

# Dinamika trčanja u disciplini 400 metara

---

Grgić, Danijela

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:201956>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#) / [Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-19**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
KINEZIOLOŠKI FAKULTET  
(studij za stjecanje visoke stručne spreme  
i stručnog naziva: magistar kineziologije)

Danijela Grgić

# **DINAMIKA TRČANJA U DISCIPLINI 400 METARA**

(diplomski rad)

Mentor:

prof.dr.sc.Vesna Babić

Zagreb, srpanj 2017.

## **DINAMIKA TRČANJA U DISCIPLINI 400 METARA**

### **Sažetak:**

Glavni cilj ovog istraživanja je odrediti dinamiku trčanja u disciplina na 400 metara za žene. Istraživanje je provedeno na sudionicama finalnih utrka na četiri Svjetska prvenstva u atletici: Stuttgart (1993), Atena (1997), Seville (1999), Berlin (2009). Podatci za potrebe ovog rada su izvučeni iz lista službenih rezultata i objavljenih rezultata biomehaničkih analiza. U ovom radu analizirala se natjecateljska aktivnost koja se odnosi na ritam i dinamiku trčanja. U radu su prikazani različiti primjeri strukture natjecateljske aktivnosti koje se razlikuju ovisno o rezultatskim postignućima. Prikazani primjeri zorno ukazuju na finese koje čine bolji plasman u poretku finalistica navedenih Svjetskih prvenstava, baziranih na uspješnoj realizaciji dinamike trčanja.

**Ključne riječi:** (atletika, sprint, 400 metara, dinamika trčanja, žene)

## **RUNNING DYNAMICS IN DISCIPLINE 400 METER**

### **Summary:**

The main goal of this research is to determine the dynamics in discipline 400 meter running for women. This research was conducted on top women athletes who made into the finals of four World Championships in athletics: Stuttgart (1993), Athens (1997) Seville (1999), Berlin (2009). The data for this study was taken from the list of official results and published biomechanical analysis. The study analyses competitive activity, which refers to the running dynamics. It presents various examples of the structure competitive activity which differ depending on the results and achievements. The present examples clearly show the subtleties that make a better final ranking in the finalists of these World Championships, based on the realization of the running dynamics.

**Keywords:** (athletics, sprint, 400 meter, dynamics run, women)

# SADRŽAJ

STR:

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| 1. UVOD.....                                  | 5  |
| 2. POVIJESNI RAZVOJ DISCIPLNE 400 METARA..... | 9  |
| 3. CILJ ISTRAŽIVANJA.....                     | 13 |
| 4. METODE RADA.....                           | 13 |
| 4.1 Uzorak ispitanika.....                    | 13 |
| 4.2 Uzorak varijabli.....                     | 14 |
| 4.3 Metode obrade podataka.....               | 15 |
| 5. REZULTATI I RASPRAVA.....                  | 16 |
| 6. ZAKLJUČAK.....                             | 27 |
| 7. LITERATURA.....                            | 28 |

## 1. UVOD

Trčanje na 400 m spada u najteže atletske discipline sprinterskog karaktera, koje zahtijeva od trkača odličnu kondicijsku pripremljenost, visoku tehniku trčanja na stazi i odgovarajući nivo razvoja motoričkih sposobnosti: brzine, snage i brzinske izdržljivosti (Homenkov, 1977). Ogroman umor koji se javlja tijekom utrke posljedica je velike energetske potrošnje, pa se taktika utrke bazira na umjeću da se čitava natjecateljska pruga pretrči tako da se na njenim pojedinim dionicama postižu što bolji rezultati za svaku pojedinačnu etapu utrke, dakle govori se o optimalnim vremenskim prolazima planiranim i zadanim za svaku etapu utrke. Iz navedenih razloga ne postoji sprinter/ka koji distancu od 400 m može pretrčati maksimalnom brzinom. Nedovoljna brzina trčanja na prvoj polovici staze omogućava sportašu da dobro istrči u finišu, ali mu smeta da postigne najbolji rezultat, dok veoma velika brzina u početku, ne omogućava održavanje neophodne brzine u drugoj polovici staze. Analize trčanja su pokazale da većina najboljih svjetskih atletičara/ki na prvoj polovici staze postižu za 1,5-2 sekunde bolje vrijeme, u odnosu na drugih 200 m. To su trkači/ce tzv. «sprinterskoga tipa». Ipak, ima i onih atletičara/ki koji postižu nešto bolje vrijeme u drugom dijelu staze, što govori o visokom nivou brzinske izdržljivosti dotičnih sprintera/ki (Gagua, 2001; Šesterova i Šuteeva, 2005). Startno ubrzanje ili brzina akceleracije je prva faza efektivnog trčanja. Prosječno vrijeme reakcije ovisi od kvalitete trkača i kod vrhunskih atletičara ono iznosi oko 220 ms (na 100 m 164 ms, a 200 m 186 ms). Startno ubrzanje traje 20-25 koraka (na 100 i 200 m 10-15 koraka), kada se dostiže oko 95% maksimalne brzine i dužina koraka se stabilizira (Oreščuk, 1999). Start i prvi koraci su za sprintera naročito važni i tu je neophodna velika koncentracija, koordinacija pokreta i odgovarajuća snaga i brzina. Na kvalitetu startnog ubrzanja bitno utječe dužina i način obavljanja prvog i sljedećih koraka poslije starta. Porast brzine ostvaruje se svakim novim korakom jer se sila svakog novog odraza dodaje već postojećoj inerciji kretanja tijela. Ako je vrijeme od starta do postizanja maksimalne brzine kraće start sprintera se smatra uspješnijim (Gagua, 2001; Jovović, 2005). U vrijeme kada su muškarci trčali iznad 47 s i žene iznad 54 s ova disciplina se smatrala utrkom na srednje staze. Međutim, vrhunski atletičari/ke koje trče punom snagom čitav krug pretvorili su utрку na 400 m u kontinuirano trčanje bez predaha, duž cijele distance. Zato je danas karakteristična pojava da vrhunske sprinterke ovu stazu pretrčavaju brže od 50 sekundi.

Kratke staze ili sprint obuhvaćaju trčanje na 50 m, 60 m, 100 m, 200 m, 300 m, 400 m, također i 4x60 m, 4x100 m, 4x200 m i 4x400 m. U disciplini sprinta vrlo su važni brzina reakcije, dužina i frekvencija koraka. Prije nego se daje startni znak, treba poštovati i zapovijedi startera kao što su „na mjesta“ i „pozor“. Na startnu zapovijed „na mjesta“ sprinter ulazi u blokove i priprema klečeći položaj, dok s naredbom „pozor“ zauzima startni položaj. Atletičar ne smije pokušati preduhitriti pucanj zbog moguće diskvalifikacije (Bowerman, Freeman i Gambeta, 2012). Kod odraza važno je potpuno opružiti zglobove kuka, koljena i stopala. Druga je noga savijena u koljenu sa podignutim stopalom i u punom zamahu, dok ruke koordinirano prate rad nogu. U trenutku kada trkač nema dodira s tlom, odrazna noga se opušta i pregiba u koljenu. U nastavku trčanja, natkoljenica, druge noge, ide prema tlu opuštajući potkoljenicu i stopalo ispred koljena pripremajući ih na način za odskok u sljedećem koraku. Kada je trkačevo tijelo u vertikali, koja dolazi nakon doskoka na zamjenu nogu, noga je savijena u koljenu, dok se zdjelica „prevlači“ preko savijene noge (Marinković, 1980). U disciplini 400 m niski start nije toliko važan kao u ostalim sprinterskim disciplinama. Šnajder i Milanović (1991.), ističu kako u današnje vrijeme trkači počinju trčanje iz niskog starta uz primjenu startnih blokova. U prvoj startnoj poziciji trkači se nalaze u startnim blokovima, težina tijela je ravnomjerno raspoređena, ruke su postavljene okomito na tlo, ramena se nalaze iznad šaka do startne linije. U drugoj startnoj poziciji kukovi se podižu iznad ravnine ramena, ramena se pomiču iznad startne crte, težina tijela se prenosi na prednje dio noge i ruke, a glava, vrat i leđa su u istoj liniji. Na startni znak snažnim zamahom ruku i odgurivanjem od papučica startnog bloka započinje utrka (Babić 2010). Također, različita literatura navodi kako je u sprintu vrlo važna opuštenost. Ramena i ruke moraju biti opušteni, jer napetost usporava kretanje ruku, a samim time i rad nogu. Bitni su duboki udah i izdah prije starta jer trkač disanjem za vrijeme trčanja prima malu količinu kisika. Ritam disanja treba biti brz, a disanje dovoljno duboko.

Natjecatelji trče jedan krug na stazi od 400 metara, koji se sastoji od dva zavoja i dva ravna dijela pruge. Startni blokovi postavljaju se bliže vanjskom rubu staze, da bi početak utrke (startno ubrzanje) bio na što ravnijem dijelu staze (Babić 2010).

Vrijeme reakcije je mjereno senzorima u startnom pištolju i na blokovima. Ako je vrijeme reakcije manje od 0,1 start smatra pogrešnim, natjecatelji će biti upozoreni, a odgovoran sportaš diskvalificirati. Trkač može također biti diskvalificiran ako izađe iz svoje pruge, ali i ako samo nagazi crt.

Efikasnost i kvaliteta natjecateljske aktivnosti u disciplini 400 metara determinirana je ravnomjernom raspodjelom snage po cijeloj pruzi, što znači da su važne brzinska izdržljivost i ekonomičnost kretanja (Babić 2010.)

Ponekad se 400 m naziva i "killer event " (Quercetani, 2005) budući da je izvan granica u kojoj dobro treninirani trkač može održati svoju maksimalnu brzinu, a na organizam djeluje kao ogroman stres, osobito u završnoj fazi (Neuhoff, 1978).

U dosadašnjim istraživanjima autori su predložili da se trkači na 400 metara, koji su uglavnom srednje visine i fizički jaki, budu podjeljeni u dvije različite kategorije. Jedna grupa uključuje sportaše koji imaju bazu brzine, a drugi, sportaši koji imaju bazu brzinske izdržljivosti. Također je predloženo da dvije skupine trebaju imati različite taktičke pristupe u utrci na 400 metara. Smatralo se da su natjecatelji kod kojih dominira brzina, brži u prvoj polovici utrke, a potom "zadržavaju" brzinu trčanja što je duže moguće, nadajući se da ih umor neće previše usporiti u finišu utrke. Natjecatelji kod kojih dominira brzinska izdržljivost, trčali su drugačije, ujednačenijim tempom. Postignuto vrijeme u prvoj polovici utrke je vrlo slično postignutom vremenu u drugoj polovici. Međutim, iz prikupljenih podataka sa Olimpijskih igara 1968. godine u Mexico Cityju, nije istrčana niti jedna utrka, u kojoj je druga polovica utrke bila brža od prve. (Arnold, 1989).

Očito je da sprinterski tip trkača ima prednost u ranim fazama utrke; međutim, ako nije kvalitetno i dobro treniran, ova prednost može se rastopiti prema kraju utrke. Tip trkača kod kojeg dominira brzinska izdržljivost imat će prednost u posljednjih 100 m utrke (Hart, 2000). U disciplini 400 m kod trkača tipa sprintera lakše je razviti brzinsku izdržljivost, nego brzinu kao motoričku sposobnost u sportaša kod kojih dominira brzinska izdržljivost. U pojednostavljenom pristupu može se pretpostaviti da trkači na 400 m trebaju težiti održavanju prosječne brzine koja odgovara 94% od najboljih atletskih postignuća na 200 m.

Što se daljnih istraživanja tiče Gajer, Hanon i Thepaut-Mathieu, proučavali u parametre brzine i frekvencije koraka u disciplini 400 m. Uspjeh u navedenoj disciplini zahtijeva da sportaš očuva optimalne tehničke karakteristike njegovog/njezinog koraka usprkos intenzivnom umoru. Korištenjem intervala od 50 metara, vrednovani su vremenski parametri brzine i parametari koraka (duljina i frekvencija) za utrke tri skupine sportaša: svjetske, nacionalne i regionalne razine. Bolji su sportaši mogli postići veće apsolutne i relativne brzine



(% njihove najbolje izvedbe na 200 m). To su postigli podjednako zahvaljujući duljini koraka i frekvenciji koraka. Značajno je da su vršne vrijednosti za dva parametra promatrane u različitim dijelovima utrke: između 50 i 100 m za frekvenciju koraka i između 100 i 150 m za duljinu koraka. Općenito, duljina, a ne frekvencija, je parametar koraka koji razlikuje jednu od druge skupine. Budući da su morfološke osobine ispitanika slične, to bi moglo ukazivati na veće maksimalnu snagu sportaša koji su postigli bolje rezultate.

Norton (1986) naglašava da utrka od 400 metara treba biti opušteni napor. Opuštenim trčanjem, trkač će moći trčati blizu maksimalne brzine cijelu udaljenost utrke. Opuštenost bi trebala biti u cijelom tijelu, počevši od mišića lica i vrata. Napetost u licu, vratu, ramenima ili rukama će ubrzati proces umora.

Mentalni sastav trkača na 400 metara je od velike važnosti za stupanj uspjeha.

Utrka je kontrolirani sprint što zahtjeva strpljenje i odlučnost. Najsnažnija osobina koju svaki trkač na 400 metara mora posjedovati je agresivnost. Trkač mora naučiti iskustiti bol i umor.

Nema istraživanja koja govore o problemu dinamike trčanja na 400 m. Objavljeni su samo vremenski parametri pojedinih dijelova natjecateljske discipline 400 m uz znanstveno istraživačkim projektima IAAF-a (1993, 1997, 1999, 2009). Na istim će se podacima učiniti analiza natjecateljske aktivnosti u ovome radu. Dinamika trčanja se treba istraživati u natjecateljskim uvjetima što nije niti malo jednostavno i to može biti jedan od razloga zašto nema objavljenih radova.

## 2. POVIJESNI RAZVOJ DISCIPLINE NA 400 METARA

Šnajder i Milanović (1991), navode kako mnoge legende iz stare Grčke, kao što je Homerova Ilijada, opisuju razna natjecanja u trčanju, skakanju i bacanju. Natjecanja su se održavala prilikom svečanosti i događanja iako su povezana s borbom. Bivali su se suci i smjeli su se početi pripremati čak dvanaest mjeseci ranije za svoje funkcije. Najpopularnija disciplina bila je trčanje pa su se tako za natjecanje iskorištavale razne ravnice i gradski trgovi te se postavljala ograda koja bi označavala staze. Također, znak trube, skidanje startne vrpce ili drvene ograde označavao bi start pri natjecanju. U 8. Stoljeću p. N. E. Započinje održavanje prvih velikih panhelenskih svečanosti u Olimpiji te se u 9. Stoljeću uvodi pentatlon koji, također, kao prvu disciplinu ima trčanje. U Nemeji i Istmiji natjecatelji za trčanje bili su podijeljeni u tri kategorije: dječaci (od 12 do 16 godina), mladići (od 16 do 20) i odrasli. „Pretpostavlja se kako dužina staze nije bila ista za sve uzraste, tako su dječaci trčali polovinu, a mladići dvije trećine dužine stadija.“ (Šnajder, Milanović, 1991). Na panhelenskim igrama bile su četiri discipline trčanja. U trci na jedan „stadion“ svećenici su morali pretrčati 600 stopa odnosno 182,88 metara (1 stopa = 0,3048 metar) kako bi palili vatru na žrtveniku. Natjecati su se mogli samo Grci, dok robovi i žene nisu imali pravo nastupa.

Današnja utrka na 400 m ili nekadašnja utrka na dvije dužine stadiona, zvana "diaulos", na drevnoj olimpijadi se provodila na način da je trkač polazio sa starta, trčao do suprotne strane stadiona, obilazio stup te se na kraju staze vraćao na start. Dupli diaulos je današnja trka na 800 m koja se provodila na stazi dugoj dva stadiona. Kao četvrta disciplina bila je trka s bakljama u kojoj su natjecatelji nosili vijenac na glavi i baklju u ruci koja se za vrijeme utrke nije smjela ugasiti (Šnajder, Milanović, 1991).

Disciplina 400 metara za muškarce je na svim Olimpijskim igrama od 1896. godine. Dok su žene ostvarile pravo tek na OI u Tokiju, 1964. godine. 400 m se trči u odvojenim stazama od OI 1912.

U tablici 1. prikazani su najbolji rezultati svih vremena. Trenutni svjetski rekord, 47,60 Marite Koch iz bivšeg DDR-a, koji datira još od 1985. godine, čini se nedostupan za današnje eline trkačice. Mogući razlozi su naravno čvrsto povezani s osamdesetima često spominjanim kao "zlatno doba" dopinga. (Quercetani, 2005).

Najbolji U20 rezultat svih vremena u svijetu postavila je Grit Breuer 1991. godine u Tokyu, a iznosi 49,42 sekunde (Tablica 2). U Hrvatskoj najbolji rezultat svih vremena, odnosno državni rekord iznosi 50,78 sekundi i postavila ga je Danijela Grgić 2006. godine u Pekingu na Svjetskom juniorskom prvenstvu, gdje je osvojila zlatnu medalju. (Tablica 3).

*Tablica 1. Najbolji rezultati svih vremena (prema: Internacional Association of Athletics Federations, IAAF, 2017.)*

| <b>Pozicija</b> | <b>Rezultat</b> | <b>Atletičarka</b>      | <b>Dob</b> | <b>Nac.</b> | <b>Mjesto</b>   | <b>Godina</b> |
|-----------------|-----------------|-------------------------|------------|-------------|-----------------|---------------|
| <b>1.</b>       | 47,60           | Marita Koch             | 1957.      | GDR         | Canberra        | 1985.         |
| <b>2.</b>       | 47,99           | Jarmila Kratochvílová   | 1951.      | TCH         | Helsinki        | 1983.         |
|                 | 48,16           | Marita Koch             | 1957.      | GDR         | Atena           | 1982.         |
|                 | 48,16           | Marita Koch             | 1957.      | GDR         | Prag            | 1984.         |
|                 | 48,22           | Marita Koch             | 1957.      | GDR         | Stuttgart       | 1986.         |
| <b>3.</b>       | 48,25           | Marié-José Pérec        | 1968.      | FRA         | Atlanta         | 1996.         |
|                 | 48,26           | Marita Koch             | 1957.      | GDR         | Dresden         | 1984.         |
| <b>4.</b>       | 48,27           | Olga Vladykina-Bryzgina | 1963.      | UKR         | Canberra        | 1985.         |
|                 | 48,45           | Jarmila Kratochvílová   | 1951.      | TCH         | Prag            | 1983.         |
| <b>5.</b>       | 48,59           | Tatána Kocembová        | 1962.      | TCH         | Helsinki        | 1983.         |
|                 | 48,60           | Marita Koch             | 1957.      | GDR         | Torino          | 1979.         |
|                 | 48,60           | Olga Vladykina-Bryzgina | 1963.      | UKR         | Moskva          | 1985.         |
|                 | 48,61           | Jarmila Kratochvílová   | 1951.      | TCH         | Rim             | 1981.         |
| <b>6.</b>       | 48,63           | Cathy Freeman           | 1973.      | AUS         | Atlanta         | 1996.         |
|                 | 48,65           | Olga Vladykina-Bryzgina | 1963.      | UKR         | Seoul           | 1988.         |
| <b>7.</b>       | 48,70           | Sanya Richards Ross     | 1985.      | USA         | Atena           | 2006.         |
|                 | 48,73           | Tatána Kocembová        | 1962.      | TCH         | Prag            | 1984.         |
|                 | 48,77           | Marita Koch             | 1957.      | GDR         | Karl-Marx-Stadt | 1982.         |
|                 | 48,82           | Jarmila Kratochvílová   | 1951.      | TCH         | Prag            | 1983.         |
| <b>8.</b>       | 48,83           | Valerie Brisco- Hook    | 1960.      | USA         | Los Angeles     | 1984.         |
|                 | 48,83           | Marié-José Pérec        | 1968.      | FRA         | Barcelona       | 1992.         |
|                 | 48,83           | Sanya Richards Ross     | 1985.      | USA         | Bruxelles       | 2009.         |
|                 | 48,85           | Jarmila Kratochvílová   | 1951.      | TCH         | Atena           | 1982.         |
|                 | 48,86           | Jarmila Kratochvílová   | 1951.      | TCH         | Zurich          | 1982.         |
|                 | 48,86           | Marita Koch             | 1957.      | GDR         | Erfurt          | 1984.         |
|                 | 48,87           | Marita Koch             | 1957.      | GDR         | Bruxelles       | 1982.         |

|     |       |                         |       |     |             |       |
|-----|-------|-------------------------|-------|-----|-------------|-------|
|     | 48,88 | Marita Koch             | 1957. | GDR | Moskva      | 1980. |
|     | 48,89 | Marita Koch             | 1957. | GDR | Potsdam     | 1979. |
|     | 48,89 | Marita Koch             | 1957. | GDR | Berlin      | 1984. |
| 9.  | 48,89 | Ana Guevara             | 1977. | MEX | Paris       | 2003. |
|     | 48,92 | Sanya Richards-Ross     | 1985. | USA | Zurich      | 2005. |
|     | 48,94 | Marita Koch             | 1957. | GDR | Prag        | 1978. |
|     | 48,94 | Sanya Richards-Ross     | 1985. | USA | Zurich      | 2009. |
|     | 48,96 | Olga Vladykina-Bryzgina | 1963. | URS | Leningrad   | 1985. |
|     | 48,97 | Marita Koch             | 1957. | GDR | Montreal    | 1979. |
|     | 48,97 | Marita Koch             | 1957. | GDR | Berlin      | 1985. |
|     | 48,98 | Olga Vladykina-Bryzgina | 1963. | UKR | Kyiv        | 1984. |
|     | 49,00 | Sanya Richards-Ross     | 1985. | USA | Berlin      | 2009. |
|     | 49,01 | Jarmila Kratochvílová   | 1951. | TCH | Koln        | 1981. |
|     | 49,02 | Jarmila Kratochvílová   | 1951. | TCH | Rieti       | 1984. |
|     | 49,03 | Marita Koch             | 1957. | GDR | Potsdam     | 1978. |
|     | 49,03 | Jarmila Kratochvílová   | 1951. | TCH | Prag        | 1982. |
| 10. | 49,05 | Chandra Cheeseborough   | 1959. | USA | Los Angeles | 1984. |
|     | 49,05 | Olga Vladykina-Bryzgina | 1963. | UKR | Barcelona   | 1992. |
|     | 49,05 | Sanya Richards-Ross     | 1985. | USA | London      | 2006. |

Tablica 2. Najbolji rezultati svih vremena u svijetu U20 (prema: Internacional Association of Athletics Federations, IAAF, 2017.)

| Pozicija | Rezultat | Atletičarka              | Dob   | Nac. | Mjesto        | Godina |
|----------|----------|--------------------------|-------|------|---------------|--------|
| 1.       | 49,42    | Grit Breuer              | 1972. | GER  | Tokyo         | 1991.  |
|          | 49,50    | Grit Breuer              | 1972. | GER  | Split         | 1990.  |
| 2.       | 49,77    | Christina Brehmer-Lathan | 1958. | DDR  | Dresden       | 1976.  |
|          | 49,87    | Grit Breuer              | 1972. | GER  | Frankfurt     | 1991.  |
|          | 49,89    | Christina Brehmer-Lathan | 1958. | DDR  | Dresden       | 1977.  |
| 3.       | 49,89    | Sanya Richards-Ross      | 1985. | USA  | Sacramento,CA | 2004.  |
| 4.       | 50,01    | Jing Li                  | 1980. | CHN  | Shanghai      | 1997.  |
|          | 50,02    | Christina Brehmer-Lathan | 1958. | DDR  | Berlin        | 1976.  |
|          | 50,03    | Grit Breuer              | 1972. | GER  | Oslo          | 1991.  |
|          | 50,11    | Sanya Richards-Ross      | 1985. | USA  | Atena         | 2004.  |

|     |       |                         |       |     |                    |       |
|-----|-------|-------------------------|-------|-----|--------------------|-------|
| 5.  | 50,13 | Cristina Brehmer-Lathan | 1958. | DDR | Dresden            | 1976. |
|     | 50,19 | Sanya Richards-Ross     | 1985. | USA | Atena              | 2004. |
|     | 50,22 | Sanya Richards-Ross     | 1985. | USA | Sacramento,CA      | 2004. |
|     | 50,34 | Sanya Richards-Ross     | 1985. | USA | Sacramento,CA      | 2004. |
| 6.  | 50,46 | Kendall Baisden         | 1995. | USA | Lubbock,TX         | 2014. |
|     | 50,48 | Grit Breuer             | 1972. | DDR | Neubrandenburg     | 1989. |
|     | 50,49 | Sanya Richards-Ross     | 1985. | USA | College Station,TX | 2004. |
| 7.  | 50,50 | Ashley Spencer          | 1993. | USA | Barcelona          | 2012. |
| 8.  | 50,59 | Fatima Yusuf            | 1971. | NGR | Budapest           | 1990. |
| 9.  | 50,70 | Shaunae Miller-Uibo     | 1994. | BAH | Eugene,OR          | 2013. |
| 10. | 50,74 | Monique Henderson       | 1983. | USA | Norwalk,CA         | 2000. |
| 11. | 50,78 | Danijela Grgić          | 1988. | CRO | Beijing            | 2006. |
| 12. | 50,86 | Charity Opara           | 1972. | NGR | Bologna            | 1991. |

Tablica 3. Rezultati svih vremena u Hrvatskoj (prema: Hrvatski atletski savez, 2017.)

| Rezultat | Atletičarka        | Dob   | Mjesto           | Godina |
|----------|--------------------|-------|------------------|--------|
| 50,78    | Danijela Grgić     | 1988. | Peking           | 2006.  |
| 50,98    | Jelica Pavličević  | 1954. | Sofija           | 1974.  |
| 52,32    | Slobodanka Čolović | 1965. | Sarajevo         | 1988.  |
| 52,58    | Kristina Perica    | 1979. | Palma de Malloca | 1999.  |
| 53,05    | Nataša Seliškar    | 1960. | Atena            | 1984.  |
| 53,15    | Anita Banović      | 1984. | Osijek           | 2011.  |
| 53,49    | Vanja Perišić      | 1985. | Varaždin         | 2006.  |
| 53,59    | Katica Mataković   | 1963. | Ravena           | 1984.  |
| 53,59    | Kristina Dudek     | 1994. | Pitesti          | 2016.  |
| 53,62    | Nikolina Horvat    | 1986. | Varaždin         | 2008.  |

### 3. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog rada je analizirati natjecateljsku aktivnost u disciplini 400 m za vrhunske atletičarke, finalistice Svjetskih prvenstava u: Stuttgartu (1993), Ateni (1997), Seville (1999), Berlinu (2009). Uzorak entiteta čine rezultati 32 vrhunske atletičarke (prosječne visine 172,73 cm; prosječne težine 61,59 kg) za koje su pronađeni službeno objavljeni rezultati vremenskih parametara ritma/dinamike trčanja u disciplini 400 m. Podatci za potrebe ovog istraživanja su izvučeni iz lista službenih rezultata i objavljenih rezultata biomehaničkih analiza, na internetskim stranicama Međunarodne atletske organizacije (IAAF- *Internacional Association of Athletics Federations*).

Na dobivnim rezultatima će se:

1. Odrediti osnovni statistički parametri
2. Utvrditi individualne promjene u dinamici trčanja u disciplini 400 metara

### 4. METODE ISTRAŽIVANJA

#### 4.1. Uzorak ispitanica

Uzorak ispitanica je namjeran i reprezentativan, čine ga 32 natjecateljice (prosječne dobi  $27,03 \pm 3,33$  godina; prosječne visine  $172,73 \pm 4,16$  cm; prosječne težine  $61,59 \pm 4,25$  kg) koje su se uspjele plasirati u finala Svjetskih prvenstava u: Stuttgartu (1993), Ateni (1997), Seville (1999), i Berlinu (2009) i za koje su pronađeni službeno objavljeni rezultati vremenskih parametara ritma/dinamike trčanja u disciplini 400 metara. Podatci za potrebe ovog istraživanja su izvučeni iz lista službenih rezultata i objavljenih rezultata biomehaničkih analiza, na internetskim stranicama Međunarodne atletske organizacije (IAAF- *Internacional Association of Athletics Federations*) te knjige Joch, W. (1997) Sprint.

## 4.2. Uzorak varijabli

Uzorak varijabli za ovo istraživanje sastoji se od 18 varijabli:

Instrumenti za procijenu ritma/dinamike trčanja definirani su sa 14 varijabli vremenskih parametara koji se odnose na prolazna vremena na svakih 50 m, na svakih 100 m te na prvih i posljednjih 200 m u utrci na 400 m:

1. Postignuto vrijeme na prvoj dionici od 50 m (T1)
2. Postignuto vrijeme na drugoj dionici od 50 m (T2)
3. Postignuto vrijeme na trećoj dionici od 50 m (T3)
4. Postignuto vrijeme na četvrtoj dionici od 50 m (T4)
5. Postignuto vrijeme na petoj dionici od 50 m (T5)
6. Postignuto vrijeme na šestoj dionici od 50 m (T6)
7. Postignuto vrijeme na sedmoj dionici od 50 m (T7)
8. Postignuto vrijeme na osmoj dionici od 50 m (T8)
9. Postignuto vrijeme na prvoj dionici od 100 m (T9)
10. Postignuto vrijeme na drugoj dionici od 100 m (T10)
11. Postignuto vrijeme na trećoj dionici od 100 m (T11)
12. Postignuto vrijeme na četvrtoj dionici od 100 m (T12)
13. Postignuto vrijeme na prvoj dionici od 200 m (T13)
14. Postignuto vrijeme na drugoj dionici od 200 m (T14)

Isto tako će se uzeti u obzir varijable:

15. Finalni rezultat utrke (Rezultat)
16. Starost natjecateljica (DOB)
17. Visina natjecateljica (Visina)
18. Težina natjecateljica (Težina)

### 4.3. Metode obrade podataka

Na analiziranim rezultatima izračunat će se osnovni deskriptivni parametri: aritmetička sredina (AS), minimalni rezultat (MIN), maksimalni rezultat (MAX), totalni raspon (RR), standardna devijacija (SD) i koeficijent varijabilnosti (VAR).

Analiza promjena u dinamici trčanja u disciplini 400 m napraviti će se deskriptivnom analizom individualnih promjena putem pokazatelja dinamike sa promjenjivom bazom.

Pokazatelji dinamike sa promjenjivom bazom izračunavaju odstupanje subjekta u određenoj vremenskoj točki u odnosu na stanje u prethodnoj vremenskoj točki. Pri tome će biti izračunani i interpretirani:

- Apsolutna stopa promjene ( $\Delta y$ ) koja odražava razliku subjekta u određenoj vremenskoj točki od rezultata u prethodnoj vremenskoj točki, a izračunava se formulom

$$\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$$

- Verižni indeks ( $V_t$ ) koji pokazuje kojiko puta je rezultat subjekta u određenoj vremenskoj točki veći od rezultata u prethodnoj vremenskoj točki, a izračunava se formulom

$$v_t = \frac{y_t}{y_{t-1}}$$

- Relativna stopa promjene ( $S_t$ ) koji izražava postotak promjene rezultata subjekta u određenoj vremenskoj točki u odnosu na rezultat u prethodnoj vremenskoj točki, a izračunava se formulom

$$S_t = \frac{y_t - y_{t-1}}{y_{t-1}} \cdot 100$$



## 5. REZULTATI I RASPRAVA

*Tablica 4. Deskriptivni parametri pokazatelja dinamike trčanja u finalnim utrka u disciplini 400m sa Svjetskih prvenstava u: Stuttgartu(1993), Ateni (1997), Seville (1999) i Berlinu (2009).*

| Variable        | AS     | MIN    | MAX    | RR    | SD   | VAR   |
|-----------------|--------|--------|--------|-------|------|-------|
| <b>DOB</b>      | 27,03  | 20,00  | 34,00  | 14,00 | 3,33 | 12,32 |
| <b>T1</b>       | 6,70   | 6,55   | 6,86   | 0,31  | 0,11 | 5,62  |
| <b>T2</b>       | 5,59   | 5,50   | 5,65   | 0,15  | 0,04 | 5,61  |
| <b>T3</b>       | 5,69   | 5,62   | 5,75   | 0,13  | 0,04 | 0,70  |
| <b>T4</b>       | 5,95   | 5,84   | 6,05   | 0,21  | 0,07 | 1,18  |
| <b>T5</b>       | 6,19   | 6,06   | 6,38   | 0,32  | 0,10 | 1,62  |
| <b>T6</b>       | 6,25   | 6,10   | 6,44   | 0,34  | 0,11 | 1,76  |
| <b>T7</b>       | 6,67   | 6,45   | 6,68   | 0,12  | 0,09 | 1,34  |
| <b>T8</b>       | 7,27   | 7,08   | 7,49   | 0,41  | 0,15 | 2,07  |
| <b>T9</b>       | 12,26  | 11,81  | 12,79  | 0,98  | 0,19 | 1,55  |
| <b>T10</b>      | 11,63  | 11,24  | 12,09  | 0,85  | 0,19 | 1,63  |
| <b>T11</b>      | 12,49  | 12,12  | 13,00  | 0,88  | 0,22 | 1,76  |
| <b>T12</b>      | 14,35  | 13,32  | 14,92  | 1,60  | 0,40 | 2,79  |
| <b>T13</b>      | 23,89  | 23,48  | 24,85  | 1,37  | 0,32 | 1,34  |
| <b>T14</b>      | 26,39  | 25,50  | 27,72  | 2,22  | 0,55 | 2,35  |
| <b>Rezultat</b> | 50,32  | 49,00  | 51,92  | 2,92  | 0,62 | 1,23  |
| <b>Visina</b>   | 172,73 | 167,00 | 180,00 | 13,00 | 4,16 | 2,41  |
| <b>Težina</b>   | 61,59  | 55,00  | 70,00  | 15,00 | 4,25 | 6,90  |

Iz rezultata deskriptivnih parametara može se vidjeti da prosječan rezultat vrhunskih atletičarki, finalistica Svjetskih prvenstava, u disciplini 400 m (Rezultat) iznosi 50,32 sekundi; rezultati se kreću u rasponu od 49,00 do 51,91 sekundi (Tablica 4). Prosječna dob ispitanica iznosi 27,03 godina; kreće se u rasponu od 20 do 34 godine. Raspon starosti finalistica na SP u Stuttgartu 1993. godine bio je od 23 do 30 godina. Zanimljivo je da je na SP u Ateni 1997. raspon godina bio između 24 i 34 godine starosti, a prosječna dob ispitanica 29,38 godina, dok je samo dvije godine kasnije na SP u Seville 1999. prosječna dob sudionica bila 25,63 godine, a raspon starosti bio je od 20 i 31 godine starosti, možemo zaključiti da je u razmaku od 1997. i 1999. prosječna dob finalistica pala za 3,75 godina, što ukazuje na kraći ostanak najboljih atletičarki u vrhunskom natjecateljskom sustavu. Na SP u Berlinu 2009. raspon starosti bio je između 22 do 31 godine starosti, dok je prosječna dob 26,13 godina, što ponovno ukazuje na nešto dulji ostanak atletičarki u vrhunskom sportu. Prosječna visina finalistica iznosi 172,73 centimetra; kreće se u rasponu od 168 do 180 centimetara, a prosječna težina finalistica iznosi 61,59 kilograma; kreće se u rasponu od 55 do 70 kilograma.

*Tablica 5. Tablica originalnih rezultata po dionicama od 50 m natjecateljske discipline 400 m*

|                         | <b>T1</b> | <b>T2</b> | <b>T3</b> | <b>T4</b> | <b>T5</b> | <b>T6</b> | <b>T7</b> | <b>T8</b> |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Cathy Freeman</b>    | 6,56      | 5,63      | 5,68      | 5,92      | 6,08      | 6,10      | 6,53      | 7,17      |
| <b>Anja Rücker</b>      | 5,80      | 5,61      | 5,69      | 5,93      | 6,06      | 6,12      | 6,45      | 7,08      |
| <b>Lorraine Graham</b>  | 6,61      | 5,50      | 5,62      | 5,86      | 6,19      | 6,34      | 6,60      | 7,20      |
| <b>Falilat Ogunkoya</b> | 6,55      | 5,59      | 5,68      | 5,84      | 6,13      | 6,16      | 6,86      | 7,40      |
| <b>Katharine Merry</b>  | 6,68      | 5,56      | 5,71      | 5,96      | 6,13      | 6,33      | 6,75      | 7,40      |
| <b>Nazarova Natalya</b> | 6,70      | 5,59      | 5,75      | 6,05      | 6,38      | 6,44      | 6,62      | 7,08      |
| <b>Grit Breuer</b>      | 6,81      | 5,58      | 5,70      | 5,99      | 6,20      | 6,23      | 6,67      | 7,49      |
| <b>Olga Kotlyarova</b>  | 6,86      | 5,65      | 5,72      | 6,03      | 6,31      | 6,28      | 6,56      | 7,31      |

Tablica 6. Tablica pokazatelja dinamike sa promjenjivom bazom – apsolutna stopa promjene

|                         | T2    | T3   | T4   | T5   | T6    | T7   | T8   |
|-------------------------|-------|------|------|------|-------|------|------|
| <b>Cathy Freeman</b>    | -0,93 | 0,05 | 0,24 | 0,16 | 0,02  | 0,43 | 0,64 |
| <b>Anja Rücker</b>      | -1,19 | 0,08 | 0,24 | 0,13 | 0,06  | 0,33 | 0,63 |
| <b>Lorraine Graham</b>  | -1,11 | 0,12 | 0,24 | 0,33 | 0,15  | 0,26 | 0,60 |
| <b>Falilat Ogunkoya</b> | -0,96 | 0,09 | 0,16 | 0,29 | 0,03  | 0,52 | 0,72 |
| <b>Katharine Merry</b>  | -1,12 | 0,15 | 0,25 | 0,17 | 0,20  | 0,42 | 0,65 |
| <b>Nazarova Natalya</b> | -1,11 | 0,16 | 0,30 | 0,33 | 0,06  | 0,18 | 0,46 |
| <b>Grit Breuer</b>      | -1,23 | 0,12 | 0,29 | 0,21 | 0,03  | 0,44 | 0,82 |
| <b>Olga Kotlyarova</b>  | -1,21 | 0,07 | 0,31 | 0,28 | -0,03 | 0,28 | 0,75 |

Tablica 7. Tablica pokazatelja dinamike sa promjenjivom bazom – verižni indeks

|                         | T2   | T3   | T4   | T5   | T6    | T7   | T8   |
|-------------------------|------|------|------|------|-------|------|------|
| <b>Cathy Freeman</b>    | 0,86 | 1,01 | 1,04 | 1,03 | 1,003 | 1,07 | 1,10 |
| <b>Anja Rücker</b>      | 0,83 | 1,01 | 1,04 | 1,02 | 1,01  | 1,05 | 1,10 |
| <b>Lorraine Graham</b>  | 0,83 | 1,02 | 1,04 | 1,06 | 1,02  | 1,04 | 1,09 |
| <b>Falilat Ogunkoya</b> | 0,85 | 1,02 | 1,03 | 1,05 | 1,005 | 1,08 | 1,11 |
| <b>Katharine Merry</b>  | 0,83 | 1,03 | 1,04 | 1,03 | 1,03  | 1,07 | 1,10 |
| <b>Nazarova Natalya</b> | 0,83 | 1,03 | 1,05 | 1,05 | 1,01  | 1,03 | 1,07 |
| <b>Grit Breuer</b>      | 0,82 | 1,02 | 1,05 | 1,04 | 1,005 | 1,07 | 1,12 |
| <b>Olga Kotlyarova</b>  | 0,82 | 1,01 | 1,05 | 1,05 | 0,995 | 1,04 | 1,11 |

*Tablica 8. Tablica pokazatelja dinamike sa promjenjivom bazom – relativna stopa promjene*

|                         | <b>T2</b> | <b>T3</b> | <b>T4</b> | <b>T5</b> | <b>T6</b> | <b>T7</b> | <b>T8</b> |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Cathy Freeman</b>    | -14,18    | 0,89      | 4,23      | 2,70      | 0,33      | 7,05      | 9,80      |
| <b>Anja Rücker</b>      | -17,50    | 1,43      | 4,22      | 2,19      | 0,99      | 5,39      | 9,77      |
| <b>Lorraine Graham</b>  | -16,60    | 2,18      | 4,27      | 5,63      | 2,42      | 4,10      | 9,09      |
| <b>Falilat Ogunkoya</b> | -14,66    | 1,61      | 2,82      | 4,97      | 0,49      | 8,44      | 10,78     |
| <b>Katharine Merry</b>  | -16,77    | 2,70      | 4,38      | 2,85      | 3,26      | 6,64      | 9,63      |
| <b>Nazarova Natalya</b> | -16,57    | 2,86      | 5,22      | 5,45      | 0,94      | 2,80      | 6,95      |
| <b>Grit Breuer</b>      | -18,06    | 2,15      | 5,09      | 3,51      | 0,48      | 7,06      | 12,29     |
| <b>Olga Kotlyarova</b>  | -17,64    | 1,24      | 5,42      | 4,64      | -0,48     | 4,46      | 11,43     |

Iz rezultata parametara trčanja ritma/dinamike trčanja (Tablica 4) iz kojih se vidi struktura natjecateljske aktivnosti u utrci na 400 m vidljivo je kako se prosječno odstupanje od prosjeka rezultata (SD) na svakih 50 m, smanjuje do treće dionice na kojoj je odstupanje najmanje, zatim se do šeste dionice povećava, na sedmoj dionici se ponovno smanjuje, da bi se na zadnjoj prosječno odstupanje od prosjeka rezultata bilo najveće. Sličan trend se vidi i kod analize parametara totalnog raspona (RR) koji se do treće dionice na 50 m smanjuje, zatim do šeste dionice raste, na sedmoj dionici je najmanji, a na osmoj najveći.

Iz navedenog možemo zaključiti da se razlika u postignutim rezultatima na 400 m smanjuje do 150 m, gdje je najmanja, zatim se do 300 m povećava, na 350 m se opet smanjuje, a na zadnjih 50 m razlika je u postignutim rezultatima bila najveća.

Ako analiziramo prosječno odstupanje od prosjeka rezultata na svakih 100 m onda je vidljivo kako je prosječno odstupanje na prvoj i drugoj dionici na 100 m jednako, i sve se više povećava prema kraju utrke odnosno prema finalnom rezultatu, a raspon se na drugih 100 m u odnosu na prvih 100 m smanjuje, zatim se na 300 m neznatno povećava da bi se do kraja utrke, na zadnjih 100 m bio najveći.

Ako analiziramo prvih i drugih 200 m utrke na 400 m možemo zaključiti da je prosječno odstupanje od prosjeka rezultata, na prvih 200 m manje nego na drugih 200 m, odnosno da je veća razlika u postignutim rezultatima na drugih 200 m. Isti trend se vidi i kod analize parametara totalnog raspona (RR).

Apsolutna stopa promjene ( $\Delta y$ ) s promjenjivom bazom izražava razliku rezultata subjekta u određenoj vremenskoj točki od rezultata u prethodnoj vremenskoj točki. Analizom rezultata u tablici 5 vidljivo je kako je niti jedna atletičarka nije imala ujednačeni ritam trčanja dionice na 400 m, isto tako niti jedna nije uspjela održati maksimalnu brzinu trčanja postignutu na drugih 50 m, što je i očekivano s obzirom na specifičnost, težinu i dužinu natjecateljske discipline. Druga dionica na 50 m za sve sudionice istraživanja brža je od prve za 0,93 do 1,23 sekunde, to je ujedino i najveće odstupanje u ritmu/ dinamici trčanja na utrci 400 m. Navedeni rezultati na prvoj dionici od 50 m negativnog su predznaka (Tablica 5), što znači da su rezultati entiteta u toj kontrolnoj točki nižih vremenskih vrijednosti od rezultata u narednoj kontrolnoj točki.

Zanimljivo je da je Olga Kotlyarova kao posljednja u ovoj utrci, jedina istrčala još jednu dionicu na 50 m brže od prethodne i to dionicu od 250 m do 300 m.

Pad brzine trčanja po varijablama:

- T3 (100 - 150 m) = 0,05 - 0,16 sec
- T4 (150 - 200 m) = 0,16 - 0,30 sec
- T5 (200 - 250 m) = 0,13 - 0,33 sec
- T6 (250 - 300 m) = -0,03 - 0,15 sec
- T7 (300 - 350 m) = 0,18 - 0,43 sec
- T8 (350 – 400 m) = 0,46 - 0,82 sec

Iz gore navedenog je vidljivo da je najmanji pad brzine na dionici između 250 i 300 m, a najveći pad brzine u posljednjih 50 m utrke na 400 m.

Analizom rezultata na svakih 100 m utrke na 400 m u tablici 10 jasno vidimo da je dionica na drugih 100 m za sve sudionice brža od dionici na prvih 100 m, to je ujedino i najmanje odstupanje u ritmu/dinamici trčanja na 400 m te se ono svakih 100 m povećava da bi na zadnjoj dionici od 100 m odstupanje bilo najveće.

Ako analiziramo razliku rezultata na drugih 200 m (Tablica 10) u odnosu na prvih 200 m, možemo zaključiti da je značajnije odstupanje rezultata na drugoj dionici u odnosu na prvu dionicu, odnosno da je pad brzine između 1,09 sekundi pa sve do 3,96 sekundi.

Verižni indeks ( $V_t$ ) je indeks koji pokazuje koliko puta je rezultat subjekta u određenoj vremenskoj točki veći od rezultata u prethodnoj vremenskoj točki. Prema ovim rezultatima (Tablica 7) možemo zaključiti da su odstupanja u tempu i ritmu trčanja ako uzmemo u obzir svakih 50 m, najveća u varijabli T2, između 50 i 100 m; nešto manja su u posljednjoj varijabli T8 između 350 i 400 m, dok su najmanja u varijabli T6, između 250 i 300 m. Međutim prema rezultatima iz tablice 11 odstupanja u tempu i ritmu trčanja ako analiziramo svakih 100 m, povećavaju se iz dionice u dionicu i najveća su u posljednjih 100 m utrke na 400 m, a ako analiziramo podatke na svakih 200 m vidljiva su značajnija odstupanja rezultata na drugoj dionici od 200 m u odnosu na prvu dionicu od 200 m.

Relativna stopa promjene ( $S_t$ ) s promjenjivom bazom izražava postotak promjene rezultata subjekta u određenoj vremenskoj točki u odnosu na rezultat u prethodnoj vremenskoj točki. Analizom dobivenih vrijednosti (Tablica 8) vidljivo je kako je najveće odstupanje ako uzmemo u obzir svakih 50 m utrke u varijabli T2 i to od 14,18% do 17,50%, nešto manja odstupanja su u posljednjoj varijabi T8 od 6,95% do 10,78%, a najmanja su u varijabli T6 od 0,33% do 3,26%. Ako promatramo odstupanja na svakih 100 m utrke na 400 m (Tablica 12) možemo zaključiti da se odstupanja povećavaju iz dionice u dionicu i najveća su u posljednjih 100 m, od 8,23% do 16,56%.

Analizom rezultata (Tablice 12) na svakih 200 m utrke na 400 m, veće su odstupanja u tempu/dinamici trčanja na drugoj dionici od 200 m i to čak do 18,06% u odnosu na prvu dionicu.

Tablica 9. Tablica originalnih rezultata na dionicama 100 i 200 m u natjecateljskoj disciplini 400 m

|                                 | <b>T9</b> | <b>T10</b> | <b>T11</b> | <b>T12</b> | <b>T13</b> | <b>T14</b> |
|---------------------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Jearl Miles-Clark</b>        | 12,43     | 11,52      | 12,38      | 13,49      | 23,95      | 25,87      |
| <b>Natasha Kaiser-Brown</b>     | 12,41     | 11,37      | 12,69      | 13,70      | 23,78      | 26,39      |
| <b>Sandie Richards</b>          | 12,23     | 11,54      | 12,74      | 13,93      | 23,77      | 26,67      |
| <b>Tatyana Alekseyeva</b>       | 12,07     | 11,41      | 12,62      | 14,42      | 23,48      | 24,07      |
| <b>Ximena Restrepo</b>          | 12,18     | 11,53      | 12,53      | 14,67      | 23,71      | 27,20      |
| <b>Sandra Myers</b>             | 12,09     | 11,54      | 12,82      | 14,77      | 23,63      | 27,59      |
| <b>Juliet Campbell</b>          | 12,43     | 11,84      | 12,57      | 14,56      | 24,27      | 27,13      |
| <b>Norfalia Carabali</b>        | 12,79     | 12,06      | 13,00      | 14,07      | 24,85      | 27,07      |
| <b>Cathy Freeman</b>            | 12,26     | 11,44      | 12,20      | 13,64      | 23,70      | 25,84      |
| <b>Sandie Richards</b>          | 12,06     | 11,64      | 12,32      | 13,60      | 23,70      | 25,92      |
| <b>Jearl Miles-Clark</b>        | 12,23     | 11,52      | 12,32      | 13,68      | 23,76      | 26,00      |
| <b>Grit Breuer</b>              | 11,92     | 11,60      | 12,60      | 13,80      | 23,52      | 26,40      |
| <b>Falilat Ogunkoya</b>         | 12,30     | 11,40      | 12,28      | 14,16      | 23,70      | 26,44      |
| <b>Helena Fuchsova</b>          | 12,18     | 11,48      | 12,82      | 14,12      | 23,66      | 26,84      |
| <b>Pauline Davis</b>            | 12,30     | 11,88      | 12,61      | 13,76      | 24,18      | 26,37      |
| <b>Tatyana Alekseyeva</b>       | 12,24     | 11,24      | 12,80      | 14,92      | 23,48      | 27,72      |
| <b>Cathy Freeman</b>            | 12,19     | 11,60      | 12,18      | 13,70      | 23,78      | 25,88      |
| <b>Anja Rücker</b>              | 12,41     | 11,62      | 12,18      | 13,53      | 24,03      | 25,71      |
| <b>Lorraine Graham</b>          | 12,11     | 11,48      | 12,53      | 13,80      | 23,59      | 26,33      |
| <b>Falilat Ogunkoya</b>         | 12,14     | 11,52      | 12,29      | 14,08      | 23,66      | 26,37      |
| <b>Katharine Merry</b>          | 12,24     | 11,67      | 12,46      | 14,15      | 23,91      | 26,61      |
| <b>Nazarova Natalya</b>         | 12,29     | 11,80      | 12,82      | 13,70      | 24,09      | 26,52      |
| <b>Grit Breuer</b>              | 12,39     | 11,69      | 12,43      | 14,16      | 24,08      | 26,59      |
| <b>Olga Kotlyarova</b>          | 12,51     | 11,75      | 12,59      | 13,87      | 24,26      | 26,46      |
| <b>Sanya Richards</b>           | 12,81     | 11,69      | 12,12      | 13,38      | 23,50      | 25,50      |
| <b>Shericka Williams</b>        | 12,07     | 11,69      | 12,24      | 13,32      | 23,76      | 25,56      |
| <b>Antonina Krivoshapka</b>     | 12,13     | 11,46      | 12,31      | 13,81      | 23,59      | 26,12      |
| <b>Novlene Williams-Mills</b>   | 12,36     | 11,64      | 12,18      | 13,85      | 24,00      | 25,77      |
| <b>Christine Ohuruogu</b>       | 12,56     | 11,76      | 12,44      | 13,45      | 24,32      | 25,89      |
| <b>Debbie Dunn</b>              | 12,19     | 11,75      | 12,55      | 13,86      | 23,94      | 26,41      |
| <b>Anastasiya Kapachinskaya</b> | 12,54     | 11,85      | 12,53      | 13,61      | 24,39      | 26,14      |
| <b>Amantle Montsho</b>          | 12,38     | 12,09      | 12,58      | 13,60      | 24,47      | 26,18      |

Tablica 10. Tablica pokazatelja dinamike sa promjenjivom bazom – apsolutna stopa promjene

|                                 | <b>T10</b> | <b>T11</b> | <b>T12</b> | <b>T14</b> |
|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Jearl Miles-Clark</b>        | -0,91      | 0,86       | 1,11       | 1,92       |
| <b>Natasha Kaiser-Brown</b>     | -1,04      | 1,32       | 1,01       | 2,62       |
| <b>Sandie Richards</b>          | -0,69      | 1,20       | 1,19       | 2,90       |
| <b>Tatyana Alekseyeva</b>       | -0,66      | 1,21       | 1,80       | 3,56       |
| <b>Ximena Restrepo</b>          | -0,65      | 1,00       | 2,14       | 3,49       |
| <b>Sandra Myers</b>             | -0,55      | 1,28       | 1,95       | 3,96       |
| <b>Juliet Campbell</b>          | -0,59      | 0,73       | 1,99       | 2,86       |
| <b>Norfalia Carabali</b>        | -0,73      | 0,94       | 1,07       | 2,22       |
| <b>Cathy Freeman</b>            | -0,82      | 0,76       | 1,44       | 2,14       |
| <b>Sandie Richards</b>          | -0,42      | 0,68       | 1,28       | 2,22       |
| <b>Jearl Miles-Clark</b>        | -0,71      | 0,80       | 1,36       | 2,24       |
| <b>Grit Breuer</b>              | -0,32      | 1,00       | 1,20       | 2,88       |
| <b>Falilat Ogunkoya</b>         | -0,90      | 0,88       | 1,88       | 2,74       |
| <b>Helena Fuchsova</b>          | -0,70      | 1,24       | 1,40       | 3,18       |
| <b>Pauline Davis</b>            | -0,42      | 0,73       | 1,51       | 2,19       |
| <b>Tatyana Alekseyeva</b>       | -1,00      | 1,56       | 2,12       | 4,24       |
| <b>Cathy Freeman</b>            | -0,59      | 0,58       | 1,52       | 2,09       |
| <b>Anja Rücker</b>              | -0,79      | 0,56       | 1,35       | 1,68       |
| <b>Lorraine Graham</b>          | -0,63      | 1,05       | 1,27       | 2,74       |
| <b>Falilat Ogunkoya</b>         | -0,62      | 0,77       | 1,79       | 2,71       |
| <b>Katharine Merry</b>          | -0,57      | 0,79       | 1,69       | 2,70       |
| <b>Nazarova Natalya</b>         | -0,49      | 1,02       | 0,88       | 2,43       |
| <b>Grit Breuer</b>              | -0,70      | 0,74       | 1,73       | 2,51       |
| <b>Olga Kotlyarova</b>          | -0,76      | 0,84       | 1,28       | 2,20       |
| <b>Sanya Richards</b>           | -0,12      | 0,43       | 1,26       | 2,00       |
| <b>Shericka Williams</b>        | -0,38      | 0,55       | 1,08       | 1,80       |
| <b>Antonina Krivoshapka</b>     | -0,67      | 0,85       | 1,50       | 2,53       |
| <b>Novlene Williams-Mills</b>   | -0,72      | 0,54       | 1,41       | 1,77       |
| <b>Christine Ohuruogu</b>       | -0,80      | 0,68       | 1,01       | 1,57       |
| <b>Debbie Dunn</b>              | -0,44      | 0,80       | 1,31       | 2,47       |
| <b>Anastasiya Kapachinskaya</b> | -0,69      | 0,68       | 1,08       | 1,75       |
| <b>Amantle Montsho</b>          | -0,29      | 0,49       | 1,02       | 1,71       |



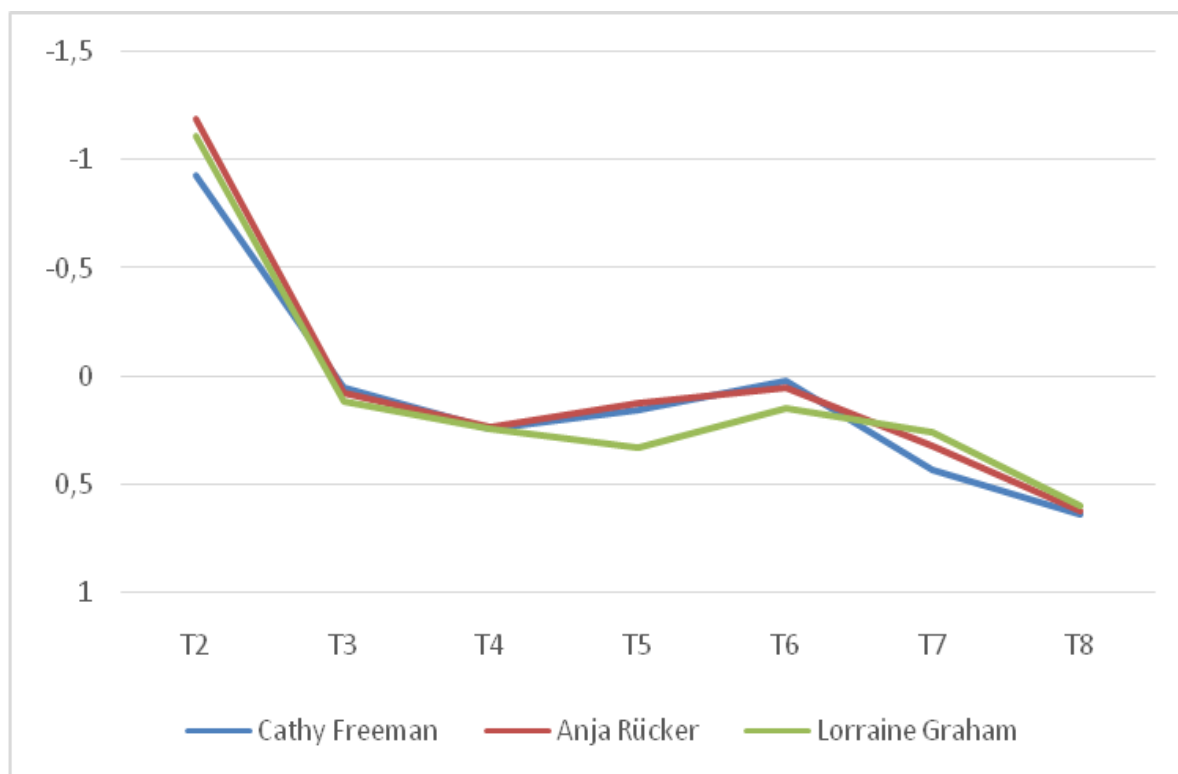
Tablica 11. Tablica pokazatelja dinamike sa promjenjivom bazom – verižni indeks

|                                 | <b>T10</b> | <b>T11</b> | <b>T12</b> | <b>T14</b> |
|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Jearl Miles-Clark</b>        | 0,93       | 1,07       | 1,09       | 1,08       |
| <b>Natasha Kaiser-Brown</b>     | 0,92       | 1,12       | 1,08       | 1,11       |
| <b>Sandie Richards</b>          | 0,94       | 1,10       | 1,09       | 1,12       |
| <b>Tatyana Alekseyeva</b>       | 0,94       | 1,11       | 1,14       | 1,15       |
| <b>Ximena Restrepo</b>          | 0,95       | 1,09       | 1,17       | 1,15       |
| <b>Sandra Myers</b>             | 0,95       | 1,11       | 1,15       | 1,17       |
| <b>Juliet Campbell</b>          | 0,95       | 1,06       | 1,16       | 1,12       |
| <b>Norfalia Carabali</b>        | 0,94       | 1,08       | 1,08       | 1,09       |
| <b>Cathy Freeman</b>            | 0,93       | 1,07       | 1,12       | 1,09       |
| <b>Sandie Richards</b>          | 0,97       | 1,06       | 1,10       | 1,09       |
| <b>Jearl Miles-Clark</b>        | 0,94       | 1,07       | 1,11       | 1,09       |
| <b>Grit Breuer</b>              | 0,97       | 1,09       | 1,10       | 1,12       |
| <b>Falilat Ogunkoya</b>         | 0,93       | 1,08       | 1,15       | 1,12       |
| <b>Helena Fuchsova</b>          | 0,94       | 1,11       | 1,11       | 1,13       |
| <b>Pauline Davis</b>            | 0,97       | 1,06       | 1,09       | 1,09       |
| <b>Tatyana Alekseyeva</b>       | 0,92       | 1,14       | 1,17       | 1,18       |
| <b>Cathy Freeman</b>            | 0,95       | 1,05       | 1,12       | 1,09       |
| <b>Anja Rücker</b>              | 0,94       | 1,05       | 1,11       | 1,07       |
| <b>Lorraine Graham</b>          | 0,95       | 1,09       | 1,10       | 1,12       |
| <b>Falilat Ogunkoya</b>         | 0,95       | 1,07       | 1,15       | 1,11       |
| <b>Katharine Merry</b>          | 0,95       | 1,07       | 1,14       | 1,11       |
| <b>Nazarova Natalya</b>         | 0,96       | 1,09       | 1,07       | 1,10       |
| <b>Grit Breuer</b>              | 0,94       | 1,06       | 1,14       | 1,10       |
| <b>Olga Kotlyarova</b>          | 0,94       | 1,07       | 1,10       | 1,09       |
| <b>Sanya Richards</b>           | 0,99       | 1,04       | 1,10       | 1,09       |
| <b>Shericka Williams</b>        | 0,97       | 1,05       | 1,09       | 1,08       |
| <b>Antonina Krivoshapka</b>     | 0,94       | 1,07       | 1,12       | 1,11       |
| <b>Novlene Williams-Mills</b>   | 0,94       | 1,05       | 1,12       | 1,07       |
| <b>Christine Ohuruogu</b>       | 0,94       | 1,06       | 1,08       | 1,06       |
| <b>Debbie Dunn</b>              | 0,96       | 1,07       | 1,10       | 1,10       |
| <b>Anastasiya Kapachinskaya</b> | 0,94       | 1,06       | 1,09       | 1,07       |
| <b>Amantle Montsho</b>          | 0,98       | 1,04       | 1,08       | 1,07       |

Tablica 12. Tablica pokazatelja dinamike sa promjenjivom bazom – relativna stopa promjene

|                                 | T2    | T3    | T4    | T5    |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Jearl Miles-Clark</b>        | -7,32 | 7,47  | 8,97  | 8,02  |
| <b>Natasha Kaiser-Brown</b>     | -8,38 | 11,61 | 7,96  | 10,98 |
| <b>Sandie Richards</b>          | -5,64 | 10,40 | 9,34  | 12,20 |
| <b>Tatyana Alekseyeva</b>       | -5,47 | 10,60 | 14,27 | 15,16 |
| <b>Ximena Restrepo</b>          | -5,34 | 8,67  | 17,08 | 14,72 |
| <b>Sandra Myers</b>             | -4,55 | 11,09 | 15,21 | 16,76 |
| <b>Juliet Campbell</b>          | -4,75 | 6,17  | 15,83 | 11,78 |
| <b>Norfalia Carabali</b>        | -5,71 | 7,79  | 8,23  | 8,93  |
| <b>Cathy Freeman</b>            | -6,69 | 6,64  | 11,80 | 9,03  |
| <b>Sandie Richards</b>          | -3,48 | 5,84  | 10,39 | 9,37  |
| <b>Jearl Miles-Clark</b>        | -5,81 | 6,94  | 11,04 | 9,43  |
| <b>Grit Breuer</b>              | -2,68 | 8,62  | 9,52  | 12,24 |
| <b>Falilat Ogunkoya</b>         | -7,32 | 7,72  | 15,31 | 11,56 |
| <b>Helena Fuchsova</b>          | -5,75 | 10,80 | 11,01 | 13,44 |
| <b>Pauline Davis</b>            | -3,41 | 6,14  | 11,97 | 9,06  |
| <b>Tatyana Alekseyeva</b>       | -8,17 | 13,88 | 16,56 | 18,06 |
| <b>Cathy Freeman</b>            | -4,84 | 5,00  | 12,48 | 8,79  |
| <b>Anja Rücker</b>              | -6,37 | 4,82  | 11,08 | 6,99  |
| <b>Lorraine Graham</b>          | -5,20 | 9,15  | 10,14 | 11,62 |
| <b>Falilat Ogunkoya</b>         | -5,11 | 6,68  | 14,56 | 11,45 |
| <b>Katharine Merry</b>          | -4,66 | 6,77  | 13,56 | 11,29 |
| <b>Nazarova Natalya</b>         | -3,99 | 8,64  | 6,86  | 10,09 |
| <b>Grit Breuer</b>              | -5,65 | 6,33  | 13,92 | 10,42 |
| <b>Olga Kotlyarova</b>          | -6,08 | 7,15  | 10,17 | 9,07  |
| <b>Sanya Richards</b>           | -1,02 | 3,68  | 10,40 | 8,51  |
| <b>Shericka Williams</b>        | -3,15 | 4,70  | 8,82  | 7,58  |
| <b>Antonina Krivoshapka</b>     | -5,52 | 7,42  | 12,19 | 10,75 |
| <b>Novlene Williams-Mills</b>   | -5,83 | 4,64  | 11,58 | 7,38  |
| <b>Christine Ohuruogu</b>       | -6,37 | 5,78  | 8,12  | 6,46  |
| <b>Debbie Dunn</b>              | -3,61 | 6,81  | 10,44 | 10,32 |
| <b>Anastasiya Kapachinskaya</b> | -5,50 | 5,74  | 8,62  | 7,18  |
| <b>Amantle Montsho</b>          | -2,34 | 4,05  | 8,11  | 6,99  |

Na grafičkom prikazu osvajačica medalja sa Svjetskog prvenstva u Sevilli (Slika 1) i analizom pokazatelja dinamike trčanja sa promjenjivom bazom – apsolutna stopa promjene (Tablica 6) vidljivo je da su natjecateljice postigle maksimalnu brzinu u prvom intervalu nakon 50 m utrke na 400 m, nakon čega počinje faza deceleracije do četvrtog intervala za prvu i drugu natjecateljicu, dok se kod treće natjecateljice deceleracija nastavlja sve do petog intervala. Nakon petog intervala sljedi blaga faza akceleracije za sve tri natjecateljice nakon čega je opet vidljiva deceleracija do kraja utrke na 400 m, no ovaj puta je pad brzine najmanji za trećeplasiranu atletičarku, što ukazuje na nešto bolju brzinsku izdržljivost u odnosu na prve dvije atletičarke. Razlike u njihovim finalnim postignućima su relativno male (Cathy Freeman 49,67; Anja Rücker 49,74 i Lorraine Graham 49,92) s obzirom da se radi o najdužoj utrci sprinterskog karaktera. Iz navedenog može pretpostaviti da je za finalni rezultat u utrci na 400 m od velikog značaja posjedovanje visoke razine sposobnosti brzine, možda i značajnije razine brzinske izdržljivosti te snage, mentalne stabilnosti, koncentracije i borbenosti u samom finišu utrke.



*Slika 1. Grafički prikaz pokazatelja dinamike trčanja u disciplini 400 m kod osvajačica medalja na Svjetskom prvenstvu u Sevilli (1999)*

## 6. ZAKLJUČAK

Ovo ispitivanje provedeno je na namjernom i reprezentativnom uzorku ispitanica koje su se u disciplini 400 m uspjele plasirati u finala Svjetskih prvenstava u: Stuttgardu (1993), Ateni (1997), Seville (1999), i Berlinu (2009) i za koje su pronađeni službeno objavljeni rezultati vremenskih parametara ritma/dinamike trčanja u disciplini 400 m. Uzorak entiteta čine rezultati 32 vrhunske atletičarke (prosječne dobi 27,03 godina; prosječne visine 172,73 cm; prosječne težine 61,59 kg) za koje su pronađeni službeno objavljeni podaci vremenskih parametara ritma/dinamike trčanja u disciplini 400 m.

Predmet ovog istraživanja je bio proučavanje specifičnosti sprinterskog trčanja na 400 m. Osnovni cilj ovog istraživanja je bio analizirati dinamiku trčanja u disciplini 400 m za žene.

Istraživanje je uključivalo ukupno 18 varijabli, i to 14 varijabli vremenskih parametara koji se odnose na prolazna vremena na svakih 50 m, na svakih 100 m te na prvih i posljednjih 200 m u utrci 400 m te finalnog rezultata, starosti, visine i težine natjecateljica.

Izračunati su osnovni deskriptivni pokazatelji te deskriptivna analiza individualnih promjena, pokazatelji dinamike sa promjenjivom bazom, apsolutna stopa promjene, verižni indeks te relativna stopa promjene.

Prikazani primjeri zorno ukazuju na finese koje čine bolji plasman u poretku s obzirom na uspješnost realizacije obrazaca strukture kretanja. Tih finesa je jako puno i sve su podjednako značaje za finalni rezultat utrke na 400 m, počevši od visoke razine sposobnosti brzine, brzinske izdržljivosti, snage, tehnike i taktike mentalne stabilnosti i koncentracije, te borbe sa samim sobom u posljednjim etapama utrke.

Na kraju se može zaključiti da se dobiveni rezultati ovog istraživanja mogu koristiti u kontroli trenaznog procesa atletičara, jer ukazuju na koje segmente održavanja tehnike i taktike u utrkama na 400 m treba najviše obratiti pozornost i koje segmente treba ciljano i pažljivo planirati i uvježbavati u trenaznom procesu.

## 7. LITERATURA

1. Babić, V. (2010). Atletika hodanja i trčanja, Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučiliša u Zagrebu
2. Babić, V., Katović, D., Ivačević, A. (2010). The analysis of 100 m hurdles competitive activity // Proceedings of the 10th International Conference on Kinanthropology / Martin, Zvonař ; zuzana, Sajdlová (ur.). Brno : Masarykova univerzita, 2016. 121-130
3. Borčić, L. (2013). Dinamika trčanja u disciplini 400 metara prepone za muške. (Diplomski rad). Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu
4. Dizdar, D. (2006.) Kvantitativne metode, Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučiliša u Zagrebu
5. Ferro, A., Rivera, A. i drugi (1999). Biomechanical analysis of the 7th World Championships in Athletics Seville 1999
6. Filipčić Ujaković, S.(2013). Dinamika trčanja kod žena (Diplomski rad). Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu
7. Harald Müller and Helmar Hommel (eds.) (1997). Biomechanical Research Project at the VIth World Championships in Athletics, Athens 1997: Preliminary Report
8. HAS (2017). Tablice svih vremena – 400 metara žene/online/. S mreže preuzeto 15.lipnja 2017. s adrese: <https://www.has.hr/index.php/tablice/tablice-svih-vremena/tablice-svih-vremena-zene/43-tablice-svih-vremena/enske/59-400-m>
9. IAAF Athletics (2017). Records and lists /online/. S mreže skinuto 22. Lipnja 2017. S adrese: <https://www.iaaf.org/records/toplists/sprints/400-metres/outdoor/women/senior>
10. Ivančević, A. (2015). Dinamika trčanja u disciplini 100 metara prepone (Diplomski rad). Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu
11. Joch, W. (1997). Sprint (prijevod Goran Tepšić) Zagreb: Gopal, 1997
12. Jovović, V. Kinematička analiza i šematski prikaz krivulje brzine produženog sprinta starijih juniorki *Sport Mont* br. 37,38,39, s mreže preuzeto 10. lipnja 2017. s adrese: <http://oaji.net/articles/2016/1045-1453974301.pdf>
13. Milanović, D., Hofman, E., Puhanić, V., Šnajder, V. (1986). Atletika – znanstvene osnove. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu
14. Plevnik, M., Vučetić, V., Sporiš, G., Fiorentini F., Milanović Z., Miškulin M. (2011.) Physiological Responses in Male and Female 400 m Sprinters, *Croatian Journal of Education* Vol:15; Sp.Ed.No.4/2013, pages: 93-109

15. Rolf Graubner and Eberhard Nixdorf (2009). (Translated from the original German by Jürgen Schiffer) Biomechanical Analysis of the Sprint and Hurdles Events at the 2009 IAAF World Championships in Athletics, Berlin
16. Schiffer, J. (2010.) Very Good 400m Article s mreže skinuto 22. lipnja 2017. s adrese: [http://www.letsrun.com/forum/flat\\_read.php?thread=3365014](http://www.letsrun.com/forum/flat_read.php?thread=3365014)
17. Šnajder, V., Milanović, D. (1991). Atletika hodanja i trčanja, Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu.
18. 400 metres (2017). S mreže skinuto 15. lipnja 2017. sa: [https://en.wikipedia.org/wiki/400\\_metres](https://en.wikipedia.org/wiki/400_metres)