosti posameznika s poškodbo hrbtenjače (Winnick, 2005). V tabeli so predstavljene zmožnosti prehranjevanja, oblačenja, osebne nege, vzdrževanja hišnega reda, upravljanja osebnega avtomobila, uporabe mestnega prometa, vožnje z invalidskim vozičkom, samostojnega obiska zdravnika, komunikacije, prestavljanja s postelje na voziček in nazaj, opravljanja poklica ter spolnih funkcij.

V Slikovnem prikazu 1 vidimo, da posameznik s poškodbo hrbtenjače v vratnem delu nekaterih dejavnosti ne more opravljati, ali pa so izvedljive le z dodatno človeško ali mehanično pomočjo. Posameznik s poškodbo hrbtenice v prsnem delu je v marsikateri navedeni aktivnosti samostojnejši ali je celo popolnoma samostojen, kar je še bolj izraženo pri posamezniku s poškodbo v križnem in ledvenem delu hrbtenjače.

Funkcionalne aktivnosti

		PREBRANJEVANJE	OBLAČENJE	OSEBNA NEGA 1	OSEBNA NEGA 2	HIŠNI RED	VOŽNJA	MESTNI TRANSPORT	VOŽNJA Z INV. VOZ.	OBISK ZDRAVNIKA	KOMUNIKACIJA	VSTAJANJE	POKLIC	SPOLNE FUNKCIJE		
Vratna vretenca: - Ohromljene vse mišice od vrata, rok in trebušne prepone navzdol	C-1	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	TETRA PLEGI JA	
	C-2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	C-3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	C-4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	C-5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	C-6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	C-7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	C-8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
T-1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Prsna vretenca: - Ohromljene vse mišice od prsne in trebušne miškulature navzdol	T-2	✓	✓	✓	✓	✓	*	*	✓	✓	✓	✓	✓	✓		P A R A P L E G I J A
	T-3	✓	✓	✓	✓	✓	*	*	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	T-4	✓	✓	✓	✓	✓	*	*	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	T-5	✓	✓	✓	✓	✓	*	*	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	T-6	✓	✓	✓	✓	✓	*	*	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	T-7	✓	✓	✓	✓	✓	*	*	✓	*	✓	✓	✓	✓		
	T-8	✓	✓	✓	✓	✓	*	*	✓	*	✓	✓	✓	✓		
	T-9	✓	✓	✓	✓	✓	*	*	✓	*	✓	✓	✓	✓		
	T-10	✓	✓	✓	✓	✓	*	*	✓	*	✓	✓	✓	✓		
	T-11	✓	✓	✓	✓	✓	*	*	✓	*	✓	✓	✓	✓		
	T-12	✓	✓	✓	✓	✓	*	*	✓	*	✓	✓	✓	✓		
	Ledvena in križna vretenca	mišice bokov in kolen navzdol	L-1	✓	✓	✓	✓	*	*	✓	*	✓	✓	✓	✓	
L-2			✓	✓	✓	✓	*	*	✓	*	✓	✓	✓	✓		
L-3			✓	✓	✓	✓	*	*	✓	*	✓	✓	✓	✓		
L-4			✓	✓	✓	✓	*	*	✓	*	✓	✓	✓	✓		
Boli, kolena, gležnji, stopala		L-5	✓	✓	✓	✓	*	*	✓	*	✓	✓	✓	✓		
		S-1	✓	✓	✓	✓	*	*	✓	*	✓	✓	✓	✓		
		Črevesje, mehur, spol organi	S-2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
			S-3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
S-4		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		

Normalna funkcija ali zmožnost  
 Potrebna osebna ali mehanična asistenca  
 Delna funkcija oz. zmožnost, ki se razlikuje od posameznika do posameznika  
 Brez funkcije oz. zmožnosti

Slikovni prikaz 1: Funkcionalne aktivnosti in zmožnosti posameznika s spinalno poškodbo hrbtenjače na različnih ravneh (Povzeto po: Winnick, 2005, str. 276)

Poškodba hrbtenjače povzroči več sprememb v senzoričnem, metaboličnem, srčnožilnem, nevromišičnem (Neuman, 1984; Munoz, 2004; Smith, 1996; Kocina, 1997; Winnick, 2005) in termoregulacijskem sistemu posameznika (Sherrill, 1998; Ciliga, 2000; Bhambhani, 2002; Shepard 2003; Jacobs & Nash, 2004). Pri polnih poškodbah *senzorični izpadi* približno pokrivajo področje motoričnih izpadov, čeprav so senzorične in motorične živčne poti različne. Izguba občutka za dotik, toploto, bolečino in položaj se pojavi od mesta poškodbe navzdol. Pomemben je funkcionalni pomen teh izgub, saj se tak človek lahko poškoduje na omrtvičenem delu telesa, ne da bi se tega zavedal. Tako se na primer lahko opeče s prevročo vodo v kadi, pozimi pa mora biti previden, da ne dobi ozeblin, saj ga temperatura kože na to ne opomni. Bolečina je opozorilno znamenje, da je nekaj narobe. Zato je izguba občutka za bolečino bolj nevarnost kot prednost. Izguba

občutka za dotik, skupaj z izgubo občutka za bolečino, je nesrečna kombinacija, ki ustvarja pri človeku z zlomljeno hrbtenico pogoje za razvoj preležanin (dekubitus). Prilagajanje in spreminjanje položaja telesnih delov sta pri neprizadetem človeku refleksna. Tako se pritisk avtomatsko porazdeli po površini telesa. Človek z zlomljeno hrbtenico pa ne čuti neudobja, ki bi ga opomnilo, naj spremeni položaj. Zato so preležanine ena najpogostejših komplikacij pri poškodbah hrbtenjače. Preležanine zajemajo večje ali manjše predele kože in tkiva pod njo, do njih pa prihaja zaradi nenehnega pritiska na istem mestu, kar preprečuje normalni krvni obtok. Te "mokro cvetoče" rane se najpogosteje pojavljajo na izpostavljenih mestih, kjer koža pokriva kosti (na primer na hrbtu, kolkah, komolcih in petah). Preležanine dosti lažje preprečujemo kakor zdravimo.

Neposredno po poškodbi hrbtenice nastane stanje spinalnega šoka (hrbtenjača oteče), pri katerem ni nobenih refleksov od mesta poškodbe navzdol (Neuman, 1984; Ciliga, 2000; Winnick, 2005). Po nekaj mesecih se pri poškodbah na vratni in prsni ravni refleksi spontano povrnejo. Pri nekaterih posameznikih se pojavijo pretirani somatski refleksi, ki povzročijo mišično dejavnost refleksivne, nehotene narave, imenovane krči ali spazmi. Ti lahko povzročajo bolečine, zato se nekateri odločijo, da jih z zdravili omilijo ali pa z operacijo celo odstranijo. V okviru ameriškega projekta WALK pa strokovnjaki poškodovancem (tim strokovnjakov: zdravniki, nevrofizioterapevti, športni pedagogi) odsvetujejo odstranjevanje krčev/spazmov, saj lahko s pomočjo le - teh spodbujajo gibalno aktivnost in s tem ohranjajo mišični tonus posameznika s spinalno poškodbo ([http://www.projectwalk.org/portal\\_clnstaff.htm](http://www.projectwalk.org/portal_clnstaff.htm), 2007).

Po zlomu hrbtenice človek ne more zavestno nadzorovati *odvajalnih funkcij*. V začetku odvaja urin s cevko (kateter). Ko kateter postopoma odstranijo, se začne program za odvajanje urina. Vstavljeni kateter povečuje možnost okužb. Izguba kalcija v kosteh povečuje možnost obolenja ledvic, kar je eden glavnih vzrokov za smrt pri ljudeh, ki sicer preživijo zlom hrbtenice. Moški se običajno osvobodijo odvisnosti od stalnega, vstavljenega katetra in uporabljajo vrečke za zunanje zbiranje urina. Odvajanje blata in urina se s programom usposabljanja sčasoma avtomatizira, tako da poteka po vnaprej določenih presledkih.

Stopnja in vrsta *spolnih motenj* po okvari hrbtenice sta odvisni od mesta poškodbe in od tega ali so živčne poti prekinjene ali okvarjene.

*Dihalne funkcije* (vdihavanje in izdihavanje) so lahko pri ljudeh z okvaro hrbtenice na vratni in visoki prsni ravni znatno omejene. Moteno je lahko tudi izkašljevanje pljučne sluzi. Pri okvari C4 in nižje poteka dihanje s pomočjo diafragme, saj so prsne mišice hrome. Zato je prizadeti dojemljivejši za okužbe dihal in se mora varovati prehladov, saj so tovrstne okužbe zanj vsekakor bistveno nevarnejše.

Ljudje z okvaro hrbtenice na vratni in visoki prsni ravni (nad T4 do T6) imajo lahko težave tudi z *uravnavanjem temperature* in s potenjem (Bhambhani, 2002; Jacobs & Nash, 2004), kar je med športno aktivnostjo lahko zelo neugodno (slika 1).



Slika 1: Hlajenje teniškega igralca med tekmo

(vir: [http://www.itftennis.com/shared/medialibrary/pdf/original/IO\\_25324\\_original.PDF](http://www.itftennis.com/shared/medialibrary/pdf/original/IO_25324_original.PDF), 2007)

*Prekomerno povečanje podkožnega maščevja* je pogost problem oseb s poškodbo hrbtenice (Winnick, 2005), zato je potrebno telesno težo nadzorovati in spremljati. Ko se podkožno maščevje posameznika na invalidskem vozičku poveča, je izguba le - tega izredno težka.

Gibalno oviranost pogojujejo tudi druge okvare, poškodbe in stanja (anomalije hrbtenice, spina bifida, amputacije, cerebralna paraliza), ki povzročijo, da posameznik svoje gibanje izvaja na invalidskem vozičku. *Anomalije hrbtenice* nastajajo zaradi genetskih motenj v fetalnem razvoju, zaznati pa je tudi veliko skolioz in kifoskolioz (kriva hrbtenica v obliki

črke S, posledica rahitičnih vplivov). Pogoste so habitualne skolioze, ki so posledica slabe drža, pa tudi posledica stalnega neugodnega položaja telesa na določenih delovnih mestih. Statične skolioze nastajajo zaradi porušene statike, po amputaciji ene okončine ali zaradi krajše noge. Grbavost sodi med tipično estetsko moteče prizadetosti, povezane s psihološkimi problemi.

Pri *spini bifidi* gre za motnje v razvoju pri zapiranju nevralnega kanala. Najpogostejše so v ledveno - križnem predelu. Kažejo se od majhnih napak na mehkih tkivih (koža, podkožje), do motenj razvoja arkusnega dela vretenc - spina bifida in do izbočenja nevrlnih ovojníc - meningokela oziroma popolne ektopije nevralnega tkiva pri odprtem nevrlnem kanalu - meningomielokela. Funkcionalna prizadetost je odvisna od višine in od obsega okvare. Skupaj z motorično prizadetostjo obstaja tudi senzorična. Z inkontinenco vode in blata se kažejo še različne stopnje ohromelosti, od katerih je odvisno, ali bo otrok sploh shodil oziroma bo hodil s pripomočki ali brez. Poznamo tri tipe: spina bifida occulta, meningokela in mielomeningokela s hidrocefalusom, ki je spremljajoča motnja.

*Amputacija* je telesna prizadetost lokomotornega aparata, ki se lahko pojavi v vseh starostnih obdobjih. Že pri otrocih se lahko pojavijo "konginentalne" amputacije. Znani so primeri otrok, ki so se rojevali telesno hudo deformirani zaradi patogenih vplivov zdravila thalidomida, ki so ga uživale nosečnice. Amputacija je potrebna v srednji, še pogosteje pa v pozni starostni dobi kot posledica diabetesa, gangrene itd. Amputacije ločimo po obsegu (zgornje okončine, spodnje okončine) in glede na število amputiranih okončin (unilateralne amputacije - amputacija ene roke ali noge; bilateralne amputacije - amputacija obeh rok ali nog in multiple amputacije - amputacija več kot dveh okončin).

*Cerebralna paraliza* je nenapredujoča okvara motoričnih funkcij (gibanja in drža), ki je posledica nepopravljivih okvar osrednjega živčevja oziroma zgornjega motoričnega nevrona. Cerebralna paraliza se pojavlja pri 2 - 3 % novorojenčkov (Sherrill, 1998). Okvara lahko nastane: pred rojstvom - zaradi nepravilnosti v razvoju možganov (mikrocefalija) ali eritroblastoze (Rh - nezdržljivost), s hudo zlatenico novorojenčka in posledično okvaro bazalnih ganglijev; ob rojstvu - zaradi mehanične poškodbe in

krvavitve pri težkih porodih ali zaradi anoksije v zvezi z motenim placentarnim obtokom ali asfiksijo; po rojstvu - zaradi okužb (encefalitis), poškodb in drugih hipoksij ali zaradi tumorja. Pri cerebralni paralizi gre za trajno kvalitativno motorično prizadetost, ki se je pojavila pred tretjim letom starosti. Čeprav je okvara statična, pa je problem otroka s cerebralno paralizo dinamičen, se spreminja z rastjo, prilagajanjem in zdravljenjem. Kaže se v različnih kliničnih tipih: spastični tip – 60 - 65 %, okvarjen je motorični del možganske skorje in piramidni sistem; atetotični tip - 20 %, okvarjeni so bazalni gangliji in ekstrapiramidni sistem; ataksični tip - 5 %, okvarjeni so mali možgani in možgansko debljo; mešani tip - 10 %, s prevladovanjem tremorja, rigidnosti in atonije.

V uvodu smo zapisali, da je redna gibalna/športna aktivnost izrednega pomena za gibalno ovirane. V nadaljevanju to potrjujemo z dognanji v različnih raziskavah domačih in tujih avtorjev.

### **2.1.2. Pomen gibanja in športne aktivnosti za gibalno ovirane**

Kljub temu, da posameznik z gibalno oviranostjo vse dejavnosti opravlja v invalidskem vozičku, ima veliko možnosti, da se ukvarja s športom oz. športno rekreacijo po zaključeni medicinski rehabilitaciji. Guttman (1979), Berčič (1983), Berčič in Ažman (1996), Berčič, Ažman, Šavrin, Tušak, Veličkovič Perat & Vute (1996), Sherill (1998), Mišigoj Duraković s sod. (2003), Winnick (2005) in Goltnik Urnaut (2007) poudarjajo, da ima sekundarna rehabilitacija oziroma rehabilitacijski šport pomembno vlogo pri vključevanju oseb z gibalno oviranostjo v športne aktivnosti, ker posameznik v tem obdobju spoznava značilnosti osebne invalidnosti in možnosti prilagoditve določenim športnim aktivnostim.

Gibalno ovirani imajo različne motive za ukvarjanje s športom. Vute (1985) ugotavlja razlike v stališčih in motivih za ukvarjanje s športnimi panogami med dvema skupinama gibalno oviranih. V ta namen je v raziskavo vključil 175 gibalno oviranih moških. Prva skupina (n = 90) je uporabljala ortopedska pomagala, druga (n = 85) pa teh pomagal ni uporabljala. Tako v latentnem kot v manifestnem prostoru stališč in motivov se je pokazala razlika med dvema skupinama merjencev. Razlike so bile ugotovljene na

področju izbora športnih panog. Skupina gibalno oviranih, ki je uporabljala ortopedske pripomočke, se je vključevala v športne igre, kot so hokej na vozičku in namizni tenis, druga skupina, pa v nogomet in košarko. Prva skupina je odklanjala judo in kotalkanje, druga pa košarko na vozičkih in športno - ritmično gimnastiko. Prva skupina je želela, da bi se ukvarjala z avtomobilizmom, druga z jahanjem; obema skupinama pa je bila skupna želja po boksu.

Z medicinskega vidika osebe z gibalno oviranostjo s pomočjo športa dosegajo večjo stopnjo rehabilitacije, imajo manj zdravstvenih težav, kot so infekcije sečil in preležanine (Stotts, 1986; Huonker, Schmid & Sorichter, 1998; Paciorek & Jones, 2001; Shephard, 2003; Jacobs & Nash, 2004), poleg tega pa ima šport neprecenljivo vlogo v psihosocialnem delu rehabilitacije ter pri obnovi in razvoju izgubljene mišične moči, koordinacije, gibljivosti in vzdržljivosti (Berčič, 1983; Berčič s sod., 1996; Sherrill, 1998; Bhambhani, 2002; Mišigoj Duraković, 2003). Najnovejše raziskave (Vaynman & Gomez Pinilla, 2007; Perreau, Adlard, Anderson & Cotman, 2007; Ying, Edgerton & Gomez Pinilla, 2007) v okviru ameriškega projekta WALK (projekt rehabilitacije po poškodbi hrbtenice) nakazujejo, da je redna in ustrezna gibalna aktivnost ključ do oživljanja nevro-mišične funkcije. Raziskovalci so ugotovili, da se med aktivnostjo proizvaja več nevroloških celic, s čimer se poveča mielinizacija centralnega živčnega sistema in optimizira rehabilitacija posameznika s poškodbo hrbtenice.

Ažman (1997, str.37) podaja zanimivo misel: »Zdrava oseba naj se ukvarja s športom, invalidna oseba se mora ukvarjati s športom«. Zelo pomembno je, da se športnik - invalid ukvarja s primernimi športnimi aktivnostmi, saj bi s tehnično prezahtevnostjo sorazmerno naraščala nevarnost poškodb, kot opozarjata Rusch in Grossing (1991), pri čemer ne smemo zanemariti precenjevanja lastnih sposobnosti, še posebej, če je to združeno s prezgodnjo tekmovalno dejavnostjo. Pomembno vlogo v tem smislu imajo športni učitelji in trenerji, ki morajo imeti ustrezne kompetence za delo z invalidnimi osebami (Filipčič, 2006).

Že daljnega leta 1972 je Hrovatin v raziskavi ugotovil, da so se tisti paraplegiki, ki so bili med procesom rehabilitacije vključeni v športno - rekreativno dejavnost, lažje prilagodili okolju, bolje so prenašali različne težave, ki spremljajo invalidnost, svojo telesno okvaro

so manj skrivali pred okoljem, bili so tudi bolj optimistični. Marinček (1981) je ugotovil, da sta hitrost in obseg prilagoditve na telesno obremenitev pri paraplegikih, ki se načrtno ukvarjajo s športom, enaka kot pri povprečno telesno dejavnih zdravih osebah. Športniki v invalidskih vozičkih manifestirajo višji nivo aerobnih sposobnosti kot invalidi iste prizadetosti, ki niso športno aktivni. Raziskovalci (Kofsky, 1980; Sherrill, 1998; Vanlandewijck, Daly & Theisen, 1999; Winnick, 2005)) ugotavljajo, da imajo športniki invalidi največkrat tudi boljše rezultate aerobnih sposobnosti in moči kot osebe brez invalidnosti, ki se ne ukvarjajo z redno gibalno/športno aktivnostjo.

Z medicinskega vidika Turk, priznan zdravnik in zagovornik gibalno/športne aktivnosti med paraplegiki, navaja: "S pomočjo invalidskega športa dosegamo boljšo stopnjo rehabilitacije in skrajšamo čas rehabilitacije. Enako kot šport v medicini, ima invalidski šport tudi v psihosocialnem delu rehabilitacije svojo edinstveno vlogo in prednost. Športne dejavnosti imajo neprecenljivo vrednost v obnovi izgubljene mišične moči, koordinacije in vzdržljivosti. Šport je naravna oblika terapevtskih vaj in uspešen dodatek raznim oblikam fizioterapije. Velika vrednost invalidskega športa je tudi v rekreaciji, ki motivira silo, moč in užitek. Sočasno je važen moment v doseganju psihičnega ravnotežja". Turk dodaja, da si uspešne medicinske rehabilitacije paraplegikov brez izvajanja športnih aktivnosti sploh ne moremo zamisliti. Zaključuje z mislijo: "Poleg ugodnih vplivov invalidske športne dejavnosti na paraplegika, kot so kondicija, samostojnost, funkcionalna usposobljenost, obvladovanje telesa, spretnost, hitrost na eni strani in ugodni psihosocialni vplivi na drugi strani, pa ne smemo pozabiti tudi na nesporno ugotovitev, da invalidski šport pomeni tudi preventivo v pojavljanju številnih zdravstvenih in psihosocialnih komplikacij, ki se tako rade pojavljajo" (v Vipotnik, str. 47, 1996). To misel bi lahko potrdili s tujimi raziskavami (Crocker & Bouffard, 1992; Campbell & Jones, 1994; Kalyvas & Reid, 2003). Campbell & Jones (1994) sta ugotovila, da so bili športniki na invalidskem vozičku manj depresivni kot tisti, ki se s športom niso ukvarjali, imeli so manj negativnih čustvenih odklonov (jeza), bili pa so tudi bolj pozitivni do sebe in okolice.

Korenine športa gibalno oviranih lahko nedvomno iščemo v okviru programov zdravstvene rehabilitacije. Težko je postaviti točno določeno ločnico, kdaj je šport postal



samostojna dejavnost in ne le del rehabilitacijskega programa. Predvidevamo, da se je to zgodilo vzporedno s prvimi tekmovanji, organiziranimi s strani različnih klubov ali s prvimi tekmovanji z mednarodno udeležbo (Vute, 1989). Leta 1880 se je v Newmarketu v Angliji odvijalo prvo tekmovanje amputiranih, prvi športni klub pa so organizirali gluhi v Nemčiji leta 1888.

Kot začetnika oz. pionirja na področju športa za invalide lahko štejemo Sira Ludwiga Guttmanna, nevrologa in nevrokirurga, ki je leta 1944 na željo Britanske vlade ustanovil Center za spinalne poškodbe v okviru Mandevillske bolnišnice. V okviru svojega dela v tej instituciji je v praksi uveljavil mnogo edinstvenih idej zdravljenja in rehabilitacije pacientov s paraplegijo. Svoj doprinos in delo je sam opisal z besedami: »Če sem v svoji zdravniški karieri naredil kaj dobrega, je bilo to, da sem v zdravljenje in rehabilitacijo oseb s poškodbami hrbtenice in ostalih z resnejšimi poškodbami uvedel šport« (Gutman, 1979, str. 13).

Tudi v številnih drugih raziskavah je bilo potrjeno, da paraplegiki z redno športno dejavnostjo ostajajo bolj zdravi in telesno zmogljivi ter da lažje opravljajo vsakodnevne aktivnosti (Arnold, Israel & Richter, 1992; Janssen, 1994). Ugotovljeno je, da se mora vadbeni proces odvijati pogosto (najmanj 2 - krat tedensko), da pride do pozitivnih premikov pri izboljšanju telesnih sposobnosti (Arnold, Israel, Richter & Reitmann, 1986; Vaynman & Gomez Pinilla, 2007; Ying, Edgerton & Gomez Pinilla, 2007). Pachalski in Mekarski (1980) opozarjata, da standardni rehabilitacijski programi niti v 36 mesecih izvedbe ne izboljšajo kardiorespiratorne sposobnosti paraplegikov, medtem ko program vzdržljivostnega plavanja štirikrat tedensko v enakem obdobju povzroči štirikratno povečanje kardiorespiratorne sposobnosti.

Berčič (1983) je na vzorcu 110 paraplegikov moškega spola (starost 20 - 35 let) proučeval vpliv večmesečne kineziološke rekreacije na nekatere karakteristike njihovega psihosomatičnega statusa. V trimesečno programirano kineziološko obravnavo (trikrat tedensko pod strokovnim vodstvom in dodatno individualno vadbo doma) je bilo vključenih 55 paraplegikov, kar je predstavljalo polovico vzorca. Rezultati raziskave so pokazali, da je vadbeni proces transformiral v pozitivno smer nekatere antropometrijske

značilnosti, motorične in funkcionalne sposobnosti ter osebnostne značilnosti vadečih. Prišlo je do pomembnega zmanjšanja telesne teže in podkožnega maščevja, povečala se je vitalna kapaciteta ter adaptacijske sposobnosti srca in ožilja. Na motoričnem področju so bili končni dosežki na vseh izbranih testih boljši. V prostoru osebnostnih značilnosti se je pomembno povečala ekstrovertiranost in zmanjšala nevrotičnost. Avtor je ugotovil, da programirana športna vadba izboljšuje zdravje in telesno počutje prizadetih ljudi, telesna neaktivnost pa vodi do nazadovanja ali poslabšanja posameznih človekovih sposobnosti, lastnosti in značilnosti. Nekoliko kasneje je isti avtor (Berčič s sod., 1996) ugotovil, da je trikrat tedenska športna vadba v okviru Inštituta RS za rehabilitacijo ugodno vplivala na subjektivno oceno splošnega počutja ter na pozitivno vrednotenje športa v tem okolju. Znatno je vplivala na samopodobo in osebnostne lastnosti pacientov.

Goltnik Urnaut (2007) je ugotovila, da imajo mladostniki z gibalnimi ovirami, ki se redno vključujejo v šolske športne dejavnosti in prostočasne športne aktivnosti, boljšo samopodobo svojih telesnih sposobnosti, so bolj samokritični in imajo višjo oceno moralno - etičnega in družinskega jaza. Identiteta je jasneje oblikovana, kažejo pa tudi manj znakov osebnostne motenosti v primerjavi z mladostniki, ki se ne vključujejo v športne aktivnosti. Potrebno je omeniti, da je bila raziskava narejena v slovenskem prostoru na vzorcu 170 mladostnikov v starosti od 13 do 23 let.

Janssen (1994) je raziskoval telesni napor paraplegikov in tetraplegikov na invalidskem vozičku. Ocenjeval je vožnjo z vozičkom, vstopanje in izstopanje iz avta ter premagovanje fizičnih ovir v okolju. Merjenci so bili razdeljeni v skupine glede na višino poškodbe; in sicer od C4 - C8 do T10 - L5. Rezultati so pokazali, da so bila vsakdanja opravila za tetraplegike velik napor. Vrhovi napora (več kot 60 % rezerve srčnega utripa, daljše od 3 min) so se pojavljali pogosto. Raziskovalec je zaključil, da je telesni napor, ki ga povzročajo vsakdanja opravila, odvisen od višine spinalne poškodbe, vendar ta napor ni tako velik, da bi vplival na izboljšanje telesnih sposobnosti.

Jacobs in Nash (2004) v obširnem pregledno/raziskovalnem članku ponujata priporočila in opozorila za vadbo, kjer so vključene osebe s poškodbo hrbtenice. Opozarjata, da so osebe po poškodbi pogosto premalo vključene v gibalne aktivnosti, kar dodatno povečuje

zdravstvene težave, pospešuje staranje in nazadovanje v vsakodnevnih in prostočasnih aktivnostih.

Ob pregledu raziskav na področju športnih aktivnosti gibalno oviranih ugotovimo, da daljša tradicija posameznega športa invalidov določa tudi bogatejšo raziskovalno dejavnost. Tako najdemo največ raziskav na področju košarke in atletike za gibalno ovirane. Dodatno ugotavljamo, da so v preteklosti raziskovalci v vzorec posamezne meritve mnogokrat vključevali športnike iz različnih športnih panog na vozičku. V okviru tega so izvajali raziskave o njihovih fizioloških (Hutzler, 1998; Hutzler, Vanlandewijck, Vlierberghe, 2000; Van der Woude, Bakker & Elkhuisen, 1998; Spendiff in Campell, 2004; Kosmol, Molik & Morgulec, 2005), psiholoških (Martin, 2002; Goodwin, Krohn, Kuhnle, 2004) in motoričnih sposobnostih (Ciliga, 2001; Guentzel, 2006). Zaradi velikih razlik v invalidnosti in s tem povezanimi razlikami v funkcionalnih sposobnostih posameznih športnikov invalidov so v preteklosti veliko pozornosti posvečali tudi klasifikacijskim sistemom v vrhunskem športu (Strohkendl, 1986, 2001; Vanlandewijck, Evaggelinou, Daly, Van Houtte, Verellen, Aspeslagh, Hendrickx, Piessens & Zwakhoven, 2003). V raziskavah zasledimo, da so bili merjenci večkrat moški kot ženske (Goosey Tolfrey & Campbell, 2001), verjetno zaradi dejstva, da se gibalno ovirani moški v večji meri ukvarjajo s športom kot ženske in je žensk na invalidskem vozičku precej manj kot moških (Ciliga, 2001).

Ista raziskovalka (Ciliga, 2001) je na vzorcu 39 košarkarjev v invalidskem vozičku uporabila dva merska inštrumentarija; s prvim je raziskovala osnovne motorične sposobnosti, z drugim pa specialne košarkarske sposobnosti v košarki na vozičku. Dokazala je, da sta eksplozivna moč in agilnost pomembni za tehniko vožnje in vodenja žoge, medtem ko je repetitivna moč pomembna za uspešno zadevanje na koš. Dokazala je statistično značilno povezanost motoričnih sposobnosti z višino poškodbe hrbtenjače. Igralci z nižjo poškodbo so dosegli boljše rezultate na področju merjenja motoričnih sposobnosti.

V košarki na vozičku je veliko pozornosti pritegnilo raziskovanje klasifikacijskega sistema. Vanlandewijck s sod. (2003) je analiziral funkcionalno klasifikacijo igralcev v košarki na vozičku. Raziskava, v kateri je sodelovalo 88 igralcev, je pokazala, da je funkcionalna

klasifikacija (4 razredi) ustrežna in dodeljena dejanskemu stanju in sposobnosti posameznega igralca.

Doyle s sod. (2004) je analiziral medicinsko klasifikacijo (3 razredi), ki jo uporabljajo v košarki na vozičku v ZDA. Rezultati nakazujejo potrebo po spremembi sistema, in sicer iz medicinske v funkcionalno klasifikacijo.

Schwark, Mackenzie & Sprigings (2004) so v košarki na vozičku izvedli biomehansko raziskavo pri metu žoge na koš. Ugotovili so, da je igralec na vozičku pri metu na koš v nižjem položaju, kar zahteva met žoge pod ostrim kotom (53,8 stopinj), s hitrostjo 7,4 m/s, optimalna razdalja od koša pa je 4,09 m.

Goosey Tolfrey (2005) je raziskovala in spremljala fiziološke spremembe (antropometrijske značilnosti, fiziološke in aerobne značilnosti) pri 12 igralcih košarke na vozičku, ki so se pripravljali na paraolimpijske igre. Z načrtovanim in ustreznim vadbenim procesom so igralci povečali maksimalno porabo kisika in aerobno vzdržljivost, medtem ko ni bilo zaznani značilno pomembnih razlik pri antropometričnih spremenljivkah (teža, podkožno maščevje).

Na področju atletike Bhambhani (2002) poudarja, da so vožnje na krajše (100 m) in daljše razdalje (maraton) najbolj popularne atletske discipline. Raziskovalci so raziskovali predvsem anaerobno vzdržljivost s pomočjo prirejenega merskega inštrumentarija Wingate anaerobic test (Hutzler, 1998), kjer so merjenci izvajali aktivnost ročno (ACE; arm cranking, ročno kolesarjenje) ali pa so poganjali invalidski voziček na ergometru. Avtor navaja, da je anaerobna vzdržljivost odvisna od stopnje spinalne okvare, starosti posameznika in količine vadbe. Raziskave na področju aerobne vzdržljivosti navajajo, da imajo atleti, ki so v rednem procesu vadbe, podobne rezultate (vitalna kapaciteta, srčni utrip) ne glede na višino poškodbe hrbtenjače v prsnem in ledvenem delu. Razlike nastanejo med posamezniki, ki imajo popolno ali nepopolno poškodbo hrbtenjače, v prid tistim, ki imajo nepopolno poškodbo. Bhambhani (2002) še dodaja, da obstajajo velike razlike v aerobni vzdržljivosti med tistimi, ki so v rednem procesu vadbe in sedečo populacijo paraplegikov.

Goosey, Campbell in Fowler (1998) so proučevali potisk vozička pri različnih hitrostih. Raziskovalci so s pomočjo kinematične analize našli velike inter - individualne razlike v načinu poganjanja vozička, medtem ko v timingu, t.j. trenutku prijema obroča, s katerim se poganja voziček, razlik niso ugotovili.

Grigorenko s sodelavci (2004) je raziskoval razvoj kontrole ravnotežja pri sedenju s pomočjo 8 - tedenskega treninga, kjer so merjenci (12 paraplegikov) vadili vožnjo v kajaku. Rezultati navajajo, da ni bilo sprememb v kontroli ravnotežja pri sedenju. Pri tem avtorji poudarjajo, da paraplegiki osvojijo določeno strategijo sedenja, kjer so možne majhne spremembe, čeprav je posameznik izpostavljen takemu dražljaju, kot je dolgotrajnejša vožnja v kajaku.

Ohranjanje motoričnih sposobnosti terja neprestano gibanje, ki le v okviru organizirane športne dejavnosti nudi koristne in najboljše rezultate. Tega se zavedamo tudi v Sloveniji, kjer imajo pomembno vlogo številne institucije. Prva je Inštitut Republike Slovenije za rehabilitacijo v Ljubljani (znan tudi kot Soča), kjer paraplegiki pridobijo prve informacije o osnovnih gibalnih aktivnostih (presedanje na voziček, vožnja z vozičkom, itd.), ki so za posameznika na invalidskem vozičku vitalnega pomena. Pred leti so imeli zaposlenega športnega pedagoga, danes pa žal ne več. Na inštitutu je tudi manjša športna dvorana, ki bi bila lahko bolj smotrno izkoriščena za izvajanje ustreznih športnih programov, namenjenim svežim poškodovancem. Potrebno je omeniti dobro sodelovanje s Pedagoško fakulteto v Ljubljani, kjer študenti Specialne in rehabilitacijske pedagogike pod strokovnim vodstvom športnega pedagoga in fizioterapevta načrtujejo in organizirajo gibalno/športne aktivnosti za otroke z različnimi gibalnimi ovirami (predvsem s cerebralno paralizo in poškodbo hrbtenice).

Pri športu invalidnih oseb v Sloveniji ima pomembno vlogo tudi Zavod za usposabljanje invalidne mladine v Kamniku (ZUIM), kjer se v osnovnošolskem in srednješolskih programih izobražujejo mladi invalidi. Tam sta zaposlena dva športna pedagoga, ki timsko (skupaj s fizioterapevti) načrtujeta, organizirata in vodita redno športno vzgojo. V zadnjem času je zaradi vse večje inkluzije (integracije), ki je opredeljena v Zakonu o usmerjanju otrok s posebnimi potrebami (Uradni list Republike Slovenije 3/2007, 2007),

vse več gibalno oviranih otrok usmerjenih v redno osnovno in srednjo šolo. Tam pa se žal srečujejo s številnimi problemi, kot so arhitektonske ovire, pomanjkljivo znanje učiteljev o gibalni oviranosti ter pogosto neustreznem prilagajanju učnega načrta športne vzgoje za otroke in mladostnike s posebnimi potrebami (Filipčič, 2006). Kompetenten športni pedagog ima lahko pomembno vlogo v razvoju mladega športnika - invalida, ki ga lahko usmeri v ustrezno športno aktivnost kot pomembno kvaliteto v njegovem življenju.

Kako pomemben je šport, se zavedajo v vodstvu Zveze paraplegikov Slovenije in v njenih regijskih društvih, kjer se trudijo članom nuditi kar najboljše razmere, da bi prek športnih dejavnosti ohranjali svoje psihomotorične sposobnosti. Vsak član ima pravico do redne obnovitvene rehabilitacije v Laškem in v Pineti, kjer lahko izpostavimo športne aktivnosti v vodi, košarko na vozičku, tenis, namizni tenis ter spretnostne vožnje na vozičku. Program Zveze paraplegikov med ostalim zajema tudi naslednje športne panoge, s katerimi se člani zveze ukvarjajo tekmovalno ali rekreativno: košarka na vozičkih, atletika (met diska, krogle, kopja, kija; vožnja z vozički na 100, 200, 400, 800, 1.500, 3.000, 5.000, 10.000 m; mali (21 km) in veliki (42 km) maraton, namizni tenis, *tenis*, smučanje, sedeča odbojka<sup>1</sup>, odbojka na invalidskem vozičku (Vipotnik, 1996), streljanje z zračnim orožjem, plavanje, kegljanje, dviganje uteži in ples na vozičku (Goodwin, Krohn, Kuhnle, 2004). Goltnik Urnaut (2007) je ugotovila, da se v Sloveniji mladi z gibalnimi ovirami najpogosteje ukvarjajo s plavanjem, kažejo pa tudi veliko zanimanje za avtomobilizem in potapljanje. Najpogosteje odklanjajo gimnastiko.

Za selekcionirani/vrhunski šport invalidov v Sloveniji skrbi Zveza za šport invalidov Slovenije- POK (paraolimpijski komite; v nadaljevanju besedila ZŠIS), ki nudi finančno in organizacijsko pomoč športnikom, da lahko tekmujejo na mednarodnih prizoriščih. Paradne discipline so: namizni tenis, kjer imamo paraolimpijsko zmagovalko Matejo Pintar (Atene, 2004), košarka, sedeča odbojka, streljanje in atletika. Leta 2005 je ZŠIS ustanovil Strokovni svet s cilji: promocija športa med mladimi invalidi, izobraževanje

---

<sup>1</sup> V slovenskem prostoru se je uveljavilo ime *sedeča odbojka*, ki izhaja iz angleške besede sitting volleyball. To ime uporabljajo tudi na ZŠIS-POK.

strokovnih kadrov na področju športa invalidov ter razvoj raziskovanja in medijske pokritosti športa invalidov.

Leta 2006 je bil storjen pomemben korak na področju promocije športa mladih, saj so bila uvedena prva Šolska tekmovanja za učence in dijake s posebnimi potrebami na gibalnem področju. 36 udeležencev je izbiralo tekmovanje v plavanju, atletiki ali namiznem tenisu (Goltnik Urnaut, 2007).

Z namenom promocije športa invalidov je bil leta 2006 organiziran prvi paraolimpijski dan - Dan športa invalidov<sup>2</sup>, kjer je bilo predstavljeno 15 športnih panog (Kopšče, 2006). Drugi Dan športa invalidov je bil organiziran v okviru Evropskega prvenstva v namiznem tenisu invalidov, ki je potekal v mesecu oktobru 2007 v Kranjski Gori.

S pomočjo ZŠIS so bile izvedene prve raziskave v športu invalidov (Filipčič & Filipčič, 2006), poleg tega pa je bilo leta 2006 in 2007 izdanih osem novih številčk športne revije Športnik.

Ker je predmet in problem raziskovanja *tenis na vozčku*, bomo ta šport s pomočjo informacij, ki smo jih zbrali na različne načine (domača in predvsem tuja strokovna in znanstvena literatura, dolgoletne osebne izkušnje, neformalni pogovori s tekmovalci, mednarodne konference, mednarodna teniška delavnica), v nadaljevanju tudi podrobneje predstavili.

---

<sup>2</sup> Paralympic Day se v Sloveniji imenuje Dan športa invalidov.

## 2.2. TENIS NA VOZIČKU

Teniška igra se je v zgodnjem srednjem veku začela širiti iz Francije. Kmalu si je pridobila mnogo privrženecv zlasti med plemiči, predvsem v Italiji, Angliji in Nemčiji. Igro so v Franciji poimenovali "jeu de paume" in so jo sprva igrali na prostem, pozneje pa skoraj samo še v plesnih dvoranah; okrog leta 1600 so jih v Parizu našteali okrog 250. Prav Francozom je takratna Evropa priznavala izredno spretnost in gracioznost pri igri in si jih je jemala za vzgled. Že takrat so udarjali s forhendom in bekendom<sup>3</sup>, pravila in rekviziti pa so se menjavali od dežele do dežele. Polagoma se je za igro tudi udomačilo ime - tenis, ki je lahko izpeljanka iz francoske besede *tenez*, kar je bil vzklik pri servisu in je pomenil "sprejmite žogo". Drugi spet menijo, da je naziv za igro nastal iz angleške besede deset (ten) ali iz nemškega Tenne. Tudi v Angliji so sprva igrali v dvoranah. Kot v vsem angleškem športu, je bil tudi pri razvoju tenisa pomemben delež univerz, kjer so to igro že od nekdaj igrali na travi, ki je bila seveda posebej na kratko pokošena. Leta 1875 je teniška igra dobila prva uradna pravila, ki so se z manjšimi popravki obdržala do danes. Tenis se je na začetku širil počasi, a vztrajno. Sprva v krogih premožnejših ljudi, v šestdesetih letih 20. stoletja pa tudi v drugih slojih (Planinšek, 1994). Pred tridesetimi leti je svoje mesto našel tudi med gibalno oviranimi.

Začetnik tenisa na vozičku je Američan Brad Parks, vrhunski akrobatski smučar, ki se je poškodoval med treningom, leta 1976. Poškodba hrbtenice ga je za celo življenje priklenila na invalidski voziček. Skupaj s starši je še isto leto igral tenis (Bunting, 2001), kar štejemo kot začetek tega zanimivega športa.

Tenis se je od pričetka igranja neverjetno hitro razvijal tudi v drugih državah. Po zadnjih informacijah (<http://www.itftennis.com/wheelchair>; 2007) se kar 15.000 ljudi obeh spolov ukvarja s tenisom na vozičku, na različnih nivojih pojavljanja (športna vzgoja, rekreativni šport, vrhunski šport). Leta 1988 je bila ustanovljena Mednarodna zveza tenisa na vozičku (The International Wheelchair Tennis Federation - IWTF) kot organizacijsko

---

<sup>3</sup> Zapis imen teniških udarcev smo povzeli po knjigi *Tenis – od začetnika do mojstra* (Bornemann, Gabler, Reetz, 1993), kjer so slovenski prevajalci in skupina slavistov uporabili fonetičen zapis tujih nazivov za teniške udarce.



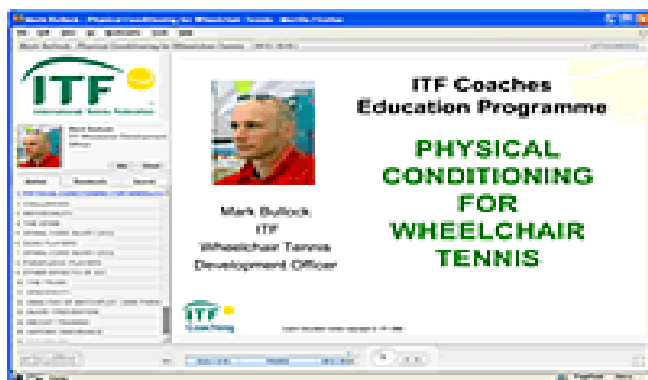
telo tega športa na mednarodni ravni. ITWF je leta 1989 priznala tudi Mednarodna teniška zveza (International Tennis Federation; v nadaljevanju ITF), ki od tega leta skrbi za razvoj tenisa na vozičku. Iz leta v leto je organiziranih več mednarodnih turnirjev. Organiziran je tudi Svetovni ekipni pokal, leta 1992 pa je bil tenis na vozičku uvrščen kot uradna športna panoga na paraolimpijske igre v Barceloni. Glavni cilji ITF na področju tenisa na vozičku so (<http://www.itftennis.com/wheelchair>; 2007):

- promocija in razvoj tenisa na vozičku po vsem svetu,
- organiziranje tekmovanj in turnirjev,
- povezovanje tenisa na vozičku s tenisom, ki ga igrajo igralci brez gibalnih ovir,
- izobraževanje trenerjev s pomočjo spletnega izobraževanja (slika 2); s pomočjo periodičnih revij ITF (Take Two, Wheelchair Tennis Coaches Review); s pomočjo mednarodnih simpozijev, teniških delavnic

(<http://www.itfcoaching.com/Physical-Conditioning-for-Wheelchair-Tennis/player.html>, 2007; <http://www.itftennis.com/wheelchair/coaching/index.asp>, 2007),

- raziskovanje na področju tenisa na vozičku,

([http://www.itftennis.com/shared/medialibrary/pdf/original/IO\\_21467\\_original.PDF](http://www.itftennis.com/shared/medialibrary/pdf/original/IO_21467_original.PDF), 2007).



Slika 2: Izobraževanje prek spletnih strani (spletna stran ITF, 2006) in s pomočjo literature in periodične revije (povzeto: <http://www.itfcoaching.com/Physical-Conditioning-for-Wheelchair-Tennis/player.html>; <http://www.itftennis.com/wheelchair/coaching/otherresources.asp>, 2007)

V kineziologiji, t.j. znanosti v športu, tenis na vozičku po svoji gibalni strukturi sodi med kompleksne polistrukturne športe, saj v svojem bistvu združuje različne načine gibanja igralca, povezano z različnimi načini udarjanja žogice (Moore in Snow, 1994; Planinšek, 1996; Parks, 1997; Polić, 2000; Filipčič in Filipčič, 2003; Goosey Tolfrey in Moss, 2005; Filipčič in Filipčič, 2006). Po številu igralcev v igri sodi med športne igre posameznikov in

dvojic; po rekvizitu, s katerim igrajo, pa med športne igre z loparjem (Bunting, 2001; Filipčič, 2002; Filipčič, 2004). Tenis na vozičku je zelo dinamična in zahtevna igra. Od igralcev, pa naj igrajo tenis ali tenis na vozičku, zahteva dobro razvite motorične sposobnosti (Müller, 1989; Bunc s sod., 1990; Filipčič, 1990, 1993, 1996, Roetert, Brown, Piorkowski & Woods; 1996; Filipčič, Leskovšek in Filipčič 2004; Remih in Tomc, 1994; Šerjak, 2000; Schönborn, 1999, 2000; Stare, 2002; Ferrauti, Pluim & Weber, 2001; Bullock, 2006; Guentzel, 2006; Filipčič in Filipčič, 2006; Reina, Moreno, Sanz, 2007). Po svoji energijski naravi posega na področje tako anaerobnih procesov (Coutts, 1990; Filipčič, Leskovšek & Filipčič, 2004; Bhambhani, 2002; Jacobs & Nash, 2004; Sanz Rivas, 2005), kot tudi aerobnih (Sanz Rivas, 2005). To od teniških igralcev zahteva odlično kondicijsko pripravljenost (Filipčič, 2004; Sanz Rivas, 2005). Teniška igra zahteva od teniških igralcev tudi dobro psihološko pripravljenost (Smith in Jones, 1998; Williams, Singer & Weigelt, 1998; Reina, Moreno, Sanz, 2007). Zaradi visoke hitrosti žoge je zelo pomembna percepcija in anticipacija nasprotnikovega delovanja ter dobra reakcijska hitrost (Vaillo s sod., 2005). Ker je vnaprejšnja taktična priprava otežena, število različnih igralnih situacij pa veliko, je zelo pomembno hitro kognitivno delovanje, predvsem v smislu primernosti izbire ustreznega odgovora v določeni igralni situaciji. Pri tem je potrebno omeniti, da obstaja preko 20 različnih udarcev, ki se ločijo po načinu izvedbe in intenzivnosti (Polic, 2000; Filipčič, 2004; Filipčič in Filipčič, 2006). Glede na to, da teniški dvoboji trajajo tudi po več ur, ne gre prezreti pomena koncentracije in pozornosti na eni ter vzdržljivosti na drugi strani. Uspešni teniški igralci na vozičku nastopijo v enem letu na približno petnajstih do dvajsetih tekmovanjih (<http://www.itftennis.com/wheelchair>; 2007). To od igralcev zahteva visoko motiviranost, predvsem zaradi dejstva, da traja tekmovalni cikel vrhunskih teniških igralcev celo leto in igralci počitka skoraj nimajo.

### **2.2.1. Pravila tenisa na vozičku**

Pravila igranja tenisa na vozičku so enaka kot v tenisu, razlikujejo se edino v tem, da se lahko žogica pred udarcem dvakrat dotakne tal (Polic, 2000). Če je žogica odbita na prvi odboj, mora žogica zadeti tla znotraj meja igrišča, če pa je žogica odbita na drugi odboj, lahko drugi odboj zadane tla znotraj ali zunaj meja igrišča, preden jo igralec odbije nazaj. Dimenzije igrišča, vrsta podlage in višina mreže so enake, kot jih določajo mednarodna

pravila tega športa (Moore in Snow, 1994; Parks, 1997; Polic, 2000, Bunting, 2001). Poznamo igre posameznikov in igre dvojic. Danes je tenis na vozičku že zelo razširjen in ga igrajo v več kot 70 državah sveta, v mednarodno teniško zvezo (ITF) pa je po zadnjih podatkih (<http://www.itftennis.com/wheelchair>; 2007) vključenih že 63 držav.

Tenis na vozičku lahko igra vsak, v tekmovalnem merilu pa tisti, ki je medicinsko diagnosticiran kot gibalno oviran (Parks, 1997; Polic, 2000). Ta gibalna oviranost je vezana na delno ali pa popolno izgubo funkcije spodnjih in/ali zgornjih okončin. Teniški igralci na vozičku imajo v največji meri naslednje okvare/poškodbe (<http://www.itftennis.com/wheelchair>, 2007), ki smo jih v prejšnjem poglavju že opredelili:

- delno ali popolno amputacijo ene ali obeh spodnjih okončin,
- prirojeno okvaro hrbtenjače (spina bifida - mengiokela) in druge prirojene telesne anomalije,
- prebolelo virusno bolezen centralnega živčnega sistema (otroška paraliza),
- pridobljeno poškodbo ali okvaro vratnega, prsnega in ledvenega dela hrbtenjače (paraplegija, tetraplegija, parapareza, tetrapareza).

Glede na različno obliko in višino okvare/poškodbe športniki, ki igrajo tenis na vozičku, nimajo enakih lokomotornih izhodišč (Bhambhani, 2002; Jacobs & Nash, 2004; Winnick, 2005; Goosey Tolfrey & Moss, 2005). Športnik z amputacijo, nizko ali nepopolno poškodbo hrbtenjače ima veliko boljše ravnotežje, motorična veriga je daljša in njegovo gibanje na vozičku je hitrejšo v primerjavi s športnikom, ki ima popolno poškodbo hrbtenjače v prsnem delu (Valanderwijck, Spaepen, Lysens, 1995; Bernard, Mercier in Varray, 2000). Navkljub tem izhodiščem so se v ITF odločili, da športnika ne razvrstijo v skupine po ključu medicinske kategorizacije (medicinsko stanje okvare, ki jo poda zdravnik) ali funkcionalne kategorizacije (ocena funkcionalne sposobnosti, ki jo poda ocenjevalec) (Strohkendl, 1986, 2001; Ciliga 2000).

Tenis na vozičku je edina športna zvrst v invalidskem športu, kjer so športniki razdeljeni glede na uspešnost igranja in tako lahko (glede na rezultate) prehajajo iz nižje skupine v višjo ter obratno. Skupine so:

- a) skupina Open - odprta (moški, ženske), kjer igrajo najboljši igralci in igralkе tenisa na vozičku na svetu,
- b) skupina A (moški, ženske), kjer igrajo igralci in igralkе, ki so še uvrščeni na svetovno teniško lestvico,
- c) skupina B (moški, ženske), kjer igrajo igralci in igralkе, ki niso uvrščeni na svetovno lestvico,
- d) skupina C in skupina D, nižji nivo igranja,
- e) skupina tetraplegiki (moški in ženske skupaj), kjer igrajo tisti, ki imajo diagnozo tetraplegija,
- f) skupina mladinci (moški, ženske), kjer igrajo igralci in igralkе do 18. leta starosti.

Tako je po zadnjih podatkih (<http://www.itftennis.com/wheelchair>; 2007) na moški svetovni lestvici uvrščenih 351 tekmovalcev, na ženski svetovni lestvici pa 136 tekmovalk. V skupini »tetraplegiki (ang. quads)« najdemo 77 tetraplegikov obeh spolov, na mladinski lestvici (U18) pa 75 mladincev in 27 mladink.

### **2.2.2. Športna oprema v tenisu na vozičku**

Tenis na vozičku se lahko igra na vseh invalidskih vozičkih, čeprav je priporočljivo izbrati športni voziček, ki je narejen iz lahkih materialov (aluminij, titan) in tehta od 8 - 10 kg (Polic, 2000) ter omogoča večjo hitrost in gibljivost teniškega invalidskega vozička (Planinšek, 1996). Primeren voziček je pomemben dejavnik uspešnosti igranja tenisa na vozičku (Goosey Tolfrey in Moss, 2005) (sliki 3 in 4).



Slika 3 in 4: Teniški voziček in igralec med igro (vir: arhiv T. Filipčič)

Kolesa so lahka in neupogljiva. Voziček je lažje voziti, če so kolesa s spodnjim delom za 12 - 24 stopinj nagnjena navzven (Polic, 2000). Ko izbiramo pnevmatiko za kolesa, posvečamo pozornost odpornosti, trajnosti, pritisku in teži pnevmatike. Premer prednjih koles naj bi znašal od 10 do 12,5 cm. Če je premer večji, to zmanjša možnost obračanja, če pa je manjši, se kolesa ne bodo obračala tekoče.

*Sedež* je nagnjen rahlo nazaj, s čimer dosežemo večjo stabilnost telesa na vozičku, pri upravljanju pa si lahko pomagamo s telesom. Naslonjač vozička je bližje telesu (kot naslonjača naj bo 90 stopinj glede na podlago). S tem dosežemo bolj udobno sedenje in večjo pomoč telesa pri gibanju. Porazdelitev teže igralca vpliva na gibljivost. Če je telo nagnjeno naprej, na oseh kolesa, so obrati hitrejši, če pa je telo vzravnano, je stabilnost na vozičku večja.

S *pasovi* sta ravnotežje in gibljivost na vozičku boljša. Uporabljamo pasove za prsni koš in pas ter pasove za noge in stopala. Pasove za prsni koš in pas uporabljamo, če tako zahteva stopnja poškodbe. Pasovi omogočajo večje ravnotežje, včasih pa lahko ovirajo premikanje vozička. Pasove za noge namestimo pod kolena, kar omogoča večjo stabilnost ter gibanje igralca na vozičku. Pasovi za stopala omogočajo, da so stopala ves čas na vozičku.

Razumljivo je, da voziček prilagodimo sposobnostim in željam posameznikov, vendar lahko z opisanimi priporočili hitrost, gibljivost in ravnotežje na vozičku še povečamo. Če

se igralec z vozičkom počuti kot eno, kot celota, potem lahko rečemo, da ima primerno opremo.

### **2.2.3. Posebnosti tenisa na vozičku**

Tehnika in učenje teniških udarcev na vozičku sta enaka kot pri učenju teniških udarcev gibalno neoviranih, vendar je pri učenju potrebno upoštevati naslednje posebnosti (Bullock, 2006):

- vadbo je potrebno individualno prilagoditi višini (vratni, prsni, ledveni ali križni del) in vrsti poškodbe igralca (amputacija, paraplegija, tetraplegija);
- igralec, ki ima poškodbo hrbtenjače, ima lahko naslednje spremljevalne težave: nizek krvni pritisk, težave s termoregulacijo (čuti kronično bolečino, ni zmožen potanja od poškodbe navzdol) (Jacobs & Nash, 2004; Winnick, 2005);
- igralec z višjo poškodbo (težjo) ne more doseči enake ravni telesne priprave kot igralec z nižjo poškodbo (zaradi delovanja srčnožilnega sistema) (Bhambhani, 2002);
- igralec na vozičku je vedno v nižjem položaju in zahteva prilagoditev tehnike pri začetnem udarcu, voleju in pri udarjanju visokih žog;
- višina (vratni, prsni, ledveni ali križni del) in vrsta poškodbe (popolna ali nepopolna) določata ravnotežje, gibljivost, moč in hitrost na vozičku, in s tem tudi kvaliteto izvedbe udarca;
- igralec na vozičku ima manj časa, da tehnično pravilno izvede udarec, ker z obema rokama poganja voziček;
- poleg teniškega treninga je potrebno nameniti pozornost razvoju motoričnih sposobnosti (koordinacija, ravnotežje, moč, vzdržljivost, gibljivost). Priporočljivo je sodelovanje v drugih športnih igrah (košarka na vozičku, atletika, plavanje). To je po drugi strani tudi preventiva pred poškodbami (teniški komolec, teniška rama) in motivacijska razbremenitev.

Teniški igralec mora uporabljati določene tehnike gibanja, da lahko natančno, močno in zanesljivo udarja žogo. Tehnika predstavlja najboljšo izvedbo posameznih udarcev v

različnih pogojih, kar pomeni, da je to ponavljajoče gibanje, ki pa se v različnih pogojih pogosto spreminja. Poglejmo si glavne značilnosti izvedbe teniške vožnje in osnovnih teniških udarcev.

#### 2.2.4. Teniška vožnja

Teniška vožnja je odvisna od višine in vrste gibalne oviranosti, motoričnih sposobnosti igralca ter tehničnih in taktičnih zahtev igre. Igralec se giblje z vozičkom po igrišču tako, da voziček poganja z obema rokama, torej tudi z roko, v kateri je lopar. Lopar mora biti ves čas v roki, ker mu v nasprotnem primeru lopar lahko pade z vozička. Vsak igralec drži in poganja voziček s prijemom, ki mu najbolj ustreza. Strokovnjaki (Polic, 2000; Bullock, 2006) pa priporočajo potiskanje vozička s palcem in ne z zapestjem. Gibanje z vozičkom po igrišču z loparjem v roki ni preprosto, zato zahteva veliko vadbe, je pa eden od ključev uspešnega igranja tenisa na vozičku. Igralec strmi k takemu gibanju, kjer ni zaustavljanja med točko. Vadba naj vključuje vadbo vožnje v kratkih razdaljah (2 - 3 m), s številnimi obrati v obe smeri. V vadbo je potrebno vključevati hitre/eksplozivne potiske in obrate. Skozi vso vadbo naj bo lopar v roki, ker se s tem približamo realni situaciji med tekmo.

Polic (2000) loči tri kategorije teniške vožnje: potisk, tehnika in taktika vožnje na vozičku. Pri potisku naj bosta roki v najvišjem položaju na obroču, roki naj sodelujeta usklajeno. Tehnika vožnje opredeljuje načine gibanja na igrišču. Igralec naj bi ves čas vzdrževal določeno hitrost, ker ob ponovnem startu izgubi veliko časa in moči. Poznamo linearna gibanja (naprej - nazaj), krožne obrate navzven in navznoter, ter gibanje iz sredine igrišča nazaj v osnovni položaj (v angleški literaturi se uporablja izraz *reverse mobility*). Taktika vožnje opredeljuje gibanje v osnovnem položaju, ki naj bo meter oddaljen od osnovne črte. Cilj igralca je, da ostane v območju, ki omogoča, da bo igralec prišel do žoge. V tuji literaturi (Polic, 2000) imenujejo to območje *the hub*. Tudi v osnovnem položaju naj bo igralec v stalnem gibanju. Potrebno je omeniti, da vrhunski igralci igrajo vse več žog po prvem dotiku tal, s čimer se osnovni položaj približuje osnovni črti.

## 2.2.5. Igralne situacije v tenisu na vozičku

Tako kot pri tenisu gibalno neoviranih, se tudi pri tenisu na vozičku pojavljajo določene tipične igralne situacije. Obstaja 5 tipičnih igralnih situacij (Crespo & Miley, 1998): servis, retern, osnovna črta, sredina igrišča ter mreža in obrambne igralne situacije.

### 1. Igralne situacije s servisom

Igralec vsako točko oz. aktivno fazo igre prične s servisom. V primeru napake pri 1. servisu (mreža, out) ima na voljo še 2. servis. V kolikor igralec ni uspešen tudi z 2. servisom, potem točko dobi tekmeec, kar pomeni, da v tem primeru do začetka igre ne pride. Igralci v osnovi uporabljajo tri vrste servisa (brez poudarjene rotacije – ravni, spin in slajz). Igralci pogosto uporabljajo tudi kombinacijo različnih vrst servisa, glede na smer servisa pa tri najpogostejše smeri: v stran, v telo tekmece in na sredinsko črto.

### 2. Igralne situacije z reternom

V kolikor je bil igralec s 1. ali 2. servisom uspešen, potem pride do nadaljevanja točke (aktivne faze). Igralec, ki vrača servis, ima v tem primeru na voljo dva različna udarca: forhend in bekend retern. Poleg izbire strani udarca pa igralec lahko izvaja različne vrste forhend in bekend reterna, glede na tehnično izvedbo oziroma taktičen cilj. Tako lahko za vračanje servisa uporabi ravni, spin ali slajz udarec. Glede na smer ali cilj udarca lahko izvede diagonalni ali paralelni udarec, udarec v sredino in skrajšano žogo.

### 3. Igralne situacije na osnovni črti

Pri servisu in reternu je število igralnih situacij ter udarcev dokaj omejeno, pri igralnih situacijah na osnovni črti pa se število možnosti poveča. Zato bomo v nadaljevanju opisali le določene najbolj tipične igralne situacije ter udarce, ki jih igralci uporabljajo na osnovni črti. V taktičnem smislu lahko igralci na osnovni črti izvajajo pripravljalne, napadalne, »ravnotežne« in obrambne udarce. Že samo ime vrste udarca pove, kaj je taktičen cilj igralca. Glede na tehnično izvedbo lahko igralci uporabljajo udarce brez poudarjene rotacije in udarce s spin ali slajz rotacijo. Glede na smer in cilj pa izvajajo paralelne in diagonalne, udarce v sredino in skrajšano žogo. Pri tem lahko žogo udarijo brez odskoka (volej), takoj po odskoku (polvolej) ali pa po prvem oziroma drugem odskoku žoge.



#### 4. Igralne situacije na sredini igrišča in pri mreži

V primeru, da ima igralec možnost (krajša, počasnejša, višja žoga), da odigra žogo znotraj igrišča (med osnovno in servisno črto), potem to v taktičnem smislu pomeni, da izvede prehod (napad) k mreži. Pri tem uporablja vse tiste udarce, ki smo jih že omenili pri igralnih situacijah na osnovni črti. Po uspešnem prehodu k mreži igralec nadaljuje gibanje v neposredno bližino mreže. Glede na to, da se igralec nahaja v specifični situaciji, se spremeni tudi taktičen namen igralca. Ko se igralec nahaja pri mreži, je njegov edini cilj s čim manj udarci zaključiti točko. Pri tem uporablja predvsem forhend in bekend volej, oba polvoleja ter smeš in bekend smeš.

#### 5. Obrambne igralne situacije.

Med potekom igre (aktivne faze) se igralec pogosto znajde tudi v situacijah, kjer ima zaradi položaja na igrišču (izven igrišča, daleč od osnovne črte...) premalo časa, zato izvede udarec v obrambni igralni situaciji. V tenisu na vozičku je oddaljevanje igralca od osnovne črte še pogostejše, vendar zaradi odlične tehnike vožnje uspe odbiti žogo po prvem odskoku. V tem primeru lahko igralec izvaja tako napadalne kot tudi obrambne udarce. Za obrambne situacije je značilno, da ima takrat igralec na razpolago manjše število možnih udarcev. V taktičnem smislu želi igralec, ki se nahaja v obrambni situaciji, zadržati žogo v igri oziroma pridobiti na času za pripravo na naslednji udarec. Med najbolj pogostimi udarci, ki jih igralec izvaja, sta passing in lob.

### 2.2.6. Teniški udarci

Teniški udarci imajo določene skupne značilnosti in seveda tudi posebnosti. Med skupne značilnosti sodijo deli udarca: začetni položaj, pospeševanje in točka zadetka ter izmah.

Med skupne značilnosti sodi tudi šest temeljnih biomehanskih principov, s katerimi lahko razložimo teniška gibanja. Biomehanske principe lahko zapišemo v obliki kratice: BIOMECH. Pri tem posamezne črke pomenijo: B – balance (ravnotežje), I – inertia (sila inercije), O – opposite force (nasprotna sila), M – momentum (sunek sile, pospešek, pospeševanje), E – elastic energy (elastična energija) in C – coordination chain (kinetična veriga). Pri tem se določeni biomehanski principi pojavljajo pri vseh udarcih, nekateri pa

le pri določenih udarcih (Crespo & Miley, 1998). Z naštetimi temeljnimi biomehanskimi principi lahko razložimo teniško tehniko predvsem s funkcionalnega (uporabnega) ter manj formalnega (opisnega) vidika. Ta pristop k obravnavi tehnike upošteva dogajanja v teniški igri, kjer se pogoji izvedbe teniških udarcev in gibanj zaradi različnih igralnih situacij stalno spreminjajo. Poleg tega tak pristop omogoča individualno obravnavo tehnike teniškega igralca, saj se igralci med seboj ločijo po številnih značilnostih (morfološke, osebnostne...), sposobnostih (motorične, funkcionalne, psihološke...), igralnem stilu (vsestranski, napadalni, obrambni...) ter taktično - tehničnih rešitvah in igralnih izkušnjah. Takšen pristop pa je glede na dinamičnost teniške igre na vozičku edini mogoč, saj upošteva več vidikov igre (strategijo igre, igralni stil, taktično odločitev ter tehnično izvedbo igralca). Seveda pa imajo posamezni teniški udarci tudi določene posebnosti, ki jih v jedrnatih obliki navajamo v nadaljevanju.

*Servis* je začetni udarec in ima zato posebno mesto med udarci, saj vpliva na to, kako bo igralec nadaljeval igro. *Servis* je edini udarec, ki je samostojen in neodvisen od akcije tekmeca. Izvedba in uspešnost servisa je močno omejena s stopnjo igralčeve poškodbe. Priporočljiv prijem loparja je kontinentalni. Za *servis* je značilna izvedba udarca nad ramenom. Pri servisu igralec uporablja celoten zgornji del telesa, pri udarcu pa si lahko pomaga tudi z zasukom desnega kolesa s prosto levo roko (vsi opisi veljajo za desničarje). Igralci izvajajo tri različne vrste servisa: brez poudarjene rotacije (ravni), slajz in spin. Pri tem se točka zadetka razlikuje glede na vrsto servisa. Po udarcu roka nadaljuje izmah v smer levega kolesa.

Če je *servis* začetni udarec za igralca, ki servira, je *retern* začetni udarec za branilca in ima zanj enak pomen kot za tekmeca. Pri *reternu* je zelo pomembno, da je igralec na vozičku že v gibanju proti prihajajoči žogi, saj mu gibanje omogoča lažji prihod k žogi, poleg tega pa si s tem izboljša možnosti za vračanje servisov v stran. Tako kot pri servisu tudi pri *reternu* poznamo več vrst udarca. Glede na rotacijo ločimo ravni, spin in slajz *retern*, glede na dolžino zamaha ločimo običajni in blok *retern*, glede na način izvedbe ločimo napadalni in obrambni *retern*.

*Forhend* sodi med osnovne udarce in se odigra na desni strani telesa. Forhend je univerzalen udarec, saj ga igralci poskušajo igrati pogosteje (Filipčič in Filipčič, 2006). Univerzalnost forhend udarca se odraža predvsem pri igranju visokih žog ter žog, ki so usmerjene na telo igralca. Pri tem so predvsem izražene anatomske prednosti (dlan je za ročajem loparja, kar omogoča bistveno boljšo oporo) ter biomehanske zakonitosti (učinkovitejše koriščenje rotacije ramen, telesa, loparja, inercije gibanja igralca oz. vozička; v delovanje kinetične verige je vključenih več telesnih segmentov). Igralci za forhend uporabljajo različne prijeme. Med najbolj pogostimi prijemi so: polzahodni, zahodni in vzhodni prijem (Polic, 2000). Med udarcem žoge ima igralec prosto roko na levem kolenu ali na levi strani vozička, ali pa z levo podlahtjo leži na obeh kolenih, kar omogoča boljše ravnotežje. Igralec lahko izvede udarec v zaprtem ali odprtem položaju, ki omogoča reševanje žog v zadnjem trenutku. Večjo hitrost udarca žoge doseže s sočasnim obratom levega kolesa z levo roko do osnovnega položaja. Med pomembna gibanja, ki vplivajo na hitrost in kontrolo udarca, sodi tudi gibanje podlahti, s katerim igralec poveča pospešek ter doda žogi rotacijo naprej (spin). Po točki zadetka lopar nadaljuje gibanje v različno smer, na kar vpliva prijem loparja ter cilj žoge.

*Bekend* je udarec, ki se izvaja na levi strani telesa (velja za desničarje). Sodi med osnovne udarce. Igralci tenisa na vozičku uporabljajo enoročni bekend. Vrste bekenda so: ravni, spin, slajz. Igralce - začetnike v zadnjem času učijo tako imenovani »obrnjeni bekend« (inverted bekend)<sup>4</sup>, s čimer je mogoče igrati ravni ali spin udarec, nikakor pa ne slajz udarec. Ker je igralec na vozičku v nižjem položaju in ker z dominantno roko poganja voziček, je zelo težko izvesti bekend brez rotacije. Zato igralci običajno izvajajo slajz bekend in redko spin bekend (Polic, 2000). Razlogi, da igralci pogosto izvajajo tudi slajz bekend, so v anatomske značilnostih (s prijemom za slajz bekend lažje izvajajo visoke žoge) in biomehanskih zakonitostih (pri izvedbi slajza lahko izkoristijo stabilen položaj telesa ter nasprotno silo, ki jo ustvarjajo z neigralno roko), kar jim omogoča vračanje visokih in bolj oddaljenih žog na bekend strani. Ko igralec udari žogo, ima prosto roko na desnem kolenu ali na desni strani vozička (krožna tehnika), ali pa ima levo roko prosto

---

<sup>4</sup> Obrnjeni bekend (ang. inverted backhand) je udarec, ki se igra z istim prijemom in isto stranjo loparja kot za forhend, le na drugi strani telesa. Prijem loparja omogoča dobro oporo, za pripravo na udarec pa se potrebuje manj časa.

(predvsem za tiste, ki imajo boljše ravnotežje). Večjo hitrost udarca žoge igralci dosežejo z obratom desnega kolesa z levo roko tik pred točko zadetka do osnovnega položaja. Izmah loparja poteka po točki udarca v smeri odigrane žoge.

*Volej forhend in bekend* sta udarca pri mreži, kjer igralec udari žogo brez doskoka na tla (v zraku). Igralci imajo z volejem cilj zaključiti točko. Pri tenisu na vozičku se volej še ne pojavlja pogosto. Teniška igra na vozičku je zaradi pravila, ki dovoljuje dva odboja žoge od tal, še vedno in predvsem igra z osnovne črte, čeprav najboljši igralci vse več točk zaključujejo pri mreži (Filipčič in Filipčič, 2006). Strokovnjaki opozarjajo (M. Bullock, D. Santz in R. Snow, osebna komunikacija, 24.november, 2007), da bodo najboljši igralci v kratkem lahko igrali igro servis - volej. Priporočljiv prijem za volej je kontinentalni. Za volej so značilni: zelo enostavna izvedba (hitra priprava), zamah, ki je odvisen od razpoložljivega časa, ter izmah. Da bi igralec preprečil pasing in lob tekmeča, je optimalni položaj pri voleju blizu servisne črte.

*Smeš* je udarec, ki se izvaja predvsem blizu mreže. Tudi s smešem želijo igralci zaključiti točko. Po tehnični izvedbi je podoben servisu, le da prihajajoča žoga prihaja s tekmečeve strani igrišča. Priporočljiv prijem loparja je kontinentalni prijem. Od igralcev zahteva dober timing in prostorsko orientacijo. Med omenjenimi udarci je relativno malo zastopan, kar je pokazala tudi raziskava v tenisu na vozičku, kjer sta Filipčič in Filipčič (2006) ugotovila, da je bilo med 2411 zaključenimi točkami s forhend smešem zaključenih le 0,12 % točk. Niti en udarec ni bil izveden z bekend smešem.

### **2.2.7. Razvoj tenisa na vozičku v Sloveniji**

Prve informacije o tenisu na vozičku smo dobili leta 1993, ko smo kot opazovalci obiskali svetovno ekipno prvenstvo v tenisu na vozičku v Avstriji. S prvimi organiziranimi treningi smo začeli v letu 1994, predvsem v Kranju, Ljubljani in Mariboru. Udeležili smo se prvega teniškega turnirja na Slovaškem, kjer smo nabirali prve tovrstne izkušnje. Septembra 1994 smo organizirali prvi teniški turnir za paraplegike z udeležbo 14 igralcev. Predstavljena je bila tudi brošura, ki jo je izdala ZPS v letu 1995, z naslovom "Tenis na vozičku", ki igralcem podaja osnovne informacije o igri, pravilih in opremi. V letu 1995

smo v času Davisovega pokala v Portorožu predstavili tenis na vozičku tudi širši športni javnosti. Udeležili smo se mednarodnega teniškega kampa v Bratislavi, v mesecu juliju leta 1995 pa smo organizirali prvo državno prvenstvo za vse skupine oseb s posebnimi potrebami (tudi za slabovidne). Rezultatsko smo pričakovali hitrejše napredovanje in boljše rezultate. Tekmovalno uspeti v vrhunskem športu invalidov danes ni več preprosto, saj od tekmovalca zahteva dobro telesno pripravo, vrhunsko športno opremo (voziček), dobre motorične in psihične sposobnosti, visoko motivacijo, dobro trenersko ekipo, veliko finančnih sredstev in številne druge dejavnike, ki določajo uspešnost v športu. Najboljši tekmovalci na svetu so pretežno igralci z nižjo poškodbo hrbtenice (predvsem v ledvenem delu) in amputacijo ene ali dveh spodnjih okončin. Lahko rečemo, da je konkurenca v tenisu na vozičku močna in zahteva od tekmovalca profesionalen odnos in popolno predanost temu športu. V tekmovalnem smislu je v Sloveniji največ naredila tekmovalka Mojca Tomažin, ki je leta 1994 dosegla 29. mesto na svetovni teniški lestvici. Na vrata trka nekaj mladih športnikov - invalidov, ki imajo tenis radi in so pripravljene redno ter kakovostno trenirati. Zanimanje so pokazali tudi mladi teniški trenerji, kar je razveseljivo, prav tako študenti Fakultete za šport.

Leta 2007 smo skupaj z ITF in ZŠIS organizirali mednarodno teniško delavnico za trenerje in igralce iz Slovenije in bližnjih držav (Hrvaška, Srbija), katero je vodil teniški strokovnjak Geraint Richards iz Velike Britanije. Delavnice se je udeležilo 10 igralcev na invalidskem vozičku, 5 teniških trenerjev in 20 študentov Fakultete za šport. Upamo, da bodo ti razvijali tenis na vozičku v prihodnosti.

#### **2.2.8. Raziskave na področju tenisa na vozičku**

Ob pregledu raziskav smo naleteli na precejšnje število raziskav v tenisu gibalno neoviranih, kar pa ne moremo reči za tenis na vozičku. Vzroke za relativno malo objavljenih raziskav (Bullock & Pluim, 2003; Goosey Tolfrey & Moss, 2005; Reina, Moreno & Santz, 2005; Santz, 2005; Guentzel, 2006; Filipčič in Filipčič 2006) je iskati v tem, da gre za mlado športno zvrst. Vrhunski teniški igralci preživijo veliko časa na mednarodnih tekmovanjih, saj so nagradni skladi pomemben vir dohodka za marsikaterega igralca. Dodaten razlog je iskati v logistiki namestitve različnih merilnih

naprav za raziskave, kot so video sistemi, tekoče preproge itd. Te naprave je zelo težko pripeljati do tekmovalcev, saj so v večini že postavljene v laboratorijih (pr.: laboratorij VU Amsterdam). Poleg tega so potovanja gibalno oviranih precej zahtevna in draga, saj pogosto potrebujejo spremljavo in dodatno pomoč. Včasih se zaplete pri iskanju arhitektonsko urejenih namestitev za bivanje merjencev (hotelska zgradba je brez dvigala, vrata so preozka, ni možna uporaba sanitarij itd.).



Slika 5: Raziskovanje kardiovaskularnih značilnosti udeležencev na paraolimpijskih igrah (vir: <http://www.itftennis.com/wheelchair>; 2007)

Santz (2005) je spremljal fiziološke parametre v tenisu na vozičku. V raziskavi, kjer so bili udeleženci le španski igralci, je ugotovil, da je višina laktatov med teniško igro v vrednosti med 2 - 4 ml/mol, srčni utrip pa med 120 - 160 utripov/min. Višino teh dveh parametrov je primerjal s tremi različnimi testi (Wingate test, test "pahljača" in test "vožnja preko črt"). Ugotovil je, da je najvišji nivo laktatov nastal pri testu Wingate. Srčni utrip je bil podoben pri vseh treh testih. Med višino laktatov in srčnega utripa ni bilo statistično značilne povezave. Na Wingate testu so imeli tekmovalci višje vrednosti laktatov in nižji srčni utrip.

Goosey Tolfrey & Moss (2005) sta primerjala maksimalno hitrost osmih teniških igralcev na vozičku v vožnji na 20 m. V prvem primeru so voziček potiskali z loparjem, v drugem pa ne. Če so igralci potiskali voziček brez loparja, so dosegli maksimalno hitrost 4,39 m/s

(standardni odklon; v nadaljevanju teksta  $SO = 0,74$  m/s), z loparjem pa je najvišja hitrost znašala statistično značilno manj, in sicer  $4,22$  m/s ( $SO = 0,06$  m/s). Največje razlike v maksimalni hitrosti v dveh pogojih merjenja so nastale v prvih treh potiskih. Merjenci so razdaljo prevozili hitreje brez teniškega loparja. Brez teniškega loparja so potisnili voziček  $13,8$  - krat, medtem ko z loparjem statistično značilno več ( $14,3$  - krat). V prvem potisku so z loparjem opravili  $0,51$  m (brez loparja  $0,58$  m), nakar se je razdalja v dveh različnih pogojih povečevala in je pri tretjem potisku z loparjem znašala  $2,34$  m in brez  $2,50$  m. Ko so igralci potiskali voziček brez loparja, so dosegli nižjo hitrost kot v raziskavi Coutts (1994), ki je raziskoval hitrost pri košarkarjih na vozičku. Maksimalna hitrost je pri igralcih znašala  $4,75$  m/s in pri igralkah  $4,08$  m/s. Goosey Tolfrey & Moss (2005) opozarjata, da je razlog v tem, da so košarkarji v tretjem potisku dosegli  $80$  % maksimalne hitrosti, medtem ko so teniški igralci brez loparja dosegli  $63,8$  % ( $SO = 11,3$  %) maksimalne hitrosti v prvih treh potiskih. Dodatno navajata, da razlike med različnimi meritvami lahko nastanejo zaradi podlage, na kateri se izvaja meritev, odvisno pa je tudi, kako visoko poškodbo imajo merjenci. Avtorja se obračata na teniške trenerje, ki jim svetujeta, da naj teniški igralci razvijajo hitrost v prvih treh potiskih.

Ob pregledu raziskav s področja strukture udarcev v teniški igri zasledimo raziskavo Bullock in Pluim (2003), kjer sta avtorja analizirala  $449$  aktivnih faz v treh teniških dvobojih na paraolimpijskih igrah v Sydneyju 2000. Ugotovila sta, da je v povprečju posamezna točka trajala  $9,65$  sek, tekmeča pa sta v eni točki povprečno odigrala  $4,67$  udarcev.

Precej več odigranih točk med teniški igralci sta ugotovila Filipčič in Filipčič (2006). S pomočjo Formularja za spremljanje teniškega dvoboja (slika 6), kjer so bili zavedeni prvi in zaključni teniški udarci, sta ugotovila, da je v bilo v  $2411$  aktivnih fazah največ točk osvojenih s forhendom ( $13,31$  % vseh udarcev), forhend reternom ( $6,71$  %) ter bekendom ( $7,3$  %) in bekend reternom ( $5,7$  %). Neposredno s servisom (asom) je bilo osvojenih  $4,39$  % točk. Na drugi strani je bilo največ točk izgubljenih s forhendom ( $13,35$  % vseh udarcev), forhend reternom ( $10,07$  %) ter bekendom ( $10,99$  %) in bekend reternom ( $13,72$  %). Neposredno s servisom je bilo izgubljenih  $7,92$  % vseh točk. Povprečno število udarcev v aktivni fazi je bilo  $2,83$ , kar je bilo precej manj kot v raziskavi Bullock in

Pluim (2003). Razlog za tako razliko je najti v različni teniški podlagi in v dejstvu, da sta Bullock in Plum (2003) predstavila le aktivne faze šestih najboljših igralcev na svetu, ki so bili sposobni dlje držati žogo v igri. V raziskavo Filipčič in Filipčič (2006) so bili vključeni tudi igralci z manjšim teniškim znanjem in predvsem z višjo poškodbo hrbtenjače.

Guentzel (2006) je v večletni študiji v času od 2002 do 2005 spremljal 23 teniških igralcev in 3 igralke z gibalno oviranostjo na področju motoričnih sposobnosti. Spremljal in vrednotil je naslednje motorične sposobnosti: hitrost na vozičku (testi: vožnja na kratko razdaljo, "pahljača"), mobilnost/agilnost na vozičku (T obrati), moč (moč prijema z dinamometrom, met medicinke, vožnja z uporom) in vzdržljivost (vožnja na 1 km). Testiranja so bila izvedena dvakrat na leto (april/oktober), udeleženci pa so bili igralci, razvrščeni v dve skupini: v prvi skupini so bili igralci uvrščeni med prvih deset na svetovni lestvici, v drugi, pa so bili igralci uvrščeni na nacionalnih teniških lestvicah. Rezultati nakazujejo napredek z leti igranja in treniranja, še posebej po tretjem letu redne vadbe. Najboljše rezultate so imeli igralci, ki so bili uvrščeni višje na svetovni lestvici. Kot veljavni in zanesljivi testi so se pokazali: pahljača, vožnja na kratko razdaljo, T obrati, vožnja z uporom in vožnja vzdržljivosti.

V literaturi smo našli, vsaj kolikor je nam znano, edino raziskavo, kjer so raziskovalci spremljali obremenitev desetih gibalno oviranih športnikov med športno igro. Tako so Perez Tayero, Navaro & Sampedro (2005) v košarki na vozičku spremljali prevoženo razdaljo in hitrost 10 igralcev na 13 košarkarskih tekmah na invalidskem vozičku. Pomanjkljivost raziskave je v tem, da je bilo na vsaki tekmi analiziranih le prvih deset min igre, kar predstavlja četrtno odigrane igre. V povprečju so igralci prevozili 3.680 m. Povprečna razdalja vseh igralcev v posamezni aktivni fazi je znašala 44,85 m (SO = 3,5 m). Ugotovili so, da se dve skupini igralcev (tako prva, z višjo funkcionalno oceno in nižjo poškodbo kot druga z nižjo oceno in višjo poškodbo) nista razlikovali statistično značilno v prevoženi razdalji na eni tekmi. Z vidika hitrosti gibanja na invalidskem vozičku so ugotovili, da je povprečna hitrost znašala 1,6 m/s (SO = 1,1 m/s). Najvišja izmerjena hitrost je znašala 6,3 m/s (22,6 km/h), najvišja povprečna hitrost vseh desetih igralcev pa 5,5 m/s (19 km/h), (SO = 0,8 m/s). Avtorji so hitrost gibanja razdelili v različne hitrostne razrede in ugotovili, da se je 36 % gibanja odvijalo v hitrostnem razredu do 1 m/s, 30 %



gibanja se je odvijalo v hitrostnem razredu od 1 - 2 m/s, 21 % v hitrostnem razredu od 2 - 3 m/s, 10 % v hitrostnem razredu od 3 - 4 m/s in 1 % gibanja v hitrosti med 5 - 6 m/s. V nadaljevanju so ugotovili, da sta se dve skupini igralcev (prva, z višjo poškodbo in nižjo funkcionalno oceno, in druga, z nižjo poškodbo in višjo funkcionalno oceno) razlikovali statistično značilno v najvišji doseženi hitrosti. Igralci z višjo funkcionalno oceno (lažja gibalna ovira kot druga) so dosegli statistično značilno višjo hitrost. Ta razmišljanja se dopolnjujejo z različnimi dognanji raziskovalcev (Woude, Baker, Elkhuisen, Veeger & Gwinn, 1998), ki opozarjajo, da športniki z višjo (težjo) poškodbo manifestirajo nižjo funkcionalno moč v trupu.

Navkljub dejstvu, da so raziskovalci analizirali le prvih deset min vsake košarkarske tekme in razliki v športnih igrah, kot sta košarka na vozičku in tenis na vozičku, bo omenjena raziskava Perez Tayero, Navaro & Sampedro (2005) imela pomembno mesto pri naši nadaljnji interpretaciji podatkov, predvsem z vidika primerjanja hitrostnih razredov, kar do danes v tekmovalni situaciji še ni bilo narejeno v drugih športnih igrah za gibalno ovirane.

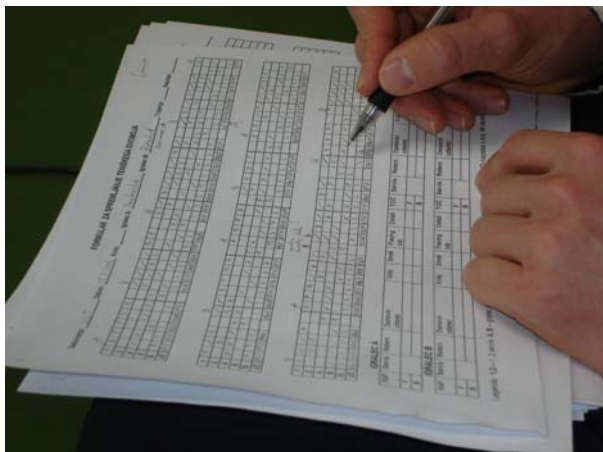
Ker je glavni problem našega raziskovanja analiza igre v tenisu na vozičku, se bomo v nadaljevanju podrobneje dotaknili raziskav s tega področja. Na tem področju je bilo v tenisu na vozičku raziskano zelo malo, zato nam bodo v pomoč dognanja v tenisu gibalno neoviranih.

### **2.2.9. Raziskave na področju analize teniške igre**

Število raziskav na področju analize igre v različnih športih se je v zadnjem času izredno povečalo, za kar je iskati vzroke tudi v napredku tehnologije za spremljanje različnih parametrov (Hughes, 1995; O'Donoghue, 2004; Filipčič, Perš, Klevišar, 2006).

V literaturi (Lees, Kahn & Maynard, 2004) avtorji (O'Donoghue, 2004; Verlinden s sod., 2004) navajajo, da obstajata dva pristopa na področju analiziranja iger v različnih športih. *Prvega* bi lahko poimenovali praktična analiza iger, ki jo na kratek rok uporabljajo mediji in trenerji in temelji na individualni igri. Za primer lahko izpostavimo podjetje IBM, ki nudi

analizo iger v tenisu na štirih turnirjih za Grand Slam<sup>5</sup>, kjer izurjen administrator spremlja različne parametre, kot so: število točk s servisom in število servisov, ki so zadeli polje, število asov, dvojnih napak, zmagovalnih udarcev, skupnih doseženih točk itd. Trenerji v tenisu najpogosteje uporabljajo formularje za spremljanje teniških dvobojev (slika 6), kamor ročno zapisujejo vrsto napake in vrsto zmagovalnega udarca. Formular služi za takojšnjo povratno informacijo igralcu po koncu tekme.



Slika 6: Formular za spremljanje teniških dvobojev (vir: arhiv T. Filipčič)

*Drugi* pristop imenujemo teoretično - raziskovalna analiza iger, ki sloni na večjem številu tekem, iger in nizov ter označuje generalne značilnosti izbrane športne panoge. To je raziskovalna disciplina, znotraj katere raziskujemo (Hughes, 1998) tehnične značilnosti igre (Taylor in Hughes, 1998), taktične značilnosti igre (Hughes in Clark, 1995; Hughes in Tillin, 1996) in analizo gibanja igralca v igri, postavljamo različne modele športne igre in posredujemo neposredne informacije trenerju in igralcu (Brown & Hughes, 1995). Pomembno področje raziskovanja v tenisu je tudi preučevanje igralnih značilnosti in s tem povezanih obremenitev med igro. Tovrstno raziskovanje zahteva ustrezno metodologijo zajemanja, zbiranja in analiziranja različnih dejavnikov igre.

Skupina nemških strokovnjakov (Lames, Perl, Schroder, Uthmann, 1990) je predstavila projekt izdelave ekspertnega sistema na področju tenisa, ki so ga poimenovali TESSY

---

<sup>5</sup> Turnirji za Grand Slam predstavljajo štiri najpomembnejše turnirje v tenisu (Odperto prvenstvo Avstralije, Francije, Anglije in ZDA). Če posameznik osvoji vse štiri turnirje v letu, potem osvoji Grand Slam.

(sistem za teniško simulacijo). Sistem TESSY deluje v treh pomembnih fazah: opis in opazovanje igre ter taktike, obdelava in razlaga rezultatov ter prenos dobljenih rezultatov v prakso. Analizirali so finalni dvoboj wimbledonskega turnirja iz leta 1989 med Beckerjem in Edbergom. Pri analizi začetnega udarca so ugotovili, da so Beckerju uspevali dolgi servisi v oba kота servisnega polja. Z bekind strani igrišča so bili v veliki večini vsi servisi ravni. Edberg je imel v nasprotju z Beckerjem v tej igri težave z dolžino in smerjo (natančnostjo) servisa. Največkrat je serviral v telo (desno: 17,8 % oz. levo: 12,7 %) in uporabljal zanj tipičen spin servis. Potrdili so ugotovitev o velikem pomenu reterna v dvobojih, ki se igrajo na hitrih podlagah. Pomen napak v napadu in obrambi se jasno loči glede na to, kateri igralec ima servis. Igra z osnovne črte na tako hitri podlagi nima posebnega pomena. Vloga asov se zaradi njihove spektakularnosti v večini precenjuje, saj glede na skupno število odigranih točk asi predstavljajo relativno redko pojavljanje. Sklepna ugotovitev raziskovalcev je, da daje ekspertni sistem možnost prezentacije strokovnega znanja na nekem športnem področju, da je takšen postopek možno vključiti v interpretacijo kompleksnega športnega dosežka in da se obstoječa intuitivna pravila s pomočjo sistema preverjajo ter hkrati tvorijo nova.

Dusek (1992) je v raziskovalnem projektu postavil model TES (Tennis Ekspert System). Cilj je bil dolgoročno in celostno spremljanje razvoja talentiranih teniških igralcev. Projekt je predvideval spremljanje mladih teniških igralcev na fiziološkem, psihološkem, morfološkem in motoričnem področju. Dodana je bila biomehanska analiza teniške tehnike in teniške igre. Podatki so bili zbrani v laboratoriju in na teniškem igrišču. Na osnovi teh podatkov so načrtovali odpravljanje pomanjkljivosti pri posameznih teniških igralcih na določenih področjih, analiziranje igralčevih uspehov oziroma neuspehov, natančnejše načrtovanje procesa treniranja teniških igralcev in sistematično zbiranje podatkov o mladih nadarjenih teniških igralcih.

Planinškova (1994) je analizirala elemente teniške igre in časovne kazalce v finalnih dvobojih na OP Francije in ZDA v letu 1993. Zbrane podatke je obdelala s sistemom Tennis Expert System. Cilj raziskave je bil ugotoviti, kako posamezna podlaga vpliva na način igre in kakšni so načini igranja posameznega igralca. Analiza igre je pokazala, da je teniška podlaga pomemben dejavnik teniške igre, od katere je odvisen način igre. Rezultati

so pokazali, da je bila teniška igra na asfaltni podlagi hitrejša kot na peščeni, odmori med točkami so bili krajši in čisti igralni čas je predstavljal le še petino celotnega igralnega časa na asfaltni podlagi.

Frčej je leta 1994 izvedel raziskavo s ciljem ugotoviti in primerjati strukturo teniške igre v dvobojih igralcev različnih starostnih kategorij. V raziskavi je predstavljena analiza elementov teniške igre, s pomočjo teniškega statističnega programa Tennis Expert System. Analizirane so bile tekme različnih starostnih kategorij (igralcev do 14 in 16 let in članov). Elementi analize so bili servis, zadnji udarec v točki in rezultat. Pri večini opazovanih elementov teniške igre rezultati niso pokazali bistvenih razlik med dvoboji različnih starostnih kategorij. Razlike so se pokazale pri lokaciji servisa, kjer je bila razpršenost servisov pri starejših igralcih manjša. Prav tako so se razlike pokazale pri primerjavi zmagovalcev in poražencev. Vsi zmagovalci so dosegli večji odstotek dobljenih točk s prvim servisom, večji odstotek odigranih zmagovalnih udarcev v igri, nižji odstotek izsiljenih napak, več točk v serijah, višje število serij in večje število odvzetih servisov. Zmagovalci so osvojili tudi večje skupno število točk kakor poraženci.

Cvetko (1995) je ugotavljal in primerjal strukturo teniške igre v dvobojih igralcev različnih spolov. Analiziral je tekme v kategoriji dečkov in deklic starih 14 let. Elementi analize so bili: servis, zadnji udarec v točki in rezultat. Ugotovil je, da med dvoboji dečkov in deklic ni večjih razlik. Razlika se je pokazala pri odstotku dobljenih in izgubljenih točk z ravnim in rotiranim servisom. Dečki so uporabljali tako ravni kot tudi spin servis, medtem ko so deklice ravni servis izvajale bolj poredko. Vsi zmagovalci, tako pri dečkih kot pri deklicah, so dosegli višji odstotek dobljenih točk z rotiranim servisom, več točk v serijah, višje število serij, več odvzemov servisa ter osvojili večje skupno število točk.

Ferjan (2001) je primerjal igralne značilnosti finalnih dvobojev odprtih prvenstev (v nadaljevanju OP) ZDA in Avstralije v letih 2000 in 2001. Predstavil je strukturo teniških elementov in časovnih kazalcev v finalnih dvobojih v moški konkurenci na OP ZDA leta 2000 (Sampras - Safin) ter na OP Avstralije leta 2001 (Agassi - Clement). Elementi analize so bili: servis - retern, gostota in mesto zadetkov za vse uspešno izvedene udarce in zadnji udarec v točki. Ugotovil je, da je zmagovalec dosegel večje skupno število točk kot

poraženec, prav tako pa je dosegel več točk v seriji. Velike razlike med zmagovalcem in poražencem so se pokazale pri številu zadetkov »negativnih« con (5, 4), ki sta jih poraženca zadela večkrat kot zmagovalca, slednja pa sta bila uspešnejša pri zadevanju »pozitivnih« con (D3, L3, D2 in L2). Pri analizi časovnih kazalcev je ugotovil, da so ti odvisni od načina igre obeh tekmecev. Igralca z osnovne črte (Agassi in Clement) sta igrala vsako točko v povprečju dve sek dlje v primerjavi z drugima finalistoma, od katerih je eden igral servis volej (Sampras).

Pintarič (2002) je analiziral elemente teniške igre in časovne kazalce v finalnih dvobojih OP Francije in Wimbledona leta 2001. Ugotovil je, da postaja igra vse hitrejša tudi na pesku – posamezna aktivna faza je vedno krajša. Analiza strukture igre je pokazala razlike med igralcema, ki sta igrala v finalu OP Francije in v Wimbledonu, kar morebiti kaže že na specializacijo igralcev za posamezne podlage.

Zlatoper (2002) je primerjal igralne značilnosti finalnih dvobojev OP Francije in OP ZDA leta 2001. Igro je analiziral z vidika servisa in reterna, gostote in mesta zadetkov igrišča med igro in zadnjega udarca v točki. Ugotovil je, da odstotek zadetih servisov ne vpliva odločilno na rezultat. Za pomembnejše se je pokazalo vračanje začetnega udarca (kakovost vrnjenih reternov) ter odstotek dobljenih točk po prvem in drugem servisu. Pri opazovanju tako smeri servisa kot gostote in mesta zadetkov igrišča med igro je bilo ugotovljeno, da igralci največ žogic usmerijo na bekend udarec nasprotnika. Pri zmagovalcih je opazno, da so več žog usmerili v D2 in L2 in D3 in L3 ("pozitivne" cone), medtem ko so poraženci več žog usmerili v "negativno" 4. in 5. polje (sistem tarč po Schönbornu, 1999). Zmagovalec dvoboja je dosegel skupno večje število točk, prav tako tudi več točk v serijah.

Berendijaš (2006) je analiziral igralne značilnosti vrhunskih teniških igralcev in igralk na odprtem prvenstvu Francije leta 2005. Narejena je bila primerjava posameznega niza med zmagovalci in poraženci dvobojev. Elementi analize so bili: odstotek zadetih prvih servisov, število asov, število dvojnih napak, število neizsiljenih napak, odstotek osvojenih točk po prvem in drugem servisu, število zaključenih udarcev, odstotek osvojenih točk po branjenju servisa, odstotek osvojenih točk za preobrat, odstotek osvojenih točk v igri pri

mreži in skupno število osvojenih točk. Ugotovil je, da v obeh kategorijah obstajajo razlike med zmagovalci in poraženci pri večini spremenljivk. Za kategorijo moških je bilo ugotovljeno, da so zmagovalci dvobojev statistično značilno uspešnejši v vseh igralnih značilnostih, razen v številu asov, kjer pa razlika statistično ni bila značilna. Pri ženskah je bilo ugotovljeno, da so zmagovalke dvobojev statistično značilno uspešnejše pri večini spremenljivk, razen v odstotku zadetih prvih servisov, kjer so bile uspešnejše poraženke, vendar razlika statistično ni bila značilna. Iz dobljenih rezultatov, ki so prikazali razlike v igralnih značilnostih, na peščeni podlagi, med zmagovalci in poraženci, je razvidno, da je igranje tenisa ter osvajanje točk usmerjeno k napadalnejši in hkrati zanesljivejši igri.

Mavvidis, Koronas, Riganas & Metaxas (2005) so proučevali hitrost forhend in bekend udarcev gibalno neoviranih teniških igralcev in igralk. Ugotovili so razlike v hitrosti forhenda med spoloma, medtem ko se hitrost forhenda (povprečje vseh udarcev je znašalo 247,8 km/h) ni statistično značilno razlikovala od hitrosti bekenda (povprečje hitrosti udarcev je znašalo 242,8 km/h).

Koprivšek (2006) je obravnaval začetna udarca (servis in retern) z vidika taktične uporabe pri slovenskih teniških igralcih do 16. leta. Tekme je analiziral s pomočjo formularja za spremljanje teniškega dvoboja in Schönbornovega sistema tarč (Schönborn, 1999) ter na ta način dobil prostorsko razporeditev zadetkov pri servisu in reternu. Po analizi dvobojev je primerjal zmagovalce in poražence nizov ter poskušal ugotoviti razlike med njimi. Za primerjavo s svetovnim vrhom je uporabil še podatke z mladinskega OP Francije. Rezultati so pokazali, da so se zmagovalci od poražencev bistveno razlikovali v številu doseženih asov, odstotku osvojenih točk po prvem in drugem servisu, osvojenih točkah v enem nizu in pri uspešnosti reterna (skupaj in v zadevanju v posamezna polja). Manjše razlike od pričakovanih so se pokazale pri zadetkih v posamezna polja. Pri servisu prevladujejo servisi v telo, retern pa tako zmagovalci kot poraženci odigrajo v najmanj primerno polje P5. Primerjava statističnih podatkov z mladinskim odprtim prvenstvom Francije ni pokazala statistično značilnih razlik med tujimi in domačimi igralci.

Pečelin (2006) je v raziskavi predstavil strukturo teniških elementov in časovnih kazalcev v dvobojih mladih igralcev na OP Slovenije do 16 let. Elementi analize so bili zadevanje

različnih delov igrišča oziroma polja 5 (Schönbornov sistem tarč; Schönborn, 1999). Pri analizi časovnih kazalcev je upošteval povprečno trajanje točke in odmorov ter razmerje med njima. Analiza podatkov, ki jih je raziskovalec dobil s snemanjem tekem, je potrdila nekatere že poznane standardne razlike med zmagovalcem in poražencem. Povprečno sta igralca odigrala 60 točk na niz. Največje število odigranih točk je bilo 98, pri rezultatu 7:5, najmanjše pa 36, pri rezultatu 6:0. Povprečno trajanje točke je bilo 7,5 sek. V nizu, kjer je bilo odigranih samo 8 iger, so bile najdaljše točke v povprečju dolge 11,1 sek. Najkrajše točke, dolge 3,5 sek, pa so bile v nizu s sedmimi igrami. Povprečni odmori med točkami so bili dolgi 19,7 sek. Najdaljši odmori so bili dolgi 24,6 sek, podobno dolgi pa so bili tudi odmori pri nizu, v katerem so bile najdaljše točke, vendar dolžina točke ni bila povezana z dolžino odmora. Razmerje med igro in počitkom je bilo 1:2,85. Število odigranih udarcev v točki je bilo 5,3 udarcev. V povprečju je bilo 74 % vseh točk krajših od 10 sek, 22,5 % med 10 in 25 sek in 3,5 % daljših od 25 sek. Zmagovalec skoraj vedno doseže skupno več točk kot poraženec ter naredi manj napak. Pri ločenem opazovanju števila napak in zmagovalnih udarcev Pečelin (2006) ni dobil neposrednih podatkov o zmagovalcu oziroma poražencu, ampak je razmerje med napakami in zmagovalnimi udarci vedno v korist zmagovalca. Velike razlike med zmagovalcem in poražencem so se pokazale pri številu zadetkov v polje 5 ("negativno" polje), ki so ga poraženci zadeli večkrat kot zmagovalci, slednji pa so bili uspešnejši pri zadevanju ostalih polj. Pri analizi časovnih kazalcev je Pečelin (2006) ugotovil, da pri teh značilnostih ni večjih razlik med mladimi in profesionalnimi igralci. Razlike se pojavljajo samo glede na različne igralne površine. Če primerjamo počasno in hitro podlago, sta podobna samo povprečno število odigranih točk v nizu in povprečen odmor med točkama v nizu, pri ostalih časovnih značilnostih pa prihaja do velikih razlik. Vsi ti podatki kažejo na tendence razvoja sodobnega tenisa in pokažejo na nekatere bistvene razlike med zmagovalcem in poražencem na posamezni tekmi.

Na področju spremljanja značilnosti teniških dvobojev je bilo narejeno kar nekaj zanimivih raziskav, ki so bile predstavljene v treh obsežnih zbornikih (Reilly, Hughes, Lees, 1995; Lees, Maynard, Hughes & Reilly, 1998; Lees, Kahn in Maynard 2004).

Hughes in Clark (1995) sta primerjala razlike v igralnih stilih na dveh različnih teniških podlagah v Wimbledonu (travnata podlaga) in na OP Avstralije (plastična podlaga). Na plastični podlagi je aktivni del predstavljal 10 %, na travnati pa 5 % vsega igralnega časa. Hughes in Tillin (1996) sta primerjala način igre teniških igralk (napadalna, obrambna igra) in jih povezala z uspešnostjo v igri. Ugotovila sta, da so igralke manj napadalne, ko je rezultat zelo izenačen, in bolj napadalne, ko močno zaostajajo v rezultatu.

O'Donoghue in Liddle (1998 a in 1998 b) sta raziskovala časovne značilnosti v teniški igri na dveh turnirjih za Grand Slam v letu 1996 (OP Francije in v Wimbledonu). Analiza na 34 tekmah je pokazala, da je izmenjava v točki najdaljša na peščeni podlagi, tako pri igralkah (8,05 sek; SO = 6,14 sek) kot pri igralcih (5,64 sek; SO = 4,69 sek). Na travi je ta vrednost pri igralkah znašala 5,99 sek (SO = 4,33 sek), pri igralcih pa 3,69 sek (SO = 2,54 sek). Izmenjava žog je bila pri igralkah daljša kot pri igralcih na obeh podlagah. Ista avtorja (O'Donoghue in Liddle, 1998 b) sta spremljala taktične rešitve v teniških igrah igralk na peščeni in travnati podlagi. Zanimala ju je predvsem igra pri mreži. Ugotovila sta, da če igralka izzove tekmičo, da pride do mreže, ima druga (pri mreži) več možnosti, da dobi točko na travnati podlagi (71,7 % točk) kot na peščeni (58,9 % točk). V prispevku svetujeta poudarek v taktični pripravi za igro na peščeni podlagi, kjer bi igralke dodobra izpopolnile passing in lob udarec.

Hughes in Moore (1998) sta spremljala gibanje in delo nog pri osmih teniških igralcih, ki so bili predstavniki igre servis - volej. Ugotovila sta, da so igralci pri 94 % udarcev naredili pripravljalni poskok v osnovnem položaju. Če igralec ni uspel narediti pripravljalnega poskoka, je to v veliko primerih privedlo do napake v igri. V nadaljevanju sta ugotovila, da neučinkoviti in nepotrebni poskoki ter nenadni teki do žoge v številnih primerih pripeljejo do napak v igri.

Taylor in Huges (1998) sta analizirala način igre mladincev do 18 let na dveh mladinskih turnirjih ITF serije 1 in 2. V vzorcu so bili: 6 Angležev, 3 Američani in 6 igralcev iz Evropske unije. Ugotovila sta, da so angleški igralci naredili več neprisiljenih napak kot igralci v drugih dveh skupinah, igrali so bolj obrambno z zadnje črte, dosegli so več točk



pri mreži in manj točk s pasingom in z zadnje črte. Razloge za razlike v stilu igranja sta raziskovalca iskala v načinu treniranja v različnih okoljih.

Spremljanje in analiziranje tekem smo našli tudi v sorodnih športih. Tako sta Wilson in Barnes (1998) raziskovala zanesljivost in veljavnost pri spremljanju tekem v namiznem tenisu. Pod drobnogled sta vzela 6 tekem na državnem nivoju. Ugotovila sta, da je izkušen ocenjevalec (igralec), ki je (dvakrat zapored v 7 - dnevnem razmaku) spremljal namiznoteniško igro, zelo zanesljivo in veljavno opravil nalogo (0,86 - 0,98), medtem ko sta dva različna in manj izkušena ocenjevalca spremljala igro zelo različno (0,40 - 0,91). Velike razlike so nastale predvsem pri zapisu udarca, ki je bil bodisi napadalen bodisi obramben. Avtorja svetujeta, naj izvedbo različnih analiz v športnih igrah izvajajo predvsem usposobljeni ljudje, ki dobro poznajo športno panogo ter njene taktično - tehnične zahteve.

Verlinden s sod. (2004) je ugotavljal razlike v teniški igri obeh spolov na travnati (Wimbledon 2000) in peščeni podlagi (OP Francije 2000). Ugotovil je, da so igralke, tako na travi kot na pesku, v primerjavi z moškimi povprečno odigrale več žog v točki. Moški so na obeh podlagah dominirali v igri pri mreži in igri servis - mreža, dosegli so več asov, več točk s serviranjem in več točk z reternom (na travi). Na peščeni podlagi so moški odigrali več odstotkov forhendov kot ženske, na travnati podlagi pa je bilo ravno obratno. Ženske so na obeh podlagah, po pričakovanju, več igrale z zadnje črte.

Unierzyski in Wieczorek (2004) sta leta 2000 primerjala moška finala na travnati (Wimbledon 2000) in peščeni podlagi (OP Francije 2000) s ciljem ugotoviti razlike v igralni strategiji in taktičnih rešitvah na dveh različnih podlagah. Ugotovila sta, da so na travnati podlagi odigrali statistično manj žog v posamezni aktivni fazi (2,6 v primerjavi s 6 na pesku), dosegli manj točk z udarcem z zadnje črte (14 % v primerjavi s 65 % na peščeni) in več s servisom in reternom.

O'Donoghue in Ballantyne (2004) sta analizirala servis na štirih turnirjih za Grand Slam v letu 2002 (n = 569 tekem; 1138 servisov). Najhitrejši servisi so bili na travnati podlagi, igralci so servirali hitreje kot igralke, igralke so servirale manj asov in naredile več dvojnih

napak. V nadaljevanju sta ugotovila negativno povezavo med hitrostjo servisa in verjetnostjo dogodka, da bo žoga zadela servisno polje. Če je bil servis uspešen (zadel servisno polje), je bila hitrost servisa pomemben dejavnik za doseganje točke.

Pregled raziskav na področju analize teniške igre zaključujemo s Schönbornom (1998), ki je v okviru teoretično - raziskovalne analize teniških iger opravil pomembno delo, ker so njegove analize temeljile na velikem vzorcu teniških tekem. Vzorec je zajemal 30 teniških tekem na peščeni in 30 tekem na travnati podlagi. Ugotovil je, da igralci na trdi podlagi odigrajo manj udarcev kot na peščeni podlagi (v celotni igri, kot tudi v posamezni aktivni fazi). Na trdi podlagi je bilo izmenjanih 5 udarcev, na peščeni pa 6. Z reternom je bilo zaključenih več odstotkov točk na trdi podlagi (37 % - 42 %) kot na peščeni (30 % - 33 %).

Z zadnjim poglavjem bomo osvetlili še eno, in za našo raziskavo pomembno področje, to je proučevanje obremenitev športnikov v različnih športnih igrah. Ker je raziskav, ki bi proučevale obremenitev športnikov invalidov malo, nam bodo v pomoč raziskave, ki so proučevale obremenitev gibalno neoviranih športnikov.

### **2.3. PROUČEVANJE OBREMENITVE ŠPORTNIKOV V RAZLIČNIH ŠPORTNIH IGRAH**

Proučevanje obremenitve športnikov v nekaterih športnih igrah je v preteklosti potekalo na številne načine, pri čemer so bile uporabljene različne metode zajemanja oziroma zbiranja podatkov. Metodologija pridobivanja podatkov je največkrat temeljila na ustrezni video in računalniški opremi. Na proučevanje obremenitev so vplivali tudi pogoji igranja, kot so velikost igrišča, ustrezen prostor za optimalno namestitev potrebne opreme (video kamer) in s tem povezane možnosti primerne zbiranja podatkov.

V začetku predstavljamo tri raziskave o teniški igri, v katerih so raziskovalci zbirali podatke z različnimi metodami dela. Sprva so bile raziskave zelo preproste, lahko bi rekli, da so podatke zbirali tudi z nezanesljivimi metodami dela. Tako je Höhm (1987) že pred 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 vzvratnem gibanju. Potrebno je omeniti, da je avtor načine gibanja ocenjeval na zelo preprost način. Namreč, 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 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. Avtor je pretečene razdalje ocenjeval na podlagi video posnetka in približne ocene pretečene razdalje.

16 let kasneje so Suda, Michikami, Sato in Umebayashi (2003) poskusili slediti gibanju igralke z avtomatskim sledenjem. Ugotovili so pretečeno razdaljo igralke v vsem igralnem času, ki je znašala 6.932 m. V zaključku avtorji ugotavljajo, da je avtomatsko sledenje gibanja igralke možno, s sočasnim spremljanjem drugih parametrov (hitrosti, smeri, področja gibanja idr.).

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 (sistem bomo podrobneje predstavili v nadaljevanju). 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 poizkus v tenisu, z nadgradnjo sistema pa bo možno pridobivati podatke, ki bodo časovne in prostorske narave, možna pa bo tudi analiza izvedbe in učinka posameznega teniškega udarca v igri.

Več raziskav s področja spremljanja obremenitve športnikov najdemo v drugih športnih panogah, kot so nogomet, košarka, ragbi in squash. V nogometni igri so Ohashi, Togari, Isokawa in Suzuki že leta 1988 spremljali nogometaša v gibanju. Uporabili so dve kameri. Iz dobljenih podatkov so z računalnikom izračunali položaj in hitrost gibanja igralca. V isti športni panogi sta Ali in Farrally (1991) opazovala gibanje nogometašev s pomočjo video in računalniške opreme. V vzorec sta vključila 21 nogometašev, ki so igrali na različnih tekmah. Želela sta ugotoviti, kakšna je bila intenzivnost gibanja v nogometni igri. Dodatno ju je zanimalo, če se igralci na različnih igralnih položajih razlikujejo v odstotku časa hoje, počasnega teka in mirovanja. Dobila sta naslednje rezultate oz. vrednosti v nogometni igri: mirovanje predstavlja 7 % vsega gibanja, hoja 56 %, 30 % počasen tek, 4 % hiter tek in 3 % sprint. Ugotovljeno je bilo, da se branilci, vezni igralci in napadalci med seboj statistično značilno razlikujejo v odstotku časa hoje, počasnega teka in mirovanja. Največ so mirovali branilci, najmanj pa vezni igralci.

Če sta Ali in Farrally (1991) uporabila dve kameri (eno na sredini igrišča, drugo pa 10 m zunaj nogometnega igrišča) ugotavljamo, da je Erdmann (1992) v raziskavi s pomočjo ene kamere uspel zajeti celotno nogometno igrišče. Zanimale so ga pretečene razdalje, povprečna in maksimalna hitrost. Ugotovil je, da je krilni napadalni igralec v prvih 5 min

igre pretekel 741 m s povprečno hitrostjo 2,5 m/s. Najvišja hitrost gibanja igralca je znašala 7,8 m/s.

Dominc (2001) je v nogometu preučeval uporabnost kinematične analize za zanesljivo in natančno ocenjevanje obremenitev nogometašev. Z enim merjencem je opravil pilotsko študijo, v kateri je merjenec tekkel okoli stožcev, ki so bili postavljeni na točno določenem delu igrišča. To gibanje je posnel dvakrat. Prvič je bila kamera blizu, drugič pa daleč, hkrati pa je gibanje posnel še z dvema kamerama, s katerima je bilo mogoče izračunati gibanje v prostoru. Rezultati so služili kot kriterij natančnosti rezultatov, pridobljenih s centralno kamero. V nadaljevanju raziskovanja je preučeval gibanje levega zunanjšega branilca v realni tekmovalni situaciji. V prvem polčasu je igralec opravil 6.249 m dolgo pot gibanja, od tega v nizki intenzivnosti 1.827 m (29,2 %), v srednji intenzivnosti 3.443 m (55,1 %) in v visoki intenzivnosti 978 m (15,6 %).

Leto kasneje sta O'Donoghue in Parker (2002) predstavila raziskavo, s katero sta preučevala obremenitev nogometašev, ki igrajo na različnih igralnih mestih (branilec, vezni igralec, napadalec). V vzorec sta vključila 6 nogometašev, ki sta jih spremljala na 26 tekmah (vsakega igralca sta spremljala 15 min). Rezultati so pokazali, da se branilci statistično značilno razlikujejo od drugih igralcev.

Raziskave najdemo tudi v košarkarski igri. Dežman (1991) sicer ni spremljal igralcev, pač pa gibanje dveh košarkarskih sodnikov. Gibanje sodnikov je zapisoval na poseben obrazec, ki je v pomanjšani obliki predstavljal košarkarsko igrišče. Igrišče na obrazcu je razdelil s črtami, katerih razdalja je v originalnem merilu ustrezala enemu metru. Dolžino gibanja sodnika je izmeril in preštel število določenih elementov v obeh polčasih, hitrost gibanja pa ocenil po občutku. Ugotovil je, da je celoten obseg gibanja sodnikov v posameznem polčasu znašal od 2.400 do 2.700 m. Na tekmi sta sodnika večino časa hodila (43 – 53 %), počasi tekla v 37–43 %, najmanj pa je bilo gibanja v obliki hitrega teka (10–14 %). Hitrost gibanja pri hoji je bila nižja od 2 m/s, pri počasnem teku je bila 2–3,5 m/s in pri hitrem teku nad 3,6 m/s.

Mahorič (1994) je preučeval obremenitev visokega branilca v košarki. Uporabljal je isto metodo kot Dežman (1991). Ekipi sta na tekmi izvajali dogovorjeni način obrambe, ker ga je zanimalo, če način obrambe vpliva na gibanje igralca. Ta je bila v prvem polčasu razdeljena na obrambo mož na moža (15 min) in osebno presing obrambo (5 min). V drugem polčasu sta ekipi prvih 15 min igrali consko obrambo, zadnjih 5 min pa consko presing obrambo. Celotna pot gibanja igralca je znašala 6.462 m, pri čemer je bilo 5.988 m opravljenih brez žoge, 474 m pa z žogo. Igralec je približno 1.800 m pretekel v hitrem teku, 300 m pa v zelo hitrem teku. Avtor je ugotovil, da na gibanje igralca vpliva način obrambe. Tako je igralec opravil krajšo razdaljo pri conski obrambi in daljšo pri osebni obrambi.

Razlike v izbranih kazalcih obremenitve med igralci, ki imajo različne igralne položaje so raziskovali Miller in Bartlett (1994). V vzorec sta vključila 45 košarkarjev, ki so se razlikovali po igralnih položajih: 15 centrov, 15 krilnih igralcev in 15 branilcev. Ugotovila sta, da je odstotek časa, ko igralci mirujejo, statistično značilno višji pri centrih (hoja in mirovanje sta predstavljali pri centrih 72 % časa), gibanje pa je največkrat nizke intenzivnosti. Nizko intenzivnost gibanja so ugotovili tudi pri krilnih igralcih (hoja in mirovanje sta predstavljali 68 % vsega časa). Največ časa so tekli branilci, saj je tek predstavljal 18,6 % celotnega časa.

Obremenitev sodnikov so proučevali tudi Martin, Tolfrey, Smith in Jones (2001), le da so tokrat izbrali ragbi. Na tekmi so uporabili eno video kamero, ki je bila postavljena tako visoko, da je bilo spremljanje sodnika mogoče na celem igrišču. Celotna pot gibanja sodnikov na tekmi je v povprečju znašala 8426 m. Najdlje so hodili (39,4 %), mirovali (37 %), počasi tekli (12,8 %). Hitrejši tek so izvajali v 9,8 %, med tem ko je sprint znašal 1 % celotnega igralnega časa. Avtorji so izmerili 672 sprememb, pri katerih so sodniki prehajali iz ene v drugo dejavnost.

Zelo bogato tradicijo raziskovanja obremenitve športnikov imajo na področju squasha, kjer so različni raziskovalci uporabljali različne metode sledenja igralcev in preučevanja obremenitev igralcev. Že leta 1989 so Hughes, Franks in Nagelkerke predstavili sistem za količinsko preučevanje obremenitev igralcev squasha. Pri tem so uporabljali sliko z video

rekorderja in sliko z video kamere, ki je bila povezana z grafično tablico. Kamera in sledilna palica sta bili nastavljeni tako, da je sled elektronskega tipala na tablici sovpadala s položajem igralca na realnem igrišču. Nato so obe sliki združili, pri čemer so uporabili dodaten video - mešalec, in sledili igralcem z elektronskim tipalom na tablici. Za natančnost sistema so ugotavljali interno in eksterno zanesljivost ter veljavnost dobljenih rezultatov. Pri sledenju so lahko opazovali opravljeno pot pri gibanju igralcev, njihovo hitrost in pospeške, ki pa v tej raziskavi niso bili objavljeni.

Hughes in Franks (1994) sta preučevala pot, hitrost in pospeške pri gibanju igralcev v aktivnem delu igre. Povprečna pot gibanja v posamezni aktivni fazi igre je pri dobrih klubskih igralcih znašala 12 m. Dodatno sta ugotovila, da je povprečni pospešek v posamezni aktivni fazi tisti dejavnik, ki loči najboljšega igralca na svetu od ostalih vrhunskih igralcev. V tej raziskavi sta ugotavljala tudi razlike med zmagovalci in poraženci v dolžini poti ter v povprečni hitrosti gibanj štirih kakovostno različnih skupin squash igralcev. Povprečne hitrosti gibanj za posamezne kakovostne skupine so se gibale od 1,47 m/s (pri najslabših igralcih) do 1,98 m/s pri najboljših. Povprečna hitrost gibanj poražencev je bila v treh skupinah statistično značilno višja od povprečne hitrosti gibanj zmagovalcev. Razlike so se pokazale tudi pri opravljeni poti longitudinalnih gibanj, saj so poraženci v vseh kakovostnih skupinah opravili daljšo pot kot zmagovalci.

Vučković, Dežman, Erčulj, Kovačič in Perš (2002) so preučevali pot in povprečno hitrost gibanja zmagovalcev in poražencev posameznih nizov na squash tekmah. Postavili so hipotezo, da bodo zmagovalci nizov opravili krajšo pot gibanja in imeli nižje povprečne hitrosti gibanja v posameznih nizih kot poraženci. Čeprav razlike v omenjenih kazalcih obremenitve niso bile statistično značilne, so rezultati raziskovalce nemalo presenetili. Zmagovalci so v posameznem nizu opravili daljšo pot in imeli višjo povprečno hitrost gibanja. Avtorji opozarjajo, da je vzrok takemu rezultatu pripisati posebnosti vzorca igralcev, kjer je bil na vseh tekmah obravnavan zmagovalec tekmovanja, ki je bil obenem največkrat zmagovalec odigranih nizov. Avtorji dodajajo, da so rezultati raziskave lahko posledica načina gibanja tega igralca.

Do podobnih ugotovitev so prišli Vučković in sod. (2003 b), ki so preučevali različne kazalce obremenitve squash igralcev. Cilj raziskave je bil ugotoviti razlike v poti gibanja zmagovalcev in poražencev nizov. V vzorcu je bilo šest obravnavanih tekem. Povprečni čas niza je znašal 700 sek, povprečno število aktivnih faz je bilo 25, povprečna pot gibanja v posamezni aktivni fazi pa je znašala 26,1 m. Rezultati so pokazali, da so zmagovalci v povprečju opravili daljšo pot gibanja tako na ravni niza kot tudi v aktivnem delu igre. Avtorji svetujejo, da bi bilo v nadaljnjih raziskavah smiselno preučevati razlike v poti in intenzivnosti gibanja med zmagovalci in poraženci posameznih aktivnih faz in ne nizov.

Vučković in sod. (2003 c) so v nadaljevanju preučevali povprečno hitrost in pot gibanja igralcev squasha na ravni niza in v aktivnem delu igre posameznega niza ter ugotavljali povezanost omenjenih kazalcev obremenitve z nekaterimi značilnostmi igre v odigranih nizih. Povezanost med potjo gibanja in časom trajanja nizov ter številom osvojenih točk obeh igralcev je bila visoka in statistično značilna na 1 % ravni tveganja.

Pregled omenjenih raziskav kaže na to, da so imeli raziskovalci različne pristope pri preučevanju obremenitev športnikov v istih in različnih športnih igrah. Drugačni pristopi so bili posledica različne opreme, ki so jo imeli raziskovalci na voljo, kot tudi razvoja ustrezne tehnologije.

Velik napredek na področju zanesljive metodologije pridobivanja in analiziranja podatkov o gibanju igralcev v nekaterih športnih igrah predstavlja metoda računalniškega vida, o katerem pišemo v nadaljevanju.

### **2.3.1. Analiza gibanja športnikov z metodami računalniškega vida in sistemom Sagit**

Želja po bolj kakovostnem raziskovanju obremenitev športnikov v posameznih športnih igrah je spodbudila raziskovalce iz različnih znanosti k medsebojnemu sodelovanju (Perš, Bon, Kovačič, Šibila in Dežman, 2002). Rezultat takšnega sodelovanja je sledilni sistem Sagit, ki je bil razvit v okviru raziskovalne skupine za strojni vid na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani v laboratoriju za slikovne tehnologije. Do danes je bil Sagit



uporabljen v rokometu, košarki in squashu, s pričujočo študijo pa tudi v tenisu na vozičku.

Sledilni sistem SAGIT predstavlja izpeljanko iz: **Sistem za Analizo Gibanja Igralcev med Tekmo**. Osnovo sistema predstavljajo metode računalniškega vida, o katerih so več zapisali Perš, 2001; Perš in Kovačič 2000, 2000 b, 2001. Sama tehnologija računalniškega vida se ukvarja z metodami in algoritmi, ki služijo pridobivanju uporabnih informacij z digitalnih slik in posnetkov s pomočjo računalnika (Vučković, 2005, str. 54). Prednosti te tehnologije so: visoka zmogljivost obdelave podatkov, zanesljivost, hitrost delovanja in natančnost pridobljenih podatkov. Športniki med tekmo in v času pridobivanja podatkov niso obremenjeni s snemanjem, kar predstavlja veliko prednost pri raziskovanju tovrstnega problema. Za raziskovalce je športno polje (igrišče) odlično okolje za testiranje širše uporabljenih metod kot so sledenje ljudi v video - nadzorovanih sistemih, sledenje živali in analiza gibanja ter razpoznavanje aktivnosti zunaj področja športa. Športno polje je nadzorovano okolje, kjer so znana pravila in zakonitosti gibanja igralcev. Osvetlitev pri raziskovanju je (relativno) nespremenjena, dokaj enostavna pa je tudi postavitve kamer.

Sledilni sistem Sagit predstavlja na področju sledenja ljudi (v našem primeru teniških igralcev na invalidskem vozičku) merilni sistem. Avtorji sistema SAGIT so ugotovili, da na sledilni sistem delujejo različne motnje, ki vplivajo na natančnost sledenja (Perš, Bon in Kovačič, 2001; Vučković, 2005). Vrste merilnih napak so razdelili na sistemske, grobe in naključne napake. 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 (umeritev) kamere. Raziskovalci morajo zagotoviti ustrezno osvetlitev športnega polja in ustrezno športno opremo igralcev (primer: zelena športna majica na zeleni podlagi je neustrezna).

Sistem Sagit je pri nas in na področju športa za preučevanje obremenitev rokometišev prva uporabila Bon (2001). Ugotavljala je, kakšna je uporabnost sistema in kakšne so njegove merske značilnosti. V ta namen je sestavila in izvedla ustrezne preizkuse ter dobljene rezultate primerjala z rezultati sistema APAS (angl. Ariel Performance Analysis System), ki se uporablja za natančno in podrobno analizo gibanja človeškega telesa in je

predstavljal referenčni model. Rezultati so pokazali, da so absolutne vrednosti sistema SAGIT nekoliko manjše od dobljenih vrednosti s sistemom APAS. Ugotovila je, da je povezanost rezultatov visoka in v osrednjem delu igrišča znaša 0,67, na robovih igrišča pa 0,71. Povezanost je bila statistično značilna na ravni 1 % tveganja. Relativna napaka položaja igralcev je znašala od 0,2 m do 0,6 m, napaka pri hitrosti pa 0,6 m/s in napaka v opravljeni poti od 0,9 m do 10 m/min. Avtorica je na osnovi teh rezultatov zaključila, da tehnologija SAGIT predstavlja zadostno stopnjo veljavnosti in točnosti za vrednotenje opravljene poti gibanja igralcev na rokometni tekmi. Na osnovi podatkov, vezanih na modelno tekmo, je ugotovila, da je povprečna pot gibanja igralcev znašala 4.790 m. Vsi igralci so opravili daljšo pot v prvem polčasu. Hitrostne razrede je avtorica določila nekoliko drugače kot raziskovalci v košarki na vozičku: do 1,4 m/s hoja (1. hitrostni razred); od 1,4 m/s - 3 m/s počasen tek (2. hitrostni razred); od 3 m/s – 5,2 m/s hiter tek (3. hitrostni razred) in nad 5,2 m/s sprint (4. hitrostni razred). V aktivnem delu igre je bilo 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.

S sistemom Sagit je obremenitev rokometashev preučeval Pori (2001). Cilj raziskave je bil na šestih modelnih tekmah ugotoviti, ali obstajajo razlike med tremi kategorijami igralcev (kadeti, mladinci in člani) v poti in intenzivnosti gibanja. Ugotovil je, da je povprečna pot gibanja na članskih tekmah znašala 3.520 m, pri mladincih 3.297 m in kadetih 3.058 m. Intenzivnost gibanja igralcev na tekmah, ki jo je opredelil s povprečno hitrostjo gibanja igralca, je bila najvišja pri članih in je znašala 1,45 m/s, na tekmah mladincev 1,37 m/s in pri kadetih 1,27 m/s. Ugotovil je, da v nekaterih primerih obstajajo 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. Razloge za razlike v obsegu (poti) gibanja igralcev na različnih igralnih mestih je pripisal njihovim izhodiščnim položajem, razlike v intenzivnosti gibanja (hitrosti) pa stopnji oziroma ravni razvitosti določenih motoričnih sposobnosti. V nadaljevanju je Pori (2001) analiziral tudi obremenitve krilnih igralcev med rokometno tekmo. Želel je ugotoviti razlike v obremenitvi krilnih igralcev, ki so igrali na mestu prvega obrambnega igralca v conski obrambi 6:0 ter drugega obrambnega igralca v conski obrambi 3:2:1. Krilni igralci v conski obrambi 3:2:1 so opravili daljšo pot gibanja, in sicer 5.270 m, krilni igralci pri igri v conski

obrambi pa 4.880 m. Razlike so bile statistično značilne. Primerjava intenzivnosti gibanja igralcev, kjer je uporabil enak pristop kot Bonova (2001), je pokazala, da so imeli igralci v conski obrambi 6:0 statistično značilno višje povprečne deleže gibanja v prvem in četrtem hitrostnem razredu. Igralci pri conski obrambi 3:2:1 so imeli statistično značilno višje deleže drugega in tretjega hitrostnega razreda.

Sledilni sistem Sagit sta v košarki prva uporabila Vučković in Dežman (2001). Cilj raziskave je bil preučevanje (poti in intenzivnosti) gibanja košarkarskih sodnikov v enem polčasu tekme. Sodniki so v tem času opravili 3.226 m, pri tem so 1.931 m hodili (do 1,4 m/s), 855 m počasi tekli (od 1,4 do 3,0 m/s), 367 m hitro tekli (od 3,0 do 5,2 m/s) in 72 m pretekli v sprintu (hitrost nad 5,2 m/s). V aktivnem delu igre so se sodniki gibal 1.854 m ali 57,5 % celotne razdalje. Ugotovljeno je bilo, da je intenzivnost v aktivnem delu igre višja kot v pasivnem.

Vučković (2002) je preučeval merske značilnosti in uporabnost sistema pri squashu. S sistemom Sagit/squash 1 je ugotavljal natančnost izmerjenih položajev, hitrosti in poti pri popolnoma mirujočem in pri aktivnem igralcu. Ugotovil je, da znaša napaka izmerjenega položaja igralca v igrišču od 0,10 do 0,40 m, napaka hitrosti od 0,15 do 0,60 m/s in napaka opravljene poti gibanja od 1,3 do 20 m/min. Rezultati so predstavljali zgornje meje natančnosti sledilnega sistema, ki so razen v natančnosti opravljene poti gibanja bili boljši, kot je bilo ugotovljeno v raziskavi Bon (2001). Avtor je na osnovi dobljenih rezultatov ugotovil, da ima sistem ustrezno natančnost in uporabnost za ocenjevanje in vrednotenje izbranih kazalcev obremenitve igralcev squasha na tekmah in treningih. Z analizo najboljših igralcev squasha v Sloveniji je zbral določene kazalce obremenitve. Na treh tekmah je pot gibanja igralcev v povprečju znašala 2.960 m, povprečna hitrost gibanja v aktivnem delu igre pa 1,54 m/s.

Vučković in sod. (2003 c) so preučevali povprečno hitrost in pot gibanja igralcev squasha na ravni niza in v aktivnem delu igre posameznega niza. Želeli so ugotoviti povezanost omenjenih kazalcev obremenitve z nekaterimi značilnostmi igre v odigranih nizih. V raziskavi so avtorji uporabljali sledilni sistem Sagit/squash 1, ki pa še ni omogočal spremljanja in beleženja pozicije oziroma točke udarca v poljubno izbranih delih igrišča.

Zato je Vučković s sod. (2004) s strokovnjaki na Fakulteti za elektrotehniko razvil sistem Sagit/squash 2, s pomočjo katerega je preučeval razlike med kakovostno različnimi skupinami igralcev squasha (razlike v značilnostih njihove igre, razlike v izvajanju tehnično - taktičnih dejavnosti in posledično razlike v njihovi obremenitvi v fazi igranja). Rezultati o značilnosti igre so pokazali, da obstajajo med vsemi skupinami igralcev statistično značilne razlike v večini preučevanih kazalcev.

Vučković (2005) je z uporabo novega sistema Sagit/squash 2 lahko preučeval lokacije udarcev v dvodimenzionalnem prostoru igrišča. Tovrstno preučevanje tehnično - taktičnih dejavnosti igralcev je bilo uporabljeno prvič in zato je bilo potrebno ugotoviti merske značilnosti sledilnega sistema Sagit/squash 2. Rezultati o natančnosti sistema so pokazali, da znaša povprečna napaka pri določanju lokacije udarca 18 cm, največja izmerjena napaka pa 50 cm (zgornja meja napake). Delež udarcev na posameznih področjih igrišča kaže na velike in statistično značilne razlike med igralci različnih kakovostnih skupin. Igralci vseh skupin so največ udarcev izvedli v zadnjem delu igrišča, potem v srednjem delu in najmanj v sprednjem delu igrišča. Vendar je bil delež udarcev na področjih ob stranskih stenah pri najboljših igralcih neprimerno višji kot pri drugih dveh skupinah. Igralci kakovostno najboljše skupine so največ udarcev odigrali na skrajnih področjih obeh zadnjih kotov igrišča in na področjih ob levi stranski steni v sprednjem ter srednjem delu igrišča. Največ udarcev v obeh zadnjih kotih igrišča so ugotovili tudi pri najboljših slovenskih in rekreativnih igralcih, vendar je bila razpršenost udarcev pri teh dveh skupinah igralcev veliko večja. Značilnosti igre in različni kazalci tehnično - taktičnih dejavnosti igralcev posredno ali neposredno vplivajo na obremenitev igralcev v fazi igranja. Obremenitev je proučeval z različnimi kazalci, pri čemer so bile izpostavljene: pot in povprečna hitrost gibanja ter odstotek opravljene poti gibanja igralcev v aktivnem delu igre. Najvišje vrednosti v vseh preučevanih kazalcih obremenitve dosegajo najboljši igralci. Na takšne rezultate so vsekakor vplivale neprimerno boljše tehnično - taktične sposobnosti, spretnosti ter znanje in izkušnje igralcev najboljše skupine.

Vučković (2005) zatrjuje, da je Sagit/squash 2 vsekakor velika pridobitev, ne samo z vidika znanstvenega raziskovanja tehnično - taktičnih kazalcev igranja v squashu in obremenitev igralcev squasha na treningu in tekmi, temveč tudi kot prepotrebno orodje

trenerjem in igralcem, ki jim Sagit/squash 2 omogoča kvaliteten nadzor in analiziranje dogodkov na treningu ali tekmi. Poleg zanesljivih in natančnih rezultatov je možno s pomočjo sledilnega sistema Sagit/squash 2 priti do želenih rezultatov dokaj hitro, kar je z vidika analiziranja in načrtovanja ter izvedbe procesa treniranja ali igranja izjemnega pomena.

Na področju tenisa smo že omenili raziskavo Filipčič, Perš in Klevišar (2006), kjer so avtorji s pomočjo sledilnega sistema Sagit/tenis spremljali in primerjali pretečene razdalje med teniški igralci in igralkami v starostni skupini U14. Avtorji še navajajo, da je bil to prvi tovrstni poizkus v teniški igri in dodajajo, da bo z nadgradnjo sistema možno pridobivati podatke z vidika hitrosti in analize gibanja v različnih delih igrišča.

### 3. CILJI IN HIPOTEZE

Iz predmeta in problema izhajajo cilji raziskave, ki si sledijo v logičnem zaporedju. Z njimi želimo:

1. oceniti natančnost sledilnega sistema Sagit/tenis pri določanju položaja igralca na igrišču;
2. ugotoviti časovne značilnosti igre tenisa na vozičku;
3. ugotoviti igralne značilnosti v tenisu na vozičku;
4. primerjati obseg gibanja med tujimi in domačimi igralci tenisa na vozičku;
5. primerjati obseg gibanja med zmagovalci in poraženci v tenisu na vozičku;
6. primerjati povprečno hitrost gibanja med tujimi in domačimi igralci tenisa na vozičku;
7. primerjati povprečno hitrost gibanja med zmagovalci in poraženci v tenisu na vozičku;
8. primerjati področje gibanja na igrišču med tujimi in domačimi igralci tenisa na vozičku;
9. primerjati področje gibanja na igrišču med zmagovalci in poraženci v tenisu na vozičku.

Skladno s cilji smo postavili naslednje hipoteze:

H1: Povprečna in maksimalna napaka sledilnega sistema Sagit/tenis pri določanju položaja igralca na igrišču v dvodimenzionalnem prostoru znaša manj kot 0,5 m.

H2: Med tujimi in domačimi igralci obstajajo statistično značilne razlike v časovnih značilnostih v tenisu na vozičku.

H3: Med tujimi in domačimi igralci obstajajo statistično značilne razlike v igralnih značilnostih v tenisu na vozičku.

H4: Med tujimi in domačimi igralci obstajajo statistično značilne razlike v obsegu gibanja v aktivni fazi.

H5: Med zmagovalci in poraženci obstajajo statistično značilne razlike v obsegu gibanja v aktivni fazi.

H6: Med tujimi in domačimi igralci obstajajo statistično značilne razlike v povprečni hitrosti v aktivni fazi.

H7: Med zmagovalci in poraženci obstajajo statistično značilne razlike v povprečni hitrosti gibanja v aktivni fazi.

H8: Med tujimi in domačimi igralci obstajajo statistično značilne razlike na področju gibanja v aktivni fazi.

H9: Med zmagovalci in poraženci obstajajo statistično značilne razlike na področju gibanja v aktivni fazi.

Vse hipoteze smo sprejemali ali zavračali s 5 - odstotnim tveganjem ( $Q = 0,05$ ).

## 4. METODE DE LA

### 4.1. Metode zbiranja podatkov

Postopek pridobivanja podatkov vključuje devet korakov:

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

Teniške tekme smo organizirali in posneli v Teniškem klubu Triglav Kranj, v obdobju januar 2006 - marec 2006. Vse tekme so bile odigrane na trdi podlagi, ki jo v tenisu imenujemo ang. "hard court". Vrsta podlage je Supersoft, ki jo proizvaja italijansko podjetje Casali s.p.a. Italia. Podlaga ima certifikat ISO 9001. V nadaljevanju teksta bomo uporabljali izraz *trda podlaga*. Kameri, s katerima smo snemali vse teniške tekme, sta bili ročno pritrjeni na strop. Pritrjeni sta bili tako, da je vsaka, s pomočjo objektiv, zajemala celotno površino polovice igrišča in celotno gibanje igralca. Postavljeni sta bili tako, da nista ovirali igralcev in poteka igre. Na vseh tekmovanjih smo uporabili isti kameri in objektiv, kjer je bila nastavitev za vse tekme enaka (slika 8). To je bil pogoj, da smo lahko kalibracijo na eni tekmi uporabili za vseh 22 teniških tekem.



Slika 7, 8 in 9: Teniško igrišče s trdo podlago, kamera nad igriščem in snemanje teniških tekem (vir: arhiv T. Filipčič)



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

**3. Čiščenje šumov (z računalniškima ukazoma *mpeg2demuxer* in *mpeg2indexer*)**

**4. Prostorska in časovna kalibracija posnetkov (z ukazom *calibrateapp*)**

*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 in konec vsakega posnetka (stisk rok) na enem in drugem delu igrišča.

**5. Obdelava podatkov s sledilnim sistemom Sagit/tenis (sledenje gibanja v aktivni in pasivni fazi z ukazom *trackapp*)**

Posnetke tekem smo v nadaljevanju obdelali s sledilnim sistemom Sagit/tenis, ki temelji na metodi računalniškega vida. Zaradi nadgradnje sistema in s tem povezanim preučevanjem novih kazalcev v igri smo v raziskavi preverili merske značilnosti tega sledilnega sistema.

**6. Obdelava podatkov s sledilnim sistemom Sagit/tenis (anotacije udarcev ter aktivnih in pasivnih faz igre z ukazom *anotateapp*)**

**7. Grafični izris podatkov, kot so trajektorije gibanja, hitrosti (z ukazom *presentjar*); (pr.: str. 120)**

**8. Izvoz podatkov iz txt datoteke v bazo MySQL**

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

V koraku 8 in 9 smo uporabili dva načina obdelave:

- neposreden izračun vrednosti s pomočjo SQL stavkov;
- programska obdelava podatkov, prikaz rezultatov na spletni strani in uporaba v nadaljnji statistični obdelavi. V prilogi (str. 187) predstavljamo uporabljenno tehnologijo in nekaj primerov obdelave s pomočjo SQL stavkov.

### **4.2. Metode obdelave podatkov**

Zbrane podatke smo obdelali z izbranimi postopki opisne statistike. Normalnost porazdelitev vrednosti smo ugotavljali s testom Kolmogorov – Smirnov. Razlike med različnimi skupinami igralcev (tujimi/domačimi; zmagovalci/poraženci) v prostoru izbranih spremenljivk smo ugotavljali z enosmerno analizo variance. Vsi podatki so obdelani s statističnim programom SPSS 13.0 za Windows. Rezultati so predstavljeni tekstovno, s preglednicami in grafi.

### **4.3. Vzorec merjencev**

V vzorec igralcev je bilo vključenih 15 gibalno oviranih teniških igralcev (paraplegikov), katerih gibanje je bilo zaradi poškodbe hrbtenice mogoče le na invalidskem vozičku. Vsi igralci so imeli popolno in pridobljeno poškodbo hrbtenjače, katerih vzroki so bili različni: prometna nesreča, skok v vodo in nesreča s strelnim orožjem. Vsi igralci so bili v času raziskave zdravi, brez dodatnih poškodb in v rednem procesu teniške vadbe. Tenis na vozičku so igrali najmanj tri leta.

Med 15 igralci je bilo 5 *tujih igralcev*, ki so bili v času raziskave uvrščeni med prvih 100 na svetovni jakostni lestvici tenisa na vozičku. V nadaljevanju jih označujemo z oznako tuji igralci (ti). S pomočjo ankete, ki smo jo izvedli v času raziskave (priloga 8.1.), smo dobili številne dodatne informacije, na podlagi katerih lahko obogatimo opis merjencev: podatke

o starosti, kdaj so se poškodovali, koliko let igrajo tenis na vozičku (preglednica 7) itd. Vsi igralci so bili v rednem procesu vadbe (trening najmanj 4 - krat tedensko). Vsem je bila skupna poškodba hrbtenjače v prsnem delu (preglednica 1). Vsi so bili desničarji. Pred poškodbo je samo en igralec igral tenis na rekreativnem nivoju, štirje pa se s to športno panogo pred poškodbo niso spoznali. Med tujimi igralci nismo zasledili igralca, ki bi na tekmovalnem nivoju igral tenis pred poškodbo.

Deset najboljših *domačih teniških igralcev*, ki niso bili uvrščeni na svetovno jakostno lestvico, je predstavljalo drugo skupino. V letu pred raziskavo so se udeleževali različnih turnirjev po Sloveniji (državno prvenstvo, odprto prvenstvo, promocijski turnirji), ne pa tudi mednarodnih turnirjev. Glavni razlog odsotnosti z mednarodnih turnirjev je bil finančne narave, saj so bili stroški zelo visoki. Vsi igralci so bili v rednem procesu vadbe (2 - krat tedensko). V nadaljevanju jih označujemo z oznako domači igralci (di). Vsem je bila skupna značilnost poškodba hrbtenjače v prsnem delu, s čimer so bili, v grobem, izenačeni pogoji s tujimi igralci z vidika medicinske klasifikacije poškodbe (preglednica 1). Vsi igralci so bili desničarji. Pred poškodbo je šest igralcev igralo tenis na rekreativnem nivoju, štirje pa se s to športno panogo pred poškodbo ni spoznalo. Med domačimi igralci nismo zasledili igralca, ki bi na tekmovalnem nivoju igral tenis pred poškodbo.

Preglednica 1: Višina in vrsta poškodbe hrbtenjače vseh merjencev

Zaporedna številka igralca	Višina poškodbe hrbtenjače	Vrsta poškodbe hrbtenjače
1. ti	12. prsno vretence	popolna/pridobljena
2. ti	12. prsno vretence	popolna/pridobljena
3. ti	12. prsno vretence	popolna/pridobljena
4. ti	8. prsno vretence	popolna/pridobljena
5. ti	9. in 10. prsno vretence	popolna/pridobljena
6. di	5. in 6. prsno vretenec	popolna/pridobljena
7. di	2. in 3. prsno vretence	popolna/pridobljena
8. di	5. in 6. prsno vretence	popolna/pridobljena
9. di	4. in 5. prsno vretence	popolna/pridobljena
10. di	6. in 9. prsno vretence	popolna/pridobljena
11. di	12. prsno vretence	popolna/pridobljena
12. di	12. prsno vretence	popolna/pridobljena
13. di	12. prsno vretence	popolna/pridobljena
14. di	12. prsno vretence	popolna/pridobljena
15. di	12. prsno vretence	popolna/pridobljena

Legenda: ti: tuji igralci; di: domači igralci

Preglednica 2: Osnovne značilnosti vzorca vseh merjencev (starost, število let poškodbe hrbtenice in let igranja tenisa)

SPREMENLJIVKA	N	AS	SO	MIN	MAKS	ASIM	SPL
Starost igralcev	15	39,07	8,24	27	53	,30	-,71
Število let na invalidskem vozičku	15	14,57	7,64	5	32	,74	,81
Starost, v kateri je poškodba nastala	15	24,71	7,91	7	39	-,32	1,25
Število let igranja tenisa na vozičku	15	8,42	3,97	3	12	-,56	-,17

Povprečna starost vseh merjencev v raziskavi je znašala 39,07 let (SO = 8,24). Najstarejši igralec je bil star 53 let, najmlajši pa 27 let. Povprečna starost igralcev je višja od starosti vrhunskih gibalno neoviranih teniških igralcev. Le - ta je dosegljiva na svetovnem spletu (<http://www.itftennis.com/mens/players/index.asp>, 2007).

Merjenci so se v povprečju poškodovali pri 24,7 letih. Vsi igralci so bili že vrsto let na invalidskem vozičku (povprečno 14,57 let), tako da v vzorcu ni bilo "svežih" poškodovancev. S tenisom na vozičku so se igralci povprečno ukvarjali 8,42 let.

Povprečna starost domačih igralcev je znašala 38 let (SO = 9,62), tujih igralcev pa 41,2 let (SO = 4,54).

#### 4.4. Vzorec tekem, nizov, iger in faz igranja

Preglednica 3: Skupni igralni čas, število aktivnih in pasivnih faz na 22 tekmah

SPREMENLJIVKA	N	MIN	MAKS	VSOTA	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
ČAS	22	1132	5510	71456	3248,00	1097,28	,37	,19	,49	,96
ŠTAF	22	56	261	3307	150,32	43,817	,26	1,39	,69	,71
ŠTPF	22	55	260	3285	149,32	43,817	,26	1,39	,69	,71
ŠTUT	22	151	662	7388	335,81	111,57	,90	2,35	,48	,97

Legenda: ČAS: skupni igralni čas; ŠTAF: število aktivnih faz; ŠTPF: število pasivnih faz; ŠTUT: število udarcev

Vzorec tekem predstavlja 22 teniških tekem, v okviru katerih je bilo odigranih 44 nizov in znotraj teh 339 iger. V okviru 22 tekem smo analizirali 6.592 faz igranja, od tega je bilo

3.307 aktivnih faz igre. Aktivna faza je čas, ko je žoga v igri, torej od trenutka izvedbe začetnega udarca do zaključka, ki se konča z napako (mreža, out) ali z zaključnim udarcem. V okviru aktivnih faz je bilo odigranih 7.388 teniških udarcev. Pasivnih faz igre je bilo skupaj 3.285. Pasivna faza je čas med dvema aktivnima fazama. Skupni igralni čas (aktivne in pasivne faze skupaj) je predstavljal 71.456 sek igre, kar znaša 1.190,9 min (preglednica 3).

#### **4.5. Vzorec spremenljivk**

V vzorec spremenljivk smo zajeli tri skupine spremenljivk:

- spremenljivke, ki označujejo natančnost sledilnega sistema Sagit/tenis,
- časovne spremenljivke v teniški igri,
- spremenljivke o igralnih značilnostih v tenisu na vozičku (število in struktura teniških udarcev), obsegu, hitrosti in področju gibanja igralca.

##### **4.5.1. Spremenljivke, ki določajo natančnost sledilnega sistema pri določanju položaja igralca na igrišču**

S pomočjo sistema Sagit/tenis smo ugotavljali obseg, področje in hitrost gibanja igralca v dvodimenzionalnem prostoru. Zato smo ugotavljali povprečno in maksimalno RMS<sup>6</sup> napako pri določanju položaja igralca na igrišču. Dodatno smo spremljali še RMS napako in sistematično napako hitrosti ter napako merjenja poti.

---

<sup>6</sup> RMS napaka = ang. "Root Mean Square error"; slo. "korenjena kvadratična napaka"; v nadaljevanju RMS.

#### 4.5.2. Časovne spremenljivke v teniški igri

S pomočjo sistema Sagit/tenis smo zbrali 15 spremenljivk, ki so predstavljene v preglednici 4.

Preglednica 4: Časovne spremenljivke v tenisu na vozičku in merske enote spremenljivk

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

#### 4.5.3. Spremenljivke o igralnih značilnostih v tenisu na vozičku

Spremljali smo:

- spremenljivke, vezane na število in vrsto udarcev v tenisu na vozičku,
- spremenljivke o obsegu in hitrosti gibanja v tenisu na vozičku,
- spremenljivke o področju gibanja igralca v tenisu na vozičku.

##### 4.5.3.1. Spremenljivke, vezane na število in vrsto udarcev v tenisu na vozičku

S pomočjo sistema Sagit/tenis smo zbrali spremenljivke, ki določajo število in odstotek (delež) posameznih udarcev - ločenih po strukturi (preglednica 5 in 6).

Preglednica 5: Število in odstotek udarcev ter merske enote spremenljivk

OZNAKA SPREMENLJIVKE	OPIS SPREMENLJIVKE	MERSKA ENOTA
ŠTUT	število udarcev na tekmi	število
ŠTUI	število udarcev v igri	število
ŠTUAF	število udarcev v aktivni fazi	število

Preglednica 6: Struktura teniških udarcev

OZNAKA SPREMENLJIVKE	OPIS SPREMENLJIVKE	MERSKA ENOTA
O1S	odstotek udarcev s 1. servisom	odstotek
O2S	odstotek udarcev z 2. servisom	odstotek
O1SFR	odstotek forhend reternov na 1. servis	odstotek
O1SBR	odstotek bekend reternov na 1. servis	odstotek
O2SFR	odstotek forhend reternov na 2. servis	odstotek
O2SBR	odstotek bekend reternov na 2. servis	odstotek
OFTS	odstotek forhend topspin udarcev	odstotek
OFSL	odstotek forhend slajz udarcev	odstotek
OFDS	odstotek forhend dropšot udarcev	odstotek
OFV	odstotek forhend volej udarcev	odstotek
OFDV	odstotek forhend drajv volej udarcev	odstotek
OFSM	odstotek forhend smeš udarcev	odstotek
OBTS	odstotek bekend topspin udarcev	odstotek
OBSL	odstotek bekend slajz udarcev	odstotek
OBDS	odstotek bekend dropšot udarcev	odstotek
OBV	odstotek bekend volej udarcev	odstotek
OBDV	odstotek bekend drajv volej udarcev	odstotek

#### 4.5.3.2. Spremenljivke o obsegu in hitrosti gibanja v tenisu na vozičku

S pomočjo sistema Sagit/tenis smo zbrali spremenljivke, ki določajo opravljeno pot, hitrost gibanja in področje gibanja igralca (preglednica 7).

Preglednica 7: Izbrani kazalci poti in hitrosti igralcev ter merske enote spremenljivk

OZNAKA SPREMENLJIVKE	OPIS SPREMENLJIVKE	MERSKA ENOTA
POT	pot v aktivnem delu tekme	m
PI	pot igralca v igri (gemu)	m
PAF	pot igralca v aktivni fazi	m
PHAF	povprečna hitrost igralca v aktivni fazi	m/s
MHAF	maksimalna hitrost igralca v aktivni fazi	m/s

#### 4.5.3.3. Spremenljivke o področju gibanja igralca v tenisu na vozičku

Teniško igrišče smo razdelili na 28 področij (14 področij na vsaki strani), kjer smo ugotavljali pot, čas, in hitrost gibanja igralca. Vsako področje predstavlja eno spremenljivko. Področja so oblikovana na osnovi ekspertne analize teniške igre in modela, povzetega po Schönbornu (Schönborn, 1999). Področje smo označili s črko R (R-regija, angl. "region").

Preglednica 8: Izbrani kazalci poti, hitrosti in časa igralcev na posameznem področju teniškega igrišča

OZNAKA SPREMENLJIVKE	OPIS SPREMENLJIVKE	MERSKA ENOTA
OPR1-14	odstotek poti na posameznem področju R1-R14	%
OČASR1-14	odstotek časa na področju R1-R14	%
PHR1-14	povprečna hitrost na področju R1-R14	m/s
MHR1-14	maksimalna hitrost na področju R1-R14	m/s



## 5. REZULTATI IN RAZPRAVA

Rezultati in njihova razlaga so v nalogi razdeljeni na posamezna podpoglavja. Predstavljeni so v logičnem zaporedju in v skladu s cilji, ki smo si jih zastavili. Najprej bomo predstavili rezultate natančnosti sledilnega sistema Sagit/tenis. Natančnost rezultatov sistema je predpogoj za ugotavljanje položaja in kazalcev gibanja igralca (pot, hitrost, področje). V nadaljevanju bomo podali ugotovitve, vezane na časovne in igralne značilnosti v tenisu na vozičku. V vsakem sklopu bomo predstavili rezultate, vezane na različne skupine igralcev (tuji - domači; zmagovalci - poraženci).

### 5.1. Natančnost sledilnega sistema Sagit/tenis

Preučevanje igralnih (taktično - tehničnih) aktivnosti z vidika natančnosti igranja oziroma porazdeljenosti gibanja na točno določenih področjih igrišča je odvisno od natančnosti sistema, s pomočjo katerega določamo položaje, hitrosti in z invalidskim vozičkom prevožene poti igralcev med teniško igro. Natančnost merjenja je odvisna od različnih dejavnikov (Perš, Bon, Kovačič, 2001). Eden od teh so merilne napake, zaradi katerih so izmerjeni rezultati drugačni od dejanskih. V preteklosti so bili izvedeni različni preizkusi natančnosti sledilnih sistemov v rokometu (Perš, Bon, Kovačič, 2001; Perš, Bon, Kovačič, Šibila, Dežman, 2002) in squashu (Vučković, 2002; Vučković, 2005), ki so osnova za analizo napak pri sledenju teniških igralcev s sledilnim sistemom Sagit/tenis.

V okviru preučevanja natančnosti sledenja s sistemom Sagit/tenis smo v prvi vrsti izračunali RMS napako na posameznem delu trajektorije. Vsaka RMS napaka vsebuje tudi sistematično napako, ki predstavlja odmik povprečnega položaja od referenčnega položaja igralca; razen pri krožnici, kjer je napaka izračunana kot odmik povprečnega radija od referenčnega radija. Sistematična napaka se sistematično ponavlja in je vedno ista.

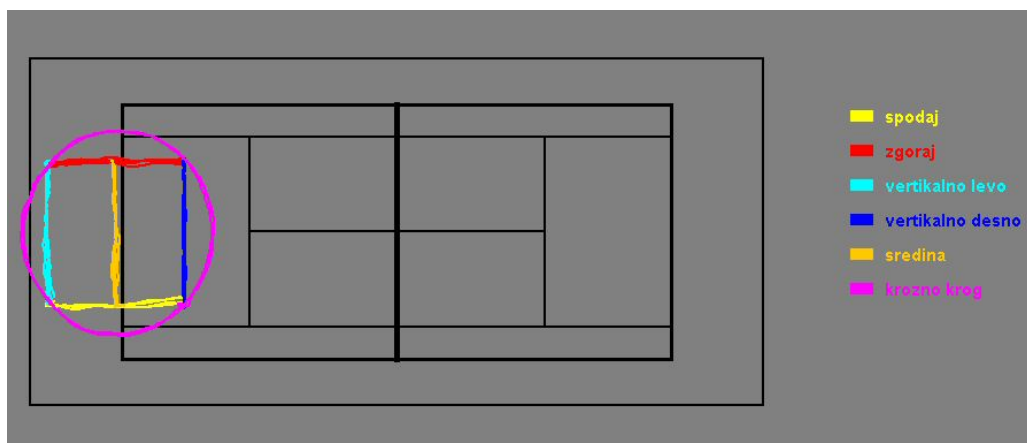
Test smo izvedli na teniškem igrišču, kjer je igralec (brez loparja) tekkel po vnaprej začrtanem vzorcu črt, ki je viden na sliki 10. Položaji črt na igrišču so bili vnaprej točno določeni, kjer so bile znane referenčne vrednosti posameznega dela. Na sliki 4 je prikazan igralec v začetnem/osnovnem položaju. Gibanje igralca je bilo posneto z isto kamero, ki

je bila pritrjena na strop teniške dvorane in med tekom ni ovirala igralca. Igralec je nekajkrat pretekel vsako od vertikalnih in horizontalnih črt, potem pa je še nekajkrat pretekel krožnico. Izmerjeno gibanje igralca je bilo razdeljeno v šest ločenih trajektorij, ki so predstavljene v slikovnem prikazu 2:

- dva horizontalna dela (zgoraj, spodaj),
- trije vertikalni deli (od leve: vertikalno levo, sredina, vertikalno desno),
- en krožni del (krožnica).

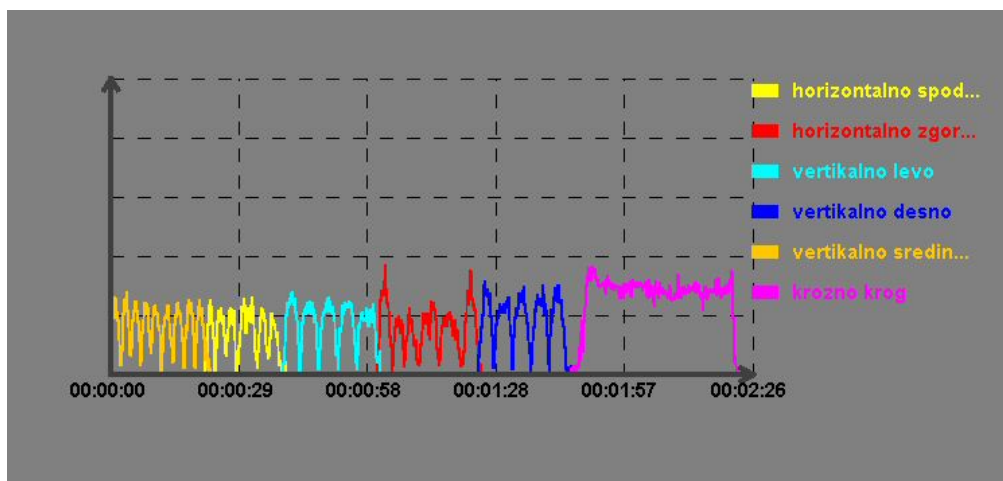


Slika 10: Igralec v osnovnem (začetnem) položaju na teniškem igrišču (vir: arhiv T. Filipčič)



Slikovni prikaz 2: Posamezni deli izmerjene trajektorije—dva horizontalna dela (spodaj, zgoraj), trije vertikalni (levo, desno, sredina) in krožnica

Gibanje igralca je potekalo v več ciklih (slikovni prikaz 3). Igralec je tekel po določeni trajektoriji, nato se je ustavil, spremenil smer in zopet stekel po naslednji trajektoriji (gibanje je bilo aciklično). Gibanje po krožnici je bilo relativno enakomerno in ciklično.



Slikovni prikaz 3: Hitrosti gibanja igralca na ločenih delih trajektorije

### RMS napaka položaja in sistematična napaka položaja igralca

RMS napako smo izračunali tako, da smo upoštevali samo tisto koordinato, ki je bila omejena z vzorcem (x pri vertikalnih segmentih, y pri horizontalnih). Pri krožnici smo računali odmik od referenčnega radija krožnega vzorca. Uporabili smo naslednje enačbe za posamezne dele gibanja (Perš, 2007):

$$\text{- za vertikalni del: } E_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - x_{REF})^2}$$

$$\text{- za horizontalni del: } E_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - y_{REF})^2}$$

$$\text{- za krožnico: } E_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (r_i - r_{REF})^2}$$

$N$  = število vzorcev v segmentu trajektorije (25 vzorcev na sek videoposnetka),  
 $x_{REF}$  in  $y_{REF}$  = referenčni položaj črte v vzorcu

Enačba za izračun sistematične napake položaja igralca (odmik povprečne pozicije od referenčne pozicije igralca) (Perš, 2007):

$$\text{- za vertikalne segmente: } E_{SIST} = \left| x_{REF} - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \right|$$

$$\text{- za horizontalne segmente: } E_{SIST} = \left| y_{REF} - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \right|$$

$$\text{- krožnica: } E_{SIST} = \left| r_{REF} - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r_i \right|$$

Preglednica 9: RMS napaka položaja in sistematična napaka položaja igralca

Trajektorije	N	% vzorcev	Oznaka	Referenčna vrednost	RMS napaka	Sistematična napaka
Horizontalno spodaj	462	12,48 %	Y	8,60	0,19	0,02
Horizontalno zgoraj	602	16,26 %	Y	2,37	0,12	0,09
Vertikalno levo	563	15,21 %	X	-3,11	0,16	-0,13
Vertikalno desno	557	15,05 %	X	3,11	0,44	-0,45
Vertikalno sredina	569	15,37 %	X	0	0,32	-0,31
Krožnica	949	25,63 %	R	4,40	0,29	-0,16

Legenda: N = število vzorcev v segmentu trajektorije (25 vzorcev na sek videoposnetka)

Osnova za izračun RMS in sistematične napake položaja igralca je predstavljalo 3.702 vzorcev (preglednica 9), izmerjenih na šestih trajektorijah. Najmanjša napaka je bila izmerjena horizontalno spodaj, ki je v prikazu označena z rumeno in znaša 0,19 m. To je področje, kjer se izvaja forhend udarec, ki se v igri pojavlja najpogosteje (Filipčič in Filipčič, 2006). Ugotovimo lahko, da bo v delu igrišča, kjer bo izvedenih veliko gibanj in udarcev, napaka merjenja majhna. Podobna vrednost je bila ugotovljena horizontalno zgoraj (označeno z rdečo in znaša 0,12 m). Precejšen del gibanja se v tenisu na vozičku odvija na področju, ki smo ga označili z »vertikalna sredina«, kjer je napaka znašala 0,32 m in vertikalno levo, kjer je RMS napaka znašala 0,16 m.

Največja RMS napaka je bila ugotovljena vertikalno desno in znaša 0,44 m. V tem delu igrišča se igralci ne želijo zadrževati, saj jim zaradi časovne stiske ne omogoča optimalne priprave na udarec. Teniški trenerji ta del igrišča imenujejo »nikogaršnja zemlja« (ang. "no man's land"). Lahko zaključimo, da zgornje meje napak predstavljajo najslabše možne okoliščine, ki pa se v igri tenisa na vozičku pojavljajo redko.

Povprečna vrednost RMS napake pri oceni položaja igralca znaša 0,23 m. Rezultati so v soglasju raziskave Vučković (2002), ki je preučeval merske značilnosti in uporabnost sistema Sagit/squash 1. Z različnimi preskusi je ugotavljal natančnost 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 0,10 do 0,40 m, napaka hitrosti od 0,15 do 0,60 m/s in napaka opravljene poti gibanja od 1,3 do 20 m/min. Največja izračunana napaka v naši raziskavi je nižja kot v raziskavi Vučković (2005), ki je ocenjeval položaj žogic na

squash igrišču, (največja napaka je znašala 0,50 m), povprečna pa nekoliko višja, saj je v omenjeni raziskavi povprečna napaka znašala 0,18 m. Na osnovi teh ugotovitev je sklepal, da so dobljeni rezultati dovolj natančni in jih lahko uporabi pri preučevanju tehnično - taktičnih dejavnosti kakovostno različnih igralcev squasha, in sicer z vidika prostorske porazdeljenosti udarcev.

V preglednici 9 opazimo zelo majhno sistematično napako, ki predstavlja večji del RMS napake. Vrednosti znašajo od - 0,45 m do 0,02 m. Če sistematična napaka predstavlja večji del RMS napake, potem je malo prostora za naključno napako. To pomeni, da je sistem ponovljiv.

Poleg RMS in sistematične napake pri določanju položaja igralca smo izračunali še RMS napako hitrosti igralca in sistematično napako hitrosti igralca.

RMS napaka hitrosti je bila izračunana po naslednji formuli (Perš, 2007):

$$E_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (v_i - v_{REF})^2}$$

Sistematična napaka hitrosti je bila izračunana po naslednji formuli (Perš, 2007):

$$E_{VSIST} = v_{REF} - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i$$

Preglednica 10: Vrednosti RMS in sistematične napake hitrosti igralca

Trajektorije	N vzorcev	Referenčni parameter	Referenčna hitrost ( $v_{REF}$ )	RMS napaka hitrosti	Sistematična napaka
Krožnica	276	V	2,5 m/s	0,19 m/s	-0,08 m/s

Legenda: N = število vzorcev v segmentu trajektorije (25 vzorcev na sek videoposnetka),  $v_{REF}$  = referenčna hitrost, ki smo jo izračunali iz časa enega obhoda kroga in obsega krožnega vzorca. Pri takšnem izračunu napako povečuje neenakomerno gibanje igralca, zato smo izbrali tisti del trajektorije, kjer je merjenec tekel najbolj enakomerno.

Na osnovi 276 vzorcev, izmerjenih na krožnici, smo izračunali RMS napako hitrosti igralca in sistematično napako hitrosti igralca. V preglednici 10 vidimo, da prva znaša 0,19 m/s, del napake pa prinese sistematična napaka, ki znaša - 0,08 m/s (sistem izmeri manj).

Ta napaka je zelo majhna in je posledica idealnih pogojev pri teku. Merjenec je tekel zelo enakomerno. V raziskavi, na področju rokometu, so Perš, Bon, Kovačič, Šibila, Dežman (2002) ugotovili 7 % sistematično napako merjenja hitrosti, kar je znašalo 3 m/s. Za enakomerno gibanje je smiselno upoštevati tako RMS napako.

### Napaka merjenja pretečene poti

Na osnovi 276 vzorcev izmerjenih na krožnici, kjer je igralec tekel najbolj enakomerno, smo izračunali napako merjenja pretečene poti.

Enačba za izračun napake merjenja poti je (Perš, 2007):

$$E_{POT} = s_i - s_{REF}$$

Preglednica 11: Napaka izmerjene poti

Trajektorije	N	Referenčna pot	Izmerjena vrednost	Napaka poti	Napaka poti	Napaka poti (delež)
krožnica	276	27,66 m	26,65m	-0,99 m	-5,43 m/min	-3,61 %

Legenda:  $N$  = število vzorcev v segmentu trajektorije (25 vzorcev na sek videoposnetka)

V preglednici 11 vidimo, da je napaka pri gibanju negativna (sistem izmeri manj, kot znaša razdalja) in znaša - 5,43 m/min enakomernega gibanja. Napaka poti kot delež obsega kroga znaša - 3,61 %. Vzrok temu je oblika krožnice, ker se igralec pri teku rahlo nagne navznoter.

Najpomembnejše ugotovitve, povezane z natančnostjo sistema Sagit/tenis so:

- največja RMS napaka je bila ugotovljena tam, kjer predvidevamo relativno manj gibanja; ta znaša 0,44 m;
- povprečna vrednost RMS napake pri oceni položaja igralca znaša 0,23 m;
- RMS napaka hitrosti znaša 0,19 m/s;
- napaka poti znaša - 5,43 m/min.

Glede na dobljene rezultate lahko potrdimo **Hipotezo 1**, ki pravi, da znašata povprečna in maksimalna napaka sledilnega sistema Sagit/tenis pri določanju položaja igralca v dvodimenzionalnem prostoru manj kot 0,5 m.

## 5.2. Časovne značilnosti tenisa na vozičku

Analizo časovnih značilnosti igre tenisa na vozičku smo najprej opravili za vse tekme skupaj (n = 22). Za zmago v dvoboju je bilo potrebno osvojiti najmanj dva niza, kar se je zgodilo na vseh tekmah. V nadaljevanju predstavljamo osnovne statistične značilnosti časovnih spremenljivk za vse tekme in ločeno za tekme tujih in domačih igralcev.

Preglednica 12: Osnovne statistične značilnosti časovnih spremenljivk v teniški igri na vozičku vseh igralcev

SPREMENLJIVKA	N	MIN	MAKS	VSOTA	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
ČAS	22	1132	5510	71456	3248,00	1097,28	,37	,19	,49	,96
ŠTAF	22	56	261	3307	150,32	43,81	,26	1,39	,69	,71
ŠTPF	22	55	260	3285	149,32	43,81	,26	1,39	,69	,71
ČASAF	22	294,48	1178,88	13633,96	619,72	188,92	,90	2,76	,67	,75
PČAF	22	3,24	5,56	91,69	4,16	,60	,66	,14	,53	,93
PČPF	22	12,00	23,76	383,09	17,41	2,82	,42	-,13	,85	,46
OAFČAS	22	13,61	26,01	433,07	19,68	3,59	,19	-,96	,89	,39
ŠTAF5	22	37	170	2318	105,36	32,91	,07	-,04	,53	,93
ŠTAF510	22	10	66	773	35,14	12,99	,04	,50	,55	,92
ŠTAF1020	22	2	26	206	9,36	6,63	1,31	1,46	,80	,53
ŠTAF20	22	0	2	10	,45	,67	1,22	,44	1,81	<b>,00</b>
OAF5	22	53,59	88,44	1540,04	70,00	7,96	-,01	,54	,42	,99
OAF510	22	8,84	32,43	510,68	23,21	5,12	-,64	1,91	,66	,77
OAF1020	22	1,60	16,99	140,54	6,39	4,07	,90	,61	,56	,90
OAF20	22	,00	3,57	8,74	,40	,79	3,30	12,88	1,54	<b>,01</b>

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

### Skupni igralni čas (ČAS)

Skupni igralni čas na vseh tekmah znaša 71.456 sek. Rezultati kažejo, da je povprečni skupni čas posamezne tekme, kjer je bilo potrebno osvojiti 2 niza, trajal 3.248 sek oziroma



54,13 min. Ta čas predstavlja bruto čas posamezne tekme, kjer so vključene tako pasivne kot aktivne faze. Visoke vrednosti standardnega odklona kažejo na veliko razpršenost rezultatov, pri čemer je najkrajša tekma trajala 1.132 sek (18,86 min), najdaljša pa 5.510 sek (91,83 min). Dobljenih rezultatov ne moremo primerjati z drugimi raziskavami v tenisu na vozičku, ker primerljivi podatki ne obstajajo. Lahko jih le primerjamo z rezultati v tenisu gibalno neoviranih. Tako je Planinšek (1994) ugotovila, da je skupni igralni čas finalne tekme na US Open leta 1993, ki je trajala tri nize in bila odigrana na zelo podobni podlagi, znašal 125 min.

### **Aktivni del igre v tenisu na vozičku (ČASAF)**

Aktivni del v tenisu na vozičku predstavlja čas, ko je žoga v igri, torej od začetka do konca aktivne faze. Skupni seštevek aktivnega dela na vseh tekmah znaša 13.633,96 sek (117,23 min). Aktivna faza predstavlja 619,72 sek (10,32 min igre) povprečno na tekmo. Aktivni čas igre predstavlja 19,68 % skupnega igralnega časa (OAFČAS - odstotek časa aktivnih faz glede na skupni čas igre). Najnižji odstotek smo izračunali na tekmi številka 12 in znaša 13,61 %; najvišji pa na tekmi številka 6 in znaša 26,01 %.

Če primerjamo dobljene podatke trajanja aktivnih faz v igri teniških igralcev na vozičku z raziskavo Hughes in Clark (1995), ki sta primerjala razlike v igralnih stilih na dveh različnih teniških podlagah v Wimbledonu in na OP Avstralije (trava in plastična podlaga), vidimo, da so povprečne vrednosti v naši raziskavi višje. Na sintetični podlagi je ta odstotek predstavljal 10 % vsega časa, na travnati pa le 5 % vsega igralnega časa, kar ponovno nakazuje na visoko povezanost trajanja aktivne faze in hitrosti igralne podlage.

### **Aktivna faza igre (PČAF)**

V okviru vseh tekem je bilo odigranih 3.307 aktivnih faz igre. Aktivna faza predstavlja tisti del igre, v katerem je 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 tretjem doskoku žogice na tla (zmagovalni udarec). V igri teniških igralcev na vozičku sta v igri dovoljena dva odskoka žoge.

Na vsaki tekmi je bilo povprečno odigranih 150 aktivnih faz. Število vseh analiziranih aktivnih faz ( $n = 3.307$ ), predstavlja velik napredek v količini baze podatkov, saj sta v preteklosti edino raziskavo v tenisu na vozičku opravila Bullock in Pluim (2003), ki sta analizirala 449 aktivnih faz v treh teniških dvobojih na paraolimpijskih igrah v Sydneyu leta 2000.

V naši raziskavi je povprečni čas posamezne aktivne faze znašal 4,16 sek, kar je manj, kot je bilo ugotovljeno v raziskavi avtorjev Bullock in Pluim (2003). Raziskovalca sta ugotovila, da je povprečno aktivna faza trajala 9,65 sek. Razlog za tako razliko je najti v različni teniški podlagi (trda podlaga v naši raziskavi in peščena v raziskavi Bullock in Pluim (2003), ki v veliki meri vpliva na hitrost odskoka žoge. Hitrost odskoka žoge določa čas, ki ga ima igralec, da se pripelje do žoge, izvede udarec ter se vrne v izhodiščni položaj. Razlike med rezultati obeh raziskav so nastale tudi zaradi različnega vzorca opazovanih igralcev in vrste poškodbe teniških igralcev na vozičku. Bullock in Pluim (2003) sta v svojo raziskavo vključila šest najboljših igralcev na svetu, ki so imeli tudi drugačno poškodbo (amputacija nog in poškodba ledvenega dela hrbtenjače). Igralci z nižjo poškodbo imajo številne funkcionalne prednosti (Bhambhani, 2000; Polic, 2000; Winnick, 2005; Bullock, 2006), na kar smo v teoretičnem delu naloge že večkrat opozorili. Predvidevamo, da so zaradi tega hitrejši in s tem sposobni daljših izmenjav udarcev v aktivni fazi.

O daljšem trajanju posamezne aktivne faze poroča tudi Planinšek (1994), ki je v tenisu gibalno neoviranih (tekma na trdi podlagi) ugotavljala trajanje posamezne aktivne faze pri dveh vrhunskih igralcih. Povprečno trajanje aktivne faze je bilo 6,62 sek. O'Donoghue in Liddle (1998 b) sta ugotovila, da je trajanje aktivne faze na peščeni podlagi pri moških znašalo 5,99 sek.

Potrebno je omeniti, da je bila analiza v omenjenih raziskavah Bullock in Pluim (2003), Planinšek (1994) in O'Donoghue in Liddle (1998 b) narejena ročno, s štoparico, zato je potrebno rezultate sprejemati s precejšnjo mero opreznosti, saj tovrstno merjenje ne omogoča zanesljive natančnosti. S štoparico je časovne značilnosti ugotavljal tudi Pečelin (2006), ki je raziskoval strukturo teniških elementov in časovnih kazalcev v dvobojih

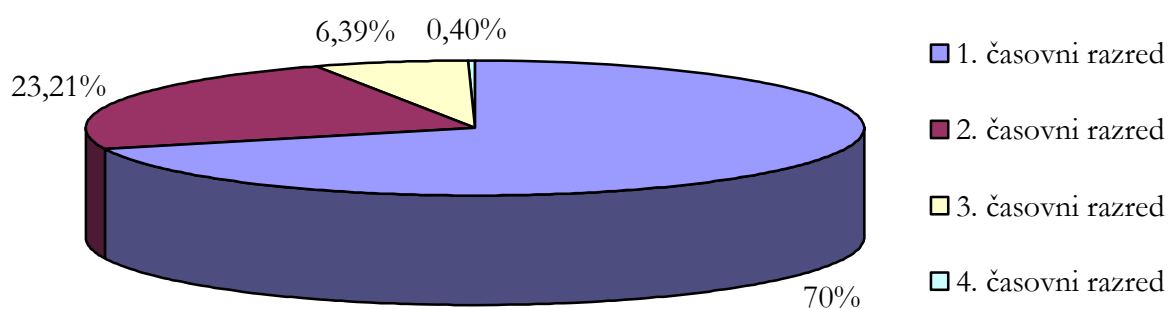
mladih igralcev na OP Slovenije do 16 let. Povprečno trajanje aktivne faze je bilo 7,5 sek. V nizu, kjer je bilo odigranih samo 8 iger, so bile najdaljše točke v povprečju dolge 11,1 sek. Najkrajše točke, dolge 3,5 sek, so bile v nizu s sedmimi igrani.

Ferjan (2001) in Pintarič opozarjata na skrajševanje trajanja aktivne faze v opazovanih finalnih tekmah vrhunskih igralcev na trdi in peščeni podlagi. V prvi raziskavi se vrednost z 12,20 sek v letu 1988 zmanjša na 4,77 sek v letu 2001, v drugi pa z 8 sek (leta 1993) na 6,13 sek (leta 2002). Zlatoper (2002) navaja razlike na treh različnih podlagah: 2,7 sek (travnata podlaga), 3,8 sek (asfalt) in 8,2 sek (peščena podlaga).

### 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 sek, v drugi, od 5 do 10 sek, in v tretji od 10 do 20 sek. Zadnji, četrti razred predstavlja trajanje aktivnih faz, ki so daljše od 20 sek.

Od skupno 3.307 aktivnih faz, 70 % spada v prvi razred (n = 2.318); 23,2 % (n = 773) v drugi in 6,4 % v tretji časovni razred (n = 206). Najmanj aktivnih faz je bilo daljših od 20 sek, saj odstotek znaša 0,4 % (n = 10) (graf 1).



Graf 1: Trajanje aktivnih faz v štirih časovnih razredih

Rezultati so podobni kot v raziskavi Pečelin (2006), ki je določil tri časovne razrede. Ugotovil je, da je bilo v povprečju 74 % vseh aktivnih faz krajših od 10 sek, 22,5 % aktivnih faz je trajalo od 10 do 25 sek, 3,5 % pa je bilo daljših od 25 sek. Do podobnih

ugotovitev je prišel Zlatoper (2002). Iz rezultatov je razvidno, da je tako v tenisu gibalno neoviranih kot v tenisu na vozičku večji del aktivnih faz zaključenih znotraj prvih dveh časovnih razredov.

Na osnovi podatkov lahko trdimo, da tenis na vozičku predstavlja *anaerobno alaktatno aktivnost* (aktivnosti krajše od 8 sek), kjer kot stranski produkt ne nastaja mlečna kislina oziroma laktat. Ta postopek proizvodnje energije za resintezo ATP poteka pri visoko intenzivnih in kratkotrajnih naporih. Čeprav se v tenisu na vozičku aerobni procesi pojavljajo zelo redko, so ti zelo pomembni za potek teniške tekme in v procesu treniranja teniških igralcev. Aerobni procesi pridejo še zlasti do izraza pri zelo dolgih in več ur trajajočih teniških dvobojih. Zaključimo lahko, da mora imeti vrhunski igralec v tenisu na vozičku dobro razvite anaerobne kot tudi aerobne energijske mehanizme.

### **Pasivni del v tenisu na vozičku**

Del skupnega igralnega časa igre predstavlja tudi pasivni del, v katerem se igralec sprosti, regenerira, zamenja stran igrišča, pobere žogice in se pripravi na naslednjo aktivno fazo. Skupni pasivni čas znaša 57.822,04 sek (963,70 min). Povprečno na tekmo predstavlja pasivni del 2.628,27 sek (43,80 min igre), kar znaša 80,32 % del vsega igralnega časa.

### **Pasivna faza igranja**

V okviru vseh tekem je bilo ugotovljenih 3.285 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). Na vsaki tekmi je bilo povprečno število pasivnih faz 149. Povprečno trajanje predstavlja 17,41 sek. Opozorimo naj, da so igralci sami pobirali žoge, s čimer smo se približali pogojem, pod katerimi so odigrane tekme v tenisu na vozičku. Namreč, le na finalnih tekmah najvišjega nivoja (paraolimpijske igre, svetovno prvenstvo) organizator priskrbi pobiralce žog. Ob tem lahko predvidimo, da bi bile pasivne faze krajše, če bi za pobiranje žogic poskrbeli pobiralci.

Pasivni del v teniški igri gibalno neoviranih je podrobneje raziskovala Planinšek (1994). Na osnovi ene tekme na trdi podlagi je ugotovila, da sta igralca za odmor med točkama potrebovala 21,20 sek, za odmor med 1. in 2. servisom 9,24 sek, za odmor za menjavo strani med igrama 115,79 sek in za odmor med igrama brez menjave strani 31,67 sek. Podobne rezultate je ugotovila tudi na tekmi na peščeni podlagi. Igralca sta za odmor med točkama potrebovala 27,30 sek, za odmor med 1. in 2. servisom 8,60 sek, za odmor za menjavo strani med igrama 115 sek ter za odmor med igrama brez menjave strani 38,72 sek.

Pasivni del je v teniški igri raziskoval tudi Pečelin (2006). Pri gibalno neoviranih teniških igralcih v kategoriji U16 je povprečni odmor med aktivnimi fazami trajal 19,7 sek. Najdaljši odmori so bili dolgi 24,6 sek, zelo blizu temu času pa so bili tudi odmori pri nizu, v katerem so bile najdaljše točke. Avtor ugotavlja, da dolžina točke ni nujno povezana z dolžino odmora.

Dodajmo, da se v naši raziskavi nismo podrobneje ukvarjali s pasivnim delom igre, kot je to primer pri navedenih raziskavah (Planinšek, 1994; Pečelin, 2006).

### **Normalnost porazdelitve, asimetričnost in sploščenost časovnih spremenljivk**

Rezultati testa Kolmogorov - Smirnov kažejo, da ima večina spremenljivk normalno porazdelitev rezultatov (preglednica 12). Nenormalno porazdelitev rezultatov lahko ugotovimo pri spremenljivki ŠTAF20 in OAF20. Razlog nenormalne porazdelitve lahko iščemo v majhnem številu dogodkov, ki so bili zabeleženi znotraj teh dveh spremenljivk, ki jih bomo izločili iz nadaljnje obdelave.

Na osnovi rezultatov opisne statistike ugotavljamo, da ima spremenljivka ŠTAF1020 izraženo asimetričnost v desno, torej v smeri nižjih vrednosti. Izraženo koničavost pa lahko ugotovimo pri spremenljivkah: ŠTAF, ŠTPF, ČASAF, ŠTAF1020 in ŠTAF510.

## Časovne značilnosti igre tujih igralcev

Vzorec vseh tekem je vključeval 11 tekem tujih igralcev (ti). Osnovne časovne značilnosti so predstavljene v preglednici 13.

Preglednica 13: Osnovne statistične značilnosti časovnih spremenljivk v teniški igri na vozičku tujih igralcev

SPREMENLJIVKA	N	MIN	MAKS	VSOTA	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
ČAS_ti	11	1132	5452	33174	3015,82	1170,04	,59	,84	,61	,84
ŠTAF_ti	11	56	261	1669	151,73	54,33	,40	,93	,49	,96
ŠTPF_ti	11	55	260	1658	150,73	54,33	,40	,93	,49	,96
ČASAF_ti	11	294,48	1178,88	6636,32	603,30	231,85	1,53	3,50	,63	,81
PČAF_ti	11	3,24	5,26	44,51	4,04	,64	,79	-,35	,66	,77
PČPF_ti	11	12,00	18,64	174,15	15,83	1,79	-,34	1,70	,62	,83
OAFČAS_ti	11	16,34	26,01	226,01	20,54	3,42	,53	-1,12	,80	,53
ŠTAF5_ti	11	37	170	1213	110,27	39,27	-,22	-,06	,41	,99
ŠTAF510_ti	11	10	66	364	33,09	15,54	,53	1,04	,50	,95
ŠTAF1020_ti	11	2	25	90	8,18	6,36	2,07	5,09	,88	,41
ŠTAF20_ti	11	0	2	2	,18	,60	3,31	11,00	1,75	<b>,00</b>
OAF5_ti	11	60,36	88,44	797,90	72,53	8,04	,471	,02	,44	,98
OAF510_ti	11	8,84	32,43	237,54	21,59	5,94	-,435	1,87	,57	,89
OAF1020_ti	11	1,60	12,50	61,00	5,54	3,41	,803	,06	,52	,94
OAF20_ti	11	,00	3,57	3,57	,32	1,07	3,317	11,00	1,75	<b>,00</b>

Legenda je enaka kot pri preglednici 12, le da kratica \_ti predstavlja oznako za tuje igralce.

## Skupni igralni čas tujih igralcev

Skupni igralni čas na 11 tekmah znaša 33.174 sek. Rezultati kažejo, da je povprečni skupni čas posamezne tekme trajal 3.015,82 sek oziroma 50,26 min. Visoke vrednosti standardnega odklona kažejo na veliko razpršenost rezultatov, pri čemer je najkrajša tekma trajala 1.132 sek (18,86 min), najdaljša pa 5.452 sek (90,86 min).

### **Aktivni del v tenisu na vozičku tujih igralcev**

Skupni seštevek aktivnega dela na 11 tekmah znaša 6.636 sek (110,6 min). Aktivni del predstavlja 603,30 sek (10,05 min igre) povprečno na tekmo. V odstotkih predstavlja aktivni čas igre 20,55 % vsega časa, torej nekaj več kot petino celotnega časa.

### **Aktivna faza igranja tujih igralcev**

V okviru 11 tekem je bilo odigranih 1.669 aktivnih faz igre. Na vsaki tekmi je bilo povprečno odigranih 151,73 aktivnih faz. Tudi tu najdemo veliko razpršenost rezultatov, saj je najmanjše število aktivnih faz znašalo 56, največje pa 261.

Povprečen čas aktivne faze znaša 4,04 sek. Največ aktivnih faz se je odvijalo v prvem časovnem razredu, in sicer 72,5 %, 21,6 % aktivnih faz v drugem in 5,5 % v tretjem časovnem razredu. Najmanj aktivnih faz je bilo v četrtem časovnem razredu (0,3 %).

### **Pasivni del igre tujih igralcev**

Skupni pasivni čas znaša 26.537,68 sek (442,29 min). Povprečno na tekmo predstavlja pasivni del 2.412,51 sek (40,20 min igre). Pasivni čas predstavlja 79,45 % del vsega igralnega časa. V okviru vseh 11 tekem je bilo ugotovljenih 1.658 pasivnih faz igre. Na vsaki tekmi je bilo 150,73 pasivnih faz s povprečnim trajanjem 15,83 sek.

### **Normalnost porazdelitve, asimetričnost in sploščenost časovnih spremenljivk v igri tujih igralcev**

Rezultati testa Kolmogorov - Smirnov kažejo, da ima večina spremenljivk normalno porazdelitev rezultatov (preglednica 13). Nenormalno porazdelitev rezultatov lahko ugotovimo pri spremenljivki ŠTAF20\_ti in OAF20\_ti. Tako kot pri analizi rezultatov opisne statistike vseh igralcev lahko tudi tukaj razloge za nenormalno porazdelitev iščemo v majhnem številu dogodkov, ki so bili zabeleženi znotraj omenjenih dve spremenljivk. Obe spremenljivki bomo izločili iz nadaljnjih obdelav.

Na osnovi rezultatov opisne statistike ugotavljamo, da imajo spremenljivke ČASAF\_ti, ŠTAF1020\_ti, ŠTAF20\_ti in OAF20\_ti izraženo asimetrijo v desno, torej v smeri nižjih vrednosti. Izraženo koničavost lahko ugotovimo pri spremenljivkah ŠTAF510\_ti, ŠTAF1020\_ti, ŠTAF20\_ti, OAF510\_ti in OAF20\_ti. Izraženo sploščenost je opaziti pri spremenljivki OAFČAS\_ti.

### Časovne značilnosti igre domačih igralcev

Vzorec vseh tekem je vključeval 11 tekem domačih igralcev (di). Osnovne časovne značilnosti so predstavljene v preglednici 14.

Preglednica 14: Osnovne statistične značilnosti časovnih spremenljivk v teniški igri na vozičku domačih igralcev

SPREMENLJIVKA	N	MIN	MAKS	VSOTA	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
ČAS_di	11	1850	5510	38282	3480,18	1020,24	,44	,66	,61	,85
ŠTAF_di	11	77	200	1638	148,91	32,78	-,67	1,61	,58	,88
ŠTPF_di	11	76	199	1627	147,91	32,78	-,67	1,61	,58	,88
ČASAF_di	11	303,16	850,84	6997,64	636,14	143,55	-,95	2,37	,58	,87
PČAF_di	11	3,42	5,56	47,18	4,28	,55	1,03	2,39	,67	,75
PČPF_di	11	14,35	23,76	208,94	18,99	2,84	-,16	-,48	,65	,78
OAFČAS_di	11	13,61	23,82	207,06	18,82	3,70	,11	-1,50	,61	,84
ŠTAF5_di	11	57	143	1105	100,45	26,07	,25	-,14	,53	,93
ŠTAF510_di	11	17	50	409	37,18	10,19	-,72	-,22	,68	,73
ŠTAF1020_di	11	3	26	116	10,55	6,99	,95	1,12	,46	,98
ŠTAF20_di	11	0	2	8	,73	,64	,29	-,20	,99	,27
OAF5_di	11	53,59	75,40	742,14	67,46	7,36	-,91	-,33	,84	,47
OAF510_di	11	18,57	31,39	273,14	24,83	3,76	,27	-,32	,52	,94
OAF1020_di	11	1,60	16,99	79,54	7,23	4,65	,80	,48	,52	,94
OAF20_di	11	,00	1,00	5,17	,47	,38	-,38	-1,70	1,04	,22

Legenda je enaka kot pri preglednici 12, le da kratica \_di predstavlja oznako za domače igralce



## **Skupni igralni čas domačih igralcev**

Skupni igralni čas na 11 tekmah znaša 38.282 sek. Rezultati kažejo, da je povprečni skupni čas posamezne tekme 3.480,18 sek oziroma 58 min. Visoke vrednosti standardnega odklona kažejo na veliko razpršenost rezultatov, pri čemer je najkrajša tekma trajala 1.850 sek (30,83 min), najdaljša pa 5.510 sek (91,83 min).

## **Aktivni del v tenisu na vozičku domačih igralcev**

Skupni seštevek časa aktivnega dela igranja na 11 tekmah znaša 6.997,64 sek (116,62 min). Aktivni del predstavlja 636,14 sek (10,60 min igre) povprečno na tekmo, kar je 18,82 % vsega igralnega časa.

## **Aktivna faza igranja domačih igralcev**

V okviru 11 tekem je bilo odigranih 1.638 aktivnih faz igre. Na vsaki tekmi je bilo povprečno odigranih 148,91 aktivnih faz. Tudi tu najdemo veliko razpršenost rezultatov, saj je najmanjše število aktivnih faz znašalo 77, največje pa 200. Povprečen čas aktivne faze znaša 4,28 sek. Največ aktivnih faz se je odvijalo v prvem časovnem razredu, in sicer 67,46 %, 24,83 % aktivnih faz v drugem in 7,23 % v tretjem časovnem razredu. Najmanj aktivnih faz je bilo v četrtem časovnem razredu (le 0,47 %).

## **Pasivni del domačih igralcev**

Skupni pasivni čas znaša 31.284,36 sek (521,40 min). Povprečno na tekmo predstavlja pasivni del 2.844 sek (47,40 min igre). Če predstavimo razmerje skupni igralni čas : pasivni čas igre, vidimo, da predstavlja pasivni del 81,18 % vsega igralnega časa. V okviru vseh 11 tekem je bilo ugotovljenih 1.627 pasivnih faz igre. Na vsaki tekmi je bilo 147,91 pasivnih faz, s povprečnim trajanjem 18,99 sek. Domači igralci so za ta del porabili več časa kot tuji.

## Normalnost porazdelitve, asimetričnost in sploščenost časovnih spremenljivk v igri tujih igralcev

Rezultati testa Kolmogorov - Smirnov kažejo, da imajo vse spremenljivke časovnih značilnosti domačih igralcev normalno porazdelitev rezultatov (preglednica 14).

Na osnovi rezultatov opisne statistike ugotavljamo, da ima le spremenljivka PČAF<sub>di</sub> izraženo asimetrijo v desno, torej v smeri nižjih vrednosti. Izraženo koničavost imajo naslednje spremenljivke: ŠTAF<sub>di</sub>, ŠTPF<sub>di</sub>, ČASAF<sub>di</sub>, PČAF<sub>di</sub> in ŠTAF1020<sub>di</sub>. Bolj izraženo sploščenost vrednosti smo zasledili pri spremenljivkah OAFČAS<sub>di</sub> in OAF20<sub>di</sub>.

### Primerjava časovnih spremenljivk igre med tujimi (ti) in domačimi igralci (di)

Preglednica 15: Rezultati enosmerne analize variance pri časovnih spremenljivkah igre med tujimi in domačimi igralci

SPREMENLJIVKA	SKUPINA	AS	SO	F	P
ČAS	ti	3015,82	1170,04	,984	,333
	di	3480,18	1020,24		
ŠTAF	ti	151,73	54,33	,022	,884
	di	148,91	32,78		
ŠTPF	ti	150,73	54,33	,022	,884
	di	147,91	32,78		
ČASAF	ti	603,30	231,85	,160	,694
	di	636,14	143,55		
PČAF	ti	4,04	,64	,894	,356
	di	4,28	,55		
PČPF	ti	15,83	1,79	9,740	<b>,005</b>
	di	18,99	2,84		
OAFČAS	ti	20,54	3,42	1,280	,271
	di	18,82	3,70		
ŠTAF5	ti	110,27	39,27	,477	,498
	di	100,45	26,07		
ŠTAF510	ti	33,09	15,54	,533	,474
	di	37,18	10,19		
ŠTAF1020	ti	8,18	6,36	,687	,417
	di	10,55	6,99		

<b>OAF5</b>	ti	72,53	8,04	2,377	,139
	di	67,46	7,36		
<b>OAF510</b>	ti	21,59	5,94	2,330	,143
	di	24,83	3,76		
<b>OAF1020</b>	ti	5,54	3,41	,937	,345
	di	7,23	4,65		

Legenda: ti: tuji igralci; di: domači igralci; 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; 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

Rezultati enosmerne analize variance (preglednica 15) niso potrdili statistično značilne razlike pri časovnih spremenljivkah med domačimi in tujimi igralci, razen pri spremenljivki PČPF. Iz povprečnih vrednosti vidimo, da so domači igralci porabili več časa za pasivni del. Na osnovi tega lahko sklepamo, da imajo tuji igralci več tekmovalnih izkušenj, kar pomeni, da poznajo in se držijo pravil, ki natančno določajo čas, namenjen odmoru (do 20 sek).

Najpomembnejše ugotovitve, povezane s časovnimi značilnostmi v tenisu na vozičku:

- aktivni čas igre v tenisu na vozičku predstavlja 19,7 % vsega igralnega časa;
- aktivna faza v povprečju traja 4,16 sek;
- 70 % aktivnih faz se zaključi znotraj 5 sek;
- 0,40 % aktivnih faz je daljših od 20 sek;
- pasivni čas igre predstavlja 80,3 % vsega igralnega časa;
- pasivna faza v povprečju traja 17,41 sek;
- med skupinama tujih in domačih igralcev ni statistično značilnih razlik, razen v času trajanja pasivne faze;
- glede na dobljene rezultate lahko skoraj v celoti zavrnamo **Hipotezo 2**, ki pravi, da med tujimi in domačimi igralci obstajajo statistično značilne razlike v časovnih značilnostih v tenisu na vozičku.

### 5.3. Igralne značilnosti v tenisu na vozičku

V okviru igralnih značilnosti smo raziskovali:

- strukturo teniških udarcev v tenisu na vozičku (število udarcev na tekmi, v igri in aktivni fazi ter odstotek posamezne vrste udarcev),
- obremenitev teniških igralcev v tenisu na vozičku (pot gibanja, hitrost in področje gibanja).

#### 5.3.1. Struktura udarcev (število in odstotek posameznih udarcev)

V tenisu na vozičku poznamo različne teniške udarce, ki se ločijo glede na taktičen cilj in tehnično izvedbo. V naši raziskavi smo zasledili uporabo 17 - ih teniških udarcev. Tehnična izvedba je zelo podobna tehnični izvedbi v tenisu gibalno neoviranih. Zaradi nižjega (sedečega) položaja je izvedba udarcev nekoliko prilagojena pri začetnem udarcu (servisu), voleju in smešu ter visokih žogah pri bekendu in forhendu. Izvedbo udarca nemalokrat omejuje visoka poškodba hrbtenjače, zato je potrebno v raziskovanju oseb z gibalnimi ovirami čimbolj izenačiti pogoje z upoštevanjem medicinske klasifikacije.

Število in strukturo udarcev bomo predstavili na enak način kot časovne značilnosti: najprej za vse tekme skupaj, nato pa ločeno za tuje in domače igralce ter zmagovalce in poražence.

#### Število teniških udarcev

S pomočjo sistema Sagit/tenis smo zavedli vsak udarec v trenutku kontakta lopar - žoga. S tem smo dobili število teniških udarcev na tekmi, v igri in posamezni aktivni fazi.

Preglednica 16: Število udarcev na tekmi, v igri in v aktivni fazi vseh igralcev

SPREMENLJIVKA	N	MIN	MAKS	VSOTA	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
ŠTUT	22	151,00	662,00	7388	335,81	111,57	,90	2,35	,48	,97
ŠTUI	22	16,11	31,52	482,30	21,92	3,66	,66	,83	,55	,92
ŠTUAF	22	1,66	2,81	48,99	2,22	,29	,44	-,02	,72	,66

Legenda: ŠTUT: število udarcev na tekmi; ŠTUI: število udarcev v igri; ŠTUAF: število udarcev v aktivni fazi

Na 22 tekmah je bilo izvedenih 7.388 teniških udarcev. Rezultati opisne statistike v preglednici 16 kažejo, da je bilo v dvobojih vseh igralcev v povprečju odigranih 335,81 udarca na tekmo (ŠTUT), kar pomeni 22 udarcev v posamezni igri (ŠTUI) in 2,22 udarca v posamezni aktivni fazi (ŠTUAF). Podatke dopolnjujemo v grafih 2 in 3.

Rezultati testa K - S kažejo, da imajo vse spremenljivke normalno porazdelitev vrednosti. Pri spremenljivki ŠTUT je izražena asimetrija v desno, torej v smeri nižjih vrednosti, in izrazitejša koničavost.

Preglednica 17: Število udarcev na tekmi, v igri in v aktivni fazi tujih igralcev

SPREMENLJIVKA	N	MIN	MAKS	VSOTA	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
ŠTUT_ti	11	151	662	3749	340,81	141,31	1,09	1,59	,46	,98
ŠTUI_ti	11	16,11	31,52	238,97	21,72	4,29	,97	1,91	,52	,94
ŠTUAF_ti	11	1,66	2,81	24,71	2,25	,35	-,02	-,54	,32	1,000

Legenda: ŠTUT\_ti: število udarcev na tekmi tujih igralcev; ŠTUI\_ti: število udarcev v igri tujih igralcev; ŠTUAF\_ti: število udarcev v aktivni fazi tujih igralcev

Rezultati opisne statistike v preglednici 17 kažejo, da je bilo v dvobojih tujih igralcev v povprečju odigranih 341 udarcev na tekmo (ŠTUT), kar pomeni 21,72 udarca v posamezni igri (ŠTUI) in 2,25 udarca v posamezni aktivni fazi (ŠTUAF). Ugotovimo lahko, da tudi v dvobojih tujih igralcev število udarcev v aktivni fazi ni bistveno višje kot pri analizi vseh dvobojev skupaj, kar pa je glede na vpliv igralne podlage na trajanje posamezne aktivne faze tudi pričakovano.

Rezultati testa K - S kažejo, da imajo vse spremenljivke normalno porazdelitev vrednosti. Pri spremenljivki ŠTUT je izražena asimetrija v desno, se pravi v smeri nižjih vrednosti, prav tako pa tudi koničavost. Pri spremenljivki ŠTUI lahko ugotovimo nekoliko izrazitejšo koničavost.

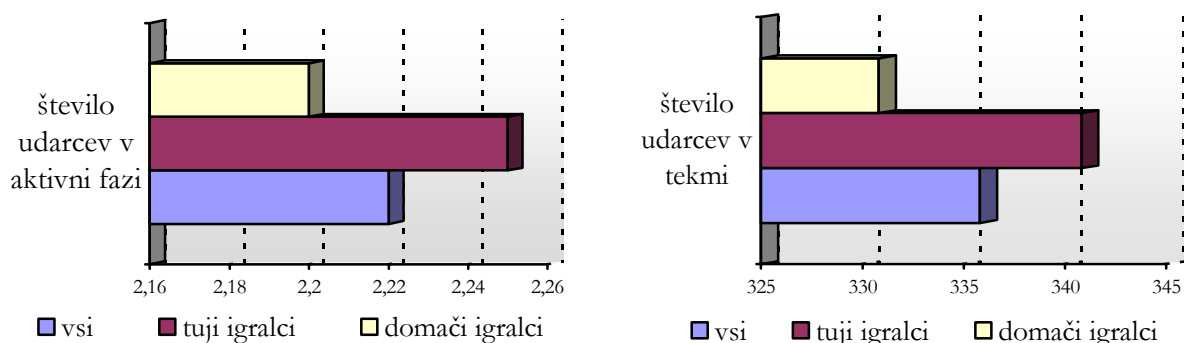
Preglednica 18: Število udarcev na tekmi, v igri in v aktivni fazi domačih igralcev

SPREMENLJIVKA	N	MIN	MAKS	VSOTA	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
ŠTUT_di	11	157	432	3639	330,81	78,21	-,84	1,37	,51	,95
ŠTUI_di	11	17,70	26,68	243,33	22,12	3,12	,18	-1,36	,68	,73
ŠTUAF-di	11	1,95	2,79	24,27	2,21	,24	1,59	2,46	,99	,28

Legenda: ŠTUT\_di: število udarcev na tekmi domačih igralcev; ŠTUI\_di: število udarcev v igri domačih igralcev; ŠTUAF-di: število udarcev v aktivni fazi domačih igralcev

Rezultati opisne statistike kažejo, da je bilo v dvobojih domačih igralcev v povprečju odigranih 331 udarcev na tekmo (ŠTUT), kar pomeni 22,12 udarca v posamezni igri (ŠTUI) in 2,21 udarca v posamezni aktivni fazi (ŠTUAF). V dvobojih domačih igralcev ostaja število udarcev v posamezni aktivni fazi (ŠTUAF) nizko (preglednica 18) in blizu vrednostim, ugotovljenih pri tujih in vseh igralcih (graf 2).

Rezultati testa K - S kažejo, da imajo vse spremenljivke normalno porazdelitev vrednosti. Pri spremenljivki ŠTUAF\_di je izražena asimetrija v desno, torej v smeri nižjih vrednosti. Pri spremenljivkah ŠTUT\_di in ŠTUAF-di je opazna bolj izražena koničavost, pri spremenljivki ŠTUI\_di pa sploščenost.



Graf 2 in 3: Število udarcev v aktivni fazi in na celotni tekmi

Število udarcev v aktivni fazi na tekmah vseh igralcev je nizko (2,22) in manjše v primerjavi z rezultati v raziskavi Bullock in Pluim (2003), ki sta na osnovi 449 aktivnih faz ugotovila povprečno 4,67 udarca na aktivno fazo. Potrebno je omeniti, da smo v naši študiji analizirali vse udarce (tudi 1. in 2. servise, ki so bili zaključeni z napako). Ti so statistično zniževali število udarcev v aktivni fazi, medtem ko sta Bullock in Pluim (2003)

v omenjeni raziskavi upoštevala le tiste aktivne faze, ki so se začele z uspešnim servisom. V raziskavo sta vključila šest najboljših igralcev na svetu, ki so imeli lažjo poškodbo in so bili zaradi funkcionalnih prednosti sposobni žogo dlje časa držati v igri. S tem je bilo število udarcev v posamezni aktivni fazi višje. Poleg tega so bile tekme, ki so jih analizirali, odigrane na počasnejši, peščeni podlagi. Že v teoretičnem delu smo z različnimi raziskavami potrdili, da je teniška podlaga pomemben dejavnik, ki vpliva na število odigranih udarcev v aktivni fazi (Planinšek, 1994).

Schönborn (1999) je opravil analizo tekem vrhunskih teniških igralcev, kjer je ugotovil, da na različno hitrih igralnih podlagah obstajajo razlike v trajanju posamezne aktivne faze, posredno pa tudi v številu odigranih udarcev v posamezni aktivni fazi. Na vzorcu 30 tekem vrhunskih igralcev (uvrščenih na svetovno teniško lestvico <sup>7</sup>ATP) je ugotovil, da je bilo na peščeni podlagi v povprečju odigranih 6, na trdi podlagi pa 5 udarcev v posamezni aktivni fazi.

Glede na to lahko v veliki meri sklepamo, da ima hitrost podlage vpliv na trajanje aktivne faze in povprečno število odigranih udarcev tudi v tenisu na vozičku. Zato so rezultati dokaj majhnega povprečnega števila odigranih udarcev v posamezni aktivni fazi pričakovani, saj je trda igralna podlaga hitrejša. Unierzyski in Wiczorek (2004) sta leta 2000 primerjala moška finala na travnati (Wimbledon 2000) in peščeni podlagi (OP Francije 2000), kjer sta ugotovila, da je igralec na travi izvedel 2,6 udarca, na peščeni podlagi pa 6 udarcev v posamezni aktivni fazi. Podobne rezultate kot Unierzyski in Wiczorek (2004) ter Schönborn (1999) je ugotovil tudi Pečelin (2006); mladi igralci (U16) so izmenjali 5,3 udarca v posamezni aktivni fazi. Rezultati naše raziskave nakazujejo, da je število udarcev v aktivni fazi še nižje kot v tenisu gibalno neoviranih. Razloge za nižje število udarcev v aktivni fazi lahko iščemo v hitrosti igralne podlage in zahtevnosti tenisa na vozičku, kjer sta tako vožnja z invalidskim vozičkom kot tudi izvajanje teniških udarcev izredno zahtevni nalogi.

---

<sup>7</sup> ATP = ang. Association Tennis Professional, združenje profesionalnih teniških igralcev.

## Struktura teniških udarcev

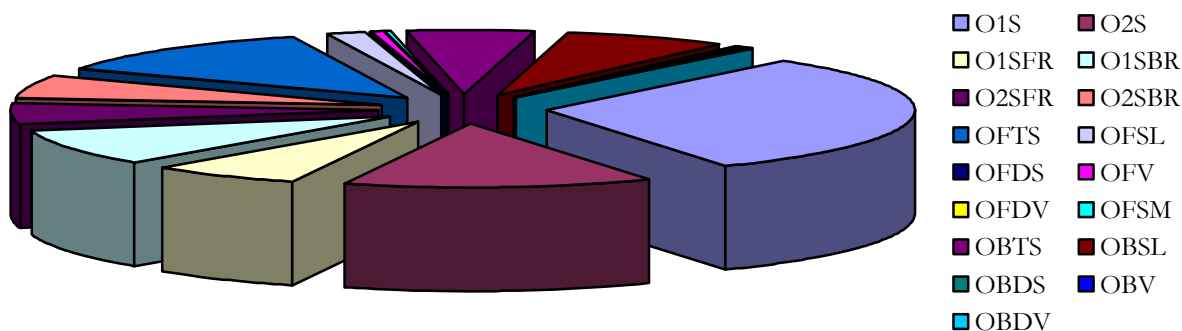
S pomočjo sistema Sagit/tenis smo ob vsakem kontaktu lopar - žoga iz menija izbrali in zavedli ustrezen udarec. V meniju udarcev so bili zbrani udarci, ki se pojavljajo v teniški igri in se med seboj ločijo glede na taktičen cilj oz. tehnično izvedbo. Strukturo izvedenih udarcev podajamo v enakem logičnem zaporedju kot pri časovnih spremenljivkah: najprej strukturo udarcev za vse odigrane tekme, nato strukturo udarcev tujih in domačih igralcev in nazadnje strukturo udarcev zmagovalcev in poražencev. Vsi rezultati so podani v odstotkih, zato spremenljivkam dodajamo črko O (odstotek).

Preglednica 19: Struktura teniških udarcev na vseh odigranih tekmah

SPREMENLJIVKA	N	AS	MIN	MAKS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
<b>O1S</b>	22	30,73	22,50	42,85	4,18	,44	,80	,65	,78
<b>O2S</b>	22	13,59	7,64	23,01	3,19	,44	,73	,73	,64
<b>O1SFR</b>	22	6,65	1,25	16,90	3,21	,91	,85	1,01	,25
<b>O1SBR</b>	22	9,11	2,75	17,14	3,58	,50	-,44	,92	,36
<b>O2SFR</b>	22	5,42	,68	11,65	2,58	,55	,00	,69	,72
<b>O2SBR</b>	22	5,71	,00	13,13	2,32	,22	2,13	,67	,75
<b>OFTS</b>	22	12,64	5,12	25	4,26	1,02	1,41	,99	,27
<b>OFSL</b>	22	1,62	,00	10,46	1,93	2,57	9,42	1,33	,05
<b>OFDS</b>	22	,12	,00	1,01	,28	2,03	2,90	3,25	,00
<b>OFV</b>	22	,33	,00	2,81	,62	2,42	6,34	2,42	,00
<b>OFDV</b>	22	,18	,00	1,29	,34	1,75	2,07	2,99	,00
<b>OFSM</b>	22	,15	,00	1,36	,34	2,35	4,99	3,10	,00
<b>OBTS</b>	22	5,56	,60	15,78	3,43	1,08	1,03	,85	,45
<b>OBSL</b>	22	7,34	,00	19,71	5,19	,58	-,12	,61	,84
<b>OBDS</b>	22	,28	,00	2,01	,520	2,02	3,59	2,59	,00
<b>OBV</b>	22	,28	,00	1,40	,44	1,25	,22	2,65	,00
<b>OBDV</b>	22	,19	,00	1,58	,41	2,17	3,80	3,01	,00

Legenda: O1S: odstotek udarcev s 1. servisom; O2S: odstotek udarcev z 2. servisom; O1SFR: odstotek forhend reternov na 1. servis; O1SBR: odstotek bekend reternov na 1. servis; O2SFR: odstotek forhend reternov na 2. servis; O2SBR: odstotek bekend reternov na 2. servis; OFTS: odstotek forhend topspin udarcev; OFSL: odstotek forhend slajz udarcev; OFDS: odstotek forhend dropšot udarcev; OFV: odstotek forhend volej udarcev; OFDV: odstotek forhend drajv volej udarcev; OFSM: odstotek forhend smeš udarcev; OBTS: odstotek bekend topspin udarcev; OBSL: odstotek bekend slajz udarcev; OBDS: odstotek bekend dropšot udarcev; OBV: odstotek bekend volej udarcev; OBDV: odstotek bekend drajv volej udarcev.





Graf 4: Struktura teniških udarcev na vseh odigranih tekmah

Preglednica 19 in graf 4, ki predstavljata strukturo teniških udarcev na vseh tekmah, kažeta, da sta bila najpogosteje izvedena udarca 1. servis (O1S) 30,73 % in 2. servis (O2S) 13,59 %. Rezultati so pričakovani, saj se vsaka aktivna faza začne s 1. servisom. V kolikor igralec ni bil uspešen pri izvedbi 1. servisa, je izvedel 2. servis. Vsekakor je vsaj en uspešen servis predpogoj za pričetek aktivne faze. Dokaj visok odstotek izvedenih udarcev lahko zasledimo tudi pri spremenljivki OFTS. Tudi tukaj je visok odstotek pričakovan, saj igralci, ki se nahajajo na osnovni črti ali znotraj igrišča, pogosteje izvajajo forhend udarec. To potrjujeta tudi Filipčič in Filipčič (2006), ki sta ugotovila, da je bilo s forhend topspinom osvojenih in tudi izgubljenih največ točk v teniški igri. Igralci na teniških vozičkih forhend topspin udarec zaradi določenih biomehanskih in anatomskih značilnosti lahko izvajajo pogosteje. To velja predvsem za žoge, ki imajo višji odskok, in tiste, ki prihajajo na desno (forhend za desničarja) stran ali na telo igralca. To je eden od razlogov, zaradi katerega pri spremenljivki OFSL zasledimo bistveno nižji odstotek, to je le 1,6 %. Igralci forhend slajz igrajo takrat, kadar »zamudijo« z udarcem oziroma takrat, ko udarjajo žoge daleč od telesa. Ravno obratno pa velja za spremenljivki, ki določata oba osnovna udarca na bekend strani. Pri primerjavi spremenljivk OBTS in OBSL zasledimo višjo vrednost pri slednjih. Razlog je predvsem v višini odskoka žoge ter v že omenjenih biomehanskih in anatomskih značilnostih, ki igralcem na vozičku omogočajo lažje izvajanje bekend slajz udarca. Pri tem je potrebno omeniti tudi pomen prijema loparja, saj igralci zaradi težav z menjavanjem prijema za forhend in bekend udarec lahko izvajajo forhend topspin in bekend slajz udarec z dokaj podobnim prijemom.

Visoke vrednosti lahko zasledimo tudi pri vseh spremenljivkah, ki so vezane na vračanje servisa, torej na retern (O1SFR, O1SBR, O2SFR, O2SBR). Te se gibljejo od 5,4 do 9,1 % izvedenih udarcev. Enako kot za servis velja tudi za retern, in sicer, da je vsaj eden od reternov izveden v vsaki aktivni fazi. Do izvedbe enega od možnih reternov ne pride, če igralec, ki servira, naredi dvojno napako. Igralci udarijo več udarcev z bekend reternom kot posledico 1. servisa na bekend stran. Očitno je, da si igralci, ki servirajo, želijo s pogostejšim serviranjem na bekend stran igralca ustvariti določeno prednost za nadaljevanje točke. To potrjuje tudi raziskava Filipčič in Filipčič (2006), kjer raziskovalca ugotavljata več odstotkov napak z bekend reternom (13,72 %) kot s forhend reternom (10,07 %) in manj zmagovalnih udarcev z bekend reternom (5,72 %) kot s forhend reternom (6,71 %).

Rezultati testa K - S kažejo, da imajo vse spremenljivke, kjer je pogostost pojavljanja visoka ali dokaj visoka, tudi normalno porazdelitev vrednosti. To velja za spremenljivke, ki določajo udarce: servis, retern, forhend in bekend. Nenormalno porazdelitev rezultatov smo zasledili pri spremenljivkah, ki določajo udarce, ki se redkeje pojavljajo v teniški igri na vozičku. Spremenljivke OFDS, OFV, OFDV, OFSM, OBDS, OBV in OBDV določajo udarce, ki se izvajajo pri mreži (volej, smeš) in udarce občutka (skrajšana žoga). Vse zgoraj naštetih spremenljivke, ki imajo nenormalno porazdelitev, izločamo iz nadaljnje obdelave.

Asimetričnost v desno, torej v smeri nižjih rezultatov, zasledimo pri vseh spremenljivkah, razen pri tistih, ki opredeljujejo servis in retern ter bekend slajz. Spremenljivke, ki opredeljujejo servis in retern (razen O2SBR) ter OBDS in OBV, imajo sploščeno obliko porazdelitve rezultatov, ostale pa koničasto.

Preglednica 20: Struktura teniških udarcev pri tujih igralcih

SPREMENLJIVKA	N	AS	MIN	MAKS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
O1S_ti	11	30,30	22,50	42,85	4,69	,64	1,08	,52	,94
O2S_ti	11	13,06	8,08	23,01	3,07	1,23	4,76	,83	,48
O1SFR_ti	11	5,14	1,25	11,04	2,46	1,20	1,39	1,02	,24
O1SBR_ti	11	11	5,05	17,14	3,60	,04	-1,00	,49	,96
O2SFR_ti	11	4,13	,68	8,08	1,88	,34	-,10	,40	,99
O2SBR_ti	11	6,58	3,17	13,13	2,01	1,33	4,56	,69	,71

<b>OFTS_ti</b>	11	13,50	7,14	25,00	4,79	1,15	,78	,88	,42
<b>OFSL_ti</b>	11	1,44	,00	5,63	1,39	1,25	2,36	,70	,70
<b>OFDS_ti</b>	11	,14	,00	1,01	,29	1,83	2,40	2,18	<b>,00</b>
<b>OFV_ti</b>	11	,31	,00	1,40	,45	1,31	,75	1,62	<b>,01</b>
<b>OFDV_ti</b>	11	,28	,00	1,29	,42	1,16	,03	1,81	<b>,00</b>
<b>OFSM_ti</b>	11	,25	,00	1,36	,43	1,65	1,64	1,87	<b>,00</b>
<b>OBTS_ti</b>	11	7,20	,71	15,78	3,77	,63	-,08	,70	,70
<b>OBSL_ti</b>	11	5,88	,00	19,71	5,14	,88	,82	,59	,87
<b>OBDS_ti</b>	11	,17	,00	1,19	,37	2,14	3,58	2,12	<b>,00</b>
<b>OBV_ti</b>	11	,26	,00	1,40	,47	1,50	,81	2,06	<b>,00</b>
<b>OBDV_ti</b>	11	,28	,00	1,58	,48	1,56	1,36	1,89	<b>,00</b>

Legenda: Legenda ostaja enaka kot pri preglednici 19, le da oznaka \_ti predstavlja končnico za tuje igralce

Preglednica 20 kaže, da sta bila pri tujih igralcih najpogosteje izvedena udarca 1. servis (O1S\_ti) 30,3 % in 2. servis (O2S\_ti) 13,06 %. Dokaj visok odstotek izvedenih udarcev lahko zasledimo tudi pri spremenljivki OFTS\_ti. Tudi tukaj je visok odstotek pričakovan, saj tuji igralci, ki predstavljajo vrhunski nivo, v nahajanju na osnovni črti najpogosteje izvajajo forhend udarec (Filipčič in Filipčič, 2006). Odstotek OFSL\_ti je bistveno nižji in znaša le 1,4 %.

Na bekend strani ugotavljamo drugačno razmerje. Tuji igralci izvajajo več bekend topspin udarcev (OBTS\_ti = 7,20 %) kot bekend slajz udarcev (5,88 %). Razlog za to najdemo v bolj napadalni igri tujih igralcev, dobri anticipaciji (predvidevanju) prihajajoče žoge, optimalnemu timingu izvedbe in hitrejšemu gibanju na žogo, kjer se vrhunski igralci izogibajo igranju slajz udarcev. Očitno je, da so tuji igralci sposobni tudi na bekend strani izvesti več udarcev v višini med boki in ramenom. V teniškem smislu tak način izvedbe imenujemo »odigrati žogo v dvigovanju«, torej takrat, ko žoga po odskoku ne doseže maksimalne višine odskoka. Visoke vrednosti (od 4,13 % do 6,58 %) zasledimo pri vseh spremenljivkah, ki so vezane na retern (O1SFR\_ti, O1SBR\_ti, O2SFR\_ti, O2SBR\_ti).

Rezultati testa K - S kažejo, da imajo vse spremenljivke, kjer je pogostost pojavljanja visoka ali dokaj visoka, tudi normalno porazdelitev vrednosti. Nenormalno porazdelitev rezultatov smo zasledili pri spremenljivkah: OFDS\_ti, OFV\_ti, OFDV\_ti, OFSM\_ti, OBDS\_ti, OBV\_ti in OBDV\_ti. Vse našete spremenljivke, ki imajo nenormalno porazdelitev, izločamo iz nadaljnje obdelave.

Asimetričnost v desno, torej v smeri nižjih rezultatov, zasledimo pri vseh spremenljivkah, razen pri tistih, ki opredeljujejo odstotek reternov z bekendom na 1. in 2. servis in odstotek bekend topspinov in slajzov. Spremenljivke, ki opredeljujejo servis in retern (razen O2SFR\_ti), imajo koničasto obliko porazdelitve. Pridružujejo se jim še spremenljivke OFSL\_ti in OFDS\_ti ter OFSM\_ti in OBDS\_ti. Ostale spremenljivke imajo sploščeno obliko porazdelitve rezultatov.

Preglednica 21: Struktura teniških udarcev pri domačih igralcih

SPREMENLJIVKA	N	AS	MIN	MAKS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
O1S_di	11	31,15	24,35	40,00	3,67	,31	,75	,61	,84
O2S_di	11	14,13	7,64	19,23	3,30	-,19	-,86	,75	,62
O1SFR_di	11	8,17	3,39	16,90	3,20	,80	1,04	,42	,99
O1SBR_di	11	7,23	2,75	12,17	2,44	,31	,00	,50	,95
O2SFR_di	11	6,71	1,67	11,65	2,58	,28	-,35	,46	,98
O2SBR_di	11	4,84	,00	10,34	2,32	-,09	,89	,60	,85
OFTS_di	11	11,79	5,12	20,57	3,56	,30	,81	,50	,95
OFSL_di	11	1,79	,00	10,46	2,37	2,57	8,11	1,05	,21
OFDS_di	11	,10	,00	,95	,27	2,46	4,91	2,40	<b>,00</b>
OFV_di	11	,36	,00	2,81	,77	2,44	5,50	1,91	<b>,00</b>
OFDV_di	11	,079	,00	,71	,20	2,42	4,56	2,40	<b>,00</b>
OFSM_di	11	,054	,00	,63	,17	3,08	8,33	2,48	<b>,00</b>
OBTS_di	11	3,92	,60	8,25	2,04	,57	-,29	,648	,79
OBSL_di	11	8,80	1,40	18,98	4,93	,55	-,38	,45	,98
OBDS_di	11	,40	,00	2,01	,62	1,67	1,99	1,54	<b>,01</b>
OBV_di	11	,31	,00	1,32	,43	1,08	,03	1,67	<b>,00</b>
OBDV_di	11	,10	,00	1,41	,32	3,61	13,94	2,31	<b>,00</b>

Legenda: Legenda ostaja enaka kot pri preglednici 19, le da oznaka \_di predstavlja končnico za domače igralce

Preglednica 21 nakazuje na podobno strukturo teniških udarcev kot pri strukturi teniških udarcev na vseh odigranih tekmah (preglednica 19), z eno bistveno razliko: domači igralci so izvedli več odstotkov bekend slajz udarcev (8,80 %) kot bekend topspin udarcev (3,92 %). Predvidevamo, da je razlog v bolj obrambni igri na bekend strani, slabšem timingu in anticipaciji udarcev ter v počasnejšemu gibanju na žogo.

Rezultati testa K - S kažejo, da imajo nenormalno porazdelitev rezultatov naslednje spremenljivke: OFDS\_di, OFV\_di, OFDV\_di, OFSM\_di, OBDS\_di, OBV\_di in OBDV\_di. Vse našete spremenljivke, ki imajo nenormalno porazdelitev, izločamo iz nadaljnje obdelave.

Med ostalimi spremenljivkami, ki imajo normalno porazdelitev vrednosti, lahko pri spremenljivkah OFSL\_di in OBDV\_di zasledimo asimetrijo v desno, se pravi v smeri nižjih rezultatov. Izraženo koničavost smo zasledili pri spremenljivkah O1SFR\_di in OFSL\_di.

Preglednica 22: Struktura teniških udarcev med zmagovalci

SPREMENLJIVKA	N	AS	MIN	MAKS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
O1S_z	11	30,18	22,50	40,00	4,57	,17	-,53	,50	,95
O2S_z	11	12,71	8,08	18,44	2,57	,40	,72	,99	,27
O1SFR_z	11	7,37	1,25	16,90	3,67	,69	,58	,66	,77
O1SBR_z	11	8,90	2,75	16,66	3,86	,43	-,54	,61	,84
O2SFR_z	11	6,08	1,67	11,65	2,54	,20	-,40	,57	,89
O2SBR_z	11	5,78	1,45	13,13	2,37	1,15	3,38	,65	,79
OFTS_z	11	14,13	7,04	25,00	4,86	,87	,11	1,10	,17
OFSL_z	11	1,36	,00	4,51	1,33	1,20	,92	,85	,45
OFDS_z	11	,17	,00	1,01	,31	1,45	,84	2,08	<b>,00</b>
OFV_z	11	,24	,00	2,81	,62	3,71	15,17	1,78	<b>,00</b>
OFDV_z	11	,28	,00	1,29	,41	1,17	,06	1,81	<b>,00</b>
OFSM_z	11	,16	,00	1,25	,35	2,17	4,04	2,12	<b>,00</b>
OBTS_z	11	5,55	2,12	12,82	2,99	1,18	1,29	,59	,87
OBSL_z	11	6,19	,00	18,98	5,03	,85	,37	,92	,36
OBDS_z	11	,31	,00	2,01	,56	1,89	3,07	1,85	<b>,00</b>
OBV_z	11	,23	,00	1,29	,41	1,48	,81	2,06	<b>,00</b>
OBDV_z	11	,25	,00	1,41	,46	1,62	1,23	2,03	<b>,00</b>

Legenda: Legenda ostaja ista kot pri preglednici 19, le da oznaka \_z predstavlja končnico za zmagovalce

Preglednica strukture teniških udarcev, ki so jih v teniških tekmah izvedli zmagovalci (preglednica 22) kaže, da sta bila najpogosteje izvedena udarca 1. servis (O1S\_z) 30,18 % in 2. servis (O2S\_z) 12,71 %. Visok odstotek izvedenih udarcev lahko zasledimo tudi pri spremenljivki (OFTS\_z), ki nakazuje, da so zmagovalci izvedli 14,13 % teh udarcev. Pri spremenljivki OFSL\_z zasledimo bistveno nižji odstotek, le 1,36 %. Teh udarcev je v teniški igri malo, saj jih igralci uporabljajo, ko se rešujejo iz zahtevnega položaja, recimo, kadar gre žoga na telo. To ne velja za spremenljivki, ki določata oba osnovna udarca na bekind strani. Pri spremenljivkah OBTS\_z in OBSL\_z je vrednost pri zmagovalcih višja. Ostali odstotki pojavljanja udarcev so podobni kot v preglednici 19.

Rezultati testa K - S kažejo, da imajo nenormalno porazdelitev rezultatov iste spremenljivke kot v preglednici 19: OFDS\_z, OFV\_z, OFDV\_z, OFSM\_z, OBDS\_z, OBV\_z in OBDV\_z. Spremenljivke izločamo iz nadaljnje obdelave.

Za spremenljivke O2SBR\_z, OFSL\_z in OBTS\_z lahko ugotovimo, da imajo izraženo asimetrijo v desno, torej v smeri nižjih vrednosti. Izraženo koničavost imata spremenljivki O2SBR\_z in OBTS\_z.

Preglednica 23: Struktura udarcev med poraženci

SPREMENLJIVKA	N	AS	MIN	MAKS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
O1S_p	11	31,27	23,94	42,85	3,79	1,19	3,45	,70	,69
O2S_p	11	14,48	7,64	23,01	3,56	,15	,70	,56	,90
O1SFR_p	11	5,94	3,00	11,40	2,56	,86	-,30	,92	,36
O1SBR_p	11	9,32	4,86	17,14	3,36	,72	-,18	,86	,45
O2SFR_p	11	4,76	,68	11,46	2,51	1,06	1,82	,73	,66
O2SBR_p	11	5,64	,00	10,34	2,32	-,75	1,41	,67	,75
OFTS_p	11	11,15	5,12	16,58	2,98	-,12	-,06	,58	,88
OFSL_p	11	1,87	,00	10,46	2,39	2,46	7,57	1,07	,20
OFDS_p	11	,07	,00	,95	,23	3,29	10,24	2,47	<b>,00</b>
OFV_p	11	,43	,00	2,29	,63	1,53	2,14	1,61	<b>,01</b>
OFDV_p	11	,08	,00	,71	,21	2,42	4,57	2,40	<b>,00</b>
OFSM_p	11	,13	,00	1,36	,34	2,74	7,92	2,24	<b>,00</b>
OBTS_p	11	5,57	,60	15,78	3,88	1,05	,94	,80	,54
OBSL_p	11	8,48	,00	19,71	5,20	,43	,02	,48	,97
OBDS_p	11	,25	,00	1,89	,48	2,33	5,73	1,79	<b>,00</b>
OBV_p	11	,34	,00	1,40	,48	1,12	-,02	1,65	<b>,00</b>
OBDV_p	11	,14	,00	1,58	,36	3,27	11,80	2,18	<b>,00</b>

Legenda: legenda ostaja enaka kot pri preglednici 19, le da oznaka \_p predstavlja končnico za poražence

Preglednica strukture teniških udarcev, ki so jih izvedli poraženci na teniških tekmah (preglednica 23) kaže, da sta bila najpogosteje izvedena udarca 1. servis (O1S\_p) v 31,27 % in 2. servis (O2S\_p) v 14,48 %. Visok odstotek izvedenih udarcev lahko zasledimo tudi pri spremenljivki (OFTS\_p), ki nakazuje, da so poraženci izvedli 11,15 % teh udarcev. Pri spremenljivki OFSL\_p zasledimo odstotek, ki znaša le 1,87 %. Porazenci so izvedli več odstotkov bekend slajz udarcev kot bekend topspin udarcev, kar kaže na slabše predvidevanje udarcev, bolj obrambno igro na bekend strani in prepočasno gibanje na žogo na bekend strani. Ostali odstotki pojavljanja udarcev so podobni kot jih prikazujemo v preglednici 19.

Rezultati testa K - S kažejo, da ima nenormalno porazdelitev rezultatov sedem spremenljivk: OFDS\_p, OFV\_p, OFDV\_p, OFSM\_p, OBDS\_p, OBV\_p in OBDV\_p. Te izločamo iz nadaljnje obdelave. Za spremenljivke O1S\_p, O2SFR\_p, OFSL\_p in

OBTS\_p lahko ugotovimo, da imajo izraženo asimetrijo v desno, se pravi v smeri nižjih vrednosti. Izraženo koničavost imajo spremenljivke O1S\_p, O2SFR\_p, O2SBR\_p in OFSL\_p.

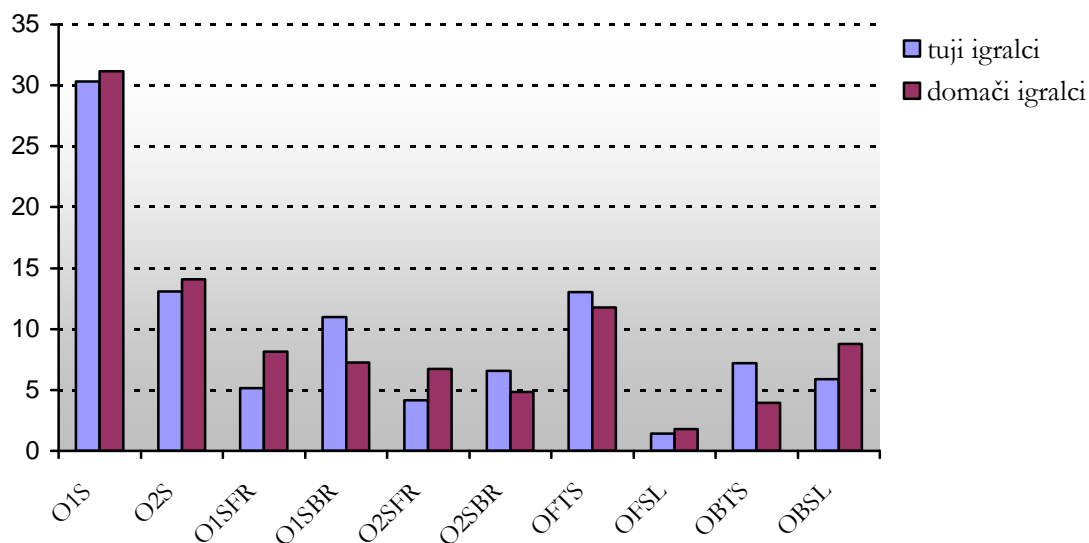
## Razlike v strukturi teniških udarcev med različnimi skupinami igralcev

### Razlike med tujimi (ti) in domačimi igralci (di)

Preglednica 24: Rezultati analize variance v strukturi teniških udarcev med tujimi in domačimi igralci

SPREMENLJIVKA	SKUPINA	AS	SO	F	P
<b>O1S</b>	ti	30,30	4,69	,445	,509
	di	31,15	3,67		
<b>O2S</b>	ti	13,06	3,07	1,244	,271
	di	14,13	3,30		
<b>O1SFR</b>	ti	5,14	2,46	12,440	<b>,001</b>
	di	8,17	3,20		
<b>O1SBR</b>	ti	11,00	3,60	16,510	<b>,000</b>
	di	7,23	2,44		
<b>O2SFR</b>	ti	4,13	1,88	14,279	<b>,000</b>
	di	6,71	2,58		
<b>O2SBR</b>	ti	6,58	2,01	7,032	<b>,011</b>
	di	4,84	2,32		
<b>OFTS</b>	ti	13,50	4,79	1,804	,186
	di	11,79	3,56		
<b>OFSL</b>	ti	1,44	1,39	,345	,560
	di	1,79	2,37		
<b>OBTS</b>	ti	7,20	3,77	12,826	<b>,001</b>
	di	3,92	2,04		
<b>OBSL</b>	ti	5,88	5,14	3,695	,061
	di	8,80	4,93		

Legenda: ti: tuji igralci; di: domači igralci; O1S: odstotek udarcev s 1. servisom; O2S: odstotek udarcev z 2. servisom; O1SFR: odstotek forhend reternov na 1. servis; O1SBR: odstotek bekend reternov na 1. servis; O2SFR: odstotek forhend reternov na 2. servis; O2SBR: odstotek bekend reternov na 2. servis; OFTS: odstotek forhend topspin udarcev; OFSL: odstotek forhend slajz udarcev; OBTS: odstotek bekend topspin udarcev; OBSL: odstotek bekend slajz udarcev



Graf 5: Razlike v strukturi teniških udarcev med tujimi in domačimi igralci

Rezultati enosmerne analize variance v strukturi teniških udarcev med tujimi in domačimi teniški igralci na vozičku kažejo, da obstajajo statistično značilne razlike pri vseh spremenljivkah, ki določajo vračanje servisa, in sicer odstotek O1SFR, O1SBR, O2SFR, O2SBR in pri spremenljivki OBTS (preglednica 24). Podatke predstavljamo tudi grafično (graf 5).

Za razlago dobljenih rezultatov analize variance v strukturi teniških udarcev med tujimi in domačimi igralci bomo ponovno uporabili izsledke biomehanske in anatomske analize, ki nam pomaga razložiti vzroke za pogostejšo uporabo forhend udarca. Tako teniški igralci kot tudi teniški igralci na vozičku zaradi biomehanskih in anatomskih razlogov pogosteje izvajajo udarce na forhend strani. Pri tem velja omeniti, da igralci na vozičku med izvedbo forhenda uporabljajo obračanje vozička v smeri udarca, kar jim omogoča večjo hitrost udarca (pospeševanje) in s tem tudi boljšo kontrolo udarca. To velja tako za udarce, s katerimi vračajo servis, kot tudi za udarce, ki jih izvajajo med igro. Pri izvajanju servisa in reterna je potrebno analizo opraviti povezano za oba udarca skupaj. V osnovi je taktičen načrt igralca, ki servira, da čim pogosteje usmeri servis na bekend stran tekmeča, medtem ko ima reterner (igralec, ki vrača servis) ravno nasproten načrt – čim pogosteje izvesti retern s forhend udarcem. Seveda je uspešnost izvedbe omenjenega taktičnega načrta povezana z natančnostjo in hitrostjo servisa na eni strani ter s sposobnostjo zaznavanja prihajajoče žoge, hitrostjo reagiranja, priprave in izvedbe reterna na drugi strani.



Pri spremenljivki O1SFR je prišlo do statistično značilnih razlik med tujimi in domačimi igralci, kjer so tuji igralci izvedli manj forhend reternov na 1. servis tekme. To pomeni, da so tuji igralci sposobni izvesti 1. servis tako natančno in hitro, da večino 1. servisov usmerijo na bekend stran tekme. S tem si že takoj s prvim udarcem zagotovijo določeno prednost za nadaljevanje igre. Za domače igralce velja, da je njihov prvi servis manj natančen in počasnejši, zato lahko tekme pogosteje izvedejo forhend retern.

Pri spremenljivki O1SBR je prav tako prišlo do statistično značilnih razlik med obema skupinama, z opombo, da je tukaj položaj ravno obraten. Tuji igralci so izvedli večji odstotek bekend reternov. Razlog za to je zopet v kakovosti servisa, ki tujim igralcem omogoča, da 2. servis pogosteje usmerijo na bekend stran tekme, kjer igralci z bekendom ne morejo izvesti tako napadalnega udarca.

Prav tako lahko pri obeh spremenljivkah, ki določata retern na 2. servis tekme, odstotek O2SFR in O2SBR, ugotovimo, da je prišlo do statistično značilnih razlik med tujimi in domačimi igralci. Razlaga dobljenih rezultatov je enaka kot to velja za spremenljivki O1SFR in O1SBR.

Do statistično značilnih razlik je prišlo tudi pri spremenljivki OBTS. Pri tem lahko ugotovimo, da tuji igralci izvedejo večji odstotek bekend topspin udarcev v igri. Razlog je v izvajanju taktičnega načrta igralcev, kjer želijo čim pogosteje igrati udarce na bekend stran tekme. To so znane značilnosti, ki na nek način določajo forhend udarec kot bolj napadalen (univerzalen) udarec, bekend pa kot obramben udarec, s katerim želi igralec v igri ohraniti ravnotežje.

Rezultati analize variance v strukturi teniških udarcev med tujimi in domačimi teniški igralci na vozičku odražajo dokaj veliko kakovostno razliko med obema skupinama. Ta razlika se kaže predvsem pri izvajanju določenih taktičnih načrtov ter uporabi tipičnih igralnih situacij.

## Razlike med zmagovalci (z) in poraženci (p)

Z analizo variance smo primerjali tudi strukturo teniških udarcev med zmagovalci in poraženci v dvobojih.

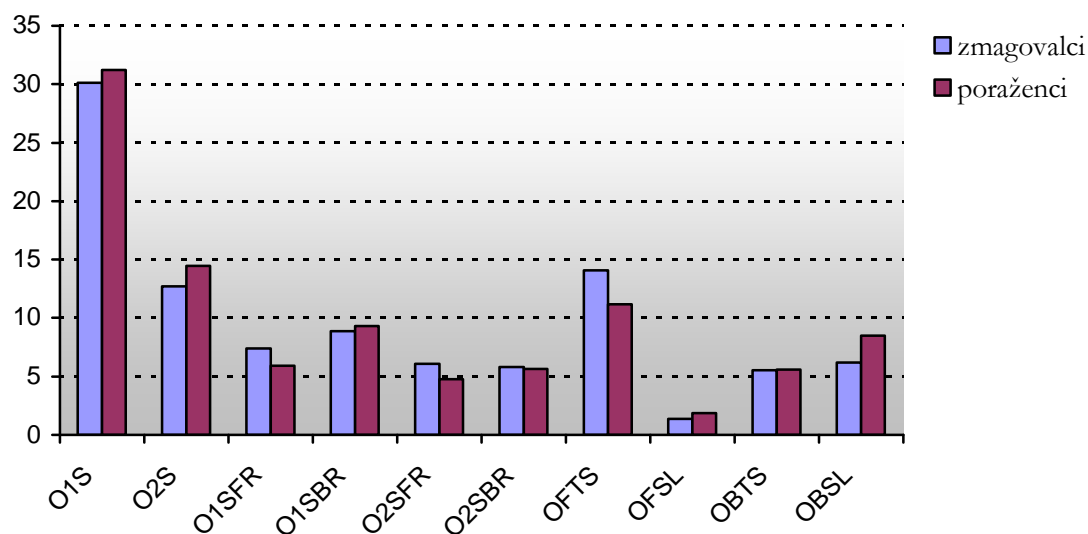
Preglednica 25: Rezultati analize variance v strukturi teniških udarcev med zmagovalci in poraženci

SPREMENLJIVKA	SKUPINA	AS	SO	F	P
<b>O1S</b>	z	30,18	4,57	,741	,394
	p	31,27	3,79		
<b>O2S</b>	z	12,71	2,57	3,551	,066
	p	14,48	3,56		
<b>O1SFR</b>	z	7,37	3,67	2,220	,144
	p	5,94	2,56		
<b>O1SBR</b>	z	8,90	3,86	,146	,705
	p	9,32	3,36		
<b>O2SFR</b>	z	6,08	2,54	3,040	,089
	p	4,76	2,51		
<b>O2SBR</b>	z	5,78	2,37	,039	,844
	p	5,64	2,32		
<b>OFTS</b>	z	14,13	4,86	6,012	<b>,018</b>
	p	11,15	2,98		
<b>OFSL</b>	z	1,36	1,33	,754	,390
	p	1,87	2,39		
<b>OBTS</b>	z	5,55	2,99	,000	,987
	p	5,57	3,88		
<b>OBSL</b>	z	6,19	5,03	2,187	,147
	p	8,48	5,20		

Legenda: z: zmagovalci; p: poraženci; O1S: odstotek udarcev s 1. servisom; O2S: odstotek udarcev z 2. servisom; O1SFR: odstotek forhend reternov na 1. servis; O1SBR: odstotek bekend reternov na 1. servis; O1SFR: odstotek forhend reternov na 2. servis; O2SBR: odstotek bekend reternov na 2. servis; OFTS: odstotek forhend topspin udarcev; OFSL: odstotek forhend slajz udarcev; OBTS: odstotek bekend topspin udarcev; OBSL: odstotek bekend slajz udarcev

Rezultati enosmerne analize variance v strukturi teniških udarcev med zmagovalci in poraženci dvobojev kažejo, da obstajajo statistično značilne razlike le pri eni spremenljivki, in sicer pri OFTS (preglednica 25). Tudi tu lahko razlago dobljenih rezultatov osvetlimo v luči bolj univerzalne uporabe forhend udarca. To velja predvsem za igro na osnovni črti in na sredini igrišča. Igralci tenisa na vozičku imajo taktičen cilj, da

čim pogosteje izvajajo forhend udarec. Na osnovi dobljenih rezultatov analize variance se je izkazalo, da je to edini od taktičnih načrtov, ki ga zmagovalci tako pri tujih kot tudi pri domačih igralcih uporabljajo pogosteje. Ugotovimo, da so razlike med tujimi in domačimi igralci dokaj izrazite, medtem ko pri primerjavi igralnih značilnosti zmagovalcev in poražencev ne ugotovimo bistvenih razlik. Celovitejšo razlago neizrazitih razlik med zmagovalci in poraženci bomo lahko podali potem, ko bomo obravnavali tudi druge vidike igre (poti, hitrosti in področja). Podatke podajamo tudi grafično (graf 6).



Graf 6: Razlike v strukturi teniških udarcev med zmagovalci in poraženci

Glavne ugotovitve z vidika raziskovanja števila in strukture teniških udarcev v tenisu na vozičku:

- igralci so na tekmi izmenjali 335,81 udarca; 21,92 udarca v posamezni igri in 2,22 udarca v posamezni aktivni fazi;
- med udarci v igri je najbolj izražen forhend topspin, sledita pa bekend slajz in bekend topspin;
- zelo redko so uporabljeni udarci na mreži (volej, smeš) in udarci občutka (dropšot);
- tuji igralci večkrat izberejo bekend topspin kot domači igralci, domači večkrat bekend slajz;
- zmagovalci večkrat izberejo forhend topspin kot poraženci.

Glede na dobljene rezultate lahko delno potrdimo **Hipotezo 3**, ki pravi, da med tujimi in domačimi igralci obstajajo statistično značilne razlike v igralnih značilnostih v tenisu na vozičku.

### **5.3.2. Gibanje/obremenitev igralcev v tenisu na vozičku**

Gibanje in s tem posredno tudi obremenitev igralca tenisa na vozičku je v veliki meri vezana na taktične cilje igralca ter tehnično izvedbo udarcev. Vse to vpliva na obremenitev igralca v aktivni fazi igre. V okviru raziskovanja obremenitve v tenisu na vozičku smo raziskovali naslednje kazalce v aktivnem delu igre:

- obseg gibanja v aktivnem delu,
- hitrost gibanja v aktivnem delu,
- področje gibanja v aktivnem delu (glede na posamezno področje igrišča, razdeljeno na 14 področij).

#### **5.3.2.1. Obseg gibanja v tenisu na vozičku**

Gibanje z invalidskim vozičkom je pomemben dejavnik uspešnosti v tenisu na vozičku. Igralec mora biti v aktivnem delu igre ves čas v gibanju, kjer ves čas vzdržuje določeno hitrost. Poznamo linearna gibanja (naprej - nazaj), krožne obrate navzven in navznoter ter gibanje iz sredine igrišča nazaj (vzvratno) v osnovni položaj (v angleški literaturi tudi "reverse mobility", Polic, 2000). Cilj igralca je med drugim, da ostane na območju, ki mu omogoča kar najboljše izhodišče, da bo čim hitreje prišel do naslednje žoge in izvedel udarec. Gibanje proti žogi mora začeti z določeno začetno hitrostjo, najbolje že v smeri proti prihajajoči žogi. Igralci na vozičku želijo čim manj gibanj začeti iz položaja, ko stojijo na mestu.

V raziskavi smo proučevali: celotno prevoženo pot na invalidskem vozičku, prevoženo pot v igri (gemu) in prevoženo pot v posamezni aktivni fazi igre. Osnovne statistične značilnosti za obseg poti podajamo najprej za vse tekme skupaj (preglednica 26), nato pa še za tekme tujih in domačih igralcev. V nadaljevanju predstavljamo osnovne statistične značilnosti prevoženih poti med zmagovalci in poraženci na vseh tekmah.

Preglednica 26: Osnovne statistične značilnosti izbranih kazalcev obsega poti vseh igralcev

SPREMENLJIVKA	N	MIN	MAKS	VSOTA	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
<b>POT</b>	22	186,43	1667,06	26973,25	613,02	273,24	2,21	6,65	1,24	,09
<b>PI</b>	22	9,05	123,71	2031,04	46,16	26,933	1,12	,82	1,16	,13
<b>PAF</b>	22	3,39	12,23	268,99	6,11	2,023	1,14	1,12	1,00	,26

Legenda: POT: pot na tekmi vseh igralcev; PI: pot v igri vseh igralcev; PAF: pot v aktivni fazi vseh igralcev

Rezultati opisne statistike v preglednici 26 kažejo, da je igralec na tekmi v povprečju prevozil 613 m, 46,16 m v igri in 6,11 m v posamezni aktivni fazi, kjer je opazna velika razpršenost podatkov. V posamezni aktivni fazi zasledimo, da je bila najnižja opravljena pot 3,39 m in najdaljša 12,23 m. Rezultati testa K - S kažejo, da imajo vse spremenljivke normalno porazdelitev vrednosti. Vse tri spremenljivke imajo izraženo asimetrijo v desno, torej v smeri nižjih vrednosti. Pri spremenljivki PAF, in še posebej POT, pa lahko ugotovimo izraženo koničavost.

Rezultatov ne moremo primerjati z drugimi raziskavami v tenisu na vozičku, ker jih nismo zasledili. Še najbližje so nam rezultati Filipčič, Perš in Klevišar (2006), ki so ugotavljali pretečeno pot 12 teniških igralcev in 12 teniških igralk v starosti do 14 let v tenisu gibalno neoviranih. Ugotovili so, da so igralci povprečno pretekli 3.297 m in igralk 2.713 m, kar je predstavljalo celotno pot na teniški tekmi (aktivne in pasivne faze). Tega podatka ne moremo primerjati, ker je način gibanja drugačen (tek/vožnja na invalidskem vozičku).

Nekoliko več raziskav je bilo zaslediti v drugih športnih igrah. Bon (2001) je ugotavljala opravljeno razdaljo na rokometni tekmi in ugotovila, da je pot znašala 4.790 m, pri čemer so vsi igralci opravili daljšo pot v prvem polčasu. Pori (2001) je na šestih modelnih tekmah ugotavljal razlike med kategorijami igralcev (kadeti, mladinci in člani) v poti in intenzivnosti gibanja. Povprečna pot gibanja na članskih tekmah je znašala 3.520 m, pri mladincih 3.297 m in pri kadetih 3.058 m. V nadaljevanju raziskovanja je Pori (2001) analiziral obremenitve krilnih igralcev med rokometno tekmo. Preučeval je razlike v obremenitvi krilnih igralcev, ki so igrali na mestu prvega obrambnega igralca v conski obrambi 6:0, in drugega obrambnega igralca v conski obrambi 3:2:1. Krilni igralci v conski

obrambi 3:2:1 so opravili pot gibanja 5.270 m, pri igri v conski obrambi 6:0 pa 4.880 m. Razlike so bile statistično značilne. Vučković in Dežman (2001) sta ugotavljala pot sodnika v enem polčasu na košarkarski tekmi. Skupna opravljena razdalja je bila 3.226 m.

Vučković (2002) je na treh tekmah v squashu ugotavljal pot igralcev med tekmo. Pot je znašala 2.960 m. V nadaljevanju raziskovanja je Vučković (2005) ugotavljal opravljene razdalje v aktivni fazi med različno kakovostnimi igralci squasha. Najboljši igralci so v posamezni aktivni fazi opravili 23,74 m, najboljši slovenski igralci 16,91 m in rekreativni igralci 10,06 m. Razlike so bile statistično značilne.

Preglednica 27: Osnovne statistične značilnosti izbranih kazalcev obsega poti tujih igralcev

SPREMENLJIVKA	N	MIN	MAKS	VSOTA	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
POT_ti	11	324,34	1667,06	15668,82	712,21	334,47	1,82	3,31	1,05	,22
PI_ti	11	13,31	123,71	1192,46	54,20	31,53	,82	-,31	,81	,52
PAF_ti	11	4,29	12,23	157,87	7,17	2,18	,74	-,24	,88	,41

Legenda: POT\_ti: pot na tekmi tujih igralcev; PI\_ti: pot v igri tujih igralcev; PAF\_ti: pot v aktivni fazi tujih igralcev

Rezultati opisne statistike v preglednici 27 kažejo, da je tuji igralec v povprečju prevozil 712,21 m na tekmi, 54,20 m v igri in 7,17 m v posamezni aktivni fazi, kjer je zopet opaziti veliko razpršenost podatkov. V posamezni aktivni fazi zasledimo, da je bila najkrajša opravljena pot 4,29 m in najdaljša 12,23 m. Rezultati testa K - S kažejo, da imajo vse spremenljivke normalno porazdelitev vrednosti. Spremenljivka POT\_ti ima izraženo asimetrijo v desno, se pravi v smeri nižjih vrednosti, in koničavost. Ker sistem Sagit/tenis omogoča grafični prikaz gibanja igralcev, v slikovnem prikazu 4 prikazujemo trajektorije gibanja dveh tujih teniških igralcev na izbrani tekmi. Izbrali smo igralca, ki sta bila v času raziskave (marec 2006) najvišje na svetovni teniški lestvici med našimi udeleženci raziskave. Rdeča barva predstavlja zmagovalca, rumena pa poraženca.



Slikovni prikaz 4 : Trajektorije gibanja dveh tujih igralcev

Preglednica 28: Osnovne statistične značilnosti izbranih kazalcev obsega poti domačih igralcev

SPREMENLJIVKA	N	MIN	MAKS	VSOTA	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
POT_di	11	186,43	788,94	11304,42	513,83	142,80	-,32	,57	,47	,97
PI_di	11	9,05	80,55	838,58	38,11	18,84	,68	-,42	1,24	,08
PAF_di	11	3,39	6,98	111,12	5,05	1,12	,21	-1,30	,67	,75

Legenda: POT\_di: pot na tekmi domačih igralcev; PI\_ti: pot v igri domačih igralcev; PAF\_ti: pot v aktivni fazi domačih igralcev

Rezultati opisne statistike v preglednici 28 kažejo, da je domači igralec v povprečju prevozil 513,83 m na tekmi, 38,11 m v igri in 5,05 m v posamezni aktivni fazi, kjer je opazna manjša razpršenost podatkov kot pri tujih igralcih.

Rezultati testa K - S nakazujejo, da imajo vse spremenljivke normalno porazdelitev vrednosti. Pri spremenljivki PAF\_di lahko ugotovimo nekoliko izraženo koničavost.

Preglednica 29: Osnovne statistične značilnosti izbranih kazalcev obsega poti zmagovalcev

SPREMENLJIVKA	N	MIN	MAKS	VSOTA	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
POT_z	11	257,55	1526,39	14150,64	643,21	274,44	1,66	4,23	,74	,63
PI_z	11	23,73	123,71	1450,72	65,94	24,47	,81	,50	,70	,70
PAF_z	11	3,39	12,23	142,37	6,47	2,28	1,03	,86	,86	,44

Legenda: POT\_z: pot zmagovalcev na tekmi; PI\_z: pot zmagovalcev v igri; PAF\_z: pot zmagovalcev v aktivni fazi



Rezultati opisne statistike kažejo, da je zmagovalec v povprečju prevozil 643,21 m na tekmi, 65,94 m v igri in 6,47 m v posamezni aktivni fazi. Opazna je razpršenost podatkov pri vseh treh spremenljivkah (preglednica 29).

Rezultati testa K - S kažejo, da imajo vse spremenljivke normalno porazdelitev vrednosti. Spremenljivki PAF\_z in POT\_z imata izraženo asimetrijo v desno, torej v smeri nižjih vrednosti, medtem ko lahko pri spremenljivki POT\_z opazimo tudi izrazito koničavost.

Preglednica 30: Osnovne statistične značilnosti izbranih kazalcev obsega poti poražencev

SPREMENLJIVKA	N	MIN	MAKS	VSOTA	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
POT_p	11	186,43	1667,06	12822,60	582,84	275,05	3,01	12,21	1,31	,06
PI_p	11	9,05	52,70	580,31	26,37	8,15	1,13	5,25	1,00	,26
PAF_p	11	3,58	9,36	126,61	5,75	1,70	1,07	,58	,73	,65

Legenda: POT\_p: pot poražencev na tekmi; PI\_p: pot poražencev v igri; PAF\_p: pot poražencev v aktivni fazi

Rezultati opisne statistike kažejo, da je poraženec v povprečju prevozil 582,84 m na tekmi, 26,37 m v igri in 5,75 m v posamezni aktivni fazi. Opazna je razpršenost podatkov pri vseh treh spremenljivkah.

Rezultati testa K - S kažejo, da imajo vse spremenljivke normalno porazdelitev vrednosti z izraženo asimetrijo v desno, se pravi v smeri nižjih rezultatov. Pri spremenljivki POT\_p in PI\_p pa lahko ugotovimo tudi zelo izrazito koničavost (preglednica 30).

## **Razlike v obsegu gibanja med različnimi skupinami igralcev**

### **Razlike med tujimi (ti) in domačimi igralci (di)**

Razlike v obsegu gibanja med tujimi in domačimi igralci na celotni tekmi, v igri in v aktivni fazi smo ugotavljali z enosmerno analizo variance. Rezultati so predstavljeni v preglednici 31, v nadaljevanju pa sledi razlaga dobljenih rezultatov.

Preglednica 31: Razlike v obsegu gibanja med tujimi in domačimi igralci

SPREMENLJIVKA	SKUPINA	AS	SO	F	P
<b>POT</b>	ti	712,21	334,47	6,546	<b>,014</b>
	di	513,83	142,80		
<b>PI</b>	ti	54,20	31,53	4,217	<b>,046</b>
	di	38,11	18,84		
<b>PAF</b>	ti	6,93	2,44	8,628	<b>,005</b>
	di	5,28	,98		

Legenda: POT: pot v aktivnem delu igre; PI: pot v igri; PAF: povprečna pot v AF; ti: tuji igralci; di: domači igralci

V preglednici 31 aritmetične sredine nakazujejo razlike med tujimi in domačimi igralci na vseh treh nivojih opravljene poti, ki jih z analizo variance tudi statistično značilno potrjujemo. To pomeni, da so tuji igralci opravili daljšo pot na celotni tekmi (POT), v posamezni igri (PI) in tudi v posamezni aktivni fazi (PAF) kot domači igralci. Obseg gibanja je pri igri tenisa na vozičku izrednega pomena, saj ravno gibanje igralcu omogoča ustrezno pripravo na udarec ter izvedbo čim večjega števila udarcev. Pri tem moramo ponovno omeniti, da želijo igralci na vozičku začeti gibanje k prihajajoči žogi z določeno začetno hitrostjo. To pomeni, da igralci po izvedbi predhodnega udarca, ki ga izvedejo z obratom navznoter ali navzven, izvedejo gibanje proti sredini igrišča. Tako lahko z veliko gotovostjo trdimo, da pri primerjavi tujih in domačih igralcev tenisa na vozičku večji obseg gibanja pomeni tudi večjo igralno učinkovitost.

Do podobnih ugotovitev je prišel tudi Vučković (2005), ki je raziskoval pretečene poti v nizu, v aktivnem delu in posamezni aktivni fazi med različnimi skupinami igralcev v squashu. Ugotovil je statistično značilne razlike med vrhunskimi tujimi igralci, slovenskimi tekmovalci in slovenskimi rekreativnimi igralci na vseh treh nivojih igre. Najdaljšo pot v aktivnem delu igre so opravili vrhunski igralci (795,18 m). Skoraj polovico krajšo pot gibanja so v povprečju opravili igralci na državni ravni igranja (435,72 m). Rekreativni igralci so opravili najkrajšo pot (251,48 m).

## Razlike med zmagovalci (z) in poraženci (p)

Razlike v obsegu gibanja med tujimi in domačimi igralci na celotni tekmi, v igri in v aktivni fazi smo ugotavljali z enosmerno analizo variance. Rezultati so predstavljeni v preglednici 32.

Preglednica 32: Razlike v obsegu gibanja med zmagovalci in poraženci

SPREMENLJIVKA	SKUPINA	AS	SO	F	P
<b>POT</b>	z	643,21	274,44	2,791	<b>,011</b>
	p	582,84	275,05		
<b>PI</b>	z	65,94	24,47	10,048	<b>,000</b>
	p	26,37	8,15		
<b>PAF</b>	z	6,47	2,28	3,204	<b>,004</b>
	p	5,75	1,70		

Legenda: POT: celotna pot v aktivnem delu; PI: pot v igri; PAF: pot v AF; z: zmagovalci; p: poraženci

Vrednosti aritmetičnih sredin in vrednosti analize variance (preglednica 32) potrjujejo statistično značilne razlike med zmagovalci in poraženci na vseh treh nivojih opravljene poti. Vsi zmagovalci (tuji in domači) so prevozili daljšo pot na tekmi, igri in aktivni fazi. Tudi tukaj lahko poudarimo pomen obsega gibanja na igralno učinkovitost igralcev tenisa na vozičku, kot smo to že omenili pri primerjavi tujih in domačih igralcev. Zaključimo lahko, da se zmagovalci dvobojev gibljejo več, kar je eden od pomembnejših razlogov, ki vplivajo na rezultat tekme.

Razliko v pretečeni razdalji v teniški igri so spremljali Filipčič, Perš in Klevišar (2006), ki niso našli statistično značilnih razlik med zmagovalci in poraženci. Ker sistem, s katerim so takrat spremljali tekme, še ni dopuščal razdelitve igre na aktivno in pasivno, so opazovali tako imenovano bruto pretečeno pot v teniški igri. To je po našem vedenju edina raziskava, kjer so primerjali pretečeno razdaljo med zmagovalci in poraženci v teniški igri. Več raziskav smo našli na področju squasha. Hughes in Franks (1994) sta ugotavljala razlike med zmagovalci in poraženci v dolžini poti lateralnih in longitudinalnih gibanj. Porazenci so opravili daljšo pot kot zmagovalci. Vučković, Dežman, Erčulj, Kovačič in Perš (2002) so preučevali opravljeno pot zmagovalcev in poražencev

posameznih nizov na squash tekmah. Kljub temu, da razlike v omenjenih kazalcih obremenitve niso bile statistično značilne, so bili rezultati za avtorje presenetljivi, saj so zmagovalci v posameznem nizu opravili daljšo pot in imeli višjo povprečno hitrost gibanja. Avtorji so takšne rezultate pripisali specifičnosti vzorca igralcev, v katerem je zmagovalec tekmovanja igral na vseh tekmah in bil obenem tudi največkrat zmagovalec odigranih nizov. Vučković in sod. (2003 b) so preučevali različne kazalce obremenitve squash igralcev in želeli ugotoviti razlike v poti gibanja zmagovalcev in poražencev nizov na šestih tekmah. Povprečna pot gibanja v posamezni aktivni fazi je znašala 26,1 m. Rezultati o poti gibanja so pokazali, da so zmagovalci v povprečju opravili daljšo pot gibanja tako na ravni niza (922 m > 902 m), kot tudi v aktivnem delu igre (672 m > 656 m). Daljšo pot gibanja zmagovalcev nizov so interpretirali na osnovi večjega števila začetnih in zmagovitih udarcev pri zmagovalcih nizov.

Glavne ugotovitve z vidika raziskovanja obsega poti v tenisu na vozičku:

- igralec prevozi 613 m na tekmi, 46,16 m v igri in 6,11 m v posamezni aktivni fazi;
- na vseh treh nivojih opravljene poti obstajajo statistično značilne razlike med tujimi in domačimi igralci; tuji igralci prevozijo daljšo razdaljo;
- na vseh treh nivojih opravljene poti obstajajo statistično značilne razlike med zmagovalci in poraženci; zmagovalci prevozijo daljšo razdaljo.

Glede na dobljene rezultate lahko potrdimo **Hipotezi 4 in 5**, ki pravita, da med zmagovalci in poraženci ter med tujimi in domačimi igralci obstajajo statistično značilne razlike v obsegu gibanja v aktivni fazi.

### 5.3.2.2. Hitrost gibanja v tenisu na vozičku

S pomočjo sistema Sagit/tenis smo zbrali spremenljivke, ki določajo povprečno in najvišjo hitrost gibanja (m/s). Hitrosti smo razdelili na 4 razrede (Perez Tayero, Navaro & Sampedro (2005):

1. hitrostni razred: od 0 - 1 m/s
2. hitrostni razred: od 1 - 2 m/s
3. hitrostni razred: od 2 - 3 m/s
4. hitrostni razred: od 3 m/s in več.

Preglednica 33: Osnovne statistične značilnosti hitrosti gibanja vseh igralcev

SPREMENLJIVKA	N	MIN	MAKS	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
PHAF	22	,54	1,40	,93	,21	,54	-,19	,69	,72
MHAF	22	2,46	5,00	3,29	,56	,91	1,05	,92	,36
OHR1_z	22	27,12	85,56	53,38	17,39	,24	-1,25	,81	,51
OHR2_z	22	13,32	53,64	39,26	12,68	-,52	-1,13	1,15	,13
OHR3_z	22	,73	18,18	7,11	5,64	,91	-,47	,97	,29
OHR4_z	22	,00	1,07	,23	,30	1,47	1,56	1,18	,12
OHR1_p	22	30,55	80,84	60,98	12,20	-,51	,45	,38	,99
OHR2_p	22	18,63	49,00	34,05	9,42	-,05	-,98	,46	,98
OHR3_p	22	,53	18,81	4,74	4,02	2,24	6,45	1,10	,17
OHR4_p	22	,00	1,64	,21	,36	2,15	1,41	1,10	,60

Legenda: PHAF: povprečna hitrost v aktivni fazi; MHAF: maksimalna hitrost v aktivni fazi; OHR1\_z: odstotek gibanja zmagovalca v 1. hitrostnem razredu; OHR2\_z: odstotek gibanja zmagovalca v 2. hitrostnem razredu; OHR3\_z: odstotek gibanja zmagovalca v 3. hitrostnem razredu; OHR4\_z: odstotek gibanja zmagovalca v 4. hitrostnem razredu; OHR1\_p: odstotek gibanja poraženca v 1. hitrostnem razredu; OHR2\_p: odstotek gibanja poraženca v 2. hitrostnem razredu; OHR3\_p: odstotek gibanja poraženca v 3. hitrostnem razredu; OHR4\_p: odstotek gibanja poraženca v 4. hitrostnem razredu

Povprečna hitrost v aktivni fazi je znašala 0,93 m/s. Vrednost je nižja, kot so jo ugotovili Perez Tayero, Navaro & Sampedro (2005) v košarki na vozičku. Ugotovili so, da je povprečna hitrost v aktivni fazi znašala 1,6 ( $\pm$  1,1) m/s. Razlogi za nastalo razliko so trije. Prvi je ta, da se igralec v tenisu na vozičku giblje na manjšem delu igrišča, najpogosteje je blizu osnovne črte (glej rezultate prostorskih kazalcev v preglednici 40, kjer je razvidno, da igralec 40 - 45 % poti opravi na področju R1). Drugi razlog najdemo v zahtevnejšem potiskanju vozička z loparjem, tretjega pa v sami vsebini gibanja, ki je sestavljena iz gibanja proti prihajajoči žogi, zaustavljanja in izvedbe udarca (pri tem je gibanje igralca

usklajeno s hitrostjo in smerjo prihajajoče žoge) ter vračanja v optimalni položaj za izvedbo naslednjega udarca. Pri potisku sta obe roki v najvišjem položaju na obroču in sodelujeta usklajeno. Držanje loparja znižuje hitrost, kar potrjuje raziskava Goosey Tolfrey & Moss (2005), kjer sta raziskovalca primerjala hitrost osmih igralcev na vozičku v sprintu na 20 m. V prvem primeru so teniški igralci držali lopar, v drugem pa ne. Če so igralci potiskali voziček brez loparja, so dosegli najvišjo hitrost 4,39 m/s (SO = 0,74 m/s), z loparjem pa je hitrost padla na 4,22 m/s (SO = 0,06 m/s). Največje razlike so nastale v prvih treh potiskih vozička. To dokazuje, da med potiskanjem vozička brez in z loparjem obstajajo razlike, ki se odražajo tudi v doseganju hitrosti na teniškem igrišču.

Maksimalna (povprečna) hitrost, ki so jo igralci dosegli v aktivni fazi, je znašala 3,29 m/s. Najvišja izmerjena hitrost pri igralcu v aktivni fazi je znašala 5 m/s. Glede na to, da nimamo primerljivih podatkov za hitrosti teniških igralcev na vozičku, za primerjavo navajamo hitrosti izmerjene pri igralcih košarke na vozičku. Perez Tayero, Navaro & Sampedro (2005) navajajo, da je najvišja izmerjena hitrost v košarki na vozičku znašala 6,3 m/s. Tudi tukaj lahko razloge za doseženo nižjo hitrost pri igralcih tenisa iščemo v zgoraj navedenih razlogih: gibanje poteka na krajših razdaljah in je vezano na izvajanje udarcev, pri potiskanju vozička teniški igralci držijo lopar.

Isti avtorji so hitrost gibanja razdelili na različne hitrostne razrede in ugotovili, da se je 36 % gibanja odvijalo v hitrostnem razredu do 1m/s, 30 % gibanja se je odvijalo v hitrostnem razredu od 1 - 2m/s, 21 % v hitrostnem razredu od 2 - 3m/s, 10 % v hitrostnem razredu od 3 - 4m/s in 1 % gibanja pri hitrosti od 5 - 6 m/s. Enake hitrostne razrede smo uporabili tudi v naši raziskavi.

Ugotovili smo, da so tako zmagovalci kot poraženci največ gibanja opravili v prvem hitrostnem razredu (53,38 % in 60,98 %). Manj gibanja je bilo v drugem hitrostnem razredu (39,26 % in 34,05 %). V tretjem hitrostnem razredu zasledimo 7,11 % gibanja pri zmagovalcih in 4,7 % pri poražencih. Le majhen odstotek gibanj sodi v četrti hitrostni razred.

Na osnovi rezultatov testa K - S lahko ugotovimo, da imajo vse spremenljivke normalno porazdelitev vrednosti. Za spremenljivke OHR4\_z, OHR3\_p in OHR4\_p lahko ugotovimo, da imajo izraženo asimetrijo vrednosti v desno, torej odklon v smeri nižjih vrednosti. Na osnovi rezultatov opisne statistike pri spremenljivkah MH\_AF, OHR4\_z, OHR3\_p in OHR4\_p opazimo nekoliko izraženo koničavost, pri spremenljivkah OHR1\_z in OHR2\_z pa poudarjeno sploščenost (preglednica 33).

Preglednica 34: Osnovne statistične značilnosti hitrosti gibanja tujih igralcev

SPREMENLJIVKA	N	MIN	MAKS	VSOTA	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
PHAF_ti	11	,82	1,40	23,84	1,08	,17	,44	-,75	,75	,61
MHAF_ti	11	2,48	4,60	74,01	3,36	,47	,94	1,46	,93	,34
OHR1_zti	11	27,12	45,54	418,89	38,08	5,86	-,51	-,74	,66	,77
OHR2_zti	11	47,67	53,64	554,62	50,42	1,90	,31	-1,10	,72	,67
OHR3_zti	11	5,07	18,18	122,93	11,17	5,24	,13	-1,82	,63	,81
OHR4_zti	11	,00	1,07	3,56	,32	,37	1,07	,00	,86	,43
OHR1_pti	11	30,55	64,89	581,96	52,90	9,97	-1,09	1,25	,53	,93
OHR2_pti	11	33,15	49,00	444,83	40,43	6,19	,26	-1,78	,65	,78
OHR3_pti	11	1,06	18,81	69,50	6,31	5,08	1,57	2,99	,75	,61
OHR4_pti	11	,00	1,64	3,70	,33	,47	2,47	6,59	1,15	,13

Legenda: Legenda je enaka kot pri preglednici 33, le da končnica \_ti označuje tuje igralce

Povprečna hitrost tujih igralcev v aktivni fazi je znašala 1,08 m/s. Maksimalna hitrost, ki so jo tuji igralci dosegli v aktivni fazi, je znašala 3,3 m/s. Najvišja dosežena hitrost tujega igralca je znašala 4,6 m/s.

Zmagovalci so največ gibanja opravili v drugem hitrostnem razredu (od 1 - 2 m/s) in sicer 50,4 %. V prvem je bilo 38 % gibanja, v tretjem 11,17 % in v četrtem hitrostnem razredu 0,32 % gibanja. Poraženci so največ gibanja opravili v prvem hitrostnem razredu (od 0 - 1 m/s) in sicer 52,9 %. V drugem je bilo opravljeno 40 % gibanja, v tretjem 6,31 % in v četrtem hitrostnem razredu 0,33 % gibanja.

Na osnovi rezultatov testa K - S lahko ugotovimo, da imajo vse spremenljivke normalno porazdelitev vrednosti. Za spremenljivke OHR4\_zti, OHR3\_pti in OHR4\_pti lahko ugotovimo, da imajo bolj izraženo asimetrijo vrednosti v desno, torej odklon v smeri nižjih vrednosti. Pri spremenljivki OHR1\_pti je izražena asimetrija v levo, torej v smeri višjih vrednosti. Bolj izraženo koničavost opazimo pri spremenljivkah MHAF\_ti, OHR1\_pti, OHR3\_pti in OHR4\_pti, večjo sploščenost pa pri spremenljivkah OHR2\_zti, OHR3\_zti in OHR2\_pti (preglednica 34).

Preglednica 35: Osnovne statistične značilnosti hitrosti gibanja domačih igralcev

SPREMENLJIVKA	N	MIN	MAKS	VSOTA	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
PHAF_di	11	,54	,95	17,11	,77	,11	-,19	-,74	,47	,97
MHAF_di	11	2,48	5,00	73,02	3,31	,65	1,26	1,25	1,09	,17
OHR1_zdi	11	54,97	85,56	755,51	68,68	9,27	,26	-,72	,51	,95
OHR2_zdi	11	13,32	39,78	309,10	28,10	7,77	-,35	-,31	,42	,99
OHR3_zdi	11	,73	6,62	33,69	3,06	1,81	,59	-,08	,56	,90
OHR4_zdi	11	,00	,55	1,71	,15	,20	1,35	,67	,79	,56
OHR1_pdi	11	53,90	80,84	759,71	69,06	8,35	-,33	-,71	,44	,99
OHR2_pdi	11	18,63	42,30	304,35	27,66	7,63	,68	-,49	,55	,91
OHR3_pdi	11	,53	6,33	34,97	3,17	1,66	,33	,00	,43	,99
OHR4_pdi	11	,00	,51	,95	,08	,15	2,42	6,24	1,14	,14

Legenda: Legenda je enaka kot pri preglednici 33, le da končnica \_di označuje domače igralce

Povprečna hitrost domačih igralcev v aktivni fazi je znašala 0,77 m/s, kar je manj kot pri tujih igralcih. Maksimalna povprečna hitrost domačih igralcev je znašala 3,3 m/s. Zmagovalci so največ gibanja opravili v prvem hitrostnem razredu (68,68 %). 28,1 % gibanja je bilo v drugem hitrostnem razredu, 3,06 % v tretjem in 0,15 % v četrtem hitrostnem razredu. Pri poražencih je opaziti enako porazdelitev hitrosti po razredih z majhnimi odstopanji v vrednostih. Največ gibanja so opravili v prvem hitrostnem razredu (69,04 %), 27,66 % v drugem, 3,17 % v tretjem in 0,08 % gibanja v četrtem hitrostnem razredu.



Statistična značilnost testa K - S kaže na normalno porazdelitev rezultatov pri vseh spremenljivkah. Za spremenljivke MF\_AF, OHR3\_z in OHR3\_p ugotovimo, da imajo izraženo asimetrijo vrednosti v desno, torej odklon v smeri nižjih vrednosti. Na osnovi rezultatov opisne statistike lahko pri spremenljivkah MH\_AF in OHR4\_p opazimo izraženo koničavost (preglednica 35).

## Razlike v hitrosti gibanja med različnimi skupinami igralcev

### Razlike med tujimi (ti) in domačimi igralci (di)

Preglednica 36: Razlike v povprečni in maksimalni hitrosti med tujimi in domačimi igralci

SPREMENLJIVKA	SKUPINA	AS	SO	F	P
PHAF	ti	1,08	,17	47,473	,000
	di	,77	,11		
MHAF	ti	3,36	,47	,585	,449
	di	3,23	,64		

Legenda: PHAF: povprečna hitrost v aktivni fazi; MHAF: maksimalna hitrost v aktivni fazi; ti: tuji igralci; di: domači igralci.

Na osnovi rezultatov enosmerne analize variance lahko ugotovimo (preglednica 36), da je med tujimi in domačimi igralci prišlo do statistično značilnih razlik ( $p = 0,000$ ) v povprečni hitrosti gibanja igralcev v času aktivne faze. Pri spremenljivki MHAF so tuji igralci sicer dosegli višje vrednosti, vendar razlike niso bile statistično značilne. Glede na to, da spremenljivka PHAF določa hitrost igralca skozi celoten dvoboj, lahko ugotovimo, da se tuji igralci po igrišču gibljejo bistveno hitreje kakor domači. To pa posredno pomeni, da lahko predvidevamo, da je njihova tehnika potiskanja vozička optimalnejša in njihova kondicijska pripravljenost boljša. Vsekakor sta hitrost in natančnost gibanja igralca na teniškem igrišču dejavnika, ki pomembno vplivata na učinkovitost in uspešnost igranja tenisa na vozičku.

Rezultati so skladni z dognanji Vučkovića (2005), ki je raziskoval razlike v povprečni hitrosti gibanja v posameznem nizu in aktivnem delu niza med različno kakovostnimi skupinami igralcev squasha. Statistično značilno so bili najhitrejši najboljši igralci squasha

na svetu, katerih povprečna hitrost je znašala 1,12 m/s v nizu in 1,48 m/s v aktivnem delu niza. Pri slovenskih igralcih je bila hitrost 1,04 m/s in 1,29 m/s; pri rekreativnih pa 0,99 m/s in 1,27 m/s. Vučković (2005) dodaja, da so bile povprečne hitrosti gibanja igralcev precej nižje, kot je bilo ugotovljeno pri kakovostno različnih igralcih v raziskavi Hughes in Franks (1994). Predvidevamo, da je to posledica različnega vzorca igralcev in drugačne metodologije zajemanja in pridobivanja podatkov. Vrednosti povprečnih hitrosti v tej raziskavi se gibljejo od 1,47 m/s (pri najslabših igralcih) do 1,98 m/s (pri najboljših igralcih).

Glede na dobljene rezultate lahko potrdimo **Hipotezo 6**, ki pravi, da med tujimi in domačimi igralci obstaja statistično značilna razlika v povprečni hitrosti gibanja v aktivni fazi.

### Razlike med zmagovalci (z) in poraženci (p)

Preglednica 37: Razlike v povprečni in maksimalni hitrosti med zmagovalci in poraženci

SPREMENLJIVKA	SKUPINA	AS	SO	F	P
PHAF	z	,98	,23	2,845	,099
	p	,87	,17		
MHAF	z	3,27	,47	,056	,813
	p	3,31	,65		

Legenda: PHAF: povprečna hitrost v aktivni fazi; MHAF: maksimalna hitrost v aktivni fazi

Na osnovi rezultatov enosmerne analize variance lahko ugotovimo (preglednica 37), da pri primerjavi vseh zmagovalcev in poražencev dvobojev ni prišlo do statistično značilnih razlik v povprečni hitrosti v aktivni fazi, kot tudi ne v maksimalni hitrosti. Analiza rezultatov aritmetičnih sredin kaže, da zmagovalci pri spremenljivki PHAF dosegajo višje vrednosti, medtem ko pri spremenljivki MHAF zanemarljivo višje vrednosti dosegajo poraženci.

Vsekakor lahko na osnovi dobljenih rezultatov ugotovimo, da med zmagovalci in poraženci ne prihaja do statistično značilnih razlik v povprečni in maksimalni hitrosti gibanja igralca v aktivni fazi. Zaključimo lahko, da spremenljivki, kot sta PHAF in MHAF,

nista dovolj selektivni, da bi lahko na njuni osnovi ločevali zmagovalce in poražence dvobojev.

Na teniškem področju nismo našli raziskav, v okviru katerih bi raziskovalci primerjali opravljeno pot med zmagovalcem in poražencem. Še najbližje je raziskava Hughes in Franks (1994), kjer sta avtorja ugotovila, da je bila povprečna hitrost gibanja poražencev v treh skupinah squash igralcev statistično značilno višja kot pri zmagovalcih v vseh kakovostnih skupinah.

Nasprotno so ugotovili Vučković, Dežman, Erčulj, Kovačič in Perš (2002), ki so preučevali povprečno hitrost gibanja zmagovalcev in poražencev posameznih nizov na squash tekmah. Zmagovalci so v posameznem nizu dosegli višjo povprečno hitrost gibanja, vendar razlike niso bile statistično značilne. Razlike v rezultatih avtorji pripisujejo specifičnosti vzorca igralcev v raziskavi.

Glede na to, da nismo ugotovili statistično značilnih razlik v spremenljivkah, ki določajo hitrost gibanja igralcev med zmagovalci in poraženci, nas je zanimalo, ali bo do razlik prišlo v zastopanosti igralcev v posameznih hitrostnih razredih.

## Razlike v gibanju v hitrostnih razredih med različnimi skupinami igralcev

### Razlike med tujimi (ti) in domačimi igralci (di)

Za posamezne kakovostne skupine (tuji, domači igralci, zmagovalci, poraženci) smo izračunali odstotek gibanja igralca znotraj posameznega hitrostnega razreda.

Preglednica 38: Razlike v hitrostnih razredih med tujimi in domačimi igralci

SPREMENLJIVKA	SKUPINA	AS	SO	F	P
<b>OHR1</b>	ti	45,49	11,01	61,478	<b>,000</b>
	di	68,87	8,61		
<b>OHR2</b>	ti	45,42	6,79	65,916	<b>,000</b>
	di	27,88	7,52		
<b>OHR3</b>	ti	8,74	5,62	20,198	<b>,000</b>
	di	3,12	1,69		
<b>OHR4</b>	ti	,33	,41	4,696	<b>,036</b>
	di	,12	,17		

Legenda: OHR1: odstotek gibanja v 1. hitrostnem razredu; OHR2: odstotek gibanja v 2. hitrostnem razredu; OHR3: odstotek gibanja v 3. hitrostnem razredu; OHR4: odstotek gibanja v 4. hitrostnem razredu; ti: tuji igralci; di: domači igralci.

Na osnovi rezultatov analize variance (preglednica 38) lahko ugotovimo, da je pri vseh štirih spremenljivkah, ki določajo odstotek pojavljanja (gibanja) igralca v posameznem hitrostnem razredu, prišlo do statistično značilnih razlik med tujimi in domačimi igralci. Povprečne vrednosti v posameznih hitrostnih razredih kažejo, da se v prvem hitrostnem razredu (0 – 1 m/s) domači igralci gibljejo več (68,87 %) kot tuji (45,49 %). V vseh ostalih hitrostnih razredih so tuji igralci v povprečju višje zastopani. Ugotovimo lahko, da so z vidika zastopanosti igralcev v posameznih hitrostnih razredih gibanja razlike pri vseh spremenljivkah (OHR1, OHR2, OHR3, OHR4) v korist tujih igralcev. To razložimo s tem, da je zastopanost tujih igralcev v prvem (najpočasnejšem razredu) statistično značilno manjša kot pri domačih igralcih. V preostalih treh (hitrejših) hitrostnih razredih pa je zastopanost tujih igralcev statistično značilno večja kot pri domačih igralcih. Dobljeni rezultati so skladni s pričakovanji in tudi z rezultati povprečne hitrosti igralcev v aktivni fazi, kjer so tuji igralci dosegali višje vrednosti. Na osnovi tega lahko zaključimo, da se tuji igralci v času aktivne faze gibljejo hitreje. Hitrejše gibanje v igri pa jim omogoča hitrejši prihod k bolj oddaljenim žogam, pravočasno pripravo na udarec in tudi hitrejše

vračanje v optimalni položaj po izvedenem udarcu. To pa so tisti igralni elementi teniške igre, ki v največji meri ločujejo boljše igralce od slabših. Žal pri pregledu dosedanjih raziskav nismo zasledili podatkov o primerjavi zastopanosti igralcev v različnih hitrostnih razredih, zato primerjava ni mogoča.

### Razlike med zmagovalci (z) in poraženci (p)

Primerjavo zastopanosti igralcev v posameznih hitrostnih razredih smo opravili tudi za zmagovalce in poražence vseh dvobojev.

Preglednica 39: Razlike v hitrostnih razredih med zmagovalci in poraženci

SPREMENLJIVKA	SKUPINA	AS	SO	F	P
<b>OHR1</b>	z	53,38	17,39	-3,119	<b>,005</b>
	p	60,98	12,20		
<b>OHR2</b>	z	39,26	12,68	2,720	<b>,013</b>
	p	34,05	9,42		
<b>OHR3</b>	z	7,11	5,64	2,531	<b>,019</b>
	p	4,74	4,025		
<b>OHR4</b>	z	,23	,30	325	,749
	p	,21	,36		

Legenda: OHR1: odstotek gibanja v 1. hitrostnem razredu; OHR2: odstotek gibanja v 2. hitrostnem razredu; OHR3: odstotek gibanja v 3. hitrostnem razredu; OHR4: odstotek gibanja v 4. hitrostnem razredu; z: zmagovalci; p: poraženci

Na osnovi rezultatov enosmerne analize variance lahko ugotovimo, da je pri treh spremenljivkah (OHR1, OHR2, OHR3), ki določajo odstotek pojavljanja (gibanja) igralca v prvem, drugem in tretjem hitrostnem razredu, prišlo do statistično značilnih razlik med zmagovalci in poraženci. Podobno kot pri primerjavi tujih in domačih igralcev tudi tukaj opazimo podoben trend. Povprečne vrednosti v posameznih hitrostnih razredih kažejo, da se v prvem hitrostnem razredu (0 – 1 m/s) poraženci gibljejo več (60,9 %) kot zmagovalci (53,3 %) (preglednica 39). V vseh ostalih hitrostnih razredih se zmagovalci pojavljajo pogosteje. Zaključimo lahko, da so z vidika zastopanosti igralcev v posameznih hitrostnih razredih gibanja razlike pri treh spremenljivkah (OHR1, OHR2, OHR3) v korist zmagovalcev.

Tudi tukaj lahko ugotovimo da so rezultati pričakovani. V prvem hitrostnem razredu se zmagovalci gibljejo manj kot poraženci, v drugem in tretjem razredu pa statistično značilno več. Razloge za razlike lahko iščemo v višji hitrosti in učinkovitosti gibanja zmagovalcev dvobojev. Menimo, da so razlogi za razlike enaki, kot smo jih omenili pri analizi hitrostnih razredov med tujimi in domačimi igralci.

Glavne ugotovitve z vidika raziskovanja hitrosti v tenisu na vozičku:

- povprečna hitrost v aktivni fazi znaša 0,93 m/s;
- maksimalna hitrost v aktivni fazi znaša 3,29 m/s;
- najvišja izmerjena hitrost pri igralcu znaša 5 m/s;
- 57,18 % gibanja se opravi v hitrostnem razredu do 1 m/s;
- tuji in domačimi igralci se razlikujejo v povprečni hitrosti gibanja v aktivni fazi in v odstotkih gibanja v posameznih hitrostnih razredih;
- zmagovalci in poraženci se ne razlikujejo v povprečni hitrosti gibanja v aktivni fazi; edina razlika nastane v odstotku gibanja v drugem in tretjem časovnem razredu, kjer se zmagovalci gibljejo več kot poraženci.

Na osnovi rezultatov delno potrdimo **Hipotezo 7**, ki pravi, da med zmagovalci in poraženci obstajajo statistično značilne razlike v povprečni hitrosti gibanja v aktivni fazi.

### 5.3.2.3. Področja gibanja v tenisu na vozičku

Teniško igrišče smo razdelili na 28 manjših področij (vsaka polovica igrišča na 14 področij). Oštevilčena so s smiselnim zaporedjem. V slikovnem prikazu 5 so področja označena s črko R.



Slikovni prikaz 5: Teniško igrišče, razdeljeno na 28 področij

Razlago delovanja igralcev na področjih smo v osnovi že razložili v poglavju 2.2.5. (Igralne situacije pri tenisu na vozičku), kjer smo navedli 5 tipičnih igralnih situacij. Tako lahko gibanje in delovanje igralcev na posameznem področju v veliki meri navežemo na delovanje igralcev znotraj 5 igralnih situacij.

Na področje R1 je predvsem vezana igralna situacija – servis. Na tem področju igralec izvaja 1. in 2. servis.

Na področja R1, R2 in R3, lahko pa tudi R5 in R6, je vezana igralna situacija – retern. V okviru prvih treh področij je pričakovati, da bo izvajanje reterna najbolj pogosto. V primeru uporabe slajz ali spin servisa pa lahko igralec, ki servis vrača, izvede retern tudi na področju R5 ali R6.

Na področjih R1, R2, R3 in R4 se bodo izvajale vse igralne situacije na osnovni črti. Že v uvodu smo omenili veliko raznolikost možnih igralnih situacij in udarcev, ki jih igralci uporabljajo na osnovni črti. V okviru področij R1, R2 in R3 pričakujemo tudi največ gibanja ter največje število izvedenih udarcev. Pri tem pa moramo omeniti predvsem pomen področja R1, ki na nek način pomeni središče igrišča. Igralec se, ko izvaja udarca na osnovni črti (servis in retern), želi vedno in čim hitreje vrniti na področje R1, saj to pomeni, da ima optimalne pogoje za pripravo in izvedbo naslednjega udarca. Gibanje nazaj na področje R1 je pogosto vezano tudi na področje R4, saj je tehnika vračanja v izhodiščni položaj pri igralcih na vozičku vezana najprej na gibanje nazaj (torej proč od mreže) proti področju R4, nato pa zopet proti področjem R1, R2 ali R3.

Na področja R7, R8 in R9 so vezane igralne situacije na sredini igrišča oziroma na področja R12, R13 in R14, kjer se izvajajo igralne situacije pri mreži. Na teh področjih pričakujemo manj gibanj in tudi manj izvedenih udarcev.

Na področja R4, R5, R6, R10 in R11 so vezane obrambne situacije. Že sam položaj posameznega področja nakazuje, da so vsa področja dokaj oddaljena od središča igrišča (področje R1), kar pomeni, da se igralci nahajajo »izven« igrišča. To pomeni, da imajo bistveno slabše možnosti za pripravo in izvedbo naslednjega udarca.

V nadaljevanju podajamo rezultate, kjer smo raziskovali:

- odstotek prevožene poti na posameznem področju,
- odstotek časa zadrževanja igralca na posameznem področju,
- povprečno hitrost na posameznem področju,
- maksimalno hitrost na posameznem področju,
- razlike med posameznimi skupinami igralcev.

Pri vseh spremenljivkah so ovrednotene le vrednosti, ki so vezane na aktivni del igre.



## Odstotek opravljene poti na posameznem igralnem področju

Rezultate predstavljamo najprej za vse igralce (ločeno za zmagovalce in poražence), nato pa še rezultate enosmerne analize variance, kjer ugotavljamo razlike med tujimi in domačimi igralci ter zmagovalci in poraženci. Za bolj nazorno ponazoritev področij in pogostosti gibanja dodajamo tudi slikovne prikaze, ki jih omogoča sistem Sagit/tenis.

Preglednica 40: Osnovne statistične značilnosti odstotka opravljene poti gibanja (na posameznem področju) vseh igralcev

SPREMENLJIVKA	N	MIN	MAKS	VSOTA	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
OPR1_z	22	21,73	60,55	898,29	40,83	9,72	-,13	,26	,55	,91
OPR2_z	22	5,11	20,76	232,86	10,58	4,55	,95	,16	,80	,53
OPR3_z	22	5,81	24,45	322,45	14,65	5,47	,50	-,66	,68	,73
OPR4_z	22	5,11	62,41	624,81	28,40	16,33	,22	-,78	,76	,60
OPR5_z	22	,00	1,17	3,05	,13	,28	2,71	8,37	1,77	<b>,01</b>
OPR6_z	22	,00	,76	4,65	,21	,26	1,02	-,34	1,15	,13
OPR7_z	22	,92	9,31	81,46	3,70	2,43	1,16	,58	,88	,41
OPR8_z	22	,00	1,57	9,74	,44	,47	1,16	,72	,82	,49
OPR9_z	22	,00	2,61	16,43	,74	,74	1,27	,75	,98	,29
OPR10_z	22	,00	1,64	1,73	,07	,34	4,67	21,92	2,28	<b>,00</b>
OPR12_z	22	,00	2,08	3,75	,17	,49	3,39	11,63	1,91	<b>,00</b>
OPR14_z	22	,00	,38	,81	,03	,10	2,80	7,30	2,20	<b>,00</b>
OPR1_p	22	22,58	72,18	990,18	45,00	10,92	,07	,86	,65	,78
OPR2_p	22	4,21	16,63	228,29	10,37	3,89	-,11	-,98	,52	,94
OPR3_p	22	4,50	21,77	317,18	14,41	3,94	-,38	,71	,51	,95
OPR4_p	22	5,59	55,92	554,21	25,19	14,47	,78	-,45	,78	,56
OPR5_p	22	,00	,92	5,06	,23	,31	1,18	,00	1,20	,10
OPR6_p	22	,00	,63	3,22	,14	,20	1,34	,76	1,24	,08
OPR7_p	22	,00	12,78	74,26	3,37	2,84	1,93	5,18	,90	,38
OPR8_p	22	,00	2,92	8,88	,40	,66	2,89	9,89	1,27	,07
OPR9_p	22	,00	2,92	13,24	,60	,66	2,11	6,27	,85	,45
OPR10_p	22	,00	,39	,40	,01	,08	4,68	21,96	2,32	<b>,00</b>
OPR12_p	22	,00	,86	2,70	,12	,20	2,40	6,79	1,46	<b>,02</b>
OPR13_p	22	,00	1,30	1,60	,07	,27	4,50	20,71	2,19	<b>,00</b>
OPR14_p	22	,00	,42	,75	,03	,11	3,14	8,90	2,48	<b>,00</b>

Legenda: OPR1\_z - OPR14\_z: odstotek poti na področju 1 - 14, ki jo je opravil zmagovalec; OPR1\_p - OPR14\_p: odstotek poti na področju 1 - 14, ki jo je opravil poraženec



Slikovni prikaz 6: Odstotek prevožene poti vseh igralcev na posameznem področju

V nadaljevanju se bomo pri predstavitvi in razlagi rezultatov osredotočili predvsem na področja, kjer so igralci opravili največ gibanja. V slikovnem prikazu 6 so z rdečo označeni odstotki poti zmagovalcev, z rumeno pa odstotki poti poražencev.

Največ gibanja (poti) so igralci opravili na področju R1, kjer so zmagovalci prevozili 40,83 %, poraženci pa 45 % poti. Rezultat je skladen s pričakovanji, saj področje R1 predstavlja del igrišča, kjer se izvaja servis, lahko tudi retern in osnovni udarci, poleg tega pa predstavlja osrednji del igrišča, kamor se igralec vrača oziroma želi vrniti po vsakem udarcu na osnovni črti.

Če si rezultate opravljene poti ogledamo za področji R2 in R3 skupaj, lahko ugotovimo, da so na področju R2 zmagovalci opravili 10,58 %, poraženci pa 10,37 % poti; na področju R3 pa zmagovalci 14,65 % in poraženci 14,41 % poti. Tudi tukaj lahko ugotovimo, da smo takšne rezultate pričakovali, kar znova nakazuje na taktičen cilj igralcev, da pogosteje usmerjajo žoge na bekend stran tekmeca, kjer imajo igralci več težav z vračanjem višjih žog.

Na področju R4 so zmagovalci opravili 28,4 % poti, poraženci pa 25,19 %, kar pomeni, da so zmagovalci sposobni po izvedenem udarcu narediti obrat nazaj proti področju R4

ter nato zopet obrat in gibanje proti mreži oziroma prihajajoči žogi. To gibanje igralcem omogoča lažji prihod k žogi in izvedbo naslednjega udarca. Prav tako potrjuje ugotovitev, da so zmagovalci dvobojev opravili statistično značilno več celotne poti v aktivnem delu, več poti v igri in tudi več poti v aktivni fazi. Pri tem pa moramo omeniti tudi to, da področje R4 sodi med tista področja, kjer se izvajajo obrambni udarci. Z umikanjem v polje R4 igralec pridobi na času, saj lahko izvaja tudi udarce po drugem odskoku. Zato je potrebno rezultate obravnavati z določeno mero previdnosti, saj ne moremo natančno ugotoviti, ali je pot, opravljena na področju R4, posledica optimalnega gibanja ali pogostih obrambnih akcij igralca.

Na področju R7 so zmagovalci opravili 3,7 %, poraženci pa 3,37 % poti. Gibanje na področju R7 je vezano na gibanje proti mreži (prehod oz. napad) in na lovljenje skrajšanih žog.

Odstotek opravljene poti na ostalih področjih (R5, R6, R8, R9, R10) je zelo nizek, saj zasledimo vrednosti, ki so nižje od 1 % vseh poti.

Na področju R11, pri zmagovalcih pa niti na R13, gibanja nismo zasledili. Spremenljivke, vezane na področje R11, v preglednici zato ne navajamo.

Rezultati testa K - S kažejo, da imajo nenormalno porazdelitev rezultatov naslednje spremenljivke: OPR5\_z, OPR10\_z, OPR12\_z, OPR14\_z, in OPR10\_p, OPR12\_p, OPR13\_p in OPR14\_p. To so področja, kjer smo zasledili zelo nizek odstotek opravljene poti in jih zato izločamo iz nadaljnje obdelave.

Pri spremenljivkah OPR6\_z, OPR7\_z, OPR8\_z, OPR9\_z, OPR5\_p, OPR6\_p, OPR7\_p, OPR8\_p in OPR9\_p lahko opazimo izrazitejšo asimetrijo v desno, pri spremenljivkah OPR7\_p, OPR 8\_p in OPR 9\_p pa tudi dokaj izrazito koničavost (preglednica 40).

Preglednico za tuje in domače igralce predstavljamo v prilogi (preglednici 53 in 54).

## Razlike med različnimi skupinami igralcev v odstotku poti na posameznem igralnem področju

### Razlike med tujimi (ti) in domačimi igralci (di)

Preglednica 41: Razlike v odstotku poti na posameznem igralnem področju med tujimi in domačimi igralci

SPREMENLJIVKA	SKUPINA	AS	SO	F	P
OPR1	ti	41,71	8,35	,582	,450
	di	44,12	12,25		
OPR2	ti	11,53	4,30	2,906	,096
	di	9,42	3,88		
OPR3	ti	15,92	4,18	4,066	<b>,050</b>
	di	13,15	4,90		
OPR4	ti	25,90	14,22	,146	,704
	di	27,68	16,66		
OPR5	ti	,17	,312	,046	,831
	di	,19	,29		
OPR6	ti	,12	,20	2,157	,149
	di	,23	,25		
OPR7	ti	3,59	2,41	,023	,881
	di	3,47	2,87		
OPR8	ti	,29	,34	2,212	,144
	di	,54	,71		
OPR9	ti	,55	,65	1,218	,276
	di	,79	,74		

Legenda: OPR1 - OPR9: odstotek opravljene poti na področjih R1 do R9; ti: tuji igralci; di: domači igralci

Na osnovi rezultatov enosmerne analize variance (preglednica 41) lahko ugotovimo, da je do statistično značilnih razlik v odstotku opravljene poti med domačimi in tujimi igralci prišlo le pri spremenljivki OPR3. Tuji igralci so opravili več gibanja na področju R3, kjer se najpogosteje izvajajo bekend udarci. Že nekajkrat smo omenili, da imajo igralci na vozičku več težav z izvajanjem udarcev na bekend strani, zato je eden od taktičnih ciljev igranje na bekend stran tekmeča. To od igralca zahteva več tehničnega znanja, boljše gibanje ter natančnost pri izvedbi udarcev. Ugotovitev se sklada z zaključkom, da tuji igralci izvedejo statistično značilno večji odstotek bekend topspin udarcev (OBTS).

## Razlike med zmagovalci (z) in poraženci (p)

Preglednica 42: Razlike v odstotku opravljene poti na posameznem igralnem področju med zmagovalci in poraženci

SPREMENLJIVKA	SKUPINA	AS	SO	F	P
OPR1	z	40,83	9,72	1,794	,188
	p	45,00	10,92		
OPR2	z	10,58	4,55	,026	,872
	p	10,37	3,89		
OPR3	z	14,65	5,47	,028	,869
	p	14,41	3,94		
OPR4	z	28,40	16,33	,476	,494
	p	25,19	14,47		
OPR5	z	,13	,28	1,031	,316
	p	,23	,31		
OPR6	z	,21	,26	,830	,367
	p	,14	,20		
OPR7	z	3,70	2,43	,168	,684
	p	3,37	2,84		
OPR8	z	,44	,47	,050	,824
	p	,40	,66		
OPR9	z	,74	,74	,463	,500
	p	,60	,66		

Legenda: OPR1 - OPR9: odstotek opravljene poti na področju R1 - R9; z: zmagovalci; p: poraženci

Rezultati enosmerne analize variance niso potrdili statistično značilnih razlik v odstotku opravljene poti na posameznem področju med zmagovalci in poraženci (preglednica 42). Glede na to, da je gibanje v veliki meri vezano na izvajanje posameznih udarcev, saj s tem igralec posredno usmerja gibanje tekmeča, je smiselno primerjati rezultate opravljenih poti na posameznih področjih z rezultati izvedenih udarcev. Tako lahko ugotovimo, da je pri primerjavi strukture izvedenih udarcev med zmagovalci in poraženci (preglednica 25) prišlo do statistično značilne razlike le pri odstotku izvedenih forhend topspin udarcev (OFTS); zmagovalci so izvedli več tovrstnih udarcev. Zaključimo lahko, da razlike v odstotku opravljene poti na posameznih področjih igrišča niso statistično značilne, saj imajo tako zmagovalci kot poraženci enak taktičen cilj, kar pomeni, da na posameznih področjih igrišča uporabljajo enake udarce.

## Odstotek časa zadrževanja igralca na posameznem igralnem področju

S prevoženo potjo na posameznem igralnem področju je posredno povezan tudi čas zadrževanja igralca na posameznem področju. Osnovne statistične značilnosti odstotkov časa zadrževanja na posameznem področju so predstavljene v preglednici 43.

Preglednica 43: Osnovne statistične značilnosti odstotka časa zadrževanja na posameznem področju vseh igralcev

SPREMENLJIVKA	N	MIN	MAKS	VSOTA	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
OČASR1_z	22	16,38	62,88	1006,70	45,75	12,93	-1,03	,47	,73	,65
OČASR2_z	22	4,65	13,99	194,22	8,82	3,07	,44	-1,21	,80	,53
OČASR3_z	22	3,73	24,11	285,60	12,98	4,60	,17	,49	,49	,96
OČASR4_z	22	3,08	70,99	636,62	28,93	17,70	,74	,45	,74	,63
OČASR5_z	22	,00	,69	2,18	,09	,18	2,14	4,40	1,65	,00
OČASR6_z	22	,00	,61	3,28	,14	,19	,94	-,29	1,44	,03
OČASR7_z	22	,39	6,60	52,47	2,38	1,78	1,38	1,21	,96	,31
OČASR8_z	22	,00	,87	4,91	,22	,23	1,22	1,31	,81	,51
OČASR9_z	22	,00	1,53	9,79	,44	,46	1,32	,69	1,21	,10
OČASR10_z	22	,00	,92	,96	,04	,19	4,68	21,94	2,26	,00
OČASR12_z	22	,00	1,41	2,69	,12	,34	3,25	10,60	1,93	,00
OČASR14_z	22	,00	,23	,53	,02	,06	2,67	6,13	2,37	,00
OČASR1_p	22	21,48	64,10	1050,90	47,76	11,44	-,58	-,27	,52	,94
OČASR2_p	22	2,91	19,21	197,40	8,97	3,98	,57	,39	,60	,86
OČASR3_p	22	2,81	17,24	281,90	12,81	3,56	-1,05	1,37	,54	,92
OČASR4_p	22	9,59	56,87	600,88	27,31	14,72	,80	-,50	,92	,35
OČASR5_p	22	,00	,61	2,89	,13	,17	1,41	1,23	1,17	,12
OČASR6_p	22	,00	,44	2,19	,09	,12	1,21	,90	1,12	,15
OČASR7_p	22	,00	7,72	46,95	2,13	1,80	1,65	3,51	,98	,28
OČASR8_p	22	,00	2,83	6,01	,27	,59	4,07	17,89	1,51	,02
OČASR9_p	22	,00	2,02	7,68	,34	,43	2,80	10,13	,99	,27
OČASR10_p	22	,00	,19	,19	,00	,04	4,69	22,00	2,52	,00
OČASR12_p	22	,00	,55	1,82	,08	,14	2,17	5,08	1,46	,02
OČASR13_p	22	,00	,65	,79	,03	,13	4,52	20,87	2,18	,00
OČASR14_p	22	,00	,22	,42	,01	,06	3,07	8,21	2,48	,00

Legenda: OČASR1\_z - OČASR14\_z: odstotek časa zadrževanja zmagovalca na področjih R1 do R14; OČASR1\_p - OČASR14\_p: odstotek časa zadrževanja poraženca na področjih R1 do R14

Na področju R1 so se zmagovalci zadrževali 45,75 %, poraženci pa 47,76 % časa. Rezultati so pričakovani, saj se skladajo tudi z analizo odstotka opravljene poti, kjer smo ugotovili, da so igralci najvišji odstotek poti opravili na področju R1. Hkrati s tem lahko posredno pojasnimo dokaj kratko opravljeno razdaljo v aktivni fazi, ki je znašala le 6,11 m. Dejstvo je, da se vsi igralci skoraj polovico igralnega časa zadržujejo na osrednjem področju R1.

Na področju R4 so se zmagovalci zadrževali 28,93 %, poraženci pa 27,31 % časa. Razlika ni velika, vendar nakazuje na sposobnost igralca, da se po izvedenem udarcu obrne in giblje proč od mreže, s čimer izboljša pogoje za izvedbo naslednjega udarca.

Tako kot pri odstotku opravljene poti smo tudi pri odstotku časa ugotovili, da so se igralci več časa zadrževali na področju R3 kot na področju R2. Kot smo že zapisali, želijo igralci pogosteje usmerjati svoje udarce na bekend stran tekmeca.

Na področju R7 so tako zmagovalci kot poraženci preživeli le 2,38 % celotnega aktivnega časa. Na ostalih področjih pa so vrednosti zelo nizke. Na področju R11 (pri zmagovalcih tudi na R13) gibanja nismo zasledili, zato smo ti dve spremenljivki v preglednici 43 izpustili.

Rezultati testa K - S kažejo, da imajo nenormalno porazdelitev rezultatov naslednje spremenljivke: OČASR5\_z, OČASR6\_z, OČASR10\_z, OČASR12\_z in OČASR14\_z ter OČASR8\_p, OČASR10\_p, OČASR12\_p, OČASR13\_p in OČASR14\_p. Vse omenjene spremenljivke izločamo iz nadaljnje obdelave.

Pri spremenljivkah OČASR7\_z, OČASR8\_z, OČASR9\_z, OČASR5\_p, OČASR6\_p, OČASR7\_p in OČASR9\_p lahko opazimo izrazitejšo asimetrijo v desno, pri spremenljivkah OČASR1\_z in OČASR3\_p pa asimetrijo v levo, se pravi v smeri višjih vrednosti. Pri spremenljivki OČASR2\_z lahko opazimo izrazitejšo sploščenost, pri spremenljivkah OČASR7\_z, OČASR8\_z, OČASR3\_p, OČASR5\_p, OČASR7\_p in OČASR9\_p pa izrazitejšo konicavost. Preglednico za tuje in domače igralce predstavljamo v prilogi (preglednici 55 in 56).

## Razlike med različnimi skupinami igralcev v odstotku časa zadrževanja na posameznem igralnem področju

### Razlike med tujimi (ti) in domačimi igralci (di)

Preglednica 44: Razlike v odstotku časa zadrževanja na posameznem igralnem področju med tujimi in domačimi igralci

SPREMENLJIVKA	SKUPINA	AS	SO	F	P
OČASR1	ti	51,67	9,44	8,507	<b>,006</b>
	di	41,84	12,67		
OČASR2	ti	8,85	2,75	,006	,938
	di	8,94	4,21		
OČASR3	ti	13,86	2,60	2,567	,117
	di	11,93	5,02		
OČASR4	ti	22,38	13,01	6,268	<b>,016</b>
	di	33,86	17,13		
OČASR7	ti	2,37	1,67	,168	,684
	di	2,14	1,90		
OČASR9	ti	,36	,42	,238	,628
	di	,43	,48		

Legenda: OČASR1 – OČASR9: odstotek časa zadrževanja na področjih R1 do R9; ti: tuji igralci; di: domači igralci

Na osnovi rezultatov enosmerne analize variance lahko ugotovimo, da je do statistično značilnih razlik v odstotku časa zadrževanja na posameznem področju med domačimi in tujimi igralci prišlo le pri spremenljivkah OČASR1 in OČASR4 (preglednica 44).

Za spremenljivko OČASR1 lahko ugotovimo, da so razlike med tujimi in domačimi igralci pričakovane, kar kaže na to, da se tuji igralci (51,67 %) statistično značilno dlje časa zadržujejo v osrednjem delu igrišča (področje R1) kot domači igralci (41,84 %). Vendar moramo ugotovitev osvetliti tudi z vidika opravljene poti na področju R1 (preglednica 41), iz katere pa je razvidno, da so tuji igralci opravili nižji odstotek poti (41,71 %) kot domači (44,12 %). Na osnovi ugotovljenih razlik med tujimi in domačimi igralci lahko zaključimo naslednje:

- prvič: tuji igralci več udarcev izvajajo na področju R1 in s tem nadzorujejo igrišče, kar posledično pomeni, da se tekmeč več giblje;



- drugič: tuji igralci se hitreje vračajo v osrednji del igrišča in so s tem tudi optimalneje pripravljene na naslednji udarec;
- tretjič: tuji igralci so sposobni izvesti več udarcev po prvem odskoku in v najvišji točki odskoka žoge.

Če je bila razlaga dobljenih rezultatov pri spremenljivki OČASR1 dokaj enoznačna in pričakovana, pa je pri spremenljivki OČASR4 nekoliko težja. Na osnovi rezultatov smo ugotovili, da so razlike v odstotku časa zadrževanja na področju R4 med tujimi in domačimi igralci statistično značilne. Rezultati kažejo, da so se tuji igralci na področju R4 zadrževali 22,38 %, domači pa 33,86 % časa. Tudi tukaj moramo rezultate vezane na odstotek časa osvetliti z vidika opravljenih poti na tem področju, kjer so tuji igralci opravili 25,90 %, domači pa 27,68 % poti. To pomeni, da so se tuji igralci na tem obrambnem področju (R4) zadrževali manj časa ter opravili tudi krajšo pot. Na osnovi tega lahko sklepamo, da so se tuji igralci po izvedenem udarcu vračali nazaj proti polju R4. Ta gibanja so opravili po krajši poti in v krajšem času. Hkrati s tem pa lahko predvidevamo, da so se domači igralci pogosteje umikali na področje R4, kjer so lahko izvajali tudi udarce po drugem odskoku.

Preglednica 45: Razlike v odstotku časa zadrževanja na posameznem igralnem področju med zmagovalci in poraženci

SPREMENLJIVKA	SKUPINA	AS	SO	F	P
<b>OČASR1</b>	z	45,75	12,93	,298	,588
	p	47,76	11,44		
<b>OČASR2</b>	z	8,82	3,07	,018	,894
	p	8,97	3,98		
<b>OČASR3</b>	z	12,98	4,60	,018	,893
	p	12,81	3,56		
<b>OČASR4</b>	z	28,93	17,70	,109	,742
	p	27,31	14,72		
<b>OČASR7</b>	z	2,38	1,78	,215	,645
	p	2,13	1,80		
<b>OČASR9</b>	z	,44	,46	,494	,486
	p	,34	,43		

Legenda: OČASR1 – OČASR9: odstotek preživetega časa na področjih R1, R2, R3, R4, R7 in R9; z: zmagovalci; p: poraženci

Rezultati enosmerne analize variance niso potrdili statistično značilnih razlik med zmagovalci in poraženci v odstotku časa zadrževanja na posameznem področju. Glede na rezultate, kjer smo primerjali opravljene poti na posameznem področju (preglednica 42) in kjer prav tako nismo ugotovili statistično značilnih razlik med zmagovalci in poraženci, so le - ti pričakovani. Kot smo že zapisali, to kaže na enake taktične cilje zmagovalcev in poražencev dvobojev.

### Povprečna hitrost na posameznem igralnem področju

Preglednica 46: Osnovne statistične značilnosti povprečne hitrosti vseh igralcev na posameznem igralnem področju vseh igralcev

SPREMENLJIVKA	N	MIN	MAKS	VSOTA	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
PHR1_z	22	,56	1,20	19,59	,89	,18	,29	-,91	,74	,64
PHR2_z	22	,52	1,78	26,45	1,20	,40	-,13	-1,47	,78	,56
PHR3_z	22	,62	1,46	24,67	1,12	,26	-,52	-1,02	,75	,62
PHR4_z	22	,32	1,74	23,64	1,07	,49	-,07	-1,81	,97	,30
PHR5_z	22	,00	2,22	11,63	,52	,78	1,14	-,14	1,81	<b>,00</b>
PHR6_z	22	,00	2,21	15,45	,70	,74	,47	-1,11	1,32	,05
PHR7_z	22	1,09	2,14	35,80	1,62	,32	,00	-,94	,61	,84
PHR8_z	22	,00	3,36	30,85	1,40	,98	-,26	-,72	,91	,37
PHR9_z	22	,00	2,88	34,02	1,54	,77	-,72	,47	,78	,57
PHR10_z	22	,00	3,09	6,27	,28	,78	2,86	8,04	2,37	<b>,00</b>
PHR12_z	22	,00	2,21	6,97	,31	,63	1,90	2,71	2,17	<b>,00</b>
PHR14_z	22	,00	2,12	4,34	,19	,55	2,91	7,87	2,35	<b>,00</b>
PHR1_p	22	,67	1,06	18,14	,82	,12	,43	-,81	,61	,84
PHR2_p	22	,49	1,84	23,60	1,07	,33	,49	,07	,70	,70
PHR3_p	22	,64	1,53	22,31	1,01	,23	,81	,15	,96	,31
PHR4_p	22	,27	1,63	18,28	,83	,34	,76	,46	,70	,69
PHR5_p	22	,00	2,89	16,58	,75	,81	,84	,43	1,29	,06
PHR6_p	22	,00	1,86	14,94	,67	,69	,29	-1,65	1,35	,05
PHR7_p	22	,00	2,37	28,16	1,27	,55	-,86	1,42	1,07	,19
PHR8_p	22	,00	2,80	24,98	1,13	,91	-,00	-1,24	,98	,28
PHR9_p	22	,00	2,41	26,91	1,22	,75	-,64	-,47	1,01	,25
PHR10_p	22	,00	1,49	1,49	,06	,31	4,69	22,00	2,52	<b>,00</b>

<b>PHR12_p</b>	22	,00	2,37	13,85	,62	,84	,89	-,72	1,70	<b>,00</b>
<b>PHR13_p</b>	22	,00	2,64	5,68	,25	,69	2,69	6,70	2,38	<b>,00</b>
<b>PHR14_p</b>	22	,00	1,68	2,95	,13	,43	3,16	9,10	2,48	<b>,00</b>

Legenda: PHR1\_z - PHR14\_z: povprečna hitrost zmagovalcev na področjih R1 do R14; PHR1\_p - PHR14\_p: povprečna hitrost poražencev na področjih R1 do R14

Na področjih R7 (1,62 m/s), R8 (1,40 m/s) in R9 (1,54 m/s) so zmagovalci dosegli najvišje povprečne hitrosti. Porazenci so na teh področjih dosegli nižje hitrosti kot zmagovalci. Zmagovalci so na področjih R2, R3 in R4 dosegli višjo hitrost od 1 m/s, porazenci pa le na področjih R2 in R3. Iz nadaljnje obdelave smo izločili spremenljivke vezane na področje R11, kjer nismo zasledili gibanja.

Rezultati testa K - S kažejo, da imajo nenormalno porazdelitev rezultatov naslednje spremenljivke: PHR5\_z, PHR10\_z, PHR12\_z in PHR14\_z ter PHR10\_p, PHR12\_p, PHR13\_p in PHR14\_p. To so področja, kjer smo zasledili zelo malo gibanja. Vse omenjene spremenljivke izločamo iz nadaljnje obdelave.

Pri spremenljivkah PHR2\_z, PHR3\_z, PHR4\_z, PHR6\_z, PHR6\_p in PHR8\_p zasledimo izrazitejšo sploščenost, pri spremenljivki PHR7\_p pa izrazitejšo koničavost (preglednica 46).

Preglednico za tuje in domače igralce predstavljamo v prilogi (preglednici 57 in 58).

## Razlike med različnimi skupinami igralcev v povprečni hitrosti na posameznem igralnem področju

### Razlike med tujimi (ti) in domačimi igralci (di)

Preglednica 47: Razlike v povprečni hitrosti na posameznem igralnem področju med tujimi in domačimi igralci

SPREMENLJIVKA	SKUPINA	AS	SO	F	P																																																												
PHR1	ti	,87	,15	,546	,464																																																												
	di	,84	,16			PHR2	ti	1,41	,27	57,068	<b>,000</b>	di	,85	,21	PHR3	ti	1,24	,19	37,765	<b>,000</b>	di	,89	,17	PHR4	ti	1,30	,32	84,730	<b>,000</b>	di	,95	,43	PHR6	ti	,67	,76	,023	,879	di	,70	,66	PHR7	ti	1,57	,60	2,805	,101	di	1,33	,29	PHR8	ti	1,34	1,05	,289	,594	di	1,19	,86	PHR9	ti	1,35	,84	,062	,805
PHR2	ti	1,41	,27	57,068	<b>,000</b>																																																												
	di	,85	,21			PHR3	ti	1,24	,19	37,765	<b>,000</b>	di	,89	,17	PHR4	ti	1,30	,32	84,730	<b>,000</b>	di	,95	,43	PHR6	ti	,67	,76	,023	,879	di	,70	,66	PHR7	ti	1,57	,60	2,805	,101	di	1,33	,29	PHR8	ti	1,34	1,05	,289	,594	di	1,19	,86	PHR9	ti	1,35	,84	,062	,805	di	1,41	,71						
PHR3	ti	1,24	,19	37,765	<b>,000</b>																																																												
	di	,89	,17			PHR4	ti	1,30	,32	84,730	<b>,000</b>	di	,95	,43	PHR6	ti	,67	,76	,023	,879	di	,70	,66	PHR7	ti	1,57	,60	2,805	,101	di	1,33	,29	PHR8	ti	1,34	1,05	,289	,594	di	1,19	,86	PHR9	ti	1,35	,84	,062	,805	di	1,41	,71															
PHR4	ti	1,30	,32	84,730	<b>,000</b>																																																												
	di	,95	,43			PHR6	ti	,67	,76	,023	,879	di	,70	,66	PHR7	ti	1,57	,60	2,805	,101	di	1,33	,29	PHR8	ti	1,34	1,05	,289	,594	di	1,19	,86	PHR9	ti	1,35	,84	,062	,805	di	1,41	,71																								
PHR6	ti	,67	,76	,023	,879																																																												
	di	,70	,66			PHR7	ti	1,57	,60	2,805	,101	di	1,33	,29	PHR8	ti	1,34	1,05	,289	,594	di	1,19	,86	PHR9	ti	1,35	,84	,062	,805	di	1,41	,71																																	
PHR7	ti	1,57	,60	2,805	,101																																																												
	di	1,33	,29			PHR8	ti	1,34	1,05	,289	,594	di	1,19	,86	PHR9	ti	1,35	,84	,062	,805	di	1,41	,71																																										
PHR8	ti	1,34	1,05	,289	,594																																																												
	di	1,19	,86			PHR9	ti	1,35	,84	,062	,805	di	1,41	,71																																																			
PHR9	ti	1,35	,84	,062	,805																																																												
	di	1,41	,71																																																														

Legenda: PHR1 - PHR9: povprečna hitrost na področjih R1 do R9; ti: tuji igralci; di: domači igralci

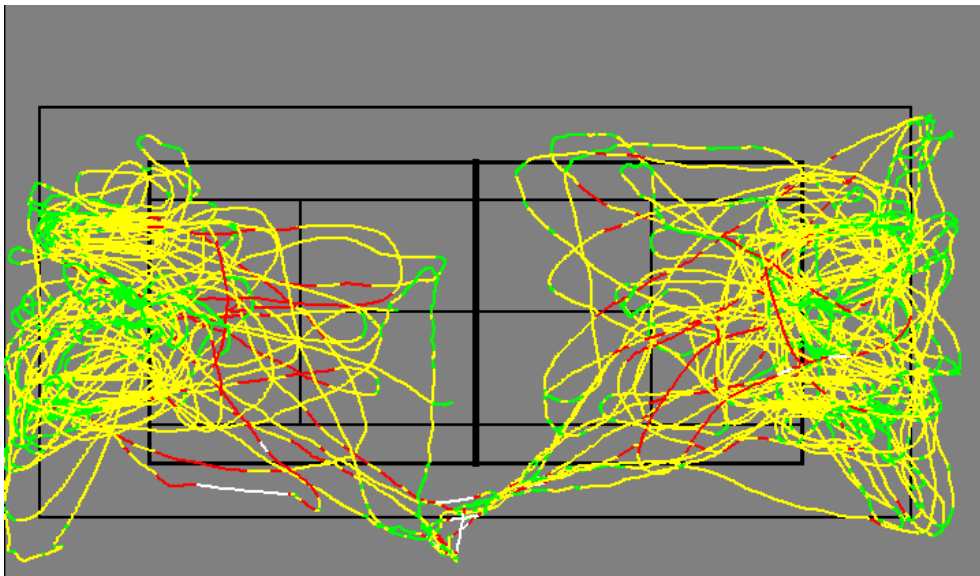
Na osnovi rezultatov enosmerne analize variance lahko ugotovimo, da je do statistično značilnih razlik v povprečni hitrosti na posameznem področju med domačimi in tujimi igralci prišlo le pri spremenljivkah PHR2, PHR3 in PHR4 (preglednica 47).

Razlike v doseženih povprečnih hitrostih na področju R2 so visoke, saj znaša povprečna hitrost pri tujih igralcih 1,41 m/s, pri domačih pa le 0,85 m/s. Podobne razlike lahko ugotovimo tudi na področju R3, kjer znaša povprečna hitrost pri tujih igralcih 1,24 m/s, pri domačih pa 0,89 m/s. Razlike v povprečni hitrosti v polju R2 (tudi R3) kažejo na sposobnost tujih igralcev, da se iz osrednjega področja R1 proti področju R2 ali R3 zelo hitro gibljejo (pospešujejo svojo vožnjo). Hitro gibanje je izvedeno s ciljem pravočasne

izvedbe forhenda (najpogosteje na področju R2) ali bekenda (na področju R3), ki ju je tekmeč usmeril v stransko črto igrišča. Hitro gibanje igralca na področjih R2 in R3 ni le posledica hitrega gibanja k žogi, pač pa tudi hitrega vračanja igralca na področje R1. Na to področje se želi vrniti čim hitreje, da se lahko optimalno pripravi za naslednji udarec.

Do statistično značilnih razlik pa je prišlo tudi pri spremenljivki PHR4, kjer so tuji igralci dosegli v povprečju hitrost 1,3 m/s, domači pa le 0,95 m/s. Pri tej spremenljivki lahko razlike med obema skupinama igralcev razložimo z že omenjenim hitrim gibanjem tujega igralca po udarcu v smeri R4 in iz R4 v R1 (ko se giblje proti prihajajoči žogi). Visoke hitrosti se razvijejo tudi pri izvajanju obrambnih udarcev na področju R4, ko igralec lovi bolj oddaljene žoge.

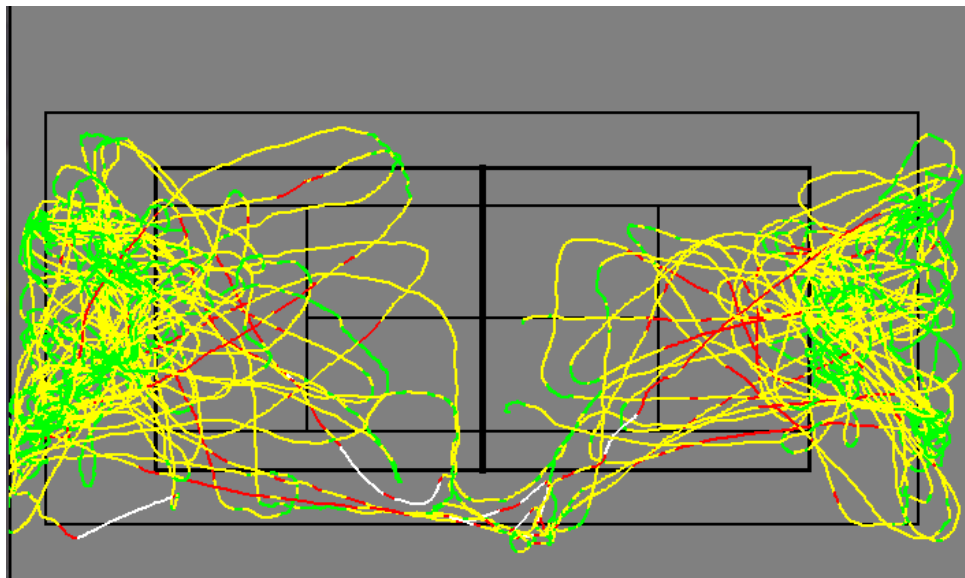
Ker sistem Sagit/tenis omogoča izris hitrostnih trajektorij podajamo primer za tujega in domačega igralca.



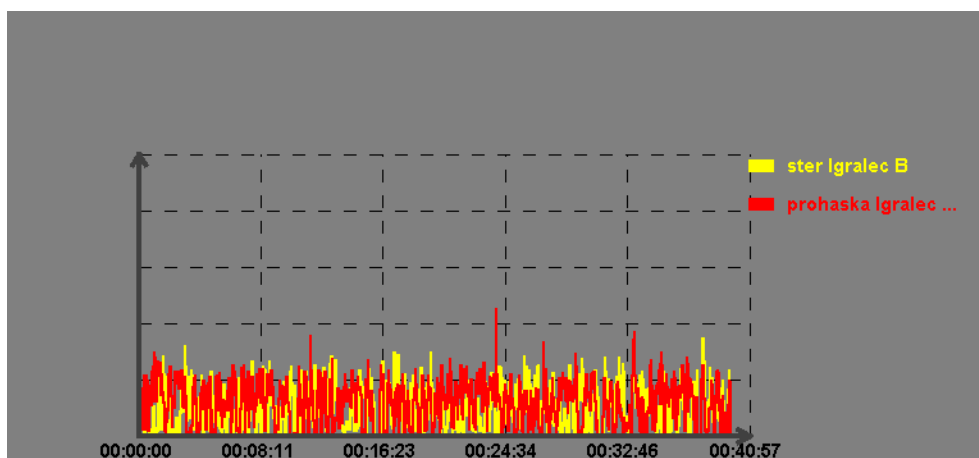
Slikovni prikaz 7: Hitrostne trajektorije izbranega tujega igralca

V slikovnem prikazu 7 vidimo, da je pri izbranem tujem igralcu največ gibanja potekalo v prvem hitrostnem razredu (0 - 1 m/s - označeno z rumeno barvo). Rumena barva prevladuje na vseh področjih in predvsem tam, kjer se izvaja največ gibanja (R1, R2, R3 in R4). Z zeleno barvo je označen drugi hitrostni razred (1 - 2 m/s), ki je izrazitejši pri obratih igralca (pentlja) in predvsem na področjih R1 in R4. V tretjem hitrostnem razredu

je gibanja malo in poteka predvsem na področju R7, kjer igralec rešuje krajše žoge. Z belo barvo je označeno gibanje s hitrostjo 3 - 4 m/s na področjih R5 in R10. Podobno razdelitev hitrosti zasledimo pri izbranemu domačemu igralcu (slikovni prikaz 8).



Slikovni prikaz 8: Hitrostne trajektorije izbranega domačega igralca



Slikovni prikaz 9: Prikaz hitrosti zmagovalca in poraženca med izbrano tekmo

V slikovnem prikazu 9 vidimo hitrost zmagovalca (rdeča barva) in poraženca (rumena barva) na izbrani tekmi. Prevladuje predvsem zmagovalec s štirimi izrazitejšimi »skoki«. Rumena barva, ki predstavlja hitrost poraženca, izstopa 23 - krat na izbrani tekmi.

## Razlike med zmagovalci (z) in poraženci (p)

Preglednica 48: Razlike v povprečni hitrosti na posameznem igralnem področju med zmagovalci in poraženci

SPREMENLJIVKA	SKUPINA	AS	SO	F	P
PHR1	z	,89	,18	1,991	,166
	p	,82	,12		
PHR2	z	1,20	,40	1,340	,254
	p	1,07	,33		
PHR3	z	1,12	,26	1,999	,165
	p	1,01	,23		
PHR4	z	1,07	,49	3,647	,063
	p	,83	,34		
PHR5	z	,52	,78	,870	,356
	p	,75	,81		
PHR6	z	,70	,74	,012	,914
	p	,67	,69		
PHR7	z	1,62	,32	6,410	<b>,015</b>
	p	1,27	,55		
PHR8	z	1,40	,98	,857	,360
	p	1,13	,91		
PHR9	z	1,54	,77	1,965	,168
	p	1,22	,75		

Legenda: PHR1 - PHR9: povprečna hitrost na področjih R1 do R9; z: zmagovalci; p: poraženci

Na osnovi rezultatov enosmerne analize variance lahko ugotovimo, da je do statistično značilnih razlik v povprečni hitrosti na posameznem področju med zmagovalci in poraženci prišlo le pri spremenljivki PHR7 (preglednica 48).

Razlike v doseženi povprečni hitrosti na področju R7 so visoke, saj znaša povprečna hitrost pri zmagovalcih 1,62 m/s, pri poražencih pa 1,27 m/s. Razloge za razlike med skupinama igralcev lahko iščemo v hitrejšem prihodu zmagovalcev k mreži, saj je področje R7 srednje polje pri mreži. Kot smo že omenili, igralci na teh področjih izvajajo predvsem zaključne udarce, med katere sodi tudi volej. Zato lahko sklepamo, da se zmagovalci hitreje gibljejo k mreži, ko želijo točko zaključiti z volejem. Prav tako pa lahko do razlik v povprečni hitrosti pride zaradi hitrega gibanja igralcev, ki je posledica odigrane skrajšane žoge tekmeča.

## Maksimalna hitrost na posameznem igralnem področju

S sistemom Sagit/tenis smo spremljali maksimalno hitrost na posameznem igralnem področju teniškega igrišča.

Preglednica 49: Osnovne statistične značilnosti maksimalne hitrosti na posameznem igralnem področju

SPREMENLJIVKA	N	MIN	MAKS	VSOTA	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
MHR1_z	22	2,32	4,09	67,31	3,05	,46	,32	-,04	,63	,81
MHR2_z	22	1,64	3,54	58,29	2,64	,47	-,17	,09	,41	,99
MHR3_z	22	1,95	3,81	59,68	2,71	,48	,46	-,11	,58	,88
MHR4_z	22	1,74	3,77	65,27	2,96	,50	-,63	,11	,58	,87
MHR5_z	22	,00	2,97	16,54	,75	1,07	,91	-,86	1,85	<b>,00</b>
MHR6_z	22	,00	3,71	23,52	1,06	1,14	,62	-,63	1,31	,06
MHR7_z	22	1,72	3,66	57,17	2,59	,45	,29	,52	,661	,77
MHR8_z	22	,00	4,01	39,09	1,77	1,27	-,25	-,99	,89	,39
MHR9_z	22	,00	3,78	45,31	2,05	1,03	-,68	,51	,77	,58
MHR10_z	22	,00	3,10	7,71	,35	,94	2,57	5,48	2,38	<b>,00</b>
MHR12_z	22	,00	2,51	9,54	,43	,84	1,63	1,15	2,19	<b>,00</b>
MHR14_z	22	,00	2,31	4,81	,21	,60	2,83	7,51	2,36	<b>,00</b>
MHR1_p	22	2,37	5,01	68,03	3,09	,63	1,68	3,04	,99	,27
MHR2_p	22	2,06	4,21	61,87	2,81	,55	,64	,24	,46	,98
MHR3_p	22	1,91	4,57	57,62	2,61	,55	2,10	7,09	,71	,68
MHR4_p	22	1,18	4,61	65,73	2,98	,65	-,28	3,20	,83	,49
MHR5_p	22	,00	3,23	22,60	1,02	1,09	,58	-,90	1,31	,06
MHR6_p	22	,00	4,31	21,57	,98	1,11	1,22	2,16	1,24	,09
MHR7_p	22	,00	3,26	49,04	2,22	,86	-1,74	2,65	1,18	,12
MHR8_p	22	,00	3,10	32,52	1,47	1,11	-,35	-1,41	1,05	,21
MHR9_p	22	,00	2,97	37,58	1,70	1,01	-,91	-,55	1,11	,16
MHR10_p	22	,00	2,32	2,32	,10	,49	4,69	22,00	2,52	<b>,00</b>
MHR12_p	22	,00	2,58	16,79	,76	,97	,63	-1,45	1,75	<b>,00</b>
MHR13_p	22	,00	2,82	6,55	,29	,79	2,55	5,49	2,39	<b>,00</b>
MHR14_p	22	,00	2,39	3,85	,17	,58	3,38	11,15	2,47	<b>,00</b>

Legenda: MHR1\_z - MHR14\_z: maksimalna hitrost zmagovalcev na področjih R1 do R14; MHR1\_p - MHR14\_p: maksimalna hitrost poražencev na področjih R1 do R14



Na področju R1 so tako zmagovalci (3,05 m/s) kot tudi poraženci (3,09 m/s) dosegli najvišjo maksimalno hitrost. Visoke maksimalne hitrosti so igralci dosegli na področjih R2, R3, R4 in R7. Nizke maksimalne hitrosti zaznamo na področjih, kjer se izvajajo udarci pri mreži (volej). Pri spremenljivkah MHR11\_z, MHR13\_z in MHR11\_p gibanja nismo zasledili.

Rezultati testa K - S kažejo, da imajo nenormalno porazdelitev rezultatov naslednje spremenljivke: MHR5\_z, MHR10\_z, MHR12\_z, MHR14\_z, MHR10\_p, MHR 12\_p, MHR13\_p in MHR14\_p. To so področja, kjer smo zasledili zelo malo gibanja. Spremenljivke, ki imajo nenormalno porazdelitev rezultatov, smo izločili iz nadaljnje obdelave (preglednica 49).

Pri spremenljivkah MHR1\_p, MHR3\_p in MHR6\_p smo ugotovili izrazitejšo asimetrijo v desno, pri spremenljivki MHR7\_p pa asimetrijo v levo. Pri spremenljivkah MHR1\_p, MHR3\_p, MHR4\_p, MHR6\_p in MHR7\_p zasledimo izrazitejšo koničavost, pri spremenljivki MHR8\_p pa izrazitejšo sploščenost.

Preglednico za tuje in domače igralce predstavljamo v prilogi (preglednici 59 in 60).

## Razlike med različnimi skupinami igralcev v maksimalni hitrosti na posameznem igralnem področju

### Razlike med tujimi (ti) in domačimi igralci (di)

Preglednica 50: Razlike v maksimalni hitrosti na posameznem igralnem področju med tujimi in domačimi igralci

SPREMENLJIVKA	SKUPINA	AS	SO	F	P
<b>MHR1</b>	ti	3,12	,41	,316	,577
	di	3,02	,66		
<b>MHR2</b>	ti	2,81	,48	1,288	,263
	di	2,64	,54		
<b>MHR3</b>	ti	2,65	,31	,018	,893
	di	2,67	,66		
<b>MHR4</b>	ti	3,23	,44	10,659	<b>,002</b>
	di	2,72	,58		
<b>MHR6</b>	ti	,87	,99	,765	,387
	di	1,17	1,23		
<b>MHR7</b>	ti	2,44	,87	,060	,808
	di	2,38	,51		
<b>MHR8</b>	ti	1,61	1,25	,007	,932
	di	1,64	1,16		
<b>MHR9</b>	ti	1,72	1,03	1,012	,320
	di	2,03	1,01		

Legenda: MHR1 - MHR9: maksimalna hitrost na področjih R1 do R9; ti: tuji igralci; di: domači igralci

Na osnovi rezultatov enosmerne analize variance lahko ugotovimo, da je do statistično značilnih razlik v maksimalni hitrosti na posameznem področju med tujimi in domačimi igralci prišlo le pri spremenljivki MHR4.

Razlike v doseženi maksimalni hitrosti na področju R4 so visoke, saj znaša maksimalna hitrost pri zmagovalcih 3,23 m/s, pri poražencih pa 2,72 m/s (preglednica 50). Rezultati se skladajo z razlikami, ki smo jih ugotovili pri vrednostih povprečne hitrosti na istem področju R4 (preglednica 47). Enako lahko tudi pri tej spremenljivki razlike med tujimi in domačimi igralci razložimo z zelo hitrim gibanjem igralca po udarcu v smeri področja R4,

z gibanjem igralca s področja R4 proti R1, ko se giblje proti prihajajoči žogi in z izvajanjem obrambnih udarcev na področju R4, ko igralec lovi bolj oddaljene žoge in pri tem dosega zelo visoke hitrosti gibanja.

### Razlike med zmagovalci (z) in poraženci (p)

Preglednica 51: Razlike v maksimalni hitrosti na posameznem igralnem področju med zmagovalci in poraženci

SPREMENLJIVKA	SKUPINA	AS	SO	F	P
<b>MHR1</b>	z	3,05	,46	,038	,846
	p	3,09	,63		
<b>MHR2</b>	z	2,64	,47	1,093	,302
	p	2,81	,55		
<b>MHR3</b>	z	2,71	,48	,363	,550
	p	2,61	,55		
<b>MHR4</b>	z	2,96	,50	,014	,905
	p	2,98	,65		
<b>MHR5</b>	z	,75	1,07	,708	,405
	p	1,02	1,09		
<b>MHR6</b>	z	1,06	1,14	,068	,796
	p	,98	1,11		
<b>MHR7</b>	z	2,59	,459	3,107	,085
	p	2,22	,86		
<b>MHR8</b>	z	1,77	1,27	,683	,413
	p	1,47	1,11		
<b>MHR9</b>	z	2,05	1,033	1,292	,262
	p	1,70	1,01		

Legenda: MHR1 - MHR9: maksimalna hitrost na področjih R1do R9; z: zmagovalci; p: poraženci

Na osnovi rezultatov enosmerne analize variance lahko ugotovimo, da ni prišlo do statistično značilnih razlik v maksimalni hitrosti na posameznem področju med zmagovalci in poraženci. Razloge, da do razlik ni prišlo, lahko iščemo v dokaj homogenem vzorcu tujih in domačih igralcev. Ker smo zmagovalce pri tujih in domačih igralcih obravnavali skupaj, so bile razlike med obema obravnavanima skupinama manj izrazite. To se je pokazalo tudi pri ostalih obravnavanih spremenljivkah (preglednica 51).

Najpomembnejše ugotovitve povezane z raziskovanjem področja gibanja v tenisu na vozičku:

- največ gibanja (poti) so igralci opravili na področju R1, kjer so zmagovalci prevozili 40,83 %, poraženci pa 45 % poti;
- tuji igralci so več gibanja opravili na področju R3, kjer se najpogosteje izvajajo bekend udarci;
- med zmagovalci in poraženci ni prišlo do statističnih razlik v odstotku opravljene poti na posameznem področju gibanja;
- najdlje so se igralci zadržali na področju R1 (zmagovalci 45,75 %, poraženci 47,76 % časa);
- tuji igralci so se statistično značilno dlje časa zadrževali v osrednjem delu igrišča (področje R1) in statistično značilno manj na področju R4;
- v odstotku časa zadrževanja na posameznem področju med zmagovalci in poraženci ni statistično značilnih razlik;
- na področjih R7 (1,62 m/s), R8 (1,40 m/s) in R9 (1,54 m/s) so zmagovalci dosegli najvišje povprečne hitrosti; poraženci so na teh področjih dosegli nižje hitrosti kot zmagovalci;
- do statistično značilnih razlik v povprečni hitrosti na posameznem področju med domačimi in tujimi igralci je prišlo na področjih R2, R3 in R4 (tuji igralci so bili hitrejši);
- do statistično značilnih razlik v povprečni hitrosti na posameznem področju med zmagovalci in poraženci je prišlo na področju R7 (zmagovalci so bili hitrejši);
- na področju R1 so tako zmagovalci (3,05 m/s) kot poraženci (3,09 m/s) dosegli najvišjo maksimalno hitrost; visoke maksimalne hitrosti so igralci dosegli tudi na področjih R2, R3, R4 in R7;
- na področju R4 so tuji igralci dosegli statistično značilno višjo maksimalno hitrost kot domači igralci;
- statistično značilnih razlik v maksimalni hitrosti na posameznem področju med zmagovalci in poraženci ni.

Glede na dobljene rezultate lahko delno potrdimo **Hipotezo 8**, ki pravi, da obstajajo med tujimi in domačimi igralci statistično značilne razlike na področju gibanja v aktivni fazi.

Na osnovi rezultatov lahko delno potrdimo **Hipotezo 9**, ki pravi, da obstajajo med zmagovalci in poraženci statistično značilne razlike na področju gibanja v aktivni fazi.

## 6. SKLEPI

Raziskava predstavlja preučevanje časovnih in igralnih značilnosti v tenisu na vozičku, ki po našem vedenju spada med prve tovrstne v Sloveniji in svetu. Podatke smo zbrali leta 2006 v teniški dvorani TK Triglav Kranj. Vse tekme so potekale na trdi podlagi. Vzorec igralcev je predstavljalo 15 gibalno oviranih teniških igralcev s poškodbo hrbtenice v prsnem delu, s čimer smo izenačili pogoje z vidika medicinske klasifikacije merjencev. V prvi skupini tujih igralcev, ki so predstavljali vrhunske teniške igralce, uvrščene med prvih sto na svetovni teniški lestvici, je bilo 5 teniških igralcev. Odigrali so 11 teniških tekem. V drugo skupino smo uvrstili 10 najboljših slovenskih igralcev tenisa na vozičku, ki so, prav tako odigrali 11 teniških tekem. Domači tekmovalci v času raziskave niso bili uvrščeni na svetovno teniško lestvico. Vsi igralci so bili desničarji. Nihče od igralcev pred poškodbo ni igral tenisa na tekmovalnem nivoju.

V nalogi so bili doseženi vsi cilji empiričnega dela naloge.

**1. Na področju spremljanja časovnih značilnosti v tenisu na vozičku smo ugotovili, da je bilo trajanje posamezne točke zelo kratko. To uvršča tenis na vozičku med anaerobne alaktatne aktivnosti. Največ aktivnih faz je bilo krajših od 5 sek.**

Igralci so za posamezno tekmo v povprečju potrebovali 54,13 min. Aktivni del igre je v povprečju predstavljal 10,32 min, kar je znašalo skoraj 20 % vsega časa. Pasivni del igre je predstavljal pretežni del teniške igre, nekaj več kot 80 % vsega igralnega časa. Posamezna aktivna faza je trajala 4,16 sek, kar je manj, kot je bilo ugotovljeno v edini primerljivi raziskavi Bullock in Pluim (2003). Razlog najdemo v hitri podlagi, kar predstavlja pomemben dejavnik trajanja aktivnega dela igre. Trajanje aktivnih faz smo razdelili v štiri časovne razrede. V prvem časovnem razredu (od 0 - 5 sek) smo našli 70 %, v drugem (od 5 - 10 sek) 23,12 % in v tretjem (od 10 - 12 sek) 6,39 % vseh aktivnih faz. Najmanj aktivnih faz je bilo v četrtem časovnem razredu, kjer so bile aktivne faze daljše od 20 sek; odstotek teh znaša 0,40. V času trajanja pasivnih faz smo ugotovili edino statistično značilno razliko med domačimi in tujimi igralci. Tujci so povprečno počivali 15,83 sek,

domači pa 18,99 sek. Na podlagi dobljenih rezultatov smo **Hipotezo 2** skoraj v celoti zavrnil.

## **2. Časovne in igralne značilnosti v tenisu na vozičku lahko proučujemo z zanesljivim sistemom Sagit/tenis.**

Sistem Sagit/tenis temelji na metodi računalniškega vida. Za ta namen je bil narejen na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani. Tovrstno preučevanje časovno - igralnih značilnosti v tenisu je bilo uporabljeno prvič, zato je bilo potrebno ugotoviti merske značilnosti sledilnega sistema Sagit/tenis. Povprečna vrednost RMS napake pri oceni položaja igralca je znašala 0,23 m. Najmanjša RMS napaka je znašala 0,12 m, največja pa 0,44 m. V tem delu igrišča se igralci ne gibljejo pogosto. Dodatno smo izračunali RMS napako hitrosti igralca in sistematično napako hitrosti igralca. Prva znaša 0,19 m/s, del napake pa povzroča sistematična napaka, ki znaša - 0,08 m/s. Napaka poti je znašala - 5,43 m/min pri enakomernem gibanju. Glede na dobljene rezultate smo potrdili **Hipotezo 1**, ki pravi, da znašata povprečna RMS in maksimalna RMS napaka sledilnega sistema Sagit/tenis pri določanju položaja igralca v dvodimenzionalnem prostoru manj kot 50 cm.

## **3. V okviru igralnih značilnosti smo s pomočjo sistema Sagit/tenis ugotavljali število in strukturo teniških udarcev v tenisu na vozičku. Ugotovili smo, da se v kratkem času izvede malo udarcev. Tenis na vozičku predstavlja igro, kjer je zelo veliko prostora za napake.**

Na 22 tekmah je bilo izvedenih 7.388 teniških udarcev. Igralci so izmenjali skoraj 336 udarcev na posamezni tekmi, 22 udarcev v igri in 2,22 udarca v aktivni fazi. Število udarcev v aktivni fazi je nizko in manjše, kot je bilo ugotovljeno v edini primerljivi raziskavi Bullock in Pluim (2003) in v drugih raziskavah, ki so bile izvedene v tenisu gibalno neoviranih. Razloga za to sta vsaj dva: analizirali smo vse udarce (tudi 1. in 2. servise) in tekme so se odvijale na hitri podlagi.

V strukturi teniških udarcev smo analizirali 17 udarcev, ki so bili razdeljeni glede na taktični cilj ter tehnično izvedbo. Najpogosteje sta bila izvedena 1. in 2. servis, saj se vsaka aktivna faza začne s 1. oz. 2. servisom. Visoke vrednosti smo zasledili pri odstotkih pojavljanja reterna, ki se gibljejo od 5,42 do 9,11 % vseh izvedenih udarcev. Enako kot za servis velja tudi za retern, saj je vsaj eden od možnih reternov izveden v vsaki aktivni fazi. Igralci udarijo več udarcev z bekend reternom kot posledico 1. servisa na bekend stran. Visok odstotek izvedenih udarcev smo zasledili pri forhend topspin udarcu. Igralci v tenisu na vozičku forhend topspin udarec zaradi določenih biomehanskih in anatomskih značilnosti lahko izvajajo pogosteje. To velja predvsem za žoge, ki imajo višji odskok, pa tudi za žoge, ki jih igralci usmerjajo v telo tekmeca. To je eden od razlogov, da smo pri forhend slajz udarcu zasledili bistveno nižji odstotek, le 1,62 %. Ravno obratno pa velja za udarca, ki določata oba osnovna udarca na bekend strani. Pri bekend topspin udarcu smo zasledili nižji odstotek kot pri bekend slajz udarcu. Zelo redko smo zasledili udarce na mreži (volej, smeš) in udarce občutka (skrajšana žoga).

Med tujimi in domačimi igralci smo ugotovili nekatere razlike v strukturi pojavljanja teniških udarcev, ki odražajo kakovostno razliko med obema skupinama. Statistično značilne razlike smo ugotovili pri odstotku reternov in pri bekend topspin udarcu. Tuji igralci so izvedli manj forhend reternov na 1. in 2. servis tekmeca. To pomeni, da so tuji igralci sposobni izvesti 1. servis tako natančno in hitro, da večino 1. servisov usmerijo na bekend stran tekmeca. S tem si že s prvim udarcem zagotovijo določeno prednost pred nadaljevanjem igre. Za domače igralce velja, da je njihov 1. servis manj natančen in zato lahko tekmeci pogosteje izvedejo forhend retern. Tuji igralci so izvedli večji odstotek bekend reternov na 1. in 2. servis. Razlog je zopet v kakovosti servisa, ki tujim igralcem omogoča, da 1. servis pogosteje usmerijo na bekend stran tekmeca, s katere ne more izvesti tako napadalnega udarca. Do statistično značilnih razlik je prišlo pri odstotku izvedenih bekend topspin udarcev, ki so jih tuji igralci izvedli več. Razlog velja iskati v izvajanju taktičnega načrta igralcev z željo po čim pogostejšem udarjanju na bekend stran tekmeca. Gre za že znane značilnosti, ki na nek način določajo forhend udarec kot bolj napadalen (univerzalen), bekend pa kot obramben udarec, s katerim želi igralec v igri ohraniti ravnotežje. Glede na dobljene rezultate lahko delno potrdimo **Hipotezo 3**, ki



pravi, da med tujimi in domačimi igralci obstajajo statistično značilne razlike v igralnih značilnostih v tenisu na vozičku.

Med zmagovalci in poraženci dvobojev je statistično značilna razlika nastala le pri odstotku izvedenih forhend topspin udarcev. Razlago dobljenih rezultatov lahko osvetlimo v luči bolj univerzalne uporabe forhend udarca, kar velja za igro na osnovni črti in na sredini igrišča. Igralci tenisa na vozičku imajo taktičen cilj, da čim pogosteje izvajajo forhend udarec. Na osnovi dobljenih rezultatov analize variance se je izkazalo, da je to edini od taktičnih načrtov, ki ga zmagovalci, tako pri tujih kot tudi pri domačih igralcih, uporabljajo pogosteje.

#### **4. Obseg gibanja z invalidskim vozičkom je pomemben dejavnik uspešnosti v tenisu na vozičku, ki loči boljše igralce od slabših in zmagovalce od poražencev.**

V raziskavi smo proučevali celotno prevoženo pot na invalidskem vozičku, v igri (gemu) in v posamezni aktivni fazi igre. Igralec je prevozil 613 m na tekmi, 46,16 m v igri in 6,11 m v posamezni aktivni fazi. Rezultate tujih igralcev smo primerjali z domačimi in ugotovili, da so tuji igralci opravili daljšo pot na celotni tekmi, v posamezni igri in tudi v posamezni aktivni fazi.

Do statistično značilnih razlik smo prišli tudi med zmagovalci in poraženci v vseh delih igre (v aktivni fazi, v igri in na tekmi). Z veliko gotovostjo lahko trdimo, da večji obseg gibanja v tenisu na vozičku pomeni večjo igralno učinkovitost. Tako smo potrdili **Hipotezi 4 in 5**, ki pravita, da obstajajo statistično značilne razlike v obsegu gibanja v aktivni fazi med tujimi in domačimi igralci ter med zmagovalci in poraženci.

#### **5. Hitrost gibanja na vozičku je nižja kot v drugih športnih igrah na invalidskem vozičku. Hitrost gibanja predstavlja spremenljivko, ki v manjši meri loči dobre igralce od slabših in zmagovalce od poražencev.**

S pomočjo sistema Sagit/tenis smo zbrali spremenljivke, ki določajo povprečno in maksimalno hitrost gibanja v tenisu na vozičku. Povprečna hitrost v aktivni fazi je znašala

0,93 m/s, maksimalna (povprečna) hitrost pa 3,29 m/s. Najvišja izmerjena hitrost v aktivni fazi je znašala 5 m/s. Podatki o hitrostih so nižji kot pri drugih športnikih v invalidskih vozičkih, ker morajo igralci pri potiskanju vozička med igro v roki držati tudi lopar. Igralec se giblje znotraj omejenega igralnega polja, ki ne omogoča razvijanja visokih hitrosti.

Oblikovali smo štiri hitrostne razrede, s čimer smo dobili dodatne informacije. Ugotovili smo, da so tako zmagovalci kot poraženci največ gibanja opravili v prvem hitrostnem razredu (53,38 % in 60,9 %). Manj odstotkov gibanja je bilo v drugem hitrostnem razredu (39,26 % in 34,05 %). V tretjem hitrostnem razredu zasledimo 7 % gibanja, (11 % pri zmagovalcih in 4,7 % pri poražencih). Le majhen odstotek gibanja smo zasledili v četrtem hitrostnem razredu.

Na osnovi rezultatov enosmerne analize variance smo ugotovili, da je med tujimi in domačimi igralci prišlo do statistično značilnih razlik v povprečni hitrosti gibanja igralcev v času aktivne faze, zato smo **Hipotezo 6** potrdili. Pri maksimalni hitrosti gibanja so tuji igralci dosegli višje vrednosti, vendar razlike niso bile statistično značilne.

6. Med zmagovalci in poraženci ni prišlo do statistično značilnih razlik v povprečni hitrosti v aktivni fazi in v maksimalni hitrosti. **Hipotezo 7** smo zavrnil.

7. Glede na to, da nismo ugotovili statistično značilnih razlik v spremenljivkah, ki določajo hitrost gibanja igralcev med zmagovalci in poraženci, nas je zanimalo, ali bo do razlik prišlo v zastopanosti igralcev v posameznih hitrostnih razredih. Na osnovi rezultatov analize variance smo ugotovili, da je **pri vseh štirih spremenljivkah, ki določajo odstotek pojavljanja (gibanja) igralca v posameznem hitrostnem razredu, prišlo do statistično značilnih razlik med tujimi in domačimi igralci**. Povprečne vrednosti v posameznih hitrostnih razredih kažejo, da se v prvem hitrostnem razredu (0 – 1 m/s) domači igralci gibljejo več (68,8 %) kot tuji (45,4 %). V vseh ostalih hitrostnih razredih so tuji igralci v povprečju višje zastopani. Dobljeni rezultati so v skladu s pričakovanji in tudi z rezultati povprečnih hitrosti igralcev v aktivni fazi, pri katerih so tuji igralci dosegali višje vrednosti. Hitrejše gibanje v igri omogoča hitrejši prihod k bolj

oddaljenim žogam, pravočasno pripravo na udarec in tudi hitrejša vračanja v optimalni položaj po izvedenem udarcu. To pa so igralne kvalitete, ki v največji meri ločujejo bolj uspešne igralce od manj uspešnih.

Pri treh spremenljivkah (OHR1, OHR2, OHR3), ki določajo odstotek gibanja igralca v prvem, drugem in tretjem hitrostnem razredu, je prišlo do statistično značilnih razlik med zmagovalci in poraženci. Podobno kot pri primerjavi tujih in domačih igralcev tudi tukaj opazimo podoben trend. Povprečne vrednosti v posameznih hitrostnih razredih kažejo, da se v prvem hitrostnem razredu (0 – 1 m/s) poraženci gibljejo več (60,9 %) kot zmagovalci (53,3 %). V vseh ostalih hitrostnih razredih se zmagovalci pojavljajo pogosteje. Tudi tukaj lahko razloge za razlike iščemo v višji hitrosti in učinkovitosti gibanja zmagovalcev dvobojev. Menimo, da so razlogi za razlike enaki, kot smo jih omenili pri analizi hitrostnih razredov med tujimi in domačimi igralci.

#### **8. V tenisu na vozičku se največ gibanja izvede na področju osnovnega položaja (blizu servisne črte). Zelo malo je gibanja blizu servisne mreže.**

Zaradi proučevanja opravljene poti, časa in hitrosti na posameznih področjih teniškega igrišča smo vsako polovico igrišča razdelili na 14 manjših področij.

Ugotovili smo, da so igralci največ poti opravili na področjih R1 in R4, ki predstavljata področji osnovnega položaja igralca na vozičku. Več poti opravijo na bekend kot na forhend strani. Zelo malo gibanj smo zasledili blizu mreže. Rezultati enosmerne analize variance niso potrdili statistično značilne razlike v odstotku opravljene poti na posameznem področju med tujimi in domačimi igralci. Izjema je področje R3, kjer so tuji igralci prevozili večji odstotek poti kot domači. Med zmagovalci in poraženci nismo ugotovili razlik v opravljeni razdalji na posameznem področju.

Skladno z razdaljami smo podobne rezultate dobili tudi v času, ki ga igralec preživi na določenem področju. Najdlje so se igralci zadržali na področju R1. Tuji igralci so se statistično značilno dlje časa zadrževali v osrednjem delu igrišča (področje R1) kot domači in statistično značilno manj na področju R4. Nismo ugotovili statistično značilnih razlik v odstotku časa zadrževanja na posameznem področju med zmagovalci in poraženci. Na

področjih R7, R8 in R9 so zmagovalci dosegli najvišje povprečne hitrosti; poraženci so na teh področjih dosegli nižje hitrosti kot zmagovalci. Do statistično značilnih razlik v povprečni hitrosti na posameznem področju med domačimi in tujimi igralci je prišlo na področjih R2, R3 in R4 (tuji igralci so bili hitrejši). Do statistično značilnih razlik v povprečni hitrosti na posameznem področju med zmagovalci in poraženci je prišlo na področju R7. Na področju R1 so tako zmagovalci (3,05 m/s) kot tudi poraženci (3,09 m/s) dosegli najvišjo maksimalno hitrost. Visoke maksimalne hitrosti so igralci dosegli na področjih R2, R3, R4 in R7. Tuji igralci so dosegli statistično značilno višjo maksimalno hitrost na področju R4. Med zmagovalci in poraženci ni prišlo do statistično značilnih razlik v maksimalni hitrosti na posameznem področju. Na osnovi teh rezultatov smo **Hipotezi 8 in 9**, ki pravita, da obstajajo statistično značilne razlike na področju gibanja v aktivni fazi med tujimi in domačimi igralci ter med zmagovalci in poraženci, le delno sprejeli.

**Študija predstavlja originalen prispevek k znanosti na ožjem problemskem področju.**

1. Na področju teoretičnih informacij smo z raziskavo zbrali številne informacije, vezane na značilnosti gibalno oviranih in teniške igre na vozičku, na pomen športne aktivnosti za gibalno ovirane in na razvoj tenisa na vozičku. Podali smo pregled dosedanjih raziskav, ki so vezane na ožje problemsko področje, to je preučevanje obremenitev športnikov v različnih športnih igrah. Informacije so predstavljene pregledno in bodo na tem področju v pomoč raziskovalcem.

2. Skupaj, predvsem pa ob nepogrešljivi pomoči sodelavcev s Fakultete za elektrotehniko v Ljubljani, Katedre za slikovne tehnologije, smo razvili sistem Sagit/tenis. Sistem je velika pridobitev predvsem z vidika znanstvenega raziskovanja tehnično - taktičnih kazalcev igranja tenisa na vozičku in obremenitev igralcev na treningu/tekmi. Sagit za raziskovalce na področju športa pomeni sistem, s katerim lahko športno aktivnost obravnavamo na celovit način brez kakršnegakoli vpliva na obravnavane športnike. Sistem omogoča zbiranje in urejanje zanesljivih in natančnih podatkov, s pomočjo katerih dobijo trenerji in igralci kakovosten nadzor in možnost za analizo dogodkov na treningu/tekmi.

Ker sistem omogoča prikaz rezultatov tako številčno kot slikovno, je primeren za vsakega uporabnika. Po drugi strani pa predstavlja sistem Sagit tudi možnost za raziskovalce s področja tehnologije umetnega vida, ki lahko na različnih športnih področjih preverjajo merske značilnosti sistemov.

3. Sledilni sistem Sagit/tenis predstavlja pridobitev, ki bo zanimiva za raziskovalce v tenisu gibalno neoviranih. Z vidika tehnično - taktičnih dejavnosti igralcev bi bila vsekakor zanimiva možnost tri - dimenzionalnega prikaza lokacije udarcev. S tem bi imeli tako raziskovalci kot tudi igralci in trenerji veliko bolj jasno sliko o različni taktiki in načinih ter uspešnosti igranja.

### **Ugotovitve, zbrane v raziskavi, imajo aplikativno vrednost.**

1. Med najpomembnejše ugotovitve lahko uvrstimo tiste, ki so vezane na časovne značilnosti tenisa na vozičku. S tem smo določili časovne okvire tenisa na vozičku.

2. Začetek analize igralnih značilnosti je bil opravljen na osnovi pojavljanja različnih udarcev, kar trenerjem omogoča lažje načrtovanje treniranja na eni strani ter vrednotenje uspešnosti igralcev na drugi strani.

3. Z analizo obsega, hitrosti in področja gibanja igralcev tenisa na vozičku je bil storjen pomemben korak v raziskovanju te igre. Dejstvo je, da raziskovalci tenisa na vozičku do sedaj še niso obravnavali igre s tehnologijo, ki bi omogočala takšno natančnost ter vsebinsko raznolikost obravnavanega gibanja. Zato so podatki o prevoženih razdaljah ter o povprečnih in maksimalnih hitrostih izrednega pomena za trenerje tenisa na vozičku in za natančnejše določanje obremenitev pri treningu.

4. Analiza igralnih značilnosti (poti, hitrosti) glede na igralno področje predstavlja dodaten vidik analize tenisa na vozičku, saj daje informacijam še dodaten pomen in globino. Teniškim trenerjem omogoča preverjanje določenih ekspertnih znanj na eni in določanje novih problemskih sklopov na drugi strani.

**Nadaljevanje raziskovanja na ožjem problemskem področju je mogoče na številnih področjih:**

1. Primerjanje zunanjih dejavnikov obremenitve (pot, hitrost) z notranjimi kazalci obremenitve (srčni utrip, laktat...).
2. Obravnavanje igralnih značilnosti najboljših igralcev tenisa na vozičku (prvih deset s svetovne lestvice).
3. Obravnavanje igralnih značilnosti igralcev različnih igralnih stilov.
4. Proučevanje igralnih značilnosti igralk tenisa na vozičku.
5. Obravnavanje igralnih značilnosti na različnih igralnih podlagah.
6. Primerjanje razlik med igralci z različnimi medicinskimi klasifikacijami (različna višina poškodbe hrbtenice; razlika med amputiranimi tenišskimi igralci in tistimi s poškodbo hrbtenice).
7. Proučevanje igralnih značilnosti (udarcev) z vidika področja izvajanja določenih udarcev.
8. Proučevanje igralnih značilnosti (udarcev) z vidika pojavljanja določenih tipičnih vzorcev (igralnih situacij).

Raziskava vsekakor prinaša številne nove podatke, informacije in zaključke, hkrati s tem pa odpira številna vprašanja. Zato je to delo le začetek drugačnega, bolj poglobljenega pristopa k obravnavi športne aktivnosti gibalno oviranih, ki vsem raziskovalcem omogoča, da ta dognanja še presežejo.

## 7. LITERATURA

1. Ali, A. & Farrally, M. (1991). A Computer - Video aided Time Motion Analysis Technique for Match Analysis. *Journal Sport Medicine Physical Fitness* 31, 82–88.
2. Arnold, W., Israel, S., Richter, H., Reitmann, U. (1986). Die körperlich - sportliche Leistungsfähigkeit rollstuhlabhängiger Querschnittsgelähmter und Trainierbarkeit. *Medizin und sport* 26 (6). Str. 186 - 188.
3. Arnold, W. Israel, S., Richter, H. (1992). *Sport mit Rollstuhlfahrern*. Leipzig Berlin Heidelberg: J.A B. Verlagsgesellschaft.
4. Ažman, D. (1997). *Povezanost nekaterih socialno - demografskih značilnosti in kazalcev zdravstvenega stanja paraplegikov Slovenije z njihovo športno dejavnostjo*. Magistrska naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
5. Berčič, H. (1983). *Vpliv večmesečne programirane kineziološke rekreacije na nekatere karakteristike psihosomatskega statusa telesno prizadetih oseb*. Doktorska disertacija. Zagreb: Fakultet za fizičko kulturo sveučilišta u Zagrebu.
6. Berčič, H., Ažman, D. (1996). *Socialno - ekonomski položaj, zdravstveno stanje in športno - rekreativna dejavnost paraplegikov Slovenije*. Ljubljana: Fakulteta za šport: Inštitut za kineziologijo.
7. Berčič, H., Ažman, D., Šavrin, R., Tušak, M., Veličkovič Perat, V., Vute, R. (1996). *Šport in športna rekreacija v funkciji kakovosti življenja telesno prizadetih*. Ljubljana: Fakulteta za šport: Inštitut za šport.
8. Berendijaš, T. (2006). *Primerjava igralnih značilnosti zmagovalcev in poražencev v članski kategoriji na odprtem teniškem prvenstvu Francije v letu 2005*. Diplomaska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
9. Bernard, P.L., Mercier, J. & Varray, A. (2000). Influence of lesion level on the cardioventilatory adaptations in paraplegic wheelchair athletes during muscular exercise. *Spinal Cord* 38 16 - 25.
10. Bhambhani, Y. (2002). Physiology of Wheelchair Racing in Athletes with Spinal Cord Injury. *Sports Medicine* 32 (1) 23 - 51.
11. Bon, M. (2001). *Kvantificirano vrednotenje obremenitev in spremljanje frekvence srca igralcev rokometa med tekmo*. Doktorska disertacija. Ljubljana: Fakulteta za šport.

12. Bon, M., Perš, J. (2000). Računalnik nezmotljivo spremlja gibanje rokometošev, košarkarjev ... : računalniški vid in analiza športne igre. *Delo (Ljublj.)* 12. jan. 2000. Znanost letn. 42 št. 38 str 14.
13. Bornemann, R., Gabler, H., Reetz, J. (1993). *Tenis: od začetnika do mojstra*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
14. Brown, D. & Hughes, M. (1995). The effectiveness of quantitative and qualitative feedback on performance in squash. V T. Reilly M. Hughes and A. Lees (ur.) *Science and Racket Sports* London (str. 232 - 237).
15. Bullock, M. & Pluim, B. (2003). Wheelchair Tennis and Physical Conditioning. *ITF Wheelchair Tennis Coaches Review* (9). Str. 2 - 10.
16. Bullock, M. (2006). Physical Conditioning for wheelchair tennis. Interactive E - learning Presentation. Pridobljeno s spletne strani; dne: 15.6.2006: <http://www.itfcoaching.com/Physical-Conditioning-for-Wheelchair-Tennis/player.html>.
17. 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.
18. Bunting S. (2001). *More than Tennis. The first 25 years of wheelchair tennis*. Premium press Houten, Nizozemska. 111str.
19. Campbell, E. & Jones, G. (1994). Psychological well - being in wheelchair sports participants and non-participants. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 11, 404 - 415.
20. Ciliga, D. (2000). *Povezanost motoričkih sposobnosti s ocjenom funkcionalne klasifikacije košarkaša u invalidskim kolicima*. Doktorska disertacija. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu sveučilišta u Zagrebu.
21. Council of Europe (1995). *European Charter for Sport for All: Disabled Persons*. Council of Europe Publishing and Documentation Service Strasbourg.
22. Coutts, K.D. (1990). Peak oxygen uptake of elite wheelchair athletes. *Adapted Physical Activity Quarterly* 7 (3) 762 - 66.
23. Coutts, K.D. (1994). Drag and sprint performance of wheelchair basketball players. *Journal of Rehabilitation Research and Development* 27 138 - 143.
24. Cvetko, D. (1995). *Struktura teniške igre v dvobojih igralcev različnih spolov*. Diplomaska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.



25. Dežman, B. (1991). Obremenitve sodnikov na košarkarski tekmi. *Šport* 39 (4) 11 - 13.
26. Dominc, D. (2001). *Analiza gibanja igralcev v nogometni igri s kinematično analizo*. Magistrska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
27. Doyle, T., Davis, R., Humphries, B., Dugan, E., Shim, J.K., Horn, B., Newton, R. (2004). Further Evidence to Change the Medical Classification System of The National Wheelchair Basketball Association. *Adapted Physical Activity Quarterly* 21 (1). Str. 63 - 70.
28. Dusek, I. (1992). Tennis Expert System; the long termed complete observation of talented tennis players. *Proceedings of European Coaches Symposium*. Kreta (Grčija).
29. Erdmann, W. S. (1992). Gathering of Kinematic data of Sport Event by Televising the Whole Pitch and Track. V R. Rodano G. Ferrigno and G. Santambrogio (ur.) *Proceedings of 10 th ISBS Symposium* Roma (str. 159 – 162).
30. Ferjan, R. (2001). *Primerjava igralnih značilnosti finalnih dvobojev odprtega teniškega prvenstva ZDA in Avstralije v letih 2000 in 2001*. Diplomaska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
31. Ferrauti, A., Pluim, B. & Weber K. (2001). The effect of recovery duration on running speed and stroke quality during intermittent training drills in elite tennis players. *Journal of Sports Sciences* 19 (4) 235 - 243.
32. Filipčič, A. & Filipčič, T. (2003). *Tenis – učenje* (druga dopolnjena izdaja). Ljubljana: Fakulteta za šport.
33. Filipčič, A. (1990). *Oris problematike razvijanja vzdržljivosti teniških igralcev*. Diplomaska naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani Fakulteta za šport.
34. Filipčič, A. (1993). *Zanesljivost in veljavnost izbranih motoričnih testov v tenisu*. Magistrska naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani Fakulteta za šport.
35. Filipčič, A. (1996). *Evalvacija tekmovalne in potencialne uspešnosti mladih teniških igralcev*. Doktorska naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani Fakulteta za šport.
36. Filipčič, A. (2002). *Tenis – treniranje*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
37. Filipčič, A. (2004). *Tenis – tehnika in taktika*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
38. 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.

39. Filipčič, A., Leskošek, B. & Filipčič T. (2004). The influence of tennis motor abilities and basic antropometric characteristics on the competition successfulness of young tennis players. *Kinesiologia Slovenica* 10 (1) 16 - 26.
40. Filipčič, T. & Filipčič A. (2006). Analysis of tennis strokes in wheelchair tennis. *Wheelchair tennis coaches review* 14. Str.17 - 21. Pridobljeno 15.6.2006 s spletne strani: [http://www.itftennis.com/shared/medialibrary/pdf/original/IO\\_21467\\_original.PDF](http://www.itftennis.com/shared/medialibrary/pdf/original/IO_21467_original.PDF)
41. Filipčič, T. (2005). Nekaj primerov prilagojenega izvajanja praktičnih vsebin za gibalno oviranega učenca v prvem triletju osnovne šole. *Zbornik referatov/18.strokovni posvet športnih pedagogov Slovenije*. Rogaška Slatina 17.-19. nov; organizator Zveza društev športnih pedagogov Slovenije; uredili M. Kovač, A. Rot, Filipčič, T.) Ljubljana: Zveza društev športnih pedagogov Slovenije.
42. Filipčič, T. (2006). Diplomant na Fakulteti za šport naj bo usposobljen pri delu z osebami s posebnimi potrebami. Uvodnik. *Šport* 54 (1). Str. 3 - 4.
43. Frčej, F. (1994). *Struktura teniške igre v dvobojih različnih starostnih kategorij*. Diplomaska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
44. Goodwin, D.L., Krohn, J., Kuhnle, A. (2004). Beyond the Wheelchair: The Experience of Dance. *Adapted Physical Activity Quarterly* 21 (3) str. 90 - 102.
45. Goosey, V.L., Cambell, I.G., Fowler, N.E. (1998). The Relationship Between Three-Dimensional Wheelchair Propulsion Techniques and Pushing Economy. *Journal of Applied Biomechanics* 14 (4) str 33 - 47.
46. Goosey Tolfrey, V.L. (2005). Physiological Profiles of Elite Wheelchair Basketball Players in Preparation for the 2000 Paralympic Games. *Adapted Physical Activity Quarterly* 22(1) str. 57 - 66.
47. Goosey Tolfrey, V.L. & Campbell, I.G. (2001). The oxygen uptake-heart rate relationship in trained female wheelchair athletes. *Journal of Rehabilitation Research and Development* 41 (3B) 415 - 420.
48. Goosey Tolfrey, V.L. & Moss, A.D. (2005). Wheelchair Velocity of Tennis Players during Propulsion with and without the use of racquets. *Adapted Physical Activity Quarterly* 22 (3) 291 - 301.
49. Goltnik Urnaut, A. (2007). *Šolske športne dejavnosti in samopodoba mladostnikov z ovirami v gibanju*. Doktorska disertacija. Ljubljana: Pedagoška fakulteta.

50. Grigorenko, A., Bjerkefors, A., Rosdahl, H., Hultling, C., Alm, M. & Thorstensson, Al. (2004). Sitting balance and effects of kayak training in paraplegics. *Journal Rehabilitation Medicine* 36, str. 110 - 116.
51. Guentzel, H. (2006). Physical components in wheelchair tennis-Report about TTC fitness test for wheelchair tennis players. *ITF Wheelchair Tennis Coaches Review* (14). Str. 11 - 16.
52. Gutman, L. (1979). *Sport für Körperbehinderte*. Munchen-Wien-Baltimore: Urban & Schwarzenberg.
53. Höhm, J. (1987). Tennis play to win the Czech way. SPB Toronto. 336 str.
54. Hrovatin, B. (1972). Karakteristične osobine grupa paraplegika koja se bavi sportskim aktivnostima. V *Sport i rekreacija u psihofizičkoj rekreaciji invalida*. Zbornik SSRIJ str: 97 - 105.
55. 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.
56. Hughes, M. (1995). Computerised notation of racket sports. V T. Reilly, M. Hughes and A. Lees (ur.) Zbornik *Science and Racket Sports* (249 - 256).
57. Hughes, M., Franks, I.M., & Nagelkerke, P. (1989). A video-system for the quantitative motion analysis of athletes in competitive sport. *Journal of Human Movement Studies* 17 217 - 227.
58. Hughes, M.D & Clark, S. (1995). Surface effect on elite tennis strategy. V T. Reilly M. Hughes and A. Lees (ur.) Zbornik *Science and Racket Sports II*, E & FN Spon London. Str 272 - 277.
59. Hughes, M.D. & Moore, P. (1998). Movement analysis of Elite Level Male Serve and Volley Tennis Players. V A. Lees, I. Maynard, M. Hughes and T. Reilly (ur.) Zbornik *Science and Racket Sports II*, E & FN Spon. London (str. 254 - 259).
60. Hughes, M.D. & Tillin, P. (1996). An analysis of the attacking strategies in female elite tennis players at Wimbledon. *Journal of Sports Sciences* 13, str. 86.
61. Hughes, M.D. (1998). The application of notational analysis to racket sports. V A. Lees I. Maynard M. Hughes and T. Reilly (ur.) Zbornik *Science and Racket Sports II*, E & FN Spon str. 211 - 220.

62. Huonker, M., Schmid, A. & Sorichter S. (1998). Cardiovascular differences between sedentary and wheelchair-trained subjects with paraplegia. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 30 609 - 613.
63. Hutzler, Y. (1998). Anaerobic fitness testing of wheelchair users. *Sports Medicine* 25 101 - 113.
64. Hutzler, Y., Ochana, S. & Bolotin, R. (1998). Aerobic and anaerobic arm-cranking power outputs of males with lower limb impairments: relationship with sport participation intensity age impairment and functional classification. *Spinal Cord* 36 (6), 205 - 212.
65. Hutzler, Y., Vanlandewijck, Y. & Vlierberghe, M.V. (2000). Anaerobic performance of older female and male wheelchair basketball players on a mobile wheelchair ergometer. *Adapted Physical Activity Quarterly* 17, 465 - 478.
66. Crespo, M. & Miley, D. (1998). Advanced coaches manual – 2. edition. London: International Tennis Federation.
67. Jacobs, J.P. & Nash M.S. (2004). Exercise Recommendations for Individuals with SCI. *Sport Medicine* 34, 727 - 751.
68. Janssen, T.W.J. (1994). *Physical strain and physical capacity in men with SCI*. Magistrska naloga. Amsterdam: Vrije Universiteit.
69. Kalyvas, V. & Reid, G. (2003). Sport adaptation, participation, and enjoyment of students with and without physical disabilities. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 20, 182 - 199.
70. Kocina, P. (1997). Body composition in spinal cord injured adults. *Sports Medicine* 23, 48 - 69.
71. Kofsky, P.R. (1980). Cardiorespiratory fitness in the lower limb disabled. *Canadian Journal Applied Sport Science*. 5 (4), 117 - 129.
72. Koprivšek, D. (2006). *Servis in retern kot dejavnika uspešnosti pri slovenskih teniških igralcih do 16 let*. Diplomaska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
73. Kopše, T. (2006). Vsak človek je zase svet. *Športnik* 1 (3) 8 - 9.
74. Kosmol, A., Molik, B. & Morgulec, N. (2005). Aerobic performance of athletes with disabilities in various sports. *Book of Abstracts. 15th Int. Symposium Adapted physical Activity*. Verona Italija. str. 225 - 226.

75. Kovač, M. & Novak, D. (1998). *Učni načrt za osnovno šolo*. Ljubljana: Urad za šolstvo. Predmetna kurikularna komisija za športno vzgojo.
76. Lames, M. J., Perl, H. J., Schroder, T. Uthmann, G. (1990). Tennis Expert System – TESSY, *Leistungssport* (4) 49 - 54.
77. Lees, A., Kahn, J.F. & Maynard, I. (2003). *Science and Racket Sports III*, Routledge, str. 279.
78. Lees, A., Maynard, M., Hughes, M. & Reilly, T. (1998). *Science and Racket Sports II*, E & FN Spon. London. 286 str.
79. Mahorič, T. (1994). *Zunanje in notranje obremenitve beka na košarkarski tekmi*. Diplomsko delo Ljubljana: Univerza v Ljubljani Fakulteta za šport .
80. Marinček, Č. (1981). *Prilagoditev na obremenitev zgornjih udov pri zdravih ljudeh ter pri prizadetih zaradi okvare gibalnega sistema*. Doktorska disertacija. Ljubljana: Medicinska fakulteta.
81. Martin, J.A., Tolfrey, K., Smith, N.C. & Jones A.M. (2001). Match analysis of Premiership rugby union football refereeing. *Journal of Sports Sciences* 19 (1) 23 - 24.
82. Martin, J.J. (2002). Training and Performance Self-Efficacy Affect and Performance in Wheelchair Road Racers. *The Sport Psychologist* 16(4).
83. Mavvidis, A., Koronas, K., Riganas, C. & Metaxas, T. (2005). Speed differences between forehand and backhand in intermediate-level tennis players. *Kinesiology* 37 (2). str. 159 - 163.
84. Miller, S.A. & Bartlett, R.M. (1994). Notational analysis of the physical demands of basketball. *Journal of Sports Sciences* 12 (2) 181 - 192.
85. Mišigoj Durakovič, M. (2003). *Telesna vadba in zdravje: znanstveni dokazi stališča in priporočila*. Zveza društev športnih pedagogov, Fakulteta za šport, Zavod za šport Slovenije: Ljubljana. Kineziološka fakulteta Zagreb.
86. Moore, B. & Snow, R. (1994). *Wheelchair tennis: Myth to reality*. Dubuque Ia: Kendall/Hunt.
87. Müller, E. (1989). Sportmotorische Testverfahren zur Talentauswahl im Tennis. *Leistungssport* 19 (2) 5 - 9.
88. Munoz, T.A. (2004). *Anatomski atlas: Vodnik po človeškem telesu*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 200 str.

89. Neuman, Z. (1984). *Ljudje z zlomljeno hrbtnico: psihološko socialno in poklicno prilagajanje*. Ljubljana: Cankarjeva založba, 254 str.
90. O'Donoghue, P.O. & Ballantyne, A. (2004). The impact of speed of service in Grand Slam singles tennis. V A. Lees Kahn J.F & Maynard I. (ur.) *Science and Racket Sports III*, Routledge str. 179 - 184.
91. O'Donoghue, P.O. & Liddle, D. (1998 a). A match analysis of elite tennis strategy for ladies' singles on clay and grass surfaces. V A. Lees I. Maynard M. Hughes and T. Reilly (ur.) *Science and Racket Sports II*, E & FN Spon. London (str. 247 - 253).
92. O'Donoghue, P.O. & Liddle, D. (1998 b). A notational analysis of time factors of elite men's and ladies's singles tennis on clay and grass surfaces. V A. Lees I. Maynard M. Hughes and T. Reilly (ur.) *Science and Racket Sports II*, E & FN Spon. London (str. 241 - 246).
93. O'Donoghue, P.O. & Parker, D. (2002). Time-motion analysis of FA Premier League soccer competition. *Journal of Sports Sciences*. 26 (1) 26.
94. O'Donoghue, P.O. (2004). Match analysis in racket sports. V A. Lees Kahn J.F & Maynard I. (ur.) *Science and Racket Sports III*, Routledge str. 155 - 162.
95. 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).
96. Pachalski, A. & Mekarski, T. (1980). Effects of swimming on increasing of cardio-respiratory capacity of paraplegics. *Paraplegia*, 18, 190 – 199.
97. Paciorek, M.J. & Jones, J.A. (2001). *Disability sport and Recreation resources* (3. izdaja). Travers City M.I: Cooper Publishing Group. 412 str.
98. Parks, B.A. (1997). *Tennis in a wheelchair*. New York: USTA. 112 str.
99. Pečelin, I. (2006). *Analiza dvobojev mladih teniških igralcev z vidika natančnosti zadevanja izbranih igralnih polj*. Diplomaska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
100. Perez Tejero, J. (2003). *Wheelchair basketball player's displacements evaluation through biomechanical techniques during high-level competition*. Doktorska naloga. Madrid: Politechnique University of Madrid. Faculty of Physical Activity and Sport Sciences (INEF).
101. Perez Tejero, J., Navarro, E. & Sampedro, J. (2005). Distance covered and velocity during wheelchair basketball related players' functional classification. Zbornik prispevkov *15th Int. Symposium Adapted Physical Activity*. Verona Italija. Str. 18.

102. Perreau, V.M., Adlard, P.A.. & Cotman, C.W. (2007). Exercise-induced gene expression changes in the rat spinal cord. Dobljeno s svetovnega spleta 13.2.2007: [http://www.projectwalk.org/pw\\_inst\\_sci/research\\_exercise.html](http://www.projectwalk.org/pw_inst_sci/research_exercise.html)
103. Perš, J. & Kovačič, S. (2000). A system for tracking players in sports games by computer vision. *Elektrotehnični vestnik*. 67 (5), 281 - 288.
104. Perš, J. & Kovačič, S. (2000b). Analysis and Visualization on Results Obtained by Tracking Players in Team Sports. V Zajc B. (ur). *Proceedings of 9<sup>th</sup> Electrotechnical and Computer Science Conference*. Portorož Ljubljana: Slovenska sekcija IEEE. (str. 253 - 256).
105. Perš, J. & Kovačič, S. (2001). Tracking people in sport: making use of partially controlled environment. V: Skarbek, W. (ur.). *Computer analysis of images and patterns: 9th international conference CAIP 2001*, Warsaw Poland (str. 374 - 382).
106. Perš, J. (2001). *Sledenje ljudi z metodami računalniškega vida*. Magistrska naloga. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko.
107. Perš, J., Bon, M., Kovačič, S. (2001). Errors and Mistakes in Automated Player Tracking. V Likar, B. (Ur.). *Computer Vision. Proceedings of the Sixth Computer Vision Winter Workshop*. Bled, Slovenija (str. 25 - 36).
108. Perš, J., Bon, M., Kovačič, S., Šibila, M. & Dežman, B. (2002). Observation and Analysis of Large-scale Human Motion. *Human Movement Science* 21 295 - 311.
109. Perš, J. (2007). SAGIT V2 (TSAS) – Rezultati preizkusa natančnosti sledenja igralcev na teniškem igrišču. Neobjavljeno tehnično poročilo. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko.
110. Pintarič, T. (2002) *Analiza elementov teniške igre in časovnih kazalcev v finalnih dvobojih Francije in Anglije v letu 2001*. Diplomsko delo Ljubljana: Fakulteta za šport.
111. Planinšek, T. (1994). Analiza elementov teniške igre in časovnih kazalcev v finalnih dvobojih na odprtem prvenstvu ZDA in Francije v letu 1994. *Šport* 42 (2) 31 - 36.
112. Planinšek, T. (1996). Tenis na vozičku - izziv za vse. *Šport* 42 (3) 11 - 13.
113. Pocajt, M. & Širca, A. (1996). *Anatomija in fiziologija za medicinske šole*. Ljubljana: DZS, 357 str.
114. Polic, M. (2000). *ITF Wheelchair Tennis Coaches Manual*. London: ITF.
115. 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.

116. Reilly T. Hughes M. & Lees A. (1995.) *Science and Racket Sports*, Spon Press, 277 str.
117. Reina, R. & Moreno, F.J. (2005). Coaching implications of the server position on the visual behaviour of wheelchair tennis players. *Book of Abstracts. 15th Int. Symposium Adapted physical Activity*. Verona Italija. Str. 103 - 104.
118. Reina, R., Moreno, F.J., Sanz, D. (2007). Visual Behavior and Motor Responses of Novice and Experienced Wheelchair Tennis Players Relative to the Service Return. *Adapted Physical Activity Quarterly* 24(3) str. 254 - 271.
119. Remih, A. & Tomc, D. (1994). *Ekspertni model usmerjanja in prvega izbora otrok v tenis*. Diplomaska naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani Fakulteta za šport.
120. Roetert, E.P., Brown, S., Piorkowski, P. & Woods R. (1996). Fitness comparison among three different levels of elite tennis players. *Journal of Strength & Cond. Research* 10 (3) 139 - 143.
121. Rusch, H. & Grossing, S. (1991). *Sport mit Körperbehinderten*. Chordorf: Hoffmann Verlag. 429 str.
122. Santz, D. (2005). Physical Conditioning issues with wheelchair tennis players. ITF Worldwide Coaches Workshop. Turčija.
123. Schönborn, R. (1999). *Advanced Techniques for Competitive Tennis*. Aachen: Meyer und Meyer.
124. Schönborn, R. (2000). *Speed training for tennis*. Oxford: Meyer & Meyer Sport UK.
125. Schwark, B.N., Mackenzie, S.J. & Sprigings, E.J. (2004). Optimizing the Release Conditions for a Free Throw in Wheelchair Basketball. *Journal of Applied Biomechanics* 20 (2) 112 - 125.
126. Shepard, R.J. (2003). Boosting of performance in the athlete with high-level spinal injury. *Adapted Physical Activity Quarterly* 20 (3), str. 103 - 117.
127. Sherril, C. (1998). *Adapted Physical Activity Sport and Recreation: crossdisciplinary and lifespan*. Šesti ponatis. McGraw Hill Companies.
128. Smith, J. & Jones, G. (1998). Perceptions of the directions of multi-dimensional state anxiety during performance in elite and non-elite male tennis players. V A. Lees I. Maynard, M. Hughes and T. Reilly (ur.) *Science and Racket Sports I*, E & FN Spon. London (str. 129 - 134).



129. Smith, T. (1996). *The human body* [Vodnik po telesu. Ilustrirani priročnik o zgradbi delovanju in boleznih človeškega telesa]. Ljubljana DZS.
130. Spendiff, O. & Cambell, G.(2004). Influence of Timing of Glucose Drink Ingestion on Selected Responses of Wheelchair Athletes. *Adapted Physical Activity Quarterly* 21(1) str. 50 - 62.
131. Spletna stran ITF. (2006). London, Anglija: ITF. Pridobljeno 10.12.2006 s svetovnega spleta: <http://itfworldnet.itftennis.com/>
132. Spletna stran ITF. (2007). London, Anglija: ITF. Pridobljeno 10.1.2007 s svetovnega spleta:  
[http://www.itftennis.com/shared/medialibrary/pdf/original/IO\\_21467\\_original.PDF](http://www.itftennis.com/shared/medialibrary/pdf/original/IO_21467_original.PDF)
133. Spletna stran ITF. (2007). London, Anglija: ITF. Pridobljeno 10.1.2007 s svetovnega spleta: <http://www.itftennis.com/wheelchair/coaching/index.asp>
134. Spletna stran ITF. (2007). London, Anglija: ITF. Pridobljeno 10.1.2007 s svetovnega spleta: <http://www.itftennis.com/wheelchair/coaching/otherresources.asp>
135. Spletna stran ITF. (2007). London, Anglija: ITF. Pridobljeno 7.6.2007 s svetovnega spleta: <http://www.itftennis.com/mens/players/index.asp>
136. Spletna stran projekta WALK, Spinal Cord Injury Recovery (2007). Carlsbad, Kalifornija: Projekt WALK. Pridobljeno 13.2.2007 s svetovnega spleta: <http://www.projectwalk.org>
137. Spletna stran Uradni list Republike Slovenije (2007). Ljubljana, Republika Slovenija. Zakon o usmerjanju otrok s posebnimi potrebami, uradno prečiščeno besedilo. Uradni list 3/2007. Pridobljeno 13.2.2007 s svetovnega spleta <http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=20073&stevilka=101>
138. Stare, M. (2002). *Povezanost izbranih antropometričnih in motoričnih spremenljivk s tekmovalno uspešnostjo pri teniških igralkah starih od 12 do 14 let*. Diplomski naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
139. Stotts, K.M. (1986). Health maintenance: Paraplegic athletes and nonathletes. *Archives of physical Medicine Rehabilitation* 67 109 - 114.
140. Strohkendl, H. (1986). The new classification system for wheelchair basketball. V C. Sherill (Ur.). *Sport and disabled athletes*. Champaign IL. Human Kinetics.
141. Strohkendl, H. (2001). Implications of sports classification systems for persons with disabilities and consequences for science and research. V Doll-Tepper G. Kröner M.

& Sonnenschein W. (ur.) *Vista '99 – New horizons in sport for athletes with a disability*. Proceedings of the international Vista '99 conference (281 - 301). Köln, Germany: Meyer & Meyer Sport.

142. 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.

143. Šerjak, M. (2000). *Povezanost izbranih motoričnih sposobnosti in tekmovalne uspešnosti mladih teniških igralcev*. Diplomaska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.

144. Taylor, M. & Hughes, M. (1998). A comparison of patterns of play between the top under 18 junior tennis players in Britain and in the rest of the world. V A. Lees I. Maynard M. Hughes and T. Reilly (ur.) *Science and Racket Sports II*, E & FN Spon. London (str. 260-264).

145. *Tenis na vozičku* (1995). Ljubljana. Zveza paraplegikov Slovenije. 57 str.

146. Ulaga, D. (1980). *Telesna vzgoja, šport, rekreacija*. Ljubljana. Mladinska knjiga. 327 str.

147. Unierzyskin, P. & Wieczorek, A. (2004). Comparison of tactical solutions and game patterns in the finals of two grand slam tournaments in tennis. V A. Lees Kahn J.F & Maynard I. (ur.) *Science and Racket Sports III* Routledge str. 169 - 174.

148. Vaillo, R.V., Hernandez, M., Rivas, D.S. & Del Campo, V.L. (2004). Visual Motor behaviour of wheelchair tennis players against able bodied and seated servers. *Wheelchair Tennis review* 12, 7 - 11.

149. Van der Woude, L.H.V., Bakker, W.H., Elkhuizen J.W. & Gwinn, T. (1998). Propulsion technique and anaerobic work capacity in elite wheelchair athletes: cross sectional analysis. *American Journal Physical Medicine Rehabilitation* 77: 222 - 234.

150. Vanlandewijck, Y.C., Spaepen, A.J. & Lysens, R.J. (1995). Relationship between the level of physical impairment and sports performance in elite wheelchair basketball athletes. *Adapted Physical Activity Quarterly* 12 (3) 139 - 150.

151. Vanlandewijck, Y.C., Theisen, D., & Daly, D. (2001). Wheelchair propulsion biomechanics: Implications for wheelchair sports. *Sports Medicine* 31, 339 - 346.

152. Vanlandewijck, I., Evaggelinou, C., Daly, D., Van Houtte, S., Verellen, J., Aspeslagh, V., Hendrickx, R., Piessens, T. & Zwakhoven, B. (2003). Proportionality in Wheelchair Basketball Classification. *Adapted Physical Activity Quarterly* 20 (4): 369 - 380.

153. Vanlandewijck, Y.C., Daly, D.J. & Theisen, D.M. (1999). Field test evaluation of aerobic, anaerobic and wheelchair basketball skill performances. *International Journal Sports Medicine* 20 (2) 548 - 554.
154. Vaynman, S. & Gomez Pinilla, F. (2007). License to run: exercise impacts functional plasticity in the intact and injured central nervous system by using neurotrophins. Povzeto s svetovnega spleta 13. 2. 2007: [http://www.projectwalk.org/pw\\_inst\\_sci/research\\_current.html](http://www.projectwalk.org/pw_inst_sci/research_current.html)
155. Verlinden, M., Van Ruyskensvelde, J., Van Gorp, B., De Decker, S., Goossens, R. & Clarijs., J.P. (2004). Effect of gender and tennis court surface properties upon strategy in elite singles. V A. Lees Kahn J.F & Maynard I. (ur.) *Science and Racket Sports III* Routledge str. 163 - 168.
156. Vipotnik, K. (1996). *Odbojka na vozíčkih kot nova športna možnost*. Diplomsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani. Pedagoška fakulteta .
157. Vučković, G. & 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.
158. Vučković, G. (2002). *Merske značilnosti sistema za sledenje gibanj igralcev na squash tekmah*. Magistrska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
159. Vučković, G. (2005). *Tehnično-taktične značilnosti igranja različno kakovostnih skupin igralcev squasha*. Doktorska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
160. Vučković, G., Dežman, B., Erčulj, F., Kovačič, S. & Perš J. (2003b). Comparative movement analysis of winning and losing players in men's elite squash. *Kinesiologia Slovenica* 9 (2) 74 - 84.
161. Vučković, G., Dežman, B., Erčulj, F., Kovačič, S. & 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 & Maynard I. (ur.) *Science and Racket Sports III* Routledge str. 202 - 207.
162. Vučković, G., Dežman, B., Erčulj, F., Kovačič, S. & Perš, J. (2003). Differences between the winning and the losing side in a game in terms of the distance covered during squash matches. V A. Lees J.F. Kahn and I. W. Maynard (ur.) *8th International Table Tennis*

*Federation Sports Science Congress and 3rd World Congress of Science and Racket Sports Paris Francija* (str. 96).

163. Vučković, G., Dežman, B., Erčulj, F., Kovačič, S. & Persš, J. (2002). Computer tracking of players at squash matches. *Acta kinesiologicala* (7) 216 - 220.

164. Vute, R. (1989). *Šport in telesno prizadeti*. Ljubljana: samozaložba. 113 str.

165. Vute, R. (1985). *Struktura stališč motivov in preferenc športnih panog telesno prizadete moške mladine v odnosu do kinezioloških dejavnosti in razlike v stališčih motivih in preferencah glede na mobilnost te mladine*. Doktorska disertacija. Zagreb. Fakultet za fizičko kulturo sveučilišta u Zagrebu.

166. Vute, R. (1999). *Izziv drugačnosti v športu*. Ljubljana: Debora.

167. Wells, C.L. & Hooker, S.P. (1990). The spinal injured athlete. *Adapted Physical Activity Quarterly* 7 (3), 265 - 285.

168. Williams, A.M., Singer, R.N. & Weigelt, C. (1998). Visual search strategy in live on-court situations in tennis: an exploratory study. V A. Lees I. Maynard M. Hughes and T. Reilly (ur.) *Science and Racket Sports II*. E & FN Spon. London (str. 121 - 128).

169. Wilson, K. & Barnes, C.A. (1998). Reliability and validity of a computer based notational analysis system for competitive table tennis. V A. Lees I. Maynard M. Hughes and T. Reilly (ur.) *Science and Racket Sports II* E & FN Spon. London (str. 265 - 268).

170. Winnick, J. P. (2005). *Adapted Physical Education and Sport*. 4. ponatis. Human Kinetics. ZDA. Illinois.

171. Ying, Z., Roy, R.R., Edgerton, V.R. & Gomez Pinilla, F. (2007). Exercise restores levels of neurotrophins and synaptic plasticity following spinal cord injury. Dobljeno s svetovnega spleta 13.2.2007: [http://www.projectwalk.org/pw\\_inst\\_sci/research\\_exercise.html](http://www.projectwalk.org/pw_inst_sci/research_exercise.html)

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

## **8. PRILOGE**

8.1. Vprašalnik/anamneza merjenja

8.2. Uporabljena tehnologija

8.3. Področja gibanja

## 8.1.Vprašalnik/anamneza merjenja

### **1. PROFIL IGRALCA**

**1.1. IME IN PRIIMEK:** \_\_\_\_\_

**1.2. DATUM ROJSTVA:** \_\_\_\_\_

#### **1.3. ZAPOSLOSTEV:**

- nezaposlen
- študent
- zaposlen za skrajšan delavni čas
- zaposlen za polni delovni čas
- invalidski upokojenec

#### **1.4. ALI VOZITE AVTO?**

- da
- ne

#### **1.5. STOPNJA IZOBRAZBE**

- nedokončana osnovna šola
- osnovna šola
- poklicna šola
- srednja šola
- višja
- visoka
- magisterij/doktorat

#### **1.6. ZAKONSKI STAN**

- poročen
- samski
- ločen

## **2. ZDRAVSTVENI STATUS IGRALCA**

### **2.1. VRSTA INVALIDNOSTI**

- paraplegija, višina: \_\_\_\_\_
- parapareza, višina: \_\_\_\_\_
- spina bifida
- otroška paraliza
- amputacija

### **2.2. ČAS NASTANKA POŠKODBE**

- prirojena
- pridobljena

### **2.3. PRI KATERIH LETIH JE POŠKODBA NASTALA?**

\_\_\_\_\_

### **2.4. KAKO OCENJUJETE VAŠO TELESNO AKTIVNOST?**

- gibalno aktiven: 3x/teden
- srednje gibalne aktiven: 1-2x/teden
- 1-3x/mesec
- neaktiven

### **2.5. KOLIKOKRAT STE BILI LETOS PRI ZDRAVNIKU?**

- nikoli
- 1      2      3      4      5      (obkroži)
- več kot petkrat

### **2.6. ALI SE UKVARJATE ŠE S KATERO DRUGO ŠPORTNO PANOGO?**

- da; zapišite katero: \_\_\_\_\_
- ne

### **2.7. ALI STE SE UKVARJALI S ŠPORTOM PRED POŠKODBO?**

- da: rekreacija
- da: tekmovalni šport
- ne

## 2.8. KOLIKO TOČK IMATE PO FUNKCIONALNI KLASIFIKACIJI?

1      1,5    2      2,5    3      3,5    4      4,5    5      (obkroži)

## 3. TENIŠKA ANAMNEZA

### 3.1. ZAKAJ STE ZAČELI IGRATI TENIS NA VOZIČKU? OZNAČITE Z 1-7 (1-NAJBOLJ POMEMBNO; /- NAJMANJ POMEMBNO)

- za izboljšanje zdravja
- da bi tekmoval
- za boljšo telesne pripravo
- za hitrejšo rehabilitacijo
- druženje
- za zabavo
- drugo  
(zapiši): \_\_\_\_\_

### 3.2. KDO VAM JE PREDSTAVIL TENIS NA VOZIČKU?

- teniški igralec na vozičku
- gibalno neoviran teniški igralec
- fizioterapevt/zdravnik
- učitelj v šoli
- športni trener
- delovni terapevt
- drug  
(zapiši): \_\_\_\_\_

### 3.3. KATERE SO BILI ZAČETNE TEŽAVE, KO STE ZAČELI IGRATI TENIS? OCENITE Z 1-9 (1-največja težava, 9- najmanjša)

- nisem imel športnega vozička
- nisem imel informacij
- ni bilo organiziranih treningov
- ni bilo trenerja



- nisem imel znanja
- nisem vedel, kje lahko tekmujem
- nisem imel partnerja
- nisem imel denarja
- ostalo  
(zapiši): \_\_\_\_\_

### **3.4. ALI STE IGRALI TENIS PRED POŠKODBO**

- da: rekreacija
- da: tekmovalni šport
- ne

## **4. VADBA/TRENING**

### **4.1. NA KAKŠNI PODLAGI TRENIRATE?**

- peščena podlaga
- teniška podlaga z granulatom
- trda podlaga

### **4.2. KAKO DALEČ JE ODDALJEN TENIŠKI PARTNER?**

- do 5 km
- 6-10 km
- 11-25 km
- 16-20 km
- 21-30 km
- več kot 30 km

### **4.3. KDO JE VAŠ TENIŠKI PARTNER?**

<input type="radio"/> igralec na vozičku	<input type="radio"/> gibalno neoviran igralec
--	--

### **4.4. ALI LAHKO TRENIRATE V TENIŠKI DVORANI/BALONU?**

<input type="radio"/> da	<input type="radio"/> ne
--------------------------	--------------------------

### **4.5. ALI IMATE INDIVIDUALNI TRENING ?**

<input type="radio"/> da	<input type="radio"/> ne
--------------------------	--------------------------

**4.6. ALI SODELUJETE V SKUPINSKEM TRENINGU?**

<input type="radio"/> da	<input type="radio"/> ne
--------------------------	--------------------------

**4.7. ALI IMATE KONDICIJSKE TRENINGE?**

<input type="radio"/> da	<input type="radio"/> ne
--------------------------	--------------------------

**4.8. ALI IGRATE KOŠARKO NA VOZIČKU?**

<input type="radio"/> da	<input type="radio"/> ne
--------------------------	--------------------------

**4.9. ALI STE ŽE IMELI KAKŠNE TENIŠKO POŠKODBO?**

<input type="radio"/> da	<input type="radio"/> ne
--------------------------	--------------------------

**4.10. KOLIKO MINUT PORABITE ZA OGREVANJE?**

- pred treningom
- pred tekmo
- se ne ogrevam

**4.11. ALI UPORABLJATE ENERGIJSKE DODATKE PRED TEKMO?**

<input type="radio"/> da	<input type="radio"/> ne
--------------------------	--------------------------

**4.12. ALI PIJETE TEKOČINO MED TEKMO ?**

<input type="radio"/> da (koliko?):	<input type="radio"/> ne
-------------------------------------	--------------------------

**4.13. ALI VODITE DNEVNIK TRENINGOV?**

<input type="radio"/> da	<input type="radio"/> ne
--------------------------	--------------------------

**4.14. PRI KATERIH LETIH STE ZAČELI IGRATI TENIS NA VOZIČKU?**

Starost: \_\_\_\_\_

**4.15. KAKŠEN TIP IGRALCA STE?**

- igralec z zadnje črte
- igralec igre servis - mreža
- igralec igre po celem igrišču

**4.16. VAŠE MESTO NA LETOŠNJEM DRŽAVNEM PRVENSTVU**

Mesto: \_\_\_\_\_

**4.17. TRENUTNO MESTO NA SVETOVNI TENIŠKI LESTVICI**

Mesto: \_\_\_\_\_

## 8.2. Uporabljena tehnologija pri obdelavi surovih podatkov

Pri obdelavi surovih podatkov in pridobivanju vrednosti za analizo in statistično obdelavo smo uporabili tehnologijo predstavljeno v preglednici 52

Preglednica 52: Uporabljena tehnologija pri obdelavi surovih podatkov

Programska oprema	Vrsta programske opreme	Licenca
MySQL 5.1.17	Podatkovna baza	GPL*
Apache 2.0.54	Spletni strežnik	Apache
PHP 5.0.4	Jezik za izdelavo spletnih strani	OPL**
phpMyAdmin 2.6.3	Spletni vmesnik za delo s podatkovno bazo MySQL	GPL

\* GPL: General Public License

\*\* OPL: Open publication License

Vsa programska oprema je odprto -kodna z javnimi brezplačnimi licencami.

### Način obdelave

Surovi podatki, pridobljeni s sistemom Sagit/tenis, so bili uvoženi v podatkovno bazo s pomočjo LOAD ukaza. Primer:

```
LOAD DATA LOCAL INFILE "/tmp/load02_hercog-jazbec.txt" INTO TABLE loaddata;
```

Uvoženi podatki so bili nato očiščeni. Zbrisali smo časovne okvirje izven področja analize ter dodali oznako dvoboja. Podatke smo prepisali v delovno tabelo (RAWDATA) z naslednjo zgradbo:

```
CREATE TABLE rawdata (  
  id_match smallint(4) NOT NULL DEFAULT '0',  
  frames bigint(10) NOT NULL DEFAULT '0',  
  `time` varchar(11) COLLATE utf8_slovenian_ci NOT NULL DEFAULT '',  
  a_x float(12,7) NOT NULL DEFAULT '0.0000000',  
  a_y float(12,7) NOT NULL DEFAULT '0.0000000',  
  a_vel float(12,7) NOT NULL DEFAULT '0.0000000',  
  a_acc float(12,7) NOT NULL DEFAULT '0.0000000',  
  a_path float(12,7) NOT NULL DEFAULT '0.0000000',  
  a_region tinyint(1) NOT NULL DEFAULT '0',  
  a_region2 tinyint(1) DEFAULT NULL,  
  a_vel_class tinyint(1) NOT NULL DEFAULT '0',  
  a_strokes varchar(3) COLLATE utf8_slovenian_ci DEFAULT NULL,  
  a_type varchar(3) COLLATE utf8_slovenian_ci DEFAULT NULL,  
  a_effect varchar(3) COLLATE utf8_slovenian_ci DEFAULT NULL,  
  a_other varchar(10) COLLATE utf8_slovenian_ci DEFAULT NULL,  
  a_ann_x_pos varchar(10) COLLATE utf8_slovenian_ci DEFAULT NULL,  
  a_ann_y_pos varchar(10) COLLATE utf8_slovenian_ci DEFAULT NULL,  
  b_x float(12,7) NOT NULL DEFAULT '0.0000000',  
  b_y float(12,7) NOT NULL DEFAULT '0.0000000',  
  b_vel float(12,7) NOT NULL DEFAULT '0.0000000',  
  b_acc float(12,7) NOT NULL DEFAULT '0.0000000',  
  b_path float(12,7) NOT NULL DEFAULT '0.0000000',  
  b_region tinyint(1) NOT NULL DEFAULT '0',  
  b_region2 tinyint(1) DEFAULT NULL,  
  b_vel_class tinyint(1) NOT NULL DEFAULT '0',  
  b_strokes varchar(3) COLLATE utf8_slovenian_ci DEFAULT NULL,  
  b_type varchar(3) COLLATE utf8_slovenian_ci DEFAULT NULL,
```

```

b_effect varchar(3) COLLATE utf8_slovenian_ci DEFAULT NULL,
b_other varchar(10) COLLATE utf8_slovenian_ci DEFAULT NULL,
b_ann_x_pos varchar(10) COLLATE utf8_slovenian_ci DEFAULT NULL,
b_ann_y_pos varchar(10) COLLATE utf8_slovenian_ci DEFAULT NULL,
phase_a varchar(2) COLLATE utf8_slovenian_ci DEFAULT NULL,
phase_b varchar(2) COLLATE utf8_slovenian_ci DEFAULT NULL,
KEY id_match (id_match),
KEY frames (frames)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=utf8 COLLATE=utf8_slovenian_ci;

```

### Opis obdelave

Uporabili smo dva načina obdelave:

- neposreden izračun vrednosti s pomočjo SQL stavkov,
- programska obdelava podatkov, prikaz rezultatov na spletni strani in uporaba v nadaljni statistični obdelavi.

Sledi nekaj primerov obdelave s pomočjo SQL stavkov. Potrebna tehnologija je MySQL podatkovna baza za hranjenje podatkov in MySQL klient program za vnos SQL stavkov in prikaz rezultatov. Za klient program smo uporabili spletni vmesnik phpMyAdmin.

### Primer 1, SCAS

Razlika med zadnjim in prvim zapisom v dvoboju.

```

SELECT m AS id_match, round( end2 - start2 ) AS SCAS
FROM
(
SELECT m,
( cast( substring( end , 1, 2 ) AS SIGNED ) *3600 ) +
( cast( substring( end , 4, 2 ) AS SIGNED ) *60 ) +
cast( substring( end , 7, 2 ) AS SIGNED ) +
( cast( substring( end , 10, 2 ) AS SIGNED ) * 2.4 / 60 ) as end2,
( cast( substring( start , 1, 2 ) AS SIGNED ) *3600 ) +
( cast( substring( start , 4, 2 ) AS SIGNED ) *60 ) +
cast( substring( start , 7, 2 ) AS SIGNED ) +
( cast( substring( start , 10, 2 ) AS SIGNED ) * 2.4 / 60 ) as start2
FROM (
SELECT id_match AS m, min( time ) AS START , MAKS( time ) AS END
FROM rawdata
GROUP BY id_match
) AS s1
) AS s2;

```

### Primer 2, SAF / SPF

Število aktivnih / pasivnih faz.

```

SET @matchno = 1;
SET @pr = "";
SET @cu = "";

CREATE TEMPORARY TABLE x AS
SELECT @cu := @pr AS a, @pr := phase_a AS b, id_match
FROM rawdata
WHERE id_match = @matchno;

SELECT count( * )

```

```
FROM x
WHERE (binary a = b) = 0 AND
      a <> "";
```

### Primer 3, PCPF / PCAF

Povprečni čas PF / povprečni čas AF na tekmi.

```
SET @matchno = 1;
SET @pr = "";
SET @cu = "";
SET @prtime = 0.0;
SET @cutime = 0.0;

CREATE TEMPORARY TABLE x AS
SELECT @cu := @pr AS a, @pr := phase_a AS b, time,
       @cutime := @prtime as c,
       @prtime :=
( cast( substring( time , 1, 2 ) AS SIGNED ) *3600 ) +
( cast( substring( time , 4, 2 ) AS SIGNED ) *60 ) +
cast( substring( time , 7, 2 ) AS SIGNED ) +
( cast( substring( time , 10, 2 ) AS SIGNED ) * 2.4 / 60) as timeline
FROM rawdata
WHERE (binary @cu = phase_a) = 0 AND
      id_match = @matchno;

SET @sum_af = 0;
SET @sum_pf = 0;
SELECT *,
       IF( a = "A1",
          @sum_af := @sum_af + ( timeline - c + 0.04 ),
          @sum_pf := @sum_pf + ( timeline - c + 0.04 )
       ) as rolling_sum
FROM x
WHERE (binary a = b) = 0 AND
      a <> ""
LIMIT 0, 666666;
```

Drugi način obdelave je programski s pomočjo PHP skript, ki v zanki pregledajo dogodke za posamezni dvoboj, izračunajo iskane vrednosti, jih obdelajo in zbrane rezultate urejeno prikažejo na spletni strani. Pri tem smo za dostop do podatkovne baze uporabili programski jezik PHP, spletni strežnik Apache in brskalnik Firefox za izvedbo programa in prikaz rezultatov.

### Primer 5, izračun točk v dvoboju po pravilih teniške igre, prikaz faz v dvoboju

```
<?php

// standard constants

// parameters
if ( isset($_GET['id_match']) )
    $id_match = $_GET['id_match'];
else
    $id_match = 0;

// project specific constants
```

```

$points = array(0, 15, 30, 40, 'AD');

// database access
$db_server = 'localhost';
$db_username = 'tjasa';
$db_password = 'tjasa';
$db_database = 'tjasa';

// start of script
print '<html><head><meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
<style type="text/css">
<!--
pre {font-size: 11px;
    font-style: courier, fixed;
}
table {border: 1px solid #000;
}

tr {border-bottom: 1px solid #000;
}

td {border-bottom: 1px solid #000;
}

th {background-color: yellow;
    font-size: 11px;
    font-style: courier, fixed;
    font-weight: bold;
}

td {text-align: center;
    font-size: 11px;
    font-style: courier, fixed;
}

a {text-decoration: none;
}

a:hover {text-decoration: underline;
}

-->
</style>

</head><body><pre>';

if (!$conn_id = mysql_connect($db_server, $db_username, $db_password))
    die('dostop do baze neuspešen<br> . mysql_error()');
//print 'dostop do baze uspešen<br><br>';
if (!$mysql_select_db($db_database))
    die('izbira baze neuspešna<br> . mysql_error()');
//print 'izbira baze uspešna<br><br>';

//print 'določitev charseta: ';
$sql = 'SET NAMES utf8;';
if (!$mysql_query ($sql, $conn_id))

```

```

    die('<b><font color=#f00>NE</font></b><br>' . mysql_error());
//print('<b>OK</b><br><i>' . $sql . '</i><br><br>');

// events
$sql = "SELECT id_match, frames, time, a_strokes , a_type , a_effect , a_other , b_strokes , b_type ,
b_effect , b_other
    FROM rawdata
    WHERE (a_strokes <> " OR a_type <> " OR a_effect <> " OR a_other <> " OR b_strokes <> "
OR b_type <> " OR b_effect <> " OR b_other <> ")
    AND id_match = $id_match
    ORDER BY id_match, frames;";
if (!( $result = mysql_query ( $sql, $conn_id ))
    die('<b><font color=#f00>NE</font></b><br>' . mysql_error());
//print('<b>OK</b><br><i>' . $sql . '</i><br><br>');
//print('število vrstic: ' . mysql_num_rows($result) . '<br><br>');

// working vars
$a_point = 0; // točke v trenutni igri igralca a
$b_point = 0; // točke v trenutni igri igralca b
$a_game = 0; // dobljene igre v trenutnem nizu igralca a
$b_game = 0; // dobljene igre v trenutnem nizu igralca b
$a_set = 0; // točke v trenutnem nizu igralca a
$b_set = 0; // točke v trenutnem nizu igralca b

////////////////////////////////////

// BEGIN main loop

print '<p><b>rezultati dvoboja za dvoboj #' . $id_match . '</b><br />';
print '<table><tr><th>id_match</th><th>frames</th><th>time</th>
<th>a_strokes</th><th>a_type</th><th>a_effect</th><th>a_other</th><th>b_strokes</th><th>
b_type</th><th>b_effect</th><th>b_other</th>
    <th>a_point</th><th>b_point</th><th>a_game</th><th>b_game</th>
</tr>';
while ( $row = mysql_fetch_assoc($result) ) {

    $style = ""; // določitev videza vrstice

    // napaka?
    if ( substr( $row['a_effect'], 0, 1 ) == 'E' ) // napako je naredil igralec a, točko dobi igralec b
        if ( $row['a_strokes'] <> '1S' ) // razen pri prvem servisu
            ++$b_point;

    if ( substr( $row['b_effect'], 0, 1 ) == 'E' ) // napako je naredil igralec b, točko dobi igralec a
        if ( $row['b_strokes'] <> '1S' ) // razen pri prvem servisu
            ++$a_point;

    // as ali winner?
    if ( ( $row['a_effect'] == 'ACE' ) || ( $row['a_effect'] == 'WIN' ) )
        ++$a_point;
    if ( ( $row['b_effect'] == 'ACE' ) || ( $row['b_effect'] == 'WIN' ) )
        ++$b_point;

    // je konec igre?
    if ( $a_point >= 4 && ( ( $a_point - $b_point ) >= 2 ) ) { // igralec a je dobil igro
        ++$a_game;
    }
}

```

```

$a_point = 0;
$b_point = 0;
$style = ' font-weight: bold; color: green; background-color: lightgreen;'; // ojačamo izpis
}
if ( $b_point >= 4 && ( ( $b_point - $a_point ) >= 2 ) ) { // igralec a je dobil igro
  ++$b_game;
  $a_point = 0;
  $b_point = 0;
  $style = ' font-weight: bold; color: green; background-color: lightgreen;'; // ojačamo izpis
}

if ( $b_point == 4 && $a_point == 4 ) { // uredimo deuce in prednosti
  $a_point = 3;
  $b_point = 3;
}

// je konec igre označen?
if ( ( substr( $row['a_other'], 0, 1 ) == 'E' ) || // je v other polju ES ali EG?
      ( substr( $row['b_other'], 0, 1 ) == 'E' ) )
  $style = ' font-weight: bold; color: red; background-color: yellow;'; // ojačamo izpis

print '<tr style="" . $style . "">';
print '<td>' . $row['id_match'] . '</td>';
print '<td>' . $row['frames'] . '</td>';
print '<td>' . $row['time'] . '</td>';
print '<td>' . $row['a_strokes'] . '</td>';
print '<td>' . $row['a_type'] . '</td>';
print '<td>' . $row['a_effect'] . '</td>';
print '<td>' . $row['a_other'] . '</td>';
print '<td>' . $row['b_strokes'] . '</td>';
print '<td>' . $row['b_type'] . '</td>';
print '<td>' . $row['b_effect'] . '</td>';
print '<td>' . $row['b_other'] . '</td>';
print '<td>' . $points [ $a_point ] . '</td>';
print '<td>' . $points [ $b_point ] . '</td>';
print '<td>' . $a_game . '</td>';
print '<td>' . $b_game . '</td>';
print '</tr>';

}
print '</table></p>';

// END main loop
////////////////////////////////////

print '</body></html>';
?>

```



### 8.3. Področja gibanja

Preglednica 53: Osnovne statistične značilnosti odstotka opravljene poti gibanja (na posameznem področju) tujih igralcev

Spremenljivka	N	MIN	MAKS	SUM	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
OPR1_zti	11	33,10	48,16	437,82	39,80	5,37	,16	-1,39	,54	,93
OPR2_zti	11	6,43	20,76	128,32	11,66	5,30	,88	-,66	,70	,70
OPR3_zti	11	9,79	24,11	180,03	16,36	4,98	,46	-,85	,74	,64
OPR4_zti	11	5,11	46,37	290,40	26,40	14,55	-,44	-1,12	,55	,91
OPR5_zti	11	,00	,37	,73	,06	,13	1,95	2,38	1,40	<b>,03</b>
OPR6_zti	11	,00	,74	1,81	,16	,27	1,40	,480	1,20	,10
OPR7_zti	11	1,82	9,31	46,16	4,19	2,46	1,10	,1	,72	,67
OPR8_zti	11	,00	1,04	3,81	,34	,33	,85	,33	,49	,96
OPR9_zti	11	,00	2,61	8,70	,79	,80	1,51	1,600	,95	,32
OPR10_zti	11	,00	,04	,04	,00	,01	3,31	11,00	1,75	<b>,00</b>
OPR11_zti	11	,00	,00	,00	,00	,00				
OPR12_zti	11	,00	1,16	1,67	,15	,34	2,95	9,1	1,09	,18
OPR13_zti	11	,00	,00	,00	,00	,00				
OPR14_zti	11	,00	,38	,53	,04	,11	2,66	7,09	1,57	<b>,01</b>
OPR1_pti	11	22,58	55,53	479,88	43,62	10,47	-1,03	,218	,55	,91
OPR2_pti	11	5,69	15,87	125,44	11,40	3,27	-,01	-,63	,50	,96
OPR3_pti	11	11,80	21,77	170,28	15,48	3,38	,84	-,29	,51	,95
OPR4_pti	11	10,33	55,92	279,45	25,40	14,57	1,39	1,04	,75	,61
OPR5_pti	11	,00	,92	3,11	,28	,40	,81	-1,48	1,31	,06
OPR6_pti	11	,00	,37	,99	,09	,12	1,51	1,58	,86	,44
OPR7_pti	11	,00	8,59	33,03	3,00	2,31	1,19	3,12	,66	,77
OPR8_pti	11	,00	1,22	2,72	,24	,37	2,08	4,60	,84	,47
OPR9_pti	11	,00	1,13	3,57	,32	,38	1,27	,77	,66	,76
OPR10_pti	11	,00	,00	,00	,00	,00	.	.		
OPR11_pti	11	,00	,00	,00	,00	,00	.	.		
OPR12_pti	11	,00	,41	1,32	,12	,14	1,00	,20	,85	,46
OPR13_pti	11	,00	,17	,17	,01	,05	3,31	11,00	1,75	<b>,00</b>
OPR14_pti	11	,00	,00	,00	,00	,00				

Preglednica 54: Osnovne statistične značilnosti odstotka opravljene poti gibanja (na posameznem področju) domačih igralcev

Spremenljivka	N	MIN	MAKS	SUM	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
OPR1_zdi	11	21,73	60,55	460,47	41,86	12,93	-,38	-,68	,68	,73
OPR2_zdi	11	5,11	15,42	104,54	9,50	3,57	,40	-1,21	,62	,82
OPR3_zdi	11	5,81	24,45	142,42	12,94	5,63	1,00	,48	,67	,75
OPR4_zdi	11	11,22	62,41	334,41	30,40	18,43	,43	-1,17	,68	,73
OPR5_zdi	11	,00	1,17	2,32	,21	,36	2,07	4,40	1,16	,13
OPR6_zdi	11	,00	,76	2,84	,25	,26	,93	-,21	,56	,91
OPR7_zdi	11	,92	9,08	35,30	3,20	2,40	1,57	2,78	,67	,75
OPR8_zdi	11	,00	1,57	5,93	,53	,58	,88	-,48	,60	,85
OPR9_zdi	11	,00	2,23	7,73	,70	,72	1,16	,61	,62	,83
OPR10_zdi	11	,00	1,64	1,69	,15	,49	3,31	10,97	1,63	<b>,01</b>
OPR11_zdi	11	,00	,00	,00	,00	,00	.	.		
OPR12_zdi	11	,00	2,08	2,08	,18	,62	3,31	11,00	1,75	<b>,00</b>
OPR13_zdi	11	,00	,00	,00	,00	,00	.	.		
OPR14_zdi	11	,00	,27	,28	,02	,08	3,30	10,96	1,60	,01
OPR1_pdi	11	31,15	72,18	510,30	46,39	11,70	,78	1,22	,56	,90
OPR2_pdi	11	4,21	16,63	102,85	9,35	4,34	,18	-1,33	,61	,83
OPR3_pdi	11	4,50	18,91	146,90	13,35	4,32	-,72	-,00	,55	,92
OPR4_pdi	11	5,59	47,76	274,76	24,97	15,08	,36	-1,35	,45	,98
OPR5_pdi	11	,00	,64	1,95	,17	,20	1,27	1,53	,62	,82
OPR6_pdi	11	,00	,63	2,23	,20	,24	,82	-,96	,82	,50
OPR7_pdi	11	,34	12,78	41,23	3,74	3,37	2,12	5,61	,70	,69
OPR8_pdi	11	,00	2,92	6,16	,56	,85	2,43	6,59	,85	,46
OPR9_pdi	11	,00	2,92	9,67	,87	,78	1,89	4,82	,76	,59
OPR10_pdi	11	,00	,39	,40	,03	,11	3,31	10,98	1,65	<b>,00</b>
OPR11_pdi	11	,00	,00	,00	,00	,00	.	.		
OPR12_pdi	11	,00	,86	1,38	,12	,26	2,49	6,35	1,35	<b>,05</b>
OPR13_pdi	11	,00	1,30	1,43	,13	,39	3,25	10,70	1,48	<b>,02</b>
OPR14_pdi	11	,00	,42	,75	,06	,15	2,00	2,59	1,62	<b>,01</b>

Preglednica 55: Osnovne statistične značilnosti odstotka opravljene poti gibanja (na posameznem področju) tujih igralcev

Spremenljivka	N	MIN	MAKS	SUM	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
OČASR1_zti	11	43,44	62,88	575,59	52,32	6,32	,04	,04	,53	,93
OČASR2_zti	11	5,36	13,99	94,96	8,63	2,98	,79	,79	,67	,75
OČASR3_zti	11	9,18	18,20	156,53	14,23	2,98	-,54	-,54	,51	,95
OČASR4_zti	11	3,08	34,03	230,07	20,91	11,99	-,61	-,61	,70	,71
OČASR5_zti	11	,00	,24	,50	,04	,08	1,88	1,88	1,13	,15
OČASR6_zti	11	,00	,61	1,45	,13	,22	1,45	1,45	1,33	,05
OČASR7_zti	11	1,20	6,60	31,18	2,83	1,80	1,19	1,19	,65	,77
OČASR8_zti	11	,00	,50	2,13	,19	,17	,45	,45	,50	,96
OČASR9_zti	11	,00	1,53	5,80	,52	,51	1,25	1,25	,95	,32
OČASR10_zti	11	,00	,03	,03	,00	,00	3,31	3,31	1,75	<b>,00</b>
OČASR11_zti	11	,00	,00	,00	,00	,00	.	.		
OČASR12_zti	11	,00	,84	1,28	,11	,25	2,78	2,78	1,14	,14
OČASR13_zti	11	,00	,00	,00	,00	,00		.		
OČASR14_zti	11	,00	,23	,43	,03	,08	1,94	1,94	1,62	<b>,01</b>
OČASR1_pti	11	21,48	62,52	561,32	51,02	12,09	-1,64	-1,64	,65	,78
OČASR2_pti	11	4,19	12,82	99,93	9,08	2,63	-,52	-,52	,53	,94
OČASR3_pti	11	8,54	17,14	148,48	13,49	2,25	-,66	-,66	,65	,79
OČASR4_pti	11	9,59	56,87	262,36	23,85	14,38	1,39	1,39	,77	,58
OČASR5_pti	11	,00	,61	1,51	,13	,22	1,42	1,42	1,22	,10
OČASR6_pti	11	,00	,23	,82	,07	,08	,70	,70	,88	,42
OČASR7_pti	11	,00	5,32	20,97	1,90	1,46	,99	,99	,72	,66
OČASR8_pti	11	,00	,51	1,44	,13	,17	1,34	1,34	,90	,38
OČASR9_pti	11	,00	,67	2,20	,20	,23	1,19	1,19	,78	,57
OČASR10_pti	11	,00	,00	,00	,00	,00	.	.		
OČASR11_pti	11	,00	,00	,00	,0000	,00000	.	.		
OČASR12_pti	11	,00	,30	,91	,0827	,09870	1,07		,84	,47
OČASR13_pti	11	,00	,06	,06	,0055	,01809	3,31		1,75	<b>,00</b>
OČASR14_pti	11	,00	,00	,00	,0000	,00000	.	.		

Preglednica 56: Osnovne statistične značilnosti odstotka opravljene poti gibanja (na posameznem področju) domačih igralcev

Spremenljivka	N	MIN	MAKS	SUM	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
OČASR1_zdi	11	16,38	59,52	431,11	39,19	14,71	-,31	-1,04	,41	,99
OČASR2_zdi	11	4,65	13,73	99,26	9,02	3,29	,21	-1,48	,58	,88
OČASR3_zdi	11	3,73	24,11	129,07	11,73	5,68	,87	1,07	,54	,92
OČASR4_zdi	11	16,69	70,99	406,55	36,95	19,31	,54	-1,05	,61	,84
OČASR5_zdi	11	,00	,69	1,68	,15	,24	1,47	1,21	1,23	,09
OČASR6_zdi	11	,00	,42	1,83	,16	,16	,18	-1,72	,78	,56
OČASR7_zdi	11	,39	6,54	21,29	1,93	1,73	2,12	5,26	,83	,49
OČASR8_zdi	11	,00	,87	2,78	,25	,29	1,22	,73	,75	,62
OČASR9_zdi	11	,00	1,34	3,99	,36	,42	1,58	2,01	,75	,62
OČASR10_zdi	11	,00	,92	,93	,08	,27	3,31	10,99	1,70	<b>,00</b>
OČASR11_zdi	11	,00	,00	,00	,00	,00	.			
OČASR12_zdi	11	,00	1,41	1,41	,12	,42	3,31	11,00	1,75	<b>,00</b>
OČASR13_zdi	11	,00	,00	,00	,00	,00	.			
OČASR14_zdi	11	,00	,10	,10	,00	,03	3,31	11,00	1,75	<b>,00</b>
OČASR1_pdi	11	30,05	64,10	489,58	44,50	10,26	,34	-,35	,54	,93
OČASR2_pdi	11	2,91	19,21	97,47	8,86	5,14	,74	-,30	,73	,65
OČASR3_pdi	11	2,81	17,24	133,42	12,12	4,53	-,69	-,02	,72	,67
OČASR4_pdi	11	12,02	52,48	338,52	30,77	14,90	,48	-1,24	,66	,77
OČASR5_pdi	11	,00	,44	1,38	,12	,13	1,21	1,49	,59	,86
OČASR6_pdi	11	,00	,44	1,37	,12	,15	,93	-,37	,90	,38
OČASR7_pdi	11	,40	7,72	25,98	2,36	2,13	1,78	3,52	,78	,57
OČASR8_pdi	11	,00	2,83	4,57	,41	,82	3,03	9,61	1,23	,09
OČASR9_pdi	11	,00	2,02	5,48	,49	,54	2,48	7,14	,90	,38
OČASR10_pdi	11	,00	,19	,19	,01	,05	3,31	11,00	1,75	<b>,00</b>
OČASR11_pdi	11	,00	,00	,00	,00	,00	.	.		
OČASR12_pdi	11	,00	,55	,91	,08	,17	2,31	4,98	1,34	<b>,05</b>
OČASR13_pdi	11	,00	,65	,73	,06	,19	3,23	10,55	1,49	<b>,02</b>
OČASR14_pdi	11	,00	,22	,42	,03	,08	1,93	2,12	1,63	<b>,01</b>

Preglednica 57: Osnovne statistične značilnosti povprečne hitrosti (na posameznem področju) tujih igralcev

Spremenljivka	N	MIN	MAKS	SUM	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
PHR1_zti	11	,70	1,18	9,97	,90	,17	,43	-1,30	,51	,951
PHR2_zti	11	1,32	1,78	17,25	1,56	,13	-,26	-,46	,34	1,00
PHR3_zti	11	1,22	1,46	14,76	1,34	,07	,09	-,94	,49	,96
PHR4_zti	11	1,32	1,74	16,88	1,53	,12	-,36	,26	,52	,94
PHR5_zti	11	,00	2,22	7,28	,66	,96	,91	-1,21	1,29	,07
PHR6_zti	11	,00	2,21	8,15	,74	,89	,55	-1,61	1,12	,15
PHR7_zti	11	1,40	2,14	20,23	1,83	,26	-,49	-1,32	,81	,51
PHR8_zti	11	,00	3,36	16,94	1,53	1,10	-,33	-,61	,67	,75
PHR9_zti	11	,00	2,59	18,04	1,64	,66	-1,34	3,50	,62	,82
PHR10_zti	11	,00	1,52	1,52	,13	,45	3,31	11,00	1,75	<b>,00</b>
PHR11_zti	11	,00	,00	,00	,00	,00	.	.		
PHR12_zti	11	,00	2,21	6,15	,55	,81	1,04	-,36	1,29	,07
PHR13_zti	11	,00	,00	,00	,00	,00	.			
PHR14_zti	11	,00	2,12	2,77	,25	,64	2,86	8,39	1,55	<b>,01</b>
PHR1_pti	11	,67	1,06	9,28	,84	,12	,27	-,95	,58	,88
PHR2_pti	11	,91	1,84	13,94	1,26	,29	,71	-,55	,85	,45
PHR3_pti	11	,89	1,53	12,54	1,14	,22	,77	-,76	,77	,58
PHR4_pti	11	,69	1,63	11,83	1,07	,29	,79	-,23	,96	,31
PHR5_pti	11	,00	2,89	7,79	,70	1,05	1,14	-,01	1,27	,07
PHR6_pti	11	,00	1,54	6,68	,60	,65	,36	-1,79	,92	,35
PHR7_pti	11	,00	2,37	14,38	1,30	,73	-,91	,47	,80	,54
PHR8_pti	11	,00	2,80	12,70	1,15	1,00	,01	-1,33	,78	,56
PHR9_pti	11	,00	2,41	11,78	1,07	,93	-,01	-1,42	,78	,56
PHR10_pti	11	,00	,00	,00	,00	,00	.	.		
PHR11_pti	11	,00	,00	,00	,00	,00	.	.		
PHR12_pti	11	,00	2,37	9,77	,88	,94	,41	-1,53	,93	,35
PHR13_pti	11	,00	2,64	2,64	,23	,79	3,31	11,00	1,75	<b>,00</b>
PHR14_pti	11	,00	,00	,00	,00	,00	.	.		

Preglednica 58: Osnovne statistične značilnosti povprečne hitrosti (na posameznem področju) domačih igralcev

Spremenljivka	N	MIN	MAKS	SUM	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
PHR1_zdi	11	,56	1,20	9,62	,87	,19	,28	-,54	,54	,93
PHR2_zdi	11	,52	1,03	9,21	,83	,18	-,41	-1,21	,81	,52
PHR3_zdi	11	,62	1,18	9,91	,90	,18	-,06	-1,18	,48	,97
PHR4_zdi	11	,32	,84	6,75	,61	,16	-,21	-,78	,60	,85
PHR5_zdi	11	,00	1,47	4,36	,39	,56	,92	-,91	1,30	,06
PHR6_zdi	11	,00	1,39	7,31	,66	,58	-,09	-1,85	,78	,56
PHR7_zdi	11	1,09	1,82	15,57	1,41	,23	-,06	-,82	,60	,86
PHR8_zdi	11	,00	2,51	13,91	1,26	,89	-,50	-,95	,66	,76
PHR9_zdi	11	,00	2,88	15,98	1,45	,89	-,37	-,12	,55	,92
PHR10_zdi	11	,00	3,09	4,75	,43	1,01	2,34	4,97	1,60	<b>,01</b>
PHR11_zdi	11	,00	,00	,00	,00	,00				
PHR12_zdi	11	,00	,82	,82	,07	,24	3,31	11,00	1,75	<b>,00</b>
PHR13_zdi	11	,00	,00	,00	,00	,00		.		
PHR14_zdi	11	,00	1,56	1,56	,14	,47	3,31	11,00	1,75	<b>,00</b>
PHR1_pdi	11	,67	1,04	8,86	,80	,11	,68	-,16	,57	,89
PHR2_pdi	11	,49	1,35	9,66	,87	,24	,36	-,17	,43	,99
PHR3_pdi	11	,64	1,33	9,77	,88	,18	1,29	3,20	,66	,77
PHR4_pdi	11	,27	,78	6,45	,58	,16	-,71	-,40	,61	,84
PHR5_pdi	11	,00	1,42	8,79	,79	,52	-,93	-,85	1,04	,22
PHR6_pdi	11	,00	1,86	8,25	,75	,76	,19	-1,92	,96	,31
PHR7_pdi	11	,52	1,67	13,78	1,25	,33	-,78	1,30	,73	,66
PHR8_pdi	11	,00	2,39	12,29	1,11	,87	-,04	-1,23	,57	,89
PHR9_pdi	11	,00	1,88	15,13	1,37	,51	-2,13	5,37	,67	,75
PHR10_pdi	11	,00	1,49	1,49	,13	,44	3,31	11,00	1,75	<b>,00</b>
PHR11_pdi	11	,00	,00	,00	,00	,00	.	.		
PHR12_pdi	11	,00	1,88	4,08	,37	,67	1,59	1,33	1,44	<b>,03</b>
PHR13_pdi	11	,00	1,67	3,05	,27	,61	1,97	2,41	1,62	<b>,01</b>
PHR14_pdi	11	,00	1,68	2,95	,26	,60	2,01	2,72	1,62	<b>,01</b>

Preglednica 59: Osnovne statistične značilnosti maksimalne hitrosti (na posameznem področju) tujih igralcev

Spremenljivka	N	MIN	MAKS	SUM	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
MHR1_zti	11	2,61	3,87	35,06	3,18	,34	,53	,92	,68	,73
MHR2_zti	11	2,22	3,54	30,83	2,80	,36	,15	,72	,52	,94
MHR3_zti	11	2,32	3,28	30,72	2,79	,30	-,42	-,50	,59	,87
MHR4_zti	11	2,87	3,60	35,42	3,21	,25	,21	-1,44	,60	,85
MHR5_zti	11	,00	2,97	8,79	,79	1,17	1,00	-,77	1,28	,07
MHR6_zti	11	,00	2,55	10,38	,94	1,15	,51	-1,92	1,12	,16
MHR7_zti	11	2,28	3,66	30,19	2,74	,36	1,45	3,72	,79	,54
MHR8_zti	11	,00	4,01	20,19	1,83	1,31	-,33	-,62	,72	,67
MHR9_zti	11	,00	2,98	23,34	2,12	,81	-1,78	4,64	,88	,41
MHR10_zti	11	,00	1,59	1,59	,14	,48	3,31	11,00	1,75	<b>,00</b>
MHR11_zti	11	,00	,00	,00	,00	,00	.	.		
MHR12_zti	11	,00	2,51	8,03	,72	1,04	,89	-1,16	1,30	<b>,06</b>
MHR13_zti	11	,00	,00	,00	,00	,00	.	.		
MHR14_zti	11	,00	2,31	3,22	,29	,72	2,66	7,14	1,57	<b>,01</b>
MHR1_pti	11	2,37	3,91	33,64	3,05	,48	,31	-,65	,37	,99
MHR2_pti	11	2,06	4,21	31,19	2,83	,59	1,11	1,96	,58	,88
MHR3_pti	11	1,94	2,92	27,70	2,51	,27	-,45	,86	,60	,85
MHR4_pti	11	2,35	4,61	35,71	3,24	,59	1,02	2,20	,82	,50
MHR5_pti	11	,00	3,23	11,17	1,01	1,42	,74	-1,68	1,32	,06
MHR6_pti	11	,00	2,27	8,91	,81	,85	,37	-1,43	,94	,34
MHR7_pti	11	,00	3,26	23,50	2,13	1,12	-1,39	,87	,81	,52
MHR8_pti	11	,00	3,10	15,27	1,38	1,20	-,03	-1,42	,79	,55
MHR9_pti	11	,00	2,69	14,67	1,33	1,12	-,28	-1,80	,81	,51
MHR10_pti	11	,00	,00	,00	,00	,00	.	.		
MHR11_pti	11	,00	,00	,00	,00	,00	.	.		
MHR12_pti	11	,00	2,58	11,63	1,05	1,06	,09	-2,01	,97	,29
MHR13_pti	11	,00	2,82	2,82	,25	,84	3,31	11,00	1,75	<b>,00</b>
MHR14_pti	11	,00	,00	,00	,00	,00	.	.		

Preglednica 60: Osnovne statistične značilnosti maksimalne hitrosti (na posameznem področju) domačih igralcev

Spremenljivka	N	MIN	MAKS	SUM	AS	SO	ASIM	SPL	K-S	SIG
MHR1_zdi	11	2,32	4,09	32,25	2,93	,54	,85	,37	,60	,85
MHR2_zdi	11	1,64	3,45	27,46	2,49	,52	,19	,08	,49	,97
MHR3_zdi	11	1,95	3,81	28,96	2,63	,61	,91	-,28	,73	,65
MHR4_zdi	11	1,74	3,77	29,85	2,71	,57	,27	-,08	,61	,83
MHR5_zdi	11	,00	2,42	7,74	,70	1,01	,91	-1,06	1,30	,06
MHR6_zdi	11	,00	3,71	13,14	1,19	1,17	,82	,65	,69	,72
MHR7_zdi	11	1,72	3,42	26,98	2,45	,51	,45	-,24	,57	,89
MHR8_zdi	11	,00	3,50	18,89	1,71	1,28	-,21	-1,18	,60	,86
MHR9_zdi	11	,00	3,78	21,96	1,99	1,25	-,29	-,373	,53	,93
MHR10_zdi	11	,00	3,10	6,12	,55	1,23	1,92	2,04	1,63	<b>,01</b>
MHR11_zdi	11	,00	,00	,00	,00	,00		.		
MHR12_zdi	11	,00	1,51	1,51	,13	,45	3,31	11,00	1,75	<b>,00</b>
MHR13_zdi	11	,00	,00	,00	,00	,00	.	.		
MHR14_zdi	11	,00	1,59	1,59	,14	,48	3,31	11,00	1,75	<b>,00</b>
MHR1_pdi	11	2,52	5,01	34,39	3,12	,77	1,93	3,07	1,07	,20
MHR2_pdi	11	2,08	3,64	30,68	2,78	,54	,142	-1,40	,55	,91
MHR3_pdi	11	1,91	4,57	29,92	2,71	,73	1,66	3,79	,65	,79
MHR4_pdi	11	1,18	3,67	30,02	2,72	,62	-1,47	3,84	,97	,30
MHR5_pdi	11	,00	2,00	11,43	1,03	,71	-,67	-,89	,86	,44
MHR6_pdi	11	,00	4,31	12,66	1,15	1,34	1,24	1,93	,85	,45
MHR7_pdi	11	,88	2,96	25,54	2,32	,53	-2,12	5,68	,88	,40
MHR8_pdi	11	,00	2,61	17,25	1,56	1,07	-,80	-1,28	1,00	,26
MHR9_pdi	11	,00	2,97	22,91	2,08	,77	-2,04	5,76	,91	,37
MHR10_pdi	11	,00	2,32	2,32	,21	,69	3,31	11,00	1,75	<b>,00</b>
MHR11_pdi	11	,00	,00	,00	,00	,00	.	.		
MHR12_pdi	11	,00	2,06	5,16	,46	,82	1,39	,20	1,46	<b>,02</b>
MHR13_pdi	11	,00	2,17	3,73	,33	,76	2,06	3,04	1,62	<b>,01</b>
MHR14_pdi	11	,00	2,39	3,85	,34	,80	2,21	4,10	1,61	<b>,01</b>



## 9. SEZNAM SLIK, SLIKOVNIH PRIKAZOV, PREGLEDNIC, GRAFOV IN PRILOG

<b>SLIKE</b>		<b>stran</b>
Slika 1:	Hlajenje teniškega igralca med tekmo (vir: <a href="http://www.itftennis.com/shared/medialibrary/pdf/original/IO_25324_original.PDF">http://www.itftennis.com/shared/medialibrary/pdf/original/IO_25324_original.PDF</a> , 2007)	20
Slika 2:	Izobraževanje preko spletnih strani (spletna stran ITF, 2006) in s pomočjo literature in periodične revije (vir: <a href="http://www.itfcoaching.com/Physical-Conditioning-for-Wheelchair-Tennis/player.html">http://www.itfcoaching.com/Physical-Conditioning-for-Wheelchair-Tennis/player.html</a> , 2007; <a href="http://www.itftennis.com/wheelchair/coaching/otherresources.asp">http://www.itftennis.com/wheelchair/coaching/otherresources.asp</a> , 2007)	33
Sliki 3 in 4:	Teniški voziček in igralec med igro (vir: arhiv T. Filipčič)	37
Slika 5:	Raziskovanje kardiovaskularnih značilnosti udeležencev na Paraolimpijskih igrah (vir: <a href="http://www.itftennis.com/wheelchair">http://www.itftennis.com/wheelchair</a> ; 2007)	46
Slika 6:	Formular za spremljanje teniških dvobojev (vir: arhiv T. Filipčič)	50
Slika 7, 8 in 9:	Teniško igrišče s trdo podlago, kamera nad igriščem in snemanje teniških tekem (vir: arhiv T. Filipčič)	72
Slika 10:	Igralec v osnovnem (začetnem) položaju na teniškem igrišču (vir: arhiv T. Filipčič)	82

### SLIKOVNI PRIKAZI

Slikovni prikaz 1:	Funkcionalne aktivnosti in zmožnosti posameznika s spiralno poškodbo hrbtenjače na različnih ravneh (vir: Winnick, 2005, str. 276)	18
Slikovni prikaz 2:	Posamezni deli izmerjene trajektorije—dva horizontalna dela (spodaj, zgoraj), trije vertikalni (levo, desno, sredina) in krožnica	82
Slikovni prikaz 3:	Hitrosti gibanja igralca na ločenih delih trajektorije	83
Slikovni prikaz 4:	Trajektorije gibanja dveh tujih igralcev	120
Slikovni prikaz 5:	Teniško igrišče razdeljeno na 28 področij	135
Slikovni prikaz 6:	Odstotek prevožene poti vseh igralcev na posameznem področju	138
Slikovni prikaz 7:	Hitrostne trajektorije izbranega tujega igralca	149
Slikovni prikaz 8:	Hitrostne trajektorije izbranega domačega igralca	150
Slikovni prikaz 9:	Prikaz hitrosti zmagovalca in poraženca med izbrano tekmo	150

## PREGLEDNICE

Preglednica 1:	Višina in vrsta poškodbe hrbtenjače vseh merjencev	75
Preglednica 2:	Osnovne značilnosti vzorca vseh merjencev (starost, število let poškodbe hrbtenice in let igranja tenisa)	76
Preglednica 3:	Skupni igralni čas, število aktivnih in pasivnih faz na 22 tekmah	76
Preglednica 4:	Časovne spremenljivke v tenisu na vozičku in merske enote spremenljivk	78
Preglednica 5:	Število in odstotek udarcev ter merske enote spremenljivke	79
Preglednica 6:	Struktura teniških udarcev	79
Preglednica 7:	Izbrani kazalci poti in hitrosti igralcev ter merske enote spremenljivke	79
Preglednica 8:	Izbrani kazalci poti, hitrosti in časa igralcev na posameznem področju teniškega igrišča	80
Preglednica 9 :	RMS napaka položaja in sistematična napaka položaja igralca	84
Preglednica 10 :	Vrednosti RMS in sistematične napake hitrosti igralca	85
Preglednica 11:	Napaka izmerjene poti	86
Preglednica 12:	Osnovne statistične značilnosti časovnih spremenljivk v teniški igri na vozičku vseh igralcev	88
Preglednica 13:	Osnovne statistične značilnosti časovnih spremenljivk v teniški igri na vozičku tujih igralcev	94
Preglednica 14:	Osnovne statistične značilnosti časovnih spremenljivk v teniški igri na vozičku domačih igralcev	96
Preglednica 15:	Rezultati enosmerne analize variance pri časovnih spremenljivkah igre med tujimi in domačimi igralci	98
Preglednica 16:	Število udarcev na tekmi, v igri in v aktivni fazi vseh igralcev	100
Preglednica 17:	Število udarcev na tekmi, v igri in v aktivni fazi tujih igralcev	101
Preglednica 18:	Število udarcev na tekmi, v igri in v aktivni fazi domačih igralcev	102
Preglednica 19:	Struktura teniških udarcev na vseh odigranih tekmah	104
Preglednica 20:	Struktura teniških udarcev pri tujih igralcih	106
Preglednica 21:	Struktura teniških udarcev pri domačih igralcih	108
Preglednica 22:	Struktura teniških udarcev med zmagovalci	109
Preglednica 23:	Struktura teniških udarcev med poraženci	110
Preglednica 24:	Rezultati analize variance v strukturi teniških udarcev med tujimi in domačimi igralci	111
Preglednica 25:	Rezultati analize variance v strukturi teniških udarcev med zmagovalci in poraženci	114

Preglednica 26:	Osnovne statistične značilnosti izbranih kazalcev obsega poti vseh igralcev	118
Preglednica 27:	Osnovne statistične značilnosti izbranih kazalcev obsega poti tujih igralcev	119
Preglednica 28:	Osnovne statistične značilnosti izbranih kazalcev obsega poti domačih igralcev	120
Preglednica 29:	Osnovne statistične značilnosti izbranih kazalcev obsega poti zmagovalcev	120
Preglednica 30:	Osnovne statistične značilnosti izbranih kazalcev obsega poti poražencev	121
Preglednica 31:	Razlike v obsegu gibanja med tujimi in domačimi igralci	122
Preglednica 32:	Razlike v obsegu gibanja med zmagovalci in poraženci	123
Preglednica 33:	Osnovne statistične značilnosti hitrosti gibanja vseh igralcev	125
Preglednica 34:	Osnovne statistične značilnosti hitrosti gibanja tujih igralcev	127
Preglednica 35:	Osnovne statistične značilnosti hitrosti gibanja domačih igralcev	128
Preglednica 36:	Razlike v povprečni in maksimalni hitrosti med tujimi in domačimi igralci	129
Preglednica 37:	Razlike v povprečni in maksimalni hitrosti med zmagovalci in poraženci	130
Preglednica 38:	Razlike v hitrostnih razredih med tujimi in domačimi igralci	132
Preglednica 39:	Razlike v hitrostnih razredih med zmagovalci in poraženci	133
Preglednica 40:	Osnovne statistične značilnosti odstotka opravljene poti gibanja (na posameznem igralnem področju) vseh igralcev	137
Preglednica 41:	Razlike v odstotku poti na posameznem igralnem področju med tujimi in domačimi igralci	140
Preglednica 42:	Razlike v odstotku opravljene poti na posameznem igralnem področju med zmagovalci in poraženci	141
Preglednica 43:	Osnovne statistične značilnosti odstotka časa zadrževanja na posameznem področju vseh igralcev	142
Preglednica 44:	Razlike v odstotku časa zadrževanja na posameznem področju med tujimi in domačimi igralci	144
Preglednica 45:	Razlike v odstotku časa zadrževanja na posameznem igralnem področju med zmagovalci in poraženci	145
Preglednica 46:	Osnovne statistične značilnosti povprečne hitrosti na posameznem igralnem področju vseh igralcev tenisa na vozičku	146
Preglednica 47:	Razlike v povprečni hitrosti na posameznem področju med tujimi in domačimi igralci	148
Preglednica 48:	Razlike v povprečni hitrosti na posameznem igralnem področju med zmagovalci in poraženci	151
Preglednica 49:	Osnovne statistične značilnosti maksimalne hitrosti na posameznem	152

	igralnem področju vseh igralcev	
Preglednica 50:	Razlike v maksimalni hitrosti na posameznem področju med tujimi in domačimi igralci	154
Preglednica 51:	Razlike v maksimalni hitrosti na posameznem igralnem področju med zmagovalci in poraženci	155
Preglednica 52:	Uporabljena tehnologija pri obdelavi surovih podatkov	187
Preglednica 53:	Osnovne statistične značilnosti odstotka opravljene poti gibanja (na posameznem področju) tujih igralcev	193
Preglednica 54:	Osnovne statistične značilnosti odstotka opravljene poti gibanja (na posameznem področju) domačih igralcev	194
Preglednica 55:	Osnovne statistične značilnosti odstotka opravljene poti gibanja (na posameznem področju) tujih igralcev	195
Preglednica 56:	Osnovne statistične značilnosti odstotka opravljene poti gibanja (na posameznem področju) domačih igralcev	196
Preglednica 57:	Osnovne statistične značilnosti povprečne hitrosti (na posameznem področju) tujih igralcev	197
Preglednica 58:	Osnovne statistične značilnosti povprečne hitrosti (na posameznem področju) domačih igralcev	198
Preglednica 59:	Osnovne statistične značilnosti maksimalne hitrosti (na posameznem področju) tujih igralcev	199
Preglednica 60:	Osnovne statistične značilnosti maksimalne hitrosti (na posameznem področju) domačih igralcev	200

## **GRAFI**

Graf 1:	Trajanje aktivnih faz v štirih časovnih razredih	91
Graf 2 in 3:	Število udarcev v aktivni fazi in celotni tekmi	102
Graf 4:	Struktura teniških udarcev v vseh odigranih tekmah	105
Graf 5:	Razlike v strukturi teniških udarcev med tujimi in domačimi igralci	112
Graf 6:	Razlike v strukturi teniških udarcev med zmagovalci in poraženci	115

## **PRILOGE**

Priloga 1:	Vprašalnik/anamneza merjenja	182
Priloga 2:	Uporabljena tehnologija	187
Priloga 3:	Področja gibanja	193