

# ANALIZA TRENDA RAZVOJA REZULTATA U DISCIPLINAMA TEHNIKE PRSNO KOD PLIVAČICA NA SVJETSKIM PRVENSTVIMA

---

Nekić, Lucija

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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:117:845765>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-26**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

(studij za stjecanje akademskog naziva:  
magistar kineziologije)

**Lucija Nekić**

**ANALIZA TRENDA RAZVOJA REZULTATA U**  
**DISCIPLINAMA TEHNIKE PRSNO KOD**  
**PLIVAČICA NA SVJETSKIM PRVENSTVIMA**

diplomski rad

**Mentor:**

**Doc.dr.sc. Dajana Karaula**

Zagreb, rujan, 2019.

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

Doc.dr.sc. Dajana Karaula

---

Student:

Lucija Nekić

---

# ANALIZA TRENDA RAZVOJA REZULTATA U DISCIPLINAMA TEHNIKE PRNSNO KOD PLIVAČICA NA SVJETSKIM PRVENSTVIMA

## Sažetak:

Plivanje, kao jedan od bazičnih sportova, uvelike je rasprostranjen po cijelome svijetu te od samih početaka natjecanja do danas postoji progresivan trend rasta rezultata. Prsna tehnika, kao jedna od četiri osnovne plivačke tehnike, prolazila je mnoge promjene stilova i pravila: od bočnog plivanja prsno, dupin zaveslaja rukama, plivanja ispod površine vode, dupin udaraca nogama do konačne inačice tehnike prsno sa oscilirajućim položajem tijela i vrlo striktnim pravilima.

Cilj ovog istraživanja je analiza razvojnih trendova i utvrđivanje krivulje razvoja rezultata u disciplinama tehnike prsno kod plivačica na svjetskim prvenstvima od 1998. do 2017. godine. Uzorak ispitanika čine plivačice iz različitih svjetskih zemalja koje su se natjecale u finalu ili polufinalu svjetskih prvenstava u odabranom razdoblju. Varijable u istraživanju su discipline 50 m prsno, 100 m prsno i 200 m prsno. Podaci su prikupljeni u obliku službenih rezultata sa stranice Međunarodne organizacije vodenih sportova (FINA).

Prikupljeni podaci obrađeni su metodom, algoritmom i programom za analizu trenda programskim paketom Statistica 13. Polinomijalnom regresijskom analizom obrađen je trend razvoja prosjeka polufinalnih i finalnih rezultata te 1. mjesta. Za analizirane discipline prikazane su jednodimenzionalne promjene stanja plivačica kroz godine, na kojima je kroz neki vremenski period registrirana promjena jedne kvantitativne varijable.

Analiza trenda razvoja pokazala je linearan porast rezultata u disciplinama tehnike prsno kod plivačica na svjetskim prvenstvima što je pokazatelj primjene novih pravila, tehnoloških napredaka i adekvatne dugogodišnje pripreme sportaša te pruža trenerima i nacionalnim savezima informacije o prognoziranim rezultatima za sljedeću natjecateljsku godinu.

**Ključne riječi:** plivanje, FINA, pravila, tehnološki napredak

## **TREND ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF FEMALE SWIMMERS IN BREASTSTROKE DISCIPLINES AT THE WORLD CHAMPIONSHIPS**

### **Abstract:**

Breaststroke, as one of the four basic swimming technique, has undergone many changes in styles and rules : from lateral breaststroke, dolphin arm movement, swimming below the surface of the water, dolphin kicks to the last version of breaststroke technique with oscillating body position and very strict rules.

The aim of this research is to analyse the development trends and to determine the curve of the development of results in the disciplines of breaststroke technique for female swimmers at the world championship from 1998. to 2017. The sample consists of female swimmers from different countries who have competed in the finals or semi-finals of the World championship in the selected period. The variables in this study are the disciplines 50 m breaststroke, 100 m breaststroke and 200 m breaststroke. The data were collected in the form of official results from International Swimming Federation (FINA) website.

The collected data were processed by the method, algorithm and program for trend analysis with the software package Statistica 13. The polynomial regression analysis analyzed the trend of development of the average semi-final and final results and the 1st place. For the analysed races, single-dimensional changes in the status of swimmers were shown over the years, during which a change in one quantitative variable is registered over a period of time.

An analysis of the trend of development showed a linear increase in results of breaststroke disciplines for female swimmers at world championships, which is an indicator of the application of new rules, technological advances and adequate long-term sport preparation and provides coaches and national federations with information on the forecasted results for the next competitive year.

**Key words:** swimming, FINA, rules, technological advances

## Sadržaj

1. UVOD .....	1
2. CILJEVI RADA .....	3
3. PRSNA TEHNIKA PLIVANJA .....	4
3.1. Povijest tehnike prsno .....	4
3.2. Varijante tehnike prsno .....	6
3.3. Analiza tehnike prsno .....	8
3.3.1. Položaj tijela i disanje.....	8
3.3.2. Rad ruku .....	9
3.3.3. Rad nogu.....	9
3.3.4. Koordinacija rada ruku, nogu i disanja.....	10
4. FINA – Međunarodna plivačka organizacija .....	10
4.1. Povijest organizacije.....	10
4.2. Svjetska prvenstva u plivanju .....	12
4.3. Plivačka odijela .....	13
4.4. Pravila prsne tehnike .....	14
5. METODE ISTRAŽIVANJA .....	15
5.1. Uzorak ispitanika.....	15
5.2. Uzorak varijabli.....	15
5.3. Metode obrade podataka .....	16
6. REZULTATI.....	17
6.1. Disciplina 50 m prsno.....	21
6.2. Disciplina 100 m prsno.....	24
6.3. Disciplina 200 m prsno.....	27
7. RASPRAVA.....	30
8. ZAKLJUČAK .....	32
9. LITERATURA.....	33

## 1. UVOD

Plivanje, kao jedan od bazičnih sportova, uvelike je rasprostranjen po cijelome svijetu te od samih početaka natjecanja do danas postoji progresivan trend rasta rezultata. Često se postavlja pitanje: „Kada će doći do stagnacije rezultata i gdje su granice ljudskih mogućnosti?“. U jednoj utrci odlučuju stotinke sekunde, pa se stalno traže rješenja da se određena dionica prepliva u što kraćem vremenu. U želji sportskih znanstvenika, trenera, a i samih sportaša da se dosegne nemoguće, istražuje se svaki segment koji bi doveo do nemogućeg počevši od novih metoda treninga, novih metoda oporavka sportaša, trenažnih učinaka na mitohondrije koji omogućuju korištenje oksidativne fosforilacije za resintezu ATP-a u sve više intenzivnijim aktivnostima, te dolazi li do promjene u strategiji treninga i samoj tehnologiji kupaćih kostima i bazena (Navill i sur.2007. prema Zoretić 2013).

Postoje četiri plivačke tehnike (tehnika kraul, tehnika leđno, tehnika prsno i tehnika dupin), a smatra se da su se sve razvile iz tehnike prsnog načina plivanja.

Povjesničari čak spominju tehniku prsno kao najstariju i najvažniju plivačku tehniku te navode da su u počecima natjecateljskog plivanja gotovo svi plivali različitim načinima tehnike prsno (Biro, Revesz, Hidvegi, 2015).

Tehnika prsno, kao natjecateljska disciplina prvi puta se pojavljuje 1904. godine na Olimpijskim igrama u St. Louisu kao prva i jedina disciplina koja se plivala u jardima: 440 jardi, što je iznosilo 402.34 m (Poirier-Leroy, 2018). Četiri godine kasnije, na Olimpijskim igrama 1908. godine, uvedena je disciplina 200m prsno za muškarce, dok je tek 1924. godine na Olimpijskim igrama u Parizu uvedena ista disciplina za žene (Raab, 2018).

U samoj povijesti prsne tehnike možemo razlikovati nekoliko faza evolucije te tehnike. Prva faza „ortodoksne tehnike prsno“ označavala je plivanje vrlo primitivnim načinom, nalik pokretima žabe, dok se u drugoj fazi evolucije te tehnike počeo primijenjivati klasični stil plivanja sličniji današnjem. Unutar klasičnog stila tehnike prsno došlo je do tehničkih noviteta poput povlačenja ruku do bedara, podvodnog plivanja i dupin načina plivanja. Sve to vodilo je promptnom ubrzanju same tehnike, kao i rezultata, sve do pojave novih restriktivnijih pravila (Biro, Revesz, Hidvegi, 2015).

Početakom 21. stoljeća došlo je do revolucije cjelokupnog natjecateljskog plivanja pojavom brzih plivačkih odijela pomoću kojih su plivači ostvarivali sve bolje rezultate, postavljali nove svjetske rekorde i „svemirsku“ razinu profesionalnog plivanja. Ukidanjem posebnih plivačkih odijela, koji su prekrivali gotovo cijelo tijelo plivača i bili izrađeni tako da

su imitirali kožu morskog psa, došlo je do stagniranja rasta rezultata. Od tada je svaki daljnji napredak natjecateljskog plivanja, kao i same tehnike prsno, bio rezultat primjene novih pravila te dopuštenih tehnoloških napredaka unutar treninga, natjecanja i oporavka dugogodišnje pripreme sportaša, kao i općenitog razvitka samog procesa sportske pripreme i sportskih kadrova.

Praćenje i registriranje rezultata predstavlja osnovu za analiziranje trenda rezultata i racionalno prognoziranje sportskih dostignuća (Harasin, 2002). Takve znanstveno potvrđene spoznaje analize trenda razvoja rezultata unutar nekog sporta pomažu sportskim timovima i trenerima da naprave adekvatnu selekciju te plan i program dugogodišnje pripreme svojih sportaša.

Analiza trenda rasta rezultata najviše se provodila u atletici, klasičnom plivanju i ostalim sportovima u kojima je moguće utvrditi linearnost trenda rezultata (Harasin, 2002). Također, možemo utvrditi da od postojanja sportskih disciplina pa sve do danas, postoji progresivan trend razvoja rezultata (Milinović, Milanović, Harasin, 2009).

Znanost i matematika, koje u sebi sadrže opisivanja i predikcije određenog gibanja, daju nam mogućnost stvaranja točnih i preciznih predviđanja rezultata vrhunskih sportaša elitne razine sporta. Mogućnost pristupa različitim rezultatima sa Olimpijskih igara, svjetskim rekordima i najboljim postignutim rezultatima unutar neke određene godine omogućava nam analizu raznih izvedbi na različitim razinama natjecanja i unutar različitih vremenskih perioda. Na temelju takvih analiza možemo promatrati razlike između izvedbi u pojedinom sportu, a ono što je najbitnije, možemo predvidjeti buduće rezultate u sportskim disciplinama putem raznih matematičko-statističkih modela. Dosadašnjim istraživanjima analize trenda razvoja rezultata pokušali su se utvrditi i budući rezultati na Olimpijskim igrama u plivačkim i atletskim disciplinama temeljem rezultata ostvarenih na prethodnim Olimpijskim igrama (Heazlewood, 2006).

Primjer takvog istraživanja u Hrvatskoj je i znanstveni rad Milinovića, Milanovića i Harasina (2009) koji su analizirali trend razvoja rezultata bacačica kugle u finalima Olimpijskih igara od 1948. do 2008. godine, a dobivene vrijednosti su prikazale progresivan trend razvoja rezultata do 1988. godine s iznimkom pada rezultata na Olimpijskim igrama u Los Angelesu 1984., zbog bojkota sportašica istočnog bloka. Nakon 1988. godine krivulja razvoja ima regresivan trend što se može objasniti sustavnom i sofisticiranom kontrolom sportaša na doping.



U svijetu, postoji mnogo znanstvenih istraživanja kojima se pokušao utvrditi trend razvoja rezultata na različitim plivačkim natjecanjima. Jedan od takvih primjera je i znanstveno istraživački rad Wolfruma i suradnika (2014) koji su pokušali utvrditi razlike i trend razvoja rezultata od 1994. do 2011. godine na nacionalnim i međunarodnim natjecanjima u disciplinama slobodne i prsne tehnike.

Uglavnom se istraživanja temelje na pretpostavci da se brzina trčanja i plivanja povećavaju linearno, zajedno sa kronološkom godinom. Međutim, može se primijeniti metoda polinomijalne regresije na svjetskim plivačkim, klizačkim i biciklističkim rekordima ili model nelinearne regresije vremena ili brzine svjetskih rekorda.

Sve to ukazuje na veliku važnost znanstvenih istraživanja takve vrste jer prema Masonu i Formosi (2011) analiza natjecanja ili više njih unutar nekog vremenskog perioda, omogućava trenerima i stručnim timovima izradu strategije koja će omogućiti pobjedu ili dostizanje željenih plasmana plivača na najvažnijim natjecanjima te svaki trening, kao i pojedinačni trenažni dan plivača, mora biti usko povezan sa natjecateljskim uvjetima.

Iako se čini da su se neki već bavili intrigantnim pitanjem o tome „dosežu li sportski rezultati općenito, a time i plivački rezultati stagnacijsku granicu ili stabilnu razinu“, uzroci nisu u potpunosti objašnjeni, niti se o njima dovoljno raspravljalo.

Takvih istraživanja nedostaje u hrvatskom plivanju, a predstavljaju iznimno vrijedan alat trenerima i njihovim sportašima prema postizanju vrhunskih rezultata na državnim i međunarodnim natjecanjima.

## **2. CILJEVI RADA**

Ciljevi ovog rada bili su analiza razvojnih trendova i utvrđivanje krivulje razvoja rezultata u disciplinama tehnike prsno kod plivačica na svjetskim prvenstvima od 1998. do 2017. godine te prikaz trenda razvoja rezultata na spomenutoj razini natjecanja na temelju statističke obrade podataka i dobivenih informacija.

### 3. PRSNA TEHNIKA PLIVANJA

#### 3.1. Povijest tehnike prsno

Prsna tehnika najstarija je plivačka tehnika te su se sve ostale tehnike razvile iz nje. Njeno podrijetlo seže daleko u Kameno doba. Crteži iz jedne od egipatskih špilja, prikladno nazvane „Špilja plivača“ („*Cave of Swimmers*“), prikazuju plivače u različitim pozicijama i gibanjem nogu inspiriranog žabljim kretanjem u vodi. Slični prikazi pronađeni su i na babilonskim i asirskim crtežima. Prvi priručnik za učitelje plivanja napisao je Nicolas Wynman 1538. godine te je u to vrijeme plivanje bilo vrednovano kao znanje za sprječavanje utapanja i umiranja od istoga. Također, Wynman u svojoj knjizi „*Colymbetes*“ navodi upute za izvođenje prsne tehnike toga doba (Poirier-Leroy, 2018.)

Iako u povijesnim prikazima možemo vidjeti i plivanje slobodnim stilom, razni povjesničari spominju tehniku prsno kao najvažniju i najstariju plivačku tehniku. U počecima natjecateljskog plivanja, skoro svi plivači plivali su tehnikom prsno (Biro, Revesz, Hidvegi, 2015).

U povijesti ove tehnike možemo razlikovati nekoliko faza evolucije te tehnike.

1. Prva faza, koja je započela oko 1880. godine, naziva se fazom „*ortodoksne tehnike prsno*“. Tijekom te faze, tehnika prsno plivala se na vrlo primitivan način, nalik žabljim pokretima nogu. Široki pokreti ruku i nogu, sadržavali su mnogo nepotrebnih kretnji čiji je rezultat bio gubitak energije.

2. U dvadesetim godinama 20. stoljeća „*ortodoksni stil*“ zamijenjen je klasičnom tehnikom prsno, u kojoj nije bilo promjene u radu nogu, ali je zato u radu ruku sa biomehaničkog stajališta došlo do velikog napretka jer su se ruke povlačile do bedara.

3. U tridesetim godinama 20. stoljeća počeo je razvitak rada nogu i formiranje udarca tehnike prsno u tri dijela. Kako je novi udarac nogu izazvao stabilnije i snažnije izvođenje tehnike, kao i povećanje brzine plivanja, potrebne su bile nove promjene u radu ruku. Također, leđna i slobodna tehnika plivanja bile su mnogo brže pa se radilo i na ubrzavanju tehnike prsno i pronalasku odgovarajućeg načina za postizanje tog cilja.

4. Ubrzo je došlo do pojave dvije specifične tehničke inovacije: podvodnog plivanja i dupin tehnike. Plivači su otkrili da mogu biti brži ukoliko ne rade udah tijekom zaveslaja, već samo plivaju ispod površine vode te se na taj način razvila tehnika podvodnog plivanja prsno. Također su primijetili da rad ruku može biti brži i efikasniji povlačenjem ruku do bedara, a ne samo do prsa te je takav pokret nazvan podvodnim zaveslajem, koji se koristi i danas.

Razlika je što današnja pravila dopuštaju upotrebu samo jednog podvodnog zaveslaja nakon starta i okreta, nakon čega natjecatelj mora izaći glavom na površinu vode.

Sve do pojave tog pravila, natjecateljska disciplina tehnike prsno publici nije bila previše zanimljiva jer su plivači izlazili na površinu vode samo kada su radili udah (Biro, Revesz, Hidvegi, 2015). Takav način plivanja izazivao je probleme te je često dolazilo do nesvjestice plivača izazvane hipoksijom (Poirier-Leroy, 2018).

Upravo zbog tih problema, 1956. godine, FINA – Međunarodna plivačka organizacija promjenom pravila ukida tehniku podvodnog plivanja u disciplini prsno, a paralelno s tim je razvijan i drugi stil plivanja tehnike prsno, dupinov način plivanja. Dupin tehnika nastala je iz ideje da će rad ruku biti puno brži ako se promijeni način izvođenja zaveslaja. Kako je otpor vode usporavao prijenos ruku prema naprijed, plivači su počeli izvoditi zaveslaj izvan površine vode, a američki plivač Myers bio je prvi koji je upotrijebio dupinov zaveslaj ruku 1933. godine. Od tada je sve više plivača počelo usvajati ovu tehniku rada ruku, ali nisu svi bili dovoljno spremni plivati dulje dionice ovim načinom.

Tako je bilo onih koji su disciplinu započeli dupin zaveslajima, a kada su se umorili plivali bi standardnim zaveslajima prsno. Nakon Olimpijskih igara u Londonu 1948. godine, FINA odlučuje definirati ovakav način plivanja te su obje tehnike bile dozvoljene, ali je plivač tehnikom kojom je započeo utrku, morao i dovršiti istu. U konačnici 1953. godine FINA razdvaja ove dvije tehnike kao zasebne, na tehniku delfin i prsno te se od tada tehnika prsno počela značajno razvijati (Biro, Revesz, Hidvegi, 2015).



Slika 1. Prikaz prsne tehnike žabljim kretanjem (Poirier-Leroy, 2018)

### 3.2. Varijante tehnike prsno

Unutar tehnike prsno razlikujemo dvije glavne varijante njena izvođenja, a to su površinska varijanta i valovita varijanta tehnike prsno.

U prošlosti su mnogi stručnjaci vjerovali da se tehnika prsno treba plivati površinskom varijantom, što znači da tijelo ostaje vodoravno na površini tijekom cijelog ciklusa zaveslaja. Nova varijanta tehnike prsno pojavila se 70-ih godina 20. stoljeća koja je uključivala valovito gibanje tijela slično dupinovom udarcu nogu. Takva varijanta, nazivana je mnogim imenima, a danas ju zovemo valovita varijanta tehnike prsno (engl. „wave breaststroke“) (Sanders i sur.1998 prema Šiljeg 2018).

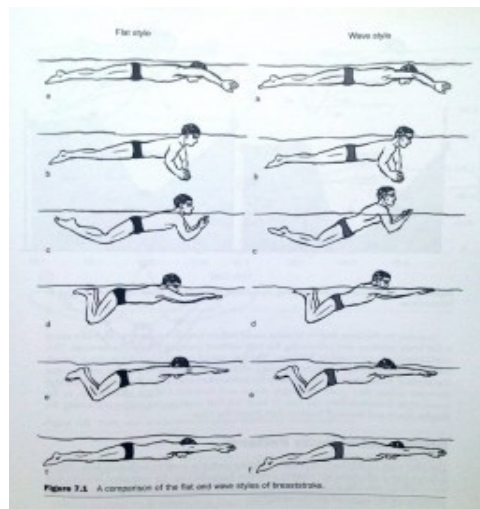
Površinsku varijantu karakterizira horizontalni položaj tijela u kojem kukovi ostaju blizu površine vode tijekom cijelog ciklusa rada rukama i nogama, a plivači dišu podizanjem i spuštanjem glave, dok su ramena cijelo vrijeme ispod vode čime se ne narušava horizontalni – ravni položaj. Natkoljenice proizvode veliki frontalni otpor u trenutku pripreme nogu za udarac. U valovitoj varijanti tehnike prsno, glava i ramena plivača izlaze izvan vode prilikom udisaja i kukovi se spuštaju u fazi oporavka nogu. Ovom varijantom tehnike prsno natkoljenice ostaju u produžetku tijela te tako izazivaju manji pad brzine u fazi privlačenja nogu stražnjici (Šiljeg, 2018).

Neke od osnovnih razlika između ove dvije varijante plivanja tehnike prsno su da u površinskoj varijanti ramena ostaju ispod površine vode, kukovi su blizu površine prilikom udisaja i tijelo ostaje u vodoravnom položaju tijekom faze mirovanja nogu. U valovitoj varijanti ramena plivača izlaze van površine vode, kukovi su spušteni, a tijelo je ukošeno u liniji od ramena do koljena kada plivač radi udisaj i tijekom faze mirovanja nogu.

U ostalim fazama ove dvije varijante tehnike prsno, položaj tijela je vrlo sličan te u obje varijante tijelo ostaje vodoravno i opruženo tijekom propulzivne faze rada ruku i nogu.

Mjerenja brzine plivanja površinskom varijantom pokazala su značajno smanjenje brzine tijekom faze mirovanja nogu. Zapravo, u ovom dijelu ciklusa zaveslaja prsno, većina plivača dolazi do tzv. „mrtve točke“ kretanja.

S druge strane, u plivanju valovitom varijantom proizvodi se manja količina otpora vode kod otiskivanja rukama tijekom faze mirovanja nogu jer dolazi do spuštanja kukova i guranja potkoljenicama naprijed bez spuštanja natkoljenica prema dolje. Kako su potkoljenice manje i pomiču se iza trupa, proizvodi se manji otpor vode nego kod otiskivanja vode natkoljenicama.



Slika 2. Varijante tehnike prsno , preuzeto sa

<https://www.virtualswimcoach.com/technique/breaststroke-technique-basics-and-a-few-simple-breaststroke-drills>

Mjerenja brzine plivanja valovitom varijantom pokazuju manje smanjenje brzine i u kraćem periodu, u usporedbi sa površinskom varijantom. U površinskoj varijanti prilikom faze mirovanja nogu dolazi do smanjenja brzine na 0.20m/sek, dok u valovitoj varijanti to smanjenje iznosi 0.80m/sek

S druge strane, plivači u plivanju površinskom varijantom, nogama oblikuju „ravan zid“ prema vodi što izaziva više turbulencija. Stopala će također izaći izvan vode ako plivač pokušava zadržati vodoravan položaj tijela što bliže površini, tijekom faze mirovanja nogu, stoga se natkoljenice moraju spustiti prema dolje i naprijed, dok u valovitoj varijanti plivači mogu zadržati stopala ispod površine bez guranja natkoljenica prema dolje jer spuštaju kukove (Maglischo, 2003).

### 3.3. Analiza tehnike prsno

Tehnika prsno posebna je po tome što je u plivanju tom tehnikom vrlo teško postići kontinuiranu propulziju tijela jer postoji više „mrtvih točki“ tijekom zaveslaja nego kod ostalih plivačkih tehnika. Zato se pokreti ruku i nogu trebaju izvoditi prepokrivanjem kako bi se održala konstantna propulzija tijela bez zaustavljanja. Kako bi to bilo moguće tijelo barem jednom u ciklusu zaveslaja mora biti u najidealnijem hidrodinamičnom položaju (eng. streamline) (Wilkie, Juba, 1986). U detaljnijoj analizi prsne tehnike zasebno možemo promatrati: položaj tijela i disanje, rad ruku i rad nogu te koordinaciju rada ruku, nogu i disanja.

#### 3.3.1. Položaj tijela i disanje

Prema Volčanšek (1996), plivač ovisno o varijantama kojima pliva, zauzima razne kutove napada tijelom na površinu vode, a tijekom zaveslaja kut tijela mijenja se od najvećeg u trenutku udaha, do najmanjeg – u fazi zahvaćanja vode. Ovisno o veličini napada razlikujemo dvije varijante prsne tehnike: a) tehnika plivanja po površini, tzv. površinski položaj tijela i b) tehnika plivanja sa oscilirajućim položajem tijela. Važno je da, neovisno o varijantama kojima se pliva, plivač zauzme što vodoravniji položaj tijela koji mu omogućava pravilan i efikasan rad nogama uz minimalni frontalni otpor.

Tehnika disanja u prsnoj tehnici jedna je od najlakših, u usporedbi s ostalim plivačkim tehnikama. Tijekom faze otiskivanja ruku glava se podiže, plivač izdiše te je na samom kraju ove faze glava izvan vode i plivač radi udisaj. Nakon toga, plivač se vraća u „streamline“ položaj ispruženog tijela sa glavom između ruku (Biro, Revesz, Hidvegi, 2015).

Za vrijeme zahvaćanja vode rukama lice je usmjereno naprijed malo prema dolje pod kutom od 45°. U trenutku udaha dolazi do istežanja vrata i potiskivanja brade naprijed, da bi se nakon udaha spustio potiljak i lice ušlo u vodu. Glava se kreće malom amplitudom, ovisno o kretanju ramena, s obzirom na varijantu kojom se pliva, a bitno je da se uključuje optimalna muskulatura vrata, jer u protivnom dolazi do iradijacije–širenja impulsa na okolnu muskulaturu vrata i ramena, što ima za posljedicu veliku potrošnju kisika i pretjerani tonus muskulature (Volčanšek, 1996).

### **3.3.2. Rad ruku**

Volčanšek (1996) navodi da ruke u varijantama prsnog plivanja imaju isti doprinos kao i noge. One diktiraju tempo, ritam plivanja, trenutak udaha, tj. glavni su činitelji u usuglašavanju rada nogu, ruku, disanja te značajno doprinose povećanju brzine plivanja. Kretanje se vrši simetrično i dijeli se na faze : zahvaćanja i povlačenja, otiskivanja i vraćanja ruku u početni položaj.

U fazi zahvaćanja i povlačenja ruke se simetrično šire po površine vode, dlanovi su okrenuti dolje i prema van, kretanje se vrši do dubine 10-15 cm i usmjereno je na održavanje položaja tijela i kretanje naprijed. Smjer kretanja je dolje i prema van, uz laganu fleksiju prstiju, a laktovi su lagano podignuti i zadržavaju tijekom cijelog ciklusa visok položaj. Na dubini od 25 cm, uz fleksiju laktova 110-130° i kut otklona radnih površina podlaktice i prstiju od 45-60°, završava ta faza rada ruku.

Prethodna faza prelazi u fazu otiskivanja uz zadržavanje flektiranih radnih površina u laktu. Ubrzanjem, brzom kretanjom prstiju, podlaktice i laktova usmjerenih unutra, prema zamišljenoj središnjoj osi, vrši se snažno kretanje – prebacivanje tijela naprijed. Prsti prethode kretanju lakta, a na kraju otiskivanja laktovi se približavaju ispod brade. Otiskivanje predstavlja najsnažniji i najefikasniji dio zaveslaja te ga treba vršiti snažnim ubrzanjem bez zastoja.

Prijelaz iz faze otiskivanja u fazu vraćanja ruke (retropulzivnu) vrši se brzo i bez zastoja. Dlanovi su okrenuti lagano unutra, na razmaku od 10 cm. Kretanje rukama je usmjereno prema naprijed do potpunog opružanja koje se vrši bez zastoja i nastavlja se novi zaveslaj. Ovisno o individualnim morfološkim i motoričkim karakteristikama, plivači rade različito široki zaveslaj rukama. Snažni, s velikim ekstremitetima rade široki zaveslaj, a ostali srednji ili mali, uski zaveslaj, ovisno o komponentama snage ili dužini ruku. Također, ovisno o dužini dionice, koriste se razne varijante tempa plivanja.

### **3.3.3. Rad nogu**

Rad nogama sastoji se od tri faze: pripremne ili retropulzivne faze (povlačenja), radne ili propulzivne faze (otiskivanja) i faze mirovanja. Iz početnog položaja gdje su noge ispružene ispod površine vode počinje pripremna faza, a kretanje se vrši istovremeno i simetrično. Natkoljenice se iz vodoravnog položaja kreću malo prema dolje, a relaksirane potkoljenice i stopala vrše kretanju prema gluteusima, šireći se do širine trupa, tako da su zaštitni od strujanja vode zbog smanjenja otpora.

Kretnje su ubrzane tako da se drugi dio faze obavlja snažnom fleksijom i dovođenjem natkoljenica u kratkom trajanju. U krajnjoj točki fleksije, stopala se brzo otvaraju prstima prema van kako bi zauzela maksimalno otvoren položaj za fazu otiskivanja.

U tom trenutku potkoljenice su u maksimalnoj fleksiji. Amplituda kretanja nogu je individualna, ovisno o fleksibilnosti kuka, koljena i stopala.

Faza povlačenja – pripremna faza prelazi bez zastoja u fazu udarca, tj. propulzivnu fazi fazu otiskivanja. Kretanja se izvodi tako da stopala i potkoljenica vrše ekstenziju u stranu- nazad – unutra. U početku otiskivanja potkoljenica je okomita na površinu vode. Dinamika kretanja je poput „biča“, pokret se izvodi snažnim udarcem stopala unutra i dolje, nakon čega slijedi kratka pauza u fazi mirovanja gdje noge vrše minimalan otpor. Vremenski parametri rada nogu variraju ovisno o varijantama i dionicama koje se plivaju (Volčanšek, 1996).

### **3.3.4. Koordinacija rada ruku, nogu i disanja**

Smanjenje potrošnje energije kao i ekonomičnost plivanja tehnikom prsno postiže se dobrom koordinacijom između rada ruku, nogu i disanja te valovitog gibanja tijela kod valovite varijante. Efikasnost plivanja može se postići ako je brzina konstantna, a to se postiže konstantnom propulzijom, tj. naizmjeničnim prepokrivanjem propulzivnih sila u radu ruku i nogu čime se održava stalna brzina. Prema tome razlikujemo nekoliko načina koordinacije u radu ruku i nogu: kontinuirani rad, odgođeni rad i prepokrivajući rad ruku i nogu.

U kontinuiranoj tehnici rad ruku započinje odmah nakon zatvaranja nogu i kontinuirano se izmjenjuju. U tehnici s naglašenom fazom klizanja postoji kratka pauza između ciklusa rada ruku i nogu, dok u prepokrivajućoj tehnici rad ruku započinje malo prije završetka propulzivne faze rada nogu, tj. zaveslaj ruku prepokriva udarac nogu. Prepokrivajući način rada je najefektniji, jer se gubitak brzine svodi na minimum te se postiže stalna brzina (Biro, Hevesz, Hidvegi, 2015).

## **4. FINA – Međunarodna plivačka organizacija**

### **4.1. Povijest organizacije**

„Federation Internationale de Natation“ (FINA), odnosno Međunarodna plivačka organizacija osnovana je 19. srpnja 1908. godine tijekom Olimpijskih igara u Londonu u



Velikoj Britaniji. Osam nacionalnih saveza ovih država činila su temelj za osnutak FINE: Belgija, Danska, Finska, Francuska, Njemačka, Velika Britanija, Mađarska te Švedska.

Njihovi ciljevi bili su :

1. Utvrđivanje jedinstvenih pravila za plivanje, skokove u vodu i vaterpolo, koja će se moći primijenjivati na Olimpijskim igrama i ostalim međunarodnim natjecanjima
2. Potvrđivanje svjetskih rekorda i utvrđivanje službenih ažuriranih svjetskih rekorda
3. Upravljanje plivačkim natjecanjima na Olimpijskim igrama („FINA Overview and Objectives“).

Sjedište FINE bilo je u gradu Lausanne u Švicarskoj od 1986. godine, no nedugo zatim se sjedište na kratko vrijeme premješta u Barcelonu, od 1989. do 1992. godine, nakon čega dolazi do ponovnog premještanja sjedišta organizacije u grad Lausanne nakon Olimpijskih igara 1992. u Španjolskoj. Rastuća popularnost vodenih sportova, izazvala je snažan razvitak FINE od njene 50. godišnjice osnutka, što je dovelo do rasta broja zaposlenih u upravi organizacije. Također, taj broj se nastavio povećavati kako bi zadovoljili povećane zahtjeve vezane uz organizaciju suvremenih međunarodnih natjecanja u vodenim sportovima. Multinacionalna uprava sa sjedištem u Lausanni, provodi sve temeljne aktivnosti vezane uz svaku disciplinu, marketinške i komunikacijske planove, antidoping programe i razvojnu politiku pod upravom izvršnog direktora Cornela Marculescu („FINA Office“).

U siječnju 2018. godine, pod pokroviteljstvom predsjednika FINA-e Dr. Julia C. Maglionea, FINA obuhvaća 209 Nacionalnih plivačkih saveza sa 5 kontinenata.

Glavni ciljevi su sljedeći :

- promicanje i poticanje razvoja vodenih sportova u svijetu;
- osiguravanje fair- playa i sporta bez dopinga;
- promicanje i poticanje razvoja međunarodnih veza;
- usvajanje obaveznih jedinstvenih pravila i propisa i održavanje natjecanja u plivanju, plivanju na otvorenim vodama, skokovima u vodu, vaterpolu, sinkroniziranom plivanju, visokim skokovima u vodu i „Masters “ natjecanjima;
- promicanje i organizacija Svjetskih prvenstava i ostalih FINA natjecanja;
- poticanje povećanja materijalne infrastrukture za održavanje natjecanja vodenih sportova uz podršku ostalih zainteresiranih strana i
- provođenje ostalih aktivnosti koje bi mogle biti korisne u promicanju sporta.

Danas, FINA kontrolira razvoj sljedećih plivačkih disciplina: plivanje slobodnim načinom, leđno plivanje, prsno plivanje, dupin (leptir) plivanje, mješovito plivanje, štafete

slobodnim načinom plivanja, štafete mješovitim načinom plivanja („FINA Overview and Objectives“).

#### **4.2. Svjetska prvenstva u plivanju**

Od 1973. godine FINA organizira Svjetska prvenstva koja uključuju natjecanja u plivanju, skokovima u vodu, visokim skokovima u vodu, vaterpolu, sinkroniziranom plivanju, i plivanju na otvorenim vodama. Prvo svjetsko prvenstvo održano je u Beogradu 1973. godine, u tadašnjoj Jugoslaviji. Sljedeća svjetska prvenstva održavala su se redom u ovim gradovima : Cali; Kolumbija (1975.), Berlin; Njemačka (1978.), Guayaquil; Ekvador (1982.), Madrid; Španjolska (1986.), Perth; Australija (1991.), Rim; Italija (1994.), Perth; Australija (1998.), Fukuoka; Japan (2001.), Barcelona; Španjolska (2003.), Montreal; Kanada (2005.), Melbourne; Australija (2007.), Rim; Italija (2009.), Shanghai; Kina (2011.), Barcelona; Španjolska (2013.), Kazan; Rusija (2015.) te Budimpešta; Mađarska (2017.). Sljedeće 18. svjetsko prvenstvo održat će se 2019. godine u gradu Gwangju u Koreji („FINA Overview and Objectives“).

### 4.3. Plivačka odijela



Slika 3. Brzo plivačko odijelo, Speedo LZR Racer , preuzeto sa [https://www.phoenixmag.co.uk/wp-content/uploads/2012/05/LZR\\_11X7\\_MP\\_905.jpg](https://www.phoenixmag.co.uk/wp-content/uploads/2012/05/LZR_11X7_MP_905.jpg)

Plivačka odijela imaju vrlo važnu ulogu u natjecateljskom plivanju u kojem mala vremenska razlika odlučuje o pobjednicima, stoga ono zahtijeva pomoć naprednijih tehnologija za određivanje vremenske razlike između pobjednika i gubitnika. Skoro 90% energije plivača utrošeno je na savladavanje hidrodinamičnog otpora tijekom plivanja, a plivačka odijela mogu imati vrlo važnu ulogu u smanjenju tog otpora, djelovati na smanjenje gubitka energije te doprinijeti pozitivnom rezultatu u cilju. Razvitak plivačkih odijela stalan je proces u svijetu plivanja te se vjeruje da će ona postajati sve bolja (Moria i sur., 2010).

Brza plivačka odijela, predstavljena 1999. godine te ratificirana i korištena za Olimpijske igre u Sydneyu 2000. godine, predstavljala su predmet revolucije u natjecateljskom plivanju (Craik, 2011).

Njihov razvitak započeo je u 90-im godinama 20. stoljeća te od tada kreće njihova evolucija. Tijekom prvih godina 21. stoljeća, Speedo je izbacio u prodaju brzo plivačko odijelo koje je prekrivalo skoro cijelo tijelo te je bilo napravljeno nalik na kožu morskog psa i sa v-brazdama na njemu (Moria i sur., 2010).

Plivačka odijela predstavljala su međunarodnu senzaciju sve dok se na Olimpijskim igrama 2000. godine nije počelo razmišljati o tome krše li ova odijela FINA pravila koja zabranjuju bilo kakve uređaje ili opremu koje potpomažu izvedbu plivača kao što samo

pravilo kaže; FINA pravilo SW 10.8: „Nijednom plivaču nije dopušteno korištenje ili nošenje uređaja ili opreme koji poboljšavaju plivačevu brzinu, plovnost ili izdržljivost tijekom natjecanja (kao što su rukavice, peraje, itd.). Naočale za plivanje su dopuštene“ (Craik, 2011). No, unatoč raznim postavljenim pitanjima i dobivenim odgovorima, brza plivačka odijela i dalje su se koristila te su sve više napredovala.

Od Olimpijskih igara u Pekingu 2008. godine skoro svi proizvođači predstavili su plivačka odijela koji su prekrivali gotovo cijelo tijelo i bili izrađeni od polu i cijelog poliuretana kombiniranog sa lycra tkaninom. Jedan od najreklamiranih odijela ovih kategorija bio je Speedov LZR. Proizvođači su tvrdili da ova odijela posjeduju značajke kao što su lagana težina, odbijanje vode, smanjenje oscilacije mišića i vibracije kože zbog kompresije tijela (Nakashima, Sato, 2009).

Nakon više od 130 srušenih svjetskih rekorda u manje od godinu dana od puštanja LZR odijela u prodaju, na FINA kongresu 2010. godine, koji uključuje predstavnike nacionalnih plivačkih tijela, odlučeno je da se zabranjuje nošenje plivačkih odijela pune dužine i/ili izrađenih od poliuretana. Dopusnena su odijela dužine do razine koljena za plivače te odijela od razine ramena do koljena za plivačice. Također, moraju biti izrađeni od dopuštenih materijala, iako oni nisu bili u potpunosti definirani (Craik, 2011).

#### **4.4. Pravila prsne tehnike**

Iz prijevoda „FINA Swimming Rules“ slijede sadašnja pravila (2017.-2021. godine) za plivanje prsnom tehnikom:

**SW 7.1.** „Nakon starta i svakog okreta, plivač smije napraviti jedan podvodni zaveslaj rukama do nogu tijekom faze ronjenja. Isto tako nakon starta i svakog okreta prije prvog udarca nogama prsno plivač ima pravo na jedan dupinov udarac nogu. Glava mora proći površinu vode prije nego se ruke krenu pružati prema naprijed u najjužem dijelu zaveslaja ruku.“

**SW 7.2.** “Od početka prvog zaveslaja rukama nakon starta i svakog okreta, tijelo treba biti na prsima. Nije dozvoljeno okretanje na leđa, osim prilikom okreta na zidu kada je dopušteno okretati tijelo sve dok je nakon odvajanja od zida tijelo plivača opet na prsima. Od starta i tijekom cijele utrke ciklus plivanja sastoji se od jednog zaveslaja ruku i jednog udarca nogu po tom poretku. Svi pokreti ruku su istovremeni i u istoj horizontalnoj ravnini bez mijenjanja pokreta.“

**SW 7.3.** „Ruke se pružaju sa prsa prema naprijed zajedno po površini, ispod ili iznad površine vode. Laktovi moraju biti ispod vode osim u završnom zaveslaju prije okreta ili ulaska u cilj. Ruke se vraćaju po ili ispod površine vode. Ruke ne smiju prelaziti liniju kukova, osim kod prvog podvodnog zaveslaja poslije starta i svakog okreta.“

**SW 7.4.** „Tijekom svakog ciklusa zaveslaja, neki dio plivačeva tijela mora izlaziti kroz površinu vode. Svi pokreti nogu moraju biti istovremeni i u istoj horizontalnoj ravnini bez mijenjanja pokreta.“

**SW 7.5.** „ Stopala se moraju okrenuti prema van tijekom propulzivne faze udarca nogu. Drugačije kretnje ili dupinov udarac nogama nisu dozvoljeni osim onoga što je dozvoljeno unutar pravila 7.1. Probijanje površine vode stopalima je dozvoljeno osim u slučaju dupinovog udarca nogu“.

**SW 7.6.** „Nakon svakog okreta i u cilju utrke, dodir zida rukama mora biti istovremeno sa obje ruke, koje su odvojene i dodiruju zid ispod, iznad ili u razini površine vode. U posljednjem zaveslaju ruku poslije okreta ili u cilju nije dozvoljen udarac nogama nakon toga. Glava može biti uronjena tijekom posljednjeg zaveslaja rukama, s time da u nekom trenutku mora izaći izvan površine vode prije samog dodira zida rukama.“

## **5. METODE ISTRAŽIVANJA**

### **5.1. Uzorak ispitanika**

Uzorak ispitanika u ovom istraživanju činile su plivačice iz različitih svjetskih zemalja. Uvjet je bio da su se plivačice natjecale u finalu ili polufinalu svjetskog prvenstva u razdoblju od 1998. godine do 2017. godine. Znači da je uzorak ispitanica za svako održano svjetsko prvenstvo definiran skupom.

### **5.2. Uzorak varijabli**

Varijable u istraživanju bile su plivačke discipline: 50 m prsno, 100 m prsno i 200 m prsno. Podaci su prikupljeni u obliku službenih rezultata sa stranice Međunarodne organizacije vodenih sportova (FINA).

### 5.3. Metode obrade podataka

Prikupljeni podaci obrađeni su metodom, algoritmom i programom za analizu trenda programskim paketom Statistica 13. Polinomijalnom regresijskom analizom obrađen je trend razvoja prosjeka finalnih i polufinalnih rezultata. Za analizirane discipline prikazat će se jednodimenzionalne promjene stanja plivačica kroz godine, na kojima je kroz neki vremenski period registrirana promjena jedne kvantitativne varijable. U analizi trenda traži se funkcionalna veza između jedne zavisne varijable (rezultatski niz) i nezavisne varijable (vremenske točke). Takvu zavisnost moguće je izraziti odgovarajućim matematičkim modelom u obliku jednadžbe koju zovemo regresijska funkcija. Jedan od osnovnih ciljeva analize trenda je utvrđivanje uzročno posljedične veze varijabli te predviđanje mogućih vrijednosti zavisne varijable na temelju promjene nezavisne varijable (Harasin, 2002).

## 6. REZULTATI

Rezultati postignuti u disciplini 50 m prsno za plivačice na zadnjih devet svjetskih prvenstava u finalu prikazani su u Tablici 1., dok su rezultati u polufinalu prikazani su u Tablici 2. Za svjetsko prvenstvo održano u Perthu 1998. godine nemamo prikaz rezultata jer se tada ta dionica nije plivala, već je uvedena u program svjetskih prvenstava od 2001. godine u Fukuoki u Japanu.

*Tablica 1. Popis rezultata prikazanih u sekundama za disciplinu 50 m prsno u finalu za plivačice na svjetskim prvenstvima od 2001. do 2017. godine*

50 m prsno	Budapest 2017	Kazan 2015	Barcelona 2013	Shangai 2011	Rim 2009	Melbourne 2007	Montreal 2005	Barcelona 2003	Fukuoka 2001	Perth 1998.
1.	29,40	30,05	29,52	30,19	30,09	30,63	30,45	30,67	30,84	
2.	29,57	30,11	29,59	30,49	30,11	30,70	30,85	31,13	31,37	
3.	29,99	30,13	29,80	30,58	30,16	31,05	30,89	31,37	31,40	
4.	30,20	30,14	29,95	30,74	30,46	31,14	31,38	31,50	31,55	
5.	30,31	30,20	30,23	30,89	30,53	31,35	31,43	31,87	31,87	
6.	30,62	30,74	30,72	31,01	30,65	31,79	31,49	31,96	31,96	
7.	30,74	31,12	31,30	31,33	30,67	31,82	31,50	32,03	32,03	
8.	30,80	31,14	30,31	31,45	30,91	31,86	32,45	32,27	32,05	

*Tablica 2. Popis rezultata prikazanih u sekundama za disciplinu 50 m prsno u polufinalu za plivačice na svjetskim prvenstvima od 2001. do 2017. godine*

50 m prsno	Budapest 2017	Kazan 2015	Barcelona 2013	Shangai 2011	Rim 2009	Melbourne 2007	Montreal 2005	Barcelona 2003	Fukuoka 2001	Perth 1998.
9.	30,67	31,03	30,94	31,43	30,92	31,75	31,99	32,02	32,27	
10.	30,71	31,04	31,24	31,46	31,03	31,78	32,12	32,07	32,43	
11.	30,82	31,04	31,26	31,50	31,04	32,08	32,35	32,14	32,45	
12.	30,92	31,05	31,27	31,75	31,09	32,10	32,36	32,21	32,46	
13.	30,95	31,17	31,37	31,83	31,12	32,12	32,61	32,42	32,51	
14.	30,98	31,17	31,52	31,97	31,16	32,17	32,67	32,44	32,56	
15.	31,14	31,18	31,67	32,07	31,25	32,34	32,67	32,46	32,64	
16.	31,16	31,40	31,73	32,33	31,37	DSQ	32,73	32,57	32,71	

U Tablici 3. prikazani su rezultati u disciplini 100 m prsno u finalu, a u Tablici 4. u polufinalu za plivačice na posljednjih 10 svjetskih prvenstava od 1998. do 2017. godine.

*Tablica 3. Popis rezultata prikazanih u sekundama za disciplinu 100 m prsno u finalu za plivačice na svjetskim prvenstvima od 1998. do 2017. godine*

100 m prsno	Budapest 2017.	Kazan 2015.	Barcelona 2013.	Shangai 2011.	Rim 2009.	Melbourne 2007.	Montreal 2005.	Barcelona 2003.	Fukuoka 2001.	Perth 1998.
1.	64,13	65,66	64,42	65,05	64,93	65,72	66,25	66,80	67,18	68,42
2.	65,03	66,36	65,02	66,25	65,41	66,34	66,62	67,42	67,96	68,51
3.	65,05	66,42	65,52	66,52	65,75	67,27	67,43	67,47	68,50	68,66
4.	65,65	66,43	65,93	66,56	65,86	67,38	67,60	68,06	68,52	68,68
5.	66,43	66,55	66,74	67,08	66,37	68,05	68,07	68,30	68,80	68,77
6.	66,90	67,10	66,81	67,28	66,38	68,55	68,38	68,55	68,92	68,80
7.	66,95	67,17	67,08	67,64	66,75	68,72	68,47	68,76	69,48	69,11
8.	67,19	67,60	67,41	67,97	67,01	68,96	68,98	69,39	69,90	69,16

*Tablica 4. Popis rezultata prikazanih u sekundama za disciplinu 100 m prsno u polufinalu za plivačice na svjetskim prvenstvima od 1998. do 2017. godine*

100 m prsno	Budapest 2017.	Kazan 2015.	Barcelona 2013.	Shangai 2011.	Rim 2009.	Melbourne 2007.	Montreal 2005.	Barcelona 2003.	Fukuoka 2001.	Perth 1998.
9.	66,93	67,19	67,63	67,68	67,16	68,68	68,54	69,50	69,77	70,20
10.	67,03	67,22	67,77	67,87	67,21	69,07	68,65	69,69	69,92	70,20
11.	67,08	67,24	67,81	68,02	67,26	69,11	68,90	69,77	70,44	70,75
12.	67,19	67,42	67,83	68,38	67,27	69,39	68,99	70,07	70,79	70,76
13.	67,21	67,54	68,04	68,40	67,42	69,41	69,17	70,15	70,98	71,11
14.	67,43	67,60	68,10	68,55	67,60	69,46	69,83	70,24	71,04	71,45
15.	67,92	67,75	68,31	68,64	67,70	69,50	70,04	70,37	71,12	71,79
16.	67,93	68,02	68,73	68,81	68,13	70,32	DSQ	70,51	71,18	72,61



Rezultati postignuti u disciplini 200 m prsno u finalu prikazani su u Tablici 5. i polufinalu u Tablici 6. za plivačice na svjetskim prvenstvima od 1998. do 2017. godine.

*Tablica 5. Popis rezultata prikazanih u sekundama za disciplinu 200 m prsno u finalu za plivačice na svjetskim prvenstvima od 1998. do 2017. godine*

200 m prsno	Budapest 2017.	Kazan 2015.	Barcelona 2013.	Shangai 2011.	Rim 2009.	Melbourne 2007.	Montreal 2005.	Barcelona 2003.	Fukuoka 2001.	Perth 1998.
1.	139,64	141,15	139,41	141,47	141,62	141,84	141,72	142,99	144,90	145,45
2.	141,77	142,44	140,08	142,22	141,84	145,94	145,84	144,33	145,09	146,19
3.	141,93	142,76	142,37	144,81	141,97	145,94	147,11	145,78	145,29	146,50
4.	142,11	142,76	142,96	145,09	142,15	146,19	147,65	146,35	145,46	146,63
5.	142,23	142,76	143,01	145,36	143,03	147,55	147,85	146,38	145,84	147,52
6.	142,96	143,19	143,55	145,93	143,12	148,13	148,60	146,72	145,92	147,81
7.	143,06	143,61	144,01	146,56	143,36	148,25	148,60	148,55	146,83	148,27
8.	143,29	143,06	145,21	147,00	143,62	148,67	149,44	149,20	147,96	151,00

*Tablica 6. Popis rezultata prikazanih u sekundama za disciplinu 200 m prsno u polufinalu za plivačice na svjetskim prvenstvima od 1998. do 2017. godine*

200 m prsno	Budapest 2017.	Kazan 2015.	Barcelona 2013.	Shangai 2011.	Rim 2009.	Melbourne 2007.	Montreal 2005.	Barcelona 2003.	Fukuoka 2001.	Perth 1998.
9.	143,82	143,83	145,52	145,79	143,20	147,83	148,87	148,18	148,50	149,55
10.	144,42	144,01	145,61	145,92	143,32	148,55	148,90	148,78	148,71	150,26
11.	144,51	144,41	145,77	145,99	143,34	148,61	149,56	148,79	148,76	150,49
12.	145,60	144,68	146,22	146,43	145,00	149,40	149,68	148,79	149,25	150,55
13.	145,67	145,36	147,00	146,61	145,36	150,12	150,23	149,19	149,40	150,90
14.	145,75	145,45	147,67	146,73	146,39	150,45	150,29	150,21	151,13	151,21
15.	146,37	145,52	149,30	146,74	147,03	151,21	150,33	151,57	151,73	152,66
16.	147,77	DSQ	149,86	148,14	148,75	151,42	151,18	151,63	154,67	153,75

U Tablici 7. prikazani su prosječni rezultati u polufinalu, finalu i rezultati 1. mjesta u svakoj disciplini za svaku godinu svjetskih prvenstava od 1998. do 2017. godine. Unutar discipline 50 m prsno nema prikaza rezultata za svjetsko prvenstvo 1998. godine jer tada ta disciplina nije bila u programu natjecanja.

*Tablica 7. Prosjek rezultata u polufinalu, finalu te rezultata 1. mjesta unutar svake discipline za svako održano svjetsko prvenstvo od 1998. do 2017.*

	godina	50 m polufinale	100 m polufinale	200 m polufinale	50 m finale	100 m finale	200 m finale	50 m 1. mjesto	100 m 1. mjesto	200 m 1. mjesto
1.	1998.		69,94	149,30		68,76	147,42		68,42	145,45
2.	2001.	32,07	69,66	148,09	31,63	68,66	145,91	30,84	67,18	144,90
3.	2003.	31,95	69,07	147,97	31,60	68,09	146,29	30,67	66,80	142,99
4.	2005.	31,87	68,39	148,49	31,31	67,72	147,10	30,45	66,25	141,72
5.	2007.	31,65	68,50	148,13	31,29	67,62	146,56	30,63	65,72	141,84
6.	2009.	30,79	66,76	143,94	30,45	66,06	142,59	30,09	64,93	141,62
7.	2011.	31,31	67,54	145,67	30,84	66,79	144,81	30,19	65,05	141,47
8.	2013.	30,78	67,07	144,85	30,18	66,12	142,58	29,52	64,42	139,41
9.	2015.	30,79	67,08	143,67	30,45	66,66	142,72	30,05	65,66	141,15
10.	2017.	30,56	66,63	143,81	30,20	65,92	142,12	29,40	64,13	139,64

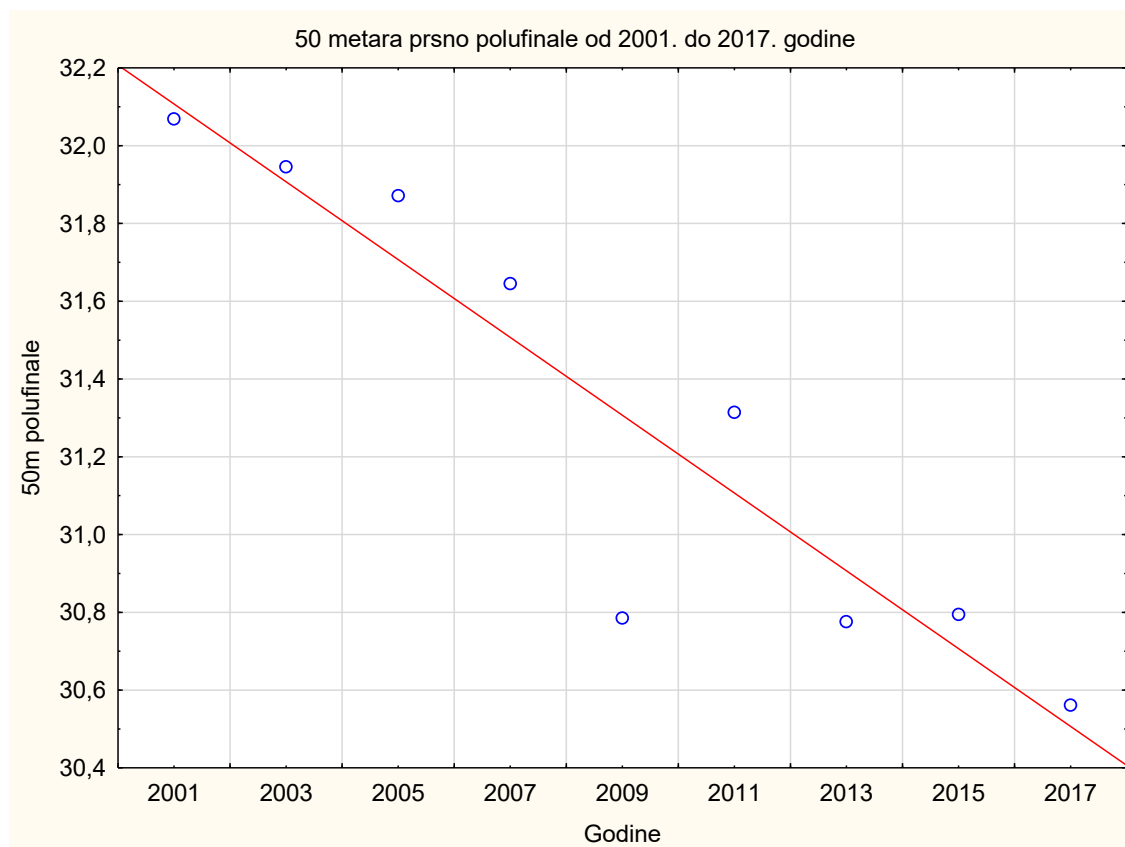
## 6.1. Disciplina 50 m prsno

Tablica 8. Statistička obrada podataka u disciplini 50 m prsno od 9. do 16. mjesta na svjetskim prvenstvima od 2001.-2017. godine

	Multiple R	R <sup>2</sup>	b	p
Linear	0,920	84,6%	385,901	0,000043
Godine			-0,15870343	0,000165

**Legenda :** Multiple R- koeficijent korelacije, R<sup>2</sup>- koeficijent determinacije, b- regresijski koeficijent, p- statistička značajnost <0,01

Graf 1. Prikaz aproksimacije prosjeka rezultata plivača u disciplini 50 m prsno od 9. do 16. mjesta na svjetskim prvenstvima od 2001. do 2017. godine po linearnoj jednadžbi regresijske analize



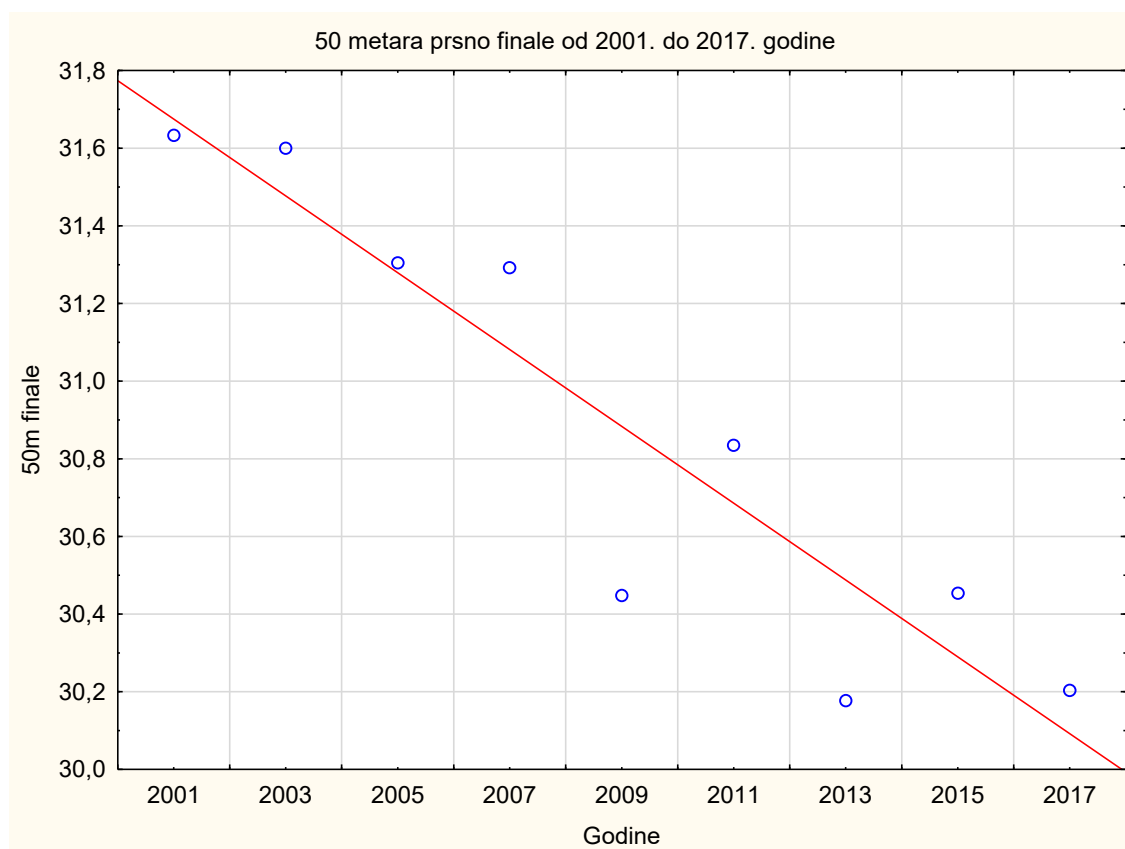
Grafom 1. prikazani su prosječni rezultati u disciplini 50 m prsno od 9. do 16. mjesta kroz vremensko razdoblje od 2001.-2017. godine. Rezultati u tom vremenu zadržavaju svoju linearnost. Prosjek rezultata 2009. godine ukazuje na drastično poboljšani rezultat (30,8) u odnosu na prethodno natjecanje 2007. godine (31,6). 2011. godine slijedi ponovni pad rezultata, nakon čega općenito gledano rezultati rastu, no nema velikih varijacija. Koeficijent determinacije pokazuje visoku povezanost rezultata (R<sup>2</sup>- 84,6%) te statistička značajnost (,000) ukazuje na njihov stalni pomak.

Tablica 9. Statistička obrada podataka u disciplini 50 m prsno od 1. do 8. mjesta (finale) na svjetskim prvenstvima od 2001.-2017. godine

	Multiple R	R <sup>2</sup>	b	p
Linear	0,923	85,1%	229,628	0,000161
Godine			-0,0989270833	0,000392

**Legenda :** **Multiple R**- koeficijent korelacije, **R<sup>2</sup>**- koeficijent determinacije, **b**- regresijski koeficijent, **p**- statistička značajnost <0,01

Graf 2. Prikaz aproksimacije prosjeka rezultata plivačica u disciplini 50 m prsno od 1. do 8. mjesta (finale) na svjetskim prvenstvima od 2001. do 2017. godine po linearnoj jednadžbi regresijske analize



Grafom 2. prikazani su prosječni rezultati u finalima discipline 50 m prsno kroz vremensko razdoblje od 2001.-2017. godine. Vidljiv je skok rezultata u promatranom vremenskom razdoblju. Na Svjetskom prvenstvu u Fukuoki u Japanu 2001. godine prosjek rezultata u finalu iznosio je 31,63 sekunde, dok je na zadnjem Svjetskom prvenstvu u Budimpešti 2017. godine taj prosjek iznosio 30,20 sekundi.

Kao i kod rezultata od 9. do 16. mjesta, primjećujemo naglo poboljšanje rezultata 2009. godine u odnosu na prethodno i sljedeće natjecanje 2007. i 2011. godine.

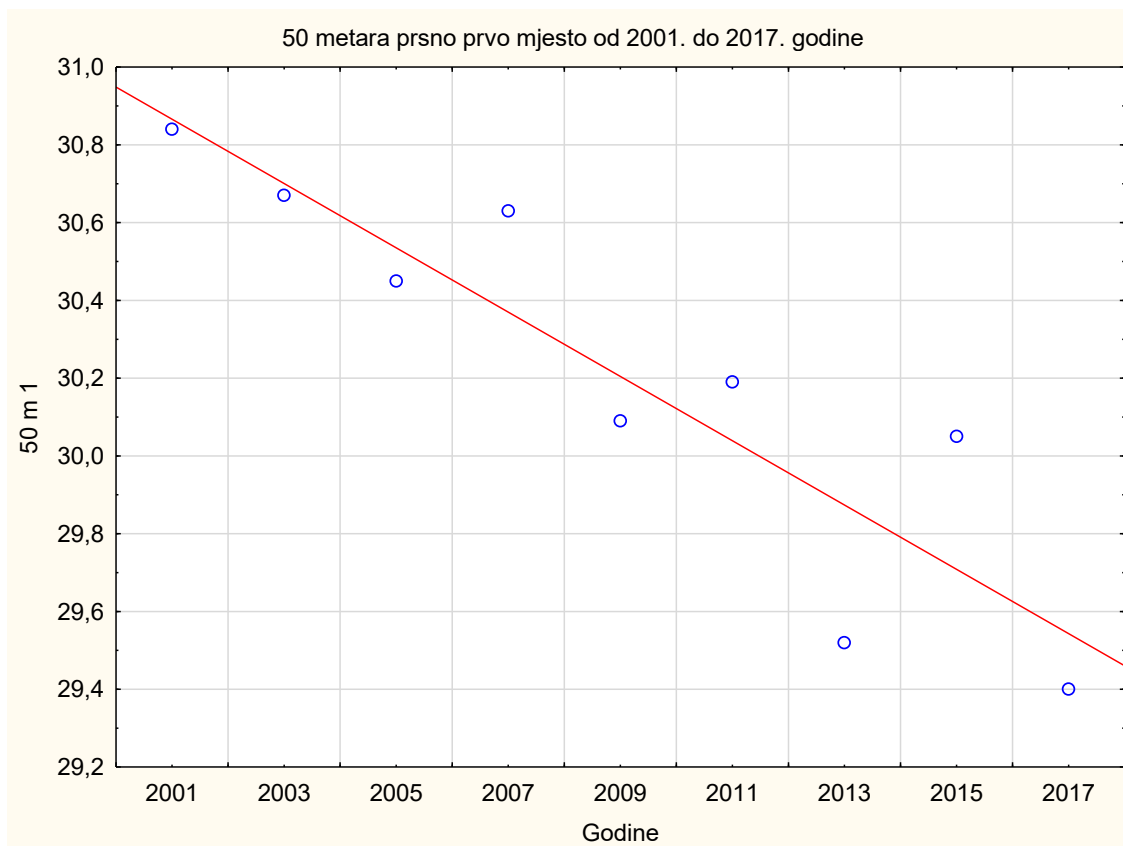
Koeficijent determinacije pokazuje visoku povezanost rezultata ( $R^2$  -85,1%) te statistička značajnost ( $p < 0,000$ ) ukazuje na njihov stalni pomak.

Tablica 10. Statistička obrada podataka u disciplini 50 m prsno za 1. mjesta na svjetskim prvenstvima od 2001.-2017. godine

	Multiple R	$R^2$	b	p
Linear	0,902	81,4%	196,2818	0,000321
Godine			-0,0826666667	0,000873

**Legenda :** Multiple R- koeficijent korelacije,  $R^2$ - koeficijent determinacije, b- regresijski koeficijent, p- statistička značajnost  $< 0,01$

Graf 3. Prikaz aproksimacije prosjeka rezultata plivačica u disciplini 50 m prsno za 1. mjesta na svjetskim prvenstvima od 2001. do 2017. godine po linearnoj jednadžbi regresijske analize



Grafom 3. prikazani su prosječni rezultati u disciplini 50 m prsno za 1. mjesta kroz vremensko razdoblje od 2001.-2017. godine. Vidljiv je ubrzani rast rezultata od 2001. do 2005. godine, nakon čega dolazi do blagog pada rezultata 2007., da bi 2009. godine rezultat naglo porastao. Sljedećih godina dolazi do određenih fluktuacija, no rezultati i dalje zadržavaju svoju linearnost. Najbolji rezultat je sa svjetskog prvenstva u Budimpešti 2017. godine kada je Lilly King postavila aktualni svjetski rekord u disciplini 50 m prsno koji iznosi

29.40 sekundi („FINA Rankings“). Koeficijent determinacije pokazuje visoku povezanost rezultata ( $R^2=81,4\%$ ) te statistička značajnost ( $<0,0001$ ) ukazuje na njihov stalni pomak

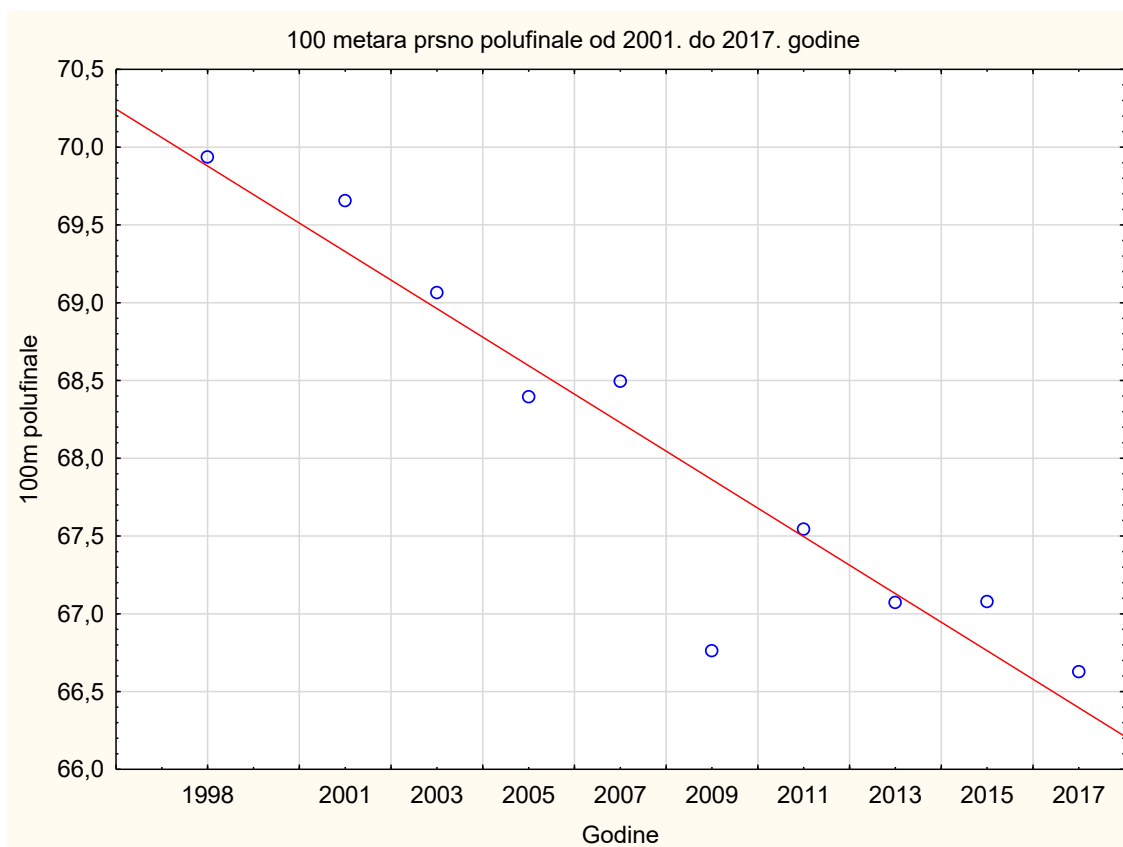
## 6.2. Disciplina 100 m prsno

Tablica 11. Statistička obrada podataka u disciplini 100 m prsno od 9. do 16. mjesta na svjetskim prvenstvima od 1998.-2017. godine

	Multiple R	$R^2$	b	p
Linear	0,938	88%	436,0233	0,000018
Godine			-0,183256043	0,000060

**Legenda :** **Multiple R**- koeficijent korelacije,  **$R^2$** - koeficijent determinacije, **b**- regresijski koeficijent, **p**- statistička značajnost  $<0,01$

Graf 4. Prikaz aproksimacije prosjeka rezultata plivačica u disciplini 100 m prsno od 9. do 16. mjesta na svjetskim prvenstvima od 1998. do 2017. godine po linearnoj jednadžbi regresijske analize



Grafom 4. prikazani su prosječni rezultati u disciplini 100 m prsno od 9. do 16. mjesta kroz vremensko razdoblje od 1998.-2017. godine. Iz grafa je vidljivo da rezultati izrazito prate linearan trend rasta, s izuzetkom rezultata iz 2009. godine gdje taj prosjek naglo odskače

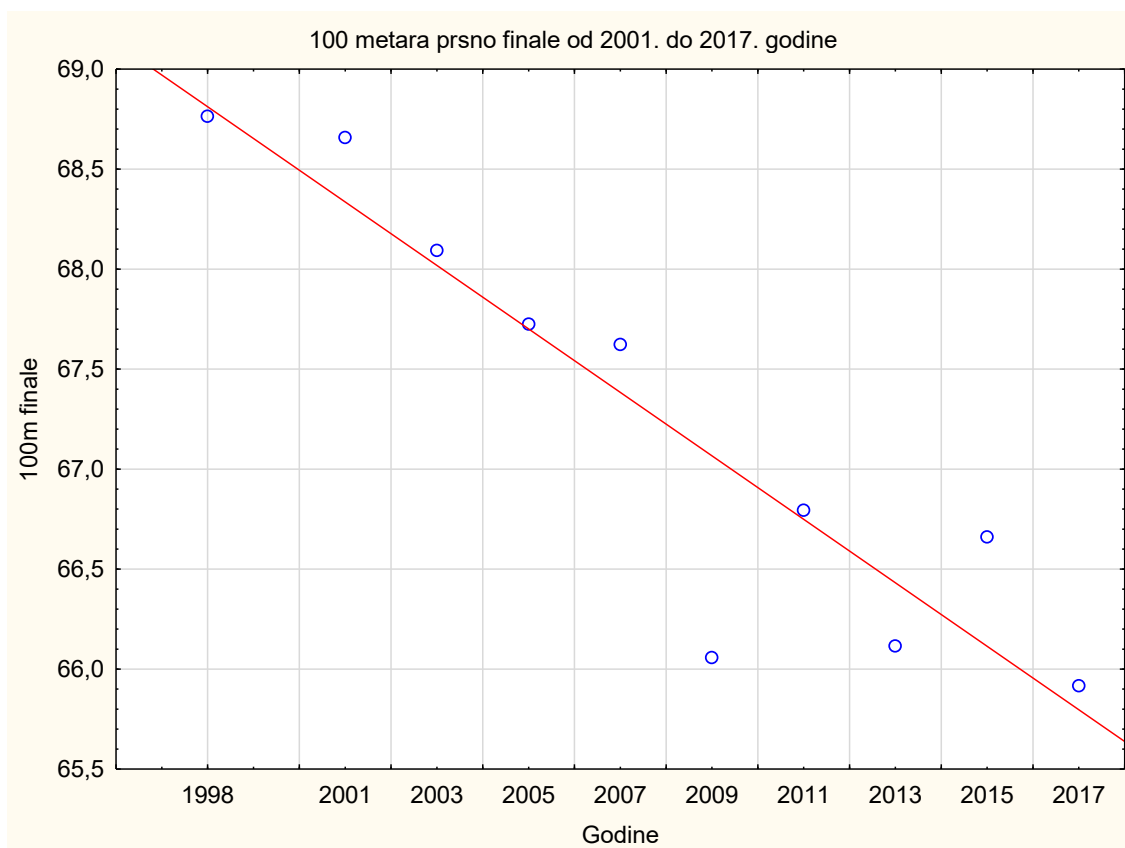
od ostalih. Koeficijent determinacije pokazuje vrlo visoku povezanost rezultata ( $R^2$ - 88%) te statistička značajnost ( $p$ ,000) ukazuje na njihov stalni pomak.

Tablica 12. Statistička obrada podataka u disciplini 100 m prsno od 1. do 8. mjesta (finale) na svjetskim prvenstvima od 1998.-2017. godine

	Multiple R	$R^2$	b	p
Linear	0,920	84,6%	385,901	0,000043
Godine			-0,15870343	0,000165

**Legenda :** Multiple R- koeficijent korelacije,  $R^2$ - koeficijent determinacije, b- regresijski koeficijent, p- statistička značajnost <0,01

Graf 5. Prikaz aproksimacije prosjeka rezultata plivačica u disciplini 100 m prsno od 1. do 8. mjesta (finale) na svjetskim prvenstvima od 1998. do 2017. godine po linearnoj jednadžbi regresijske analize



Grafom 5. prikazani su prosječni rezultati u finalima discipline 100 m prsno kroz vremensko razdoblje od 1998.-2017. godine. Vidljiv je brzi rast rezultata sa drastičnim skokom 2009. godine, nakon čega slijedi stagnacija rezultata sve do 2017. godine. Koeficijent determinacije pokazuje visoku povezanost rezultata ( $R^2$  -84,6%) te statistička značajnost ( $p$ ,000) ukazuje na stalni pomak rezultata.

Tablica 13. Statistička obrada podataka u disciplini 100 m prsno za 1. mjesta na svjetskim prvenstvima od 1998.-2017. godine

	Multiple R	R <sup>2</sup>	b	p
Linear	0,912	83,2%	457,791	0,000080
Godine			-0,19519633	0,000234

**Legenda :** Multiple R- koeficijent korelacije, R<sup>2</sup>- koeficijent determinacije, b- regresijski koeficijent, p- statistička značajnost <0,01

Graf 6. Prikaz aproksimacije prosjeka rezultata plivačica u disciplini 100 m prsno za 1. mjesta na svjetskim prvenstvima od 1998. do 2017. godine po linearnoj jednadžbi regresijske analize



Grafom 6. prikazani su prosječni rezultati u disciplini 100 m prsno za 1. mjesta kroz vremensko razdoblje od 1998.-2017. godine. Rezultati prate linearan trend razvoja bez drastičnih varijacija, izuzev 2015. godine gdje je rezultat naglo pao. Najbolji rezultat je sa svjetskog prvenstva u Budimpešti 2017. godine kada je Lilly King postavila još jedan svjetski rekord u disciplini 100 m prsno koji je iznosio 01:04.13, odnosno 64,13 sekundi („FINA



Rankings“). Koeficijent determinacije pokazuje visoku povezanost rezultata ( $R^2=83,2\%$ ) te statistička značajnost ( $p=0,000$ ) ukazuje na njihov stalni pomak.

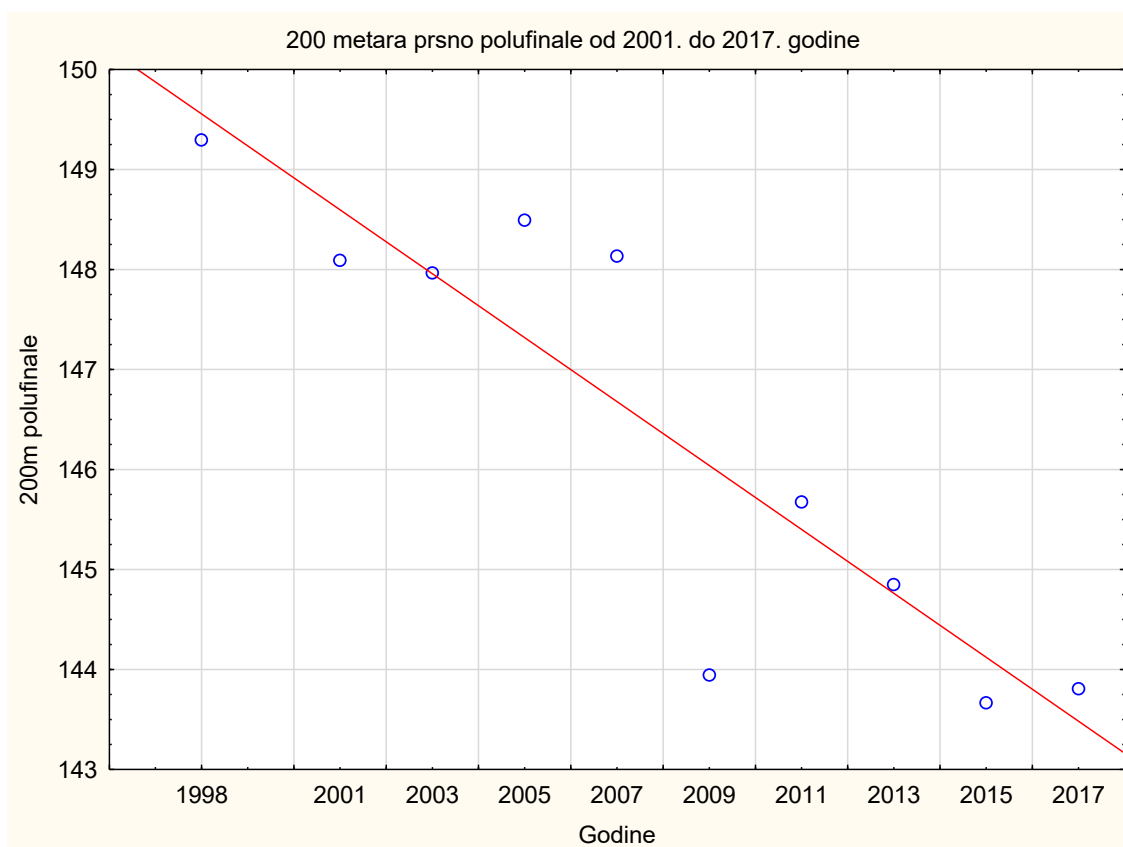
### 6.3. Disciplina 200 m prsno

Tablica 14. Statistička obrada podataka u disciplini 200 m prsno od 9. do 16. mjesta na svjetskim prvenstvima od 1998.-2017. godine

	Multiple R	$R^2$	b	p
Linear	0,898	80,6%	788,125	0,000105
Godine			-0,31960472	0,000424

**Legenda :** Multiple R- koeficijent korelacije,  $R^2$ - koeficijent determinacije, b- regresijski koeficijent, p- statistička značajnost  $<0,01$

Graf 7. Prikaz aproksimacije prosjeka rezultata plivačica u disciplini 200 m prsno od 9. do 16. mjesta na svjetskim prvenstvima od 1998. do 2017. godine po linearnoj jednadžbi regresijske analize



Grafom 7. prikazani su prosječni rezultati u disciplini 200 m prsno od 9. do 16. mjesta kroz vremensko razdoblje od 1998.-2017. godine. Vidljiv je brzi rast rezultata do 2005. godine, njihova stagnacija do 2007. godine te drastičan porast 2009. godine nakon čega slijedi ponovni napredak od 2015. do 2017. godine.

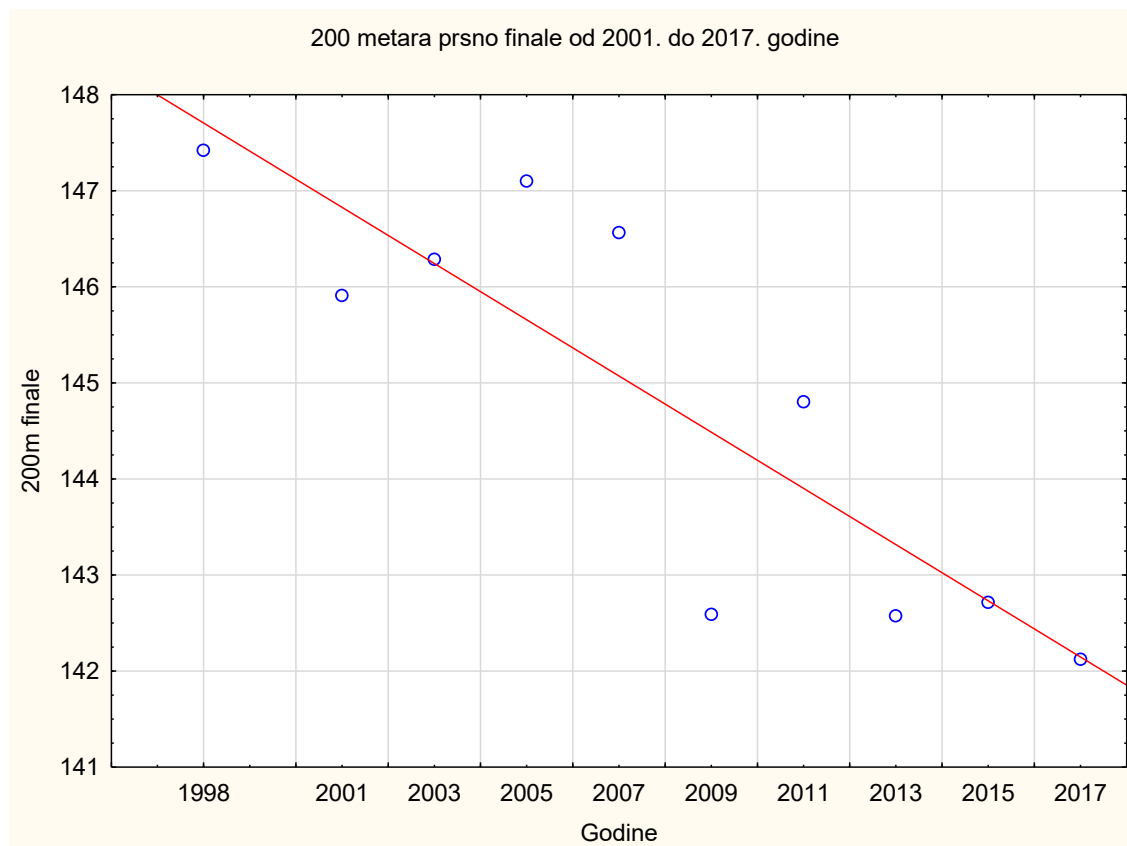
Rezultati u tom vremenu zadržavaju svoju linearnost. Koeficijent determinacije pokazuje visoku povezanost rezultata ( $R^2=80,6\%$ ) te statistička značajnost ( $,000$ ) ukazuje na njihov stalni porast.

Tablica 15. Statistička obrada podataka u disciplini 200 m prsno od 1. do 8. mjesta (finale) na svjetskim prvenstvima od 1998.-2017. godine

	Multiple R	$R^2$	b	p
Linear	0,863	74,5%	732,278	0,000312
Godine			-0,29257846	0,001289

**Legenda :** **Multiple R**- koeficijent korelacije,  **$R^2$** - koeficijent determinacije, **b**- regresijski koeficijent, **p**- statistička značajnost  $<0,01$

Graf 8. Prikaz aproksimacije prosjeka rezultata plivačica u disciplini 200 m prsno od 1. do 8. mjesta (finale) na svjetskim prvenstvima od 1998. do 2017. godine po linearnoj jednadžbi regresijske analize



Grafom 8. prikazani su prosječni rezultati u finalima discipline 200 m prsno kroz vremensko razdoblje od 1998.-2017. godine. Možemo primijetiti veliku raspršenost rezultata sa mnogim fluktuacijama u različitim vremenskim periodima. Najveći skok rezultata bio je 2009. godine, dok je najbolji prosjek rezultata iz 2017. godine. No primjetno je vidljiv

ogroman skok rezultata u promatranom vremenskom razdoblju (od 147,4 do 142,1). Koeficijent determinacije pokazuje nešto manju povezanost rezultata ( $R^2 = 74,5\%$ ), no statistička značajnost ( $p < 0,001$ ) i dalje ukazuje na njihov stalni porast.

Tablica 16. Statistička obrada podataka u disciplini 200 m prsno za 1. mjesta na svjetskim prvenstvima od 1998.-2017. godine

	Multiple R	$R^2$	b	p
Linear	0,915	83,7%	722,353	0,000044
Godine			-0,28902551	0,000207

**Legenda :** Multiple R- koeficijent korelacije,  $R^2$ - koeficijent determinacije, b- regresijski koeficijent, p- statistička značajnost  $< 0,01$

Graf 9. Prikaz aproksimacije prosjeka rezultata plivačica u disciplini 200 m prsno za 1. mjesta na svjetskim prvenstvima od 1998. do 2017. godine po linearnoj jednadžbi regresijske analize



Grafom 9. prikazani su prosječni rezultati u disciplini 200 m prsno za 1. mjesta kroz vremensko razdoblje od 1998.-2017. godine. Može se primijetiti stalan linearan trend razvoja rezultata. Drastičan skok dogodio se 2013. godine, koji predstavlja najbolji rezultat u promatranom vremenskom razdoblju. To je ujedno i aktualni svjetski rekord u disciplini 200 m prsno za žene koji je postavila Rikke Pedersen na svjetskom prvenstvu u Barceloni 2013.

godine („FINA Rankings“). Koeficijent determinacije pokazuje visoku povezanost rezultata ( $R^2=83,7\%$ ) te statistička značajnost ( $,000$ ) ukazuje na njihov stalni pomak.

## 7. RASPRAVA

Analizom rezultata postignutih u tri izabrane discipline za žene u vremenskom razdoblju od 1998. do 2017. godine, utvrđen je linearan rast rezultata.

Poznato je da je natjecateljsko plivanje doživjelo stalan i značajan napredak tijekom zadnjih pola stoljeća, a razlozi su mnogi : napredak procesa sportske pripreme, sofisticiranije metode selekcije sportaša, poboljšanje mehanike zaveslaja, standardizacija i promjena plivačkih pravila (dubine bazena, vrste pruga, visina i kut startnih blokova, temperatura vode) kao i brza plivačka odijela (Arellano i sur., 2004; Chatterjee, Laudato, 1996; Costa, 2010., O'Connor, Vozenilek, 2011).

No, postotak napretka kao i sami rezultati variraju od natjecanja do natjecanja, u četverogodišnjem olimpijskom ciklusu, kao i u plivanju različitih dionica. Takve varijacije rezultata vidljive su u statističkim prikazima tablica i grafova u ovom diplomskom radu. Na temelju toga postavlja se pitanje zašto dolazi do takvih varijacija i koji je njihov uzrok. U tom smislu možemo izdvojiti tri skupine čimbenika koji zamjetno utječu na varijabilitet rezultata u promatranom vremenskom razdoblju.

Prvu skupinu čine brza plivačka odijela koja su se počela proizvoditi i upotrebljavati od 2000. godine, s vrhuncem njihove upotrebe na svjetskom prvenstvu u Rimu 2009. godine kada su postavljena nova 43 svjetska rekorda. Nikada prije toliki broj svjetskih rekorda nije srušen u tako kratkom vremenskom razdoblju. U grafovima ovog diplomskog rada vidljivi su ekstremni porasti rezultata upravo 2009. godine. Naravno, razlog tome bila su poliuretanska plivačka odijela koja su prekrivala gotovo cijelo tijelo. Nedugo zatim, 2010. godine FINA zabranjuje upotrebu takvih odijela i striktno definira pravila o istima (O'Connor, Vozenilek, 2011). Također, nagli pad rezultata na sljedećem svjetskom prvenstvu 2011. godine, kada su takva odijela bila zabranjena, govori u prilog tome da su rezultati 2009. godine postignuti uglavnom na račun tehnološki naprednih odijela.

Drugu skupinu čine olimpijski ciklus i pripadajuća svjetska prvenstva. Svaki olimpijski ciklus sadrži četiri godine, a svjetska prvenstva u plivanju održavaju se 1. i 3. godine tog ciklusa. Iz grafova je primjetan pad rezultata u 3. godini olimpijskog ciklusa, tj. predolimpijskoj godini, i to 2007., 2011. i 2015. godine u svim prikazanim disciplinama.

Isto tako, u 1. godinama olimpijskog ciklusa, poslije prethodnih Olimpijskih igara, primjetan je porast rezultata (2009., 2013. i 2017. godine).

Prema Milanoviću (2013) stanje sportske forme karakterizira velika specifična radna sposobnost i spremnost sportaša za postizanje najviših sportskih rezultata, a svoju najvišu razinu sportski rezultati trebaju dosegnuti na glavnim natjecanjima. Optimalna sportska forma i visoki natjecateljski rezultati u pravilu se moraju podudarati. Tako se analizom rezultata u ovom radu može utvrditi da je pad rezultata u predolimpijskim godinama uzrokovan tempiranjem sportske forme za Olimpijske igre, kao i da se porast rezultata u godinama nakon Olimpijskih igara može objasniti održavanjem sportske forme do samog svjetskog prvenstva, no to ne možemo sa sigurnošću zaključiti.

Treću skupinu čini poboljšanje cjelokupnog sustava sportske pripreme. Razvojem ovog sustava i svih njegovih segmenata, a temeljem unaprjeđenja sportskih znanosti, otvaraju se sve veće mogućnosti da će sportaši, uz veću razinu sigurnosti, ostvarivati sve bolje rezultate. Razvoj vrhunskog sporta posljedica je većeg ulaganja društvenog rada u proces stvaranja rezultata. Nekada je rezultat sportaša zavisio isključivo od vlastitog naprezanja, ulaganja, vremena, volje, talenta... Danas u postizanju vrhunskih rezultata ključnu ulogu nemaju samo sportaši, već i stručnjaci raznih profila : od timova trenera, psihologa, liječnika, farmaceuta, genetičara, fizioterapeuta, do stručnjaka za izradu i odabir sportske opreme, objekata, rekvizita, uvjeta za natjecanje, pripreme, treninge... Stvoreni su instituti za istraživanja u sportu koji se bave pronalaženjem novih mehanizama za postizanje vrhunskih rezultata. Tijelo sportaša zapravo postaje finalni produkt industrije proizvodnje rezultata ( Harasin, 2002) . Također, sve bolja infrastruktura kao preduvjet za provedbu procesa treninga te primjena suvremenih spoznaja o planiranju i programiranju trenažnog procesa dovode do velikog napretka rezultata (Neljak, 2013). Sve to osigurava stalan pozitivan trend usavršavanja sposobnosti sportaša i progresivan rast sportskih rezultata.

## 8. ZAKLJUČAK

Od svojih početaka do danas natjecateljsko plivanje doživljava izrazit napredak sportskih rezultata, kako u muškoj, tako i u ženskoj konkurenciji. U ovom diplomskom radu analiziran je trend razvoja rezultata u disciplinama tehnike prsno kod plivačica na svjetskim prvenstvima u vremenskom razdoblju od 1998. do 2017. godine. Rezultatski gledano vidljiv je linearan porast rezultata u svim disciplinama, sa ekstremnim rezultatima postignutima na svjetskom prvenstvu u Rimu 2009. godine, nakon čega slijedi blaga stagnacija rezultata i ponovni napredak do 2017. godine kada su postignuti najbolji rezultati gotovo u svim disciplinama promatranom razdoblju.

Unatoč određenim varijacijama rezultata tijekom zadnjih deset svjetskih prvenstava, na temelju dobivenog možemo zaključiti da rezultati svjetskih plivačica ukazuju na tendenciju njihovog stalnog napretka. Također, analize trenda razvoja rezultata za sve discipline u polufinalu, finalu i za 1. mjesta pokazuju statističku značajnost i njihov stalan pozitivan rast, kao i koeficijenti determinacije koji su pokazali njihovu visoku povezanost. Prikazanim trendom razvoja rezultata na posljednjih deset svjetskih prvenstava, kao i detaljnijom analizom svih disciplina mogu se prikupiti podaci potrebni za detaljnije i preciznije planiranje i programiranje procesa sportske pripreme, koji bi poslužili plivačkim trenerima i sportskim stručnjacima raznih profila kao smjernice za daljnji rad.

Osobita je važnost ovakvih radova za hrvatsko plivanje, kojih sa znanstvenog stajališta nedostaje. Dakako, „naši“ hrvatski plivački rezultati neće ovisiti samo o broju znanstvenih stručnih radova, već o osiguranju materijalnih uvjeta i sredstava koji će omogućiti provođenje procesa sportske pripreme na svjetskoj razini, o osposobljavanju kadrova koji prate takav proces na željenoj razini, o ulaganju u sport mladih i promjeni školskog sustava koji bi dozvoljavao nastanak profesionalnih vrhunskih plivača. Hrvatsko plivanje stagniralo je posljednjih nekoliko godina na svjetskoj plivačkoj sceni, no mlađe generacije pokazuju tendenciju postizanja vrhunskih rezultata, stoga je bitno ostvarivati daljnji znanstveni i stručni napredak u području ovog bazičnog sporta.

## 9. LITERATURA

Arellano, R., Brown, P., Cappaert, J., Nelson, R. (1994.) Analysis of 50-m, 100-m and 200-m Freestyle swimmers at the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics*. 10:189-199

Biro, M., Revesz, L., Hidvegi, P. (2015.) The history of breaststroke. U *Swimming Teaching History Technique* (str. 32-34). Eszterhazy Karoly College. EKC Liceum Press.

Chatterjee, S., Laudato, M. (1996.) An analysis of world record times of men and women in Running, Skating, and Swimming. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 10(4): 274-278

Costa, M. i sur. (2010.) Tracking the performance of world-tranked swimmers. *Journal of Sport Science and Medicine*. 9:411-417

Craik, J. (2011.) The Fastskin Revolution : From Human Fish to Swimming Androids. *Culture Unbound*. Volume 3. 71-82. S mreže skinuto 17.06.2019. Dostupno na : <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Fastskin-Revolution-From-Human-Fish-to-Swimming-Craik/a453271d721636ad4ef1d6f71017e5c2d77c24ac>

„FINA Office“ (n.d.) U FINA Federation Internationale de Natation. S mreže skinuto 13.06.2019. Dostupno na : <http://www.fina.org/content/fina-office>

„FINA Overview and Objectives“ (n.d.) U FINA Federation Internationale de Natation. S mreže skinuto 13.06.2019. Dostupno na : <http://www.fina.org/content/fina>

„FINA Rankings“(n.d.) U FINA Federation Internationale de Natation. S mreže skinuto 13.06.2019. Dostupno na : <http://www.fina.org/fina-rankings/results?recordCode=WR&gender=Women&poolConfiguration=LCM&type=records&selectedGroup=Freestyle&selectedGender=Women&selectedDistance=50>

„FINA Swimming Rules“ (n.d.) U Fiji Swimming . FINA Rules Handbook. S mreže skinuto 13.06.2019. Dostupno na : <https://fijiswimming.org/wp-content/uploads/2018/08/FINA-Swimming-Rules.pdf>

Harasin, D. (2002). Analiza trendova razvoja rezultata u bacačkim atletskim disciplinama na olimpijskim igrama. Magistarski rad. Kineziološki fakultet, Zagreb.

Heazlewood, T. (2006.) Prediction Versus Reality: The Use of Mathematical Models to Predict Elite Performance in Swimming and Athletics at the Olympic Games. The 8th Australasian Conference on Mathematics and Computers in Sport. Queensland, Australia. Journal of Sports Science and Medicine 5.

Maglischo, E. (2003.) Breaststroke. Flat and Wave Breaststroke Styles. U Swimming fastest (str 219-222). Human Kinetics. United States of America.

Mason, B.R., Formosa, D.P. (2011.) Competition Analysis. World Book of Swimming: From Science to Performance. Nova Science Publishers, Inc.

Milanović, D. (2013.) Teorija treninga. Kineziologija sporta. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 163.-165.str

Milinović, I., Milanović, D., Harasin, D. (2009.) Analiza razvojnih trendova olimpijskih rezultata bacačica kugle. Zbornik radova. S mreže skinuto 17.06.2019. Dostupno na : [https://www.hrks.hr/skole/18\\_ljetna\\_skola/194-199.pdf](https://www.hrks.hr/skole/18_ljetna_skola/194-199.pdf)

Moria, H. i sur. (2010.) Contribution of Swimsuits to Swimmer's Performance. 8th Conference of the International Sports Engineering Association (ISEA). S mreže skinuto 17.06.2019. Dostupno na : <https://pdf.sciencedirectassets.com/278653/1-s2.0-S1877705810X00030/1-s2.0-S1877705810002778/main.pdf?>

Nakashima, M., Sato Y. (2009.) Optimization of arm stroke in freestyle swimming by Simulation. Engineering of Sports III 2009:1:207-211

Neljak, B. (2013.) Opća kineziološka metodika. Gopal, Zagreb



O'Connor, L., Vozenilek, J. (2011.) Is it the athlete or the equipment? An analysis of the top swim performance from 1990. to 2010. Journal of Strength and Conditioning Research. 25(12):3239-3241

Poirier-Leroy, O. (2018.) The Breaststroke: Everything You Ever Wanted to Know. S mreže skinuto 08.06.2019. Dostupno na: <https://www.yourswimlog.com/breaststroke/>

Raab, M. (2018.) The Evolution of Breaststroke. S mreže skinuto 08.06.2019. Dostupno na: <https://www.swimmingworldmagazine.com/news/the-evolution-of-breaststroke/>

Šiljeg, K. (2018). Plivanje. HPS – Hrvatski plivački savez. str.160.-162.

Volčanšek, B. (1996.) Prsna tehnika. U Sportsko plivanje: plivačke tehnike i antropološka analiza plivanja (str. 51-54, 56-57, 59-61). Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb

Wilkie, D., Juba, K. (1986.) The Handbook of Swimming. Pelham Books Ltd. London. Great Britain.

Wolfrum, M., Rust, C.A., Rosemann, T., Lepers, R., Knechtle, B. (2014.) Changes in breaststroke swimming performances in national and international athletes competing between 1994 and 2011- a comparison with freestyle swimming performance. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation 6.

Zoretić, D. (2013). Utjecaj hiperkapnijsko-hipoksičnoga treninga na izvedbu 100 metara tehnikom krala kod vrhunskih plivača. Doktorski rad. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.