

# POVEZANOST BIOMEHANIČKIH POKAZATELJA IZVEDBE I USPJEŠNOSTI U VESLANJU KOD STUDENATA

---

Milić, Josip

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2022

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:117:115211>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-25**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

(studij za stjecanje akademskog naziva:  
stručni specijalist trenerske struke, veslanje)

**Josip Milić**

**POVEZANOST BIOMEHANIČKIH  
POKAZATELJA IZVEDBE I USPJEŠNOSTI U  
VESLANJU KOD STUDENATA**

završni rad

**Mentor:**

**izv. prof. dr. sc. Nikola Prlenda**

Zagreb, svibanj 2022.

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:

---

izv. prof. dr. sc. Nikola  
Prlenda

Student:

---

Josip Milić

# POVEZANOST BIOMEHANIČKIH POKAZATELJA IZVEDBE I USPJEŠNOSTI U VESLANJU KOD STUDENATA

## Sažetak

Cilj ovog istraživanja bio je istražiti povezanost biomehaničkih pokazatelja izvedbe i uspješnosti u veslanju kod studenata početnika. Na temelju pregleda literature utvrđeno je kako nije dovoljno istražena povezanost između biomehaničkih pokazatelja izvedbe s brzinom čamca te uspješnost posade. Uzorak je činilo 72 studenata treće godine Kineziološkog fakulteta, 27,78 % studenata (N = 20) i 72,22 % studentica (N = 52) koji su imali zadatak što brže preveslati dionicu 500 metara u školskom četvercu na pariće s kormilom. Svi ispitanici su podjednake razine znanja veslačke tehnike s obzirom da se radi o početnicima u veslanju. Dobiveni rezultati su pokazali da veći broj zaveslaja tijekom utrke na 500 metara kod odraslih početnika nije pozitivno povezan s ukupnim izveslanim vremenom, što je zanimljivo s obzirom da u današnje vrijeme kod vrhunskih veslača se želi postići što veći broj zaveslaja u minuti jer bi trebao biti pozitivno povezan s brzinom i izveslanim vremenom. Kod rezultata za brzinu i akceleraciju smo dobili očekivane rezultate jer su brže posade imale i veće srednje vrijednosti brzine i akceleracije, ali je zanimljivo da najbrže posade nisu imale nužno i maksimalnu postignutu brzinu i akceleraciju, no manje su radile veće pogreške kojima bi bitno narušile brzinu čamca. Za rezultate koji nam govore o vremenu potrebnom za izvesti jedan ciklus zaveslaja utvrđeno je da su manje uspješne posade imale velike maksimalne vrijednosti te varijable što dovodi do zaključka da su imali veće pogreške i praktički zaustavili čamac svakom većom pogreškom. Varijabla impuls zaveslaja je u jako velikoj korelaciji s ukupnim izveslanim vremenom posade tj. posade s većim vrijednostima su postigle bolje rezultate. Napomenimo i da je akceleracija u velikoj korelaciji, a brzina u gotovo savršenoj korelaciji s ukupnim izveslanim vremenom odnosno uspješnosti posade na dionici od 500 metara. Istraživanje je pokazalo da ne možemo očekivati jednaku povezanost biomehaničkih pokazatelja izvedbe i uspješnosti u veslanju kod studenata početnika kao što očekujemo isto kod vrhunskih veslača. Kod veslača početnika uspješnost posade uvelike određuje broj i veličina tehničkih pogrešaka.

*Ključne riječi:* veslanje, studenti, početnici, utrka, biomehanički pokazatelji, korelacija

## CORRELATION BETWEEN BIOMECHANICAL INDICATORS OF PERFORMANCE AND EFFECTIVENESS IN STUDENT ROWING

### **Abstract**

The aim of this study was to investigate the relationship between biomechanical performance indicators and rowing performance in novice students. Based on a review of the literature, it was found that the relationship between biomechanical performance indicators with boat speed and crew performance has not been sufficiently investigated. The sample consisted of 72 third-year students of the Faculty of Kinesiology, 27.78% of students (N = 20) and 72.22% of female students (N = 52) who they had the task of crossing the 500-meter section of the school quartet as fast as possible into pairs with the coxswain. All respondents have the same level of knowledge of rowing technique since they are beginners in rowing. The obtained results showed that a greater number of strokes during the 500 meter race in adult beginners is not positively related to the total rowing time, which is interesting considering that nowadays top rowers want to achieve as many strokes per minute as possible because it should be positive related to speed and time taken. In terms of speed and acceleration results, we got the expected results because faster crews had higher mean values of speed and acceleration, but it is interesting that the fastest crews did not necessarily have the maximum speed and acceleration, but less major errors that would significantly impair the speed of the boat. For the results that tell us about the time required to perform one stroke cycle, we can say that less successful crews had large maximum values of this variable, which leads to the conclusion that they had bigger mistakes and practically stopped the boat with every bigger mistake. For the paddle impulse variable, we can say that it is in a very large correlation with the total set time of the crew, i.e. that crews with higher values achieved better results. Note that the acceleration is highly correlated, and the speed is almost perfectly correlated with the total time set, i.e. the performance of the crew on the section of 500 meters. Research has shown that we cannot expect the same correlation between biomechanical performance indicators and rowing performance in beginner students as we expect the same in top rowers. For novice rowers, crew performance is largely determined by the number and magnitude of technical errors.

*Keywords:* rowing, students, beginners, race, biomechanical indicators, correlation

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	6
2. CILJ I HIPOTEZE .....	12
3. METODE ISTRAŽIVANJA.....	13
3.1. ISPITANICI.....	13
3.2. MJERNI PROTOKOL .....	13
3.3. AKVIZICIJA I OBRADA SIGNALA .....	14
3.4. STATISTIČKA ANALIZA PODATAKA.....	15
4. REZULTATI.....	15
5. RASPRAVA .....	22
6. ZAKLJUČAK .....	26
8. LITERATURA .....	27

## 1. UVOD

Prema klasifikaciji sportova veslanje spada u monostrukturne ciklične sportske aktivnosti. Tako i Milanović (2013) navodi: „Ovakva klasifikacija podrazumijeva jednostavne strukture kretanja zatvorenog ili poluotvorenog tipa koje se uzastopno ponavljaju.“

Dobra tehnika veslanja zasniva se na pravilnoj primjeni osnovnih biomehaničkih principa čiji je cilj postići efikasan i učinkovit zaveslaj u skladu s mehaničkim zakonitostima prema kojima se čamac kreće prema naprijed. Primarni utjecaj veslača na čamac i njegovo efektivno kretanje nazivaju se veslačkom tehnikom. Korištenjem mehaničkih principa i primjenom dugačkog zaveslaja kojim se postiže znatno i učinkovito prelaženje udaljenosti po zaveslaju, veslač svoj psihofizički napor pretvara u efektivnu i učinkovitu brzinu čamca.

Zaveslaj se dijeli na četiri glavne faze: 1) „konac“ ili kraj zaveslaja – kada se lopatice vesla vade iz vode, 2) faza oporavka – kada su lopatice vesla van vode te se tijelo kreće u suprotnom smjeru od kretanja čamca, 3) zahvat – kada lopatice vesla ulaze u vodu, 4) faza propulzije – pokretačka faza ciklusa zaveslaja. Smoljanović (2008) navodi: „Lopatice vesla su u okomitom položaju u odnosu na površinu vode u fazi propulzije, dok se nakon njihova vađenja iz vode dovode u vodoravni položaj u odnosu na površinu vode. Neposredno prije zahvaćanja vode, lopatice vesla se ponovo dovode u okomiti položaj u odnosu na površinu vode i u takvom okomitom položaju dolazi do novog zahvaćanja vode i faze propulzije.“. Točnim i brzim ulaženjem lopatica u vodu u položaju zahvata, čamac će zadržati veću minimalnu brzinu kroz fazu zahvata i propulzije. Zadržavanjem veće razine minimalne brzine čamca tijekom zahvata i propulzije povećava se prosječna brzina čamca.

Kada je riječ o biomehaničkim mjerenjima u veslanju, Mikulić (2010) navodi: „Biomehanička mjerenja u veslanju mogu se podijeliti na sljedeće kategorije:

- Prema području mehanike:
  - kinematička mjerenja
  - kinetička mjerenja
  
- Prema primijenjenoj metodi mjerenja:
  - invazivna metoda mjerenja (ostvaruje se izravan kontakt mjerne opreme i sustava veslač-čamac)
  - neinvazivna metoda mjerenja (nema izravnog kontakta mjerne opreme i sustava veslač-čamac)“

Nadalje, Mikulić(2010) navodi: „Kinematička mjerenja u veslanju opisuju kretanje veslača, čamca i sistema veslač-čamac ne uzimajući u obzir sile koje uvjetuju to kretanje. Kinematička mjerenja u veslanju koriste varijable kao što su dimenzije, kutovi, pomaci, rotacije, brzine, ubrzanja i sl. Kinetička mjerenja u veslanju, s druge strane, analiziraju sile kao unutarnje uzroke bilo kakvog kretanja. Generiranje sile je izravno povezano sa veslačkom snagom i brzinom čamca tako da osigurava važne informacije o veslačevim dobrim i lošim stranama pripremljenosti. Generiranje sile u veslanju moguće je mjeriti na tri lokacije: (1) na dršci vesla, (2) na ušici, (3) na odupiračima za noge“. Kiseljak i sur. (2018) navode: „Značajnu ulogu u izvedbi veslanja ima energija koju veslač stvara tijekom zaveslaja, kao i učinkovitost njezinog prijenosa na čamac. Što je veći udio kinetičke energije prenesen na drške vesala i odupirače, veslanje je mehanički učinkovitije“. Što se tiče inaktivnih metoda Mikulić (2010) navodi: „Invazivne metode mjerenja obuhvaćaju primjenu raznih mjernih pretvarača koji se postavljaju na mjereni dio sistema veslač-čamac. Telemetrijski sustavi prikupljaju podatke sa mjernih pretvarača te se podaci pomoću računala mogu očitavati u realnom vremenu kao i pohranjivati u memoriju računala za kasniju analizu. Neinvazivne metode mjerenja sastoje se od raznih oblika video analize, primjene radara i GPS sustava koji mogu mjeriti poziciju i brzinu sistema veslač-čamac. Neinvazivne metode zahtijevaju složenije i duže obrade podataka, no često su jedini način prikupljanja podataka tijekom veslačkih natjecanja“.

Rajković (2015) u doktorskoj disertaciji, pozivajući se na Gombača (1965), navodi: „Odnosom brzine kretanja dijelova tijela veslača i brzine kretanja čamca dobiveni su podaci važni za uspjeh u veslanju i to: akceleracija i brzina kretanja čamca pri određenom tempu i ritmu veslanja, za određenu posadu - tehnika veslača i utjecaj na kretanje čamca, homogenost tj. heterogenost, u tehnici pojedinih veslača iste posade, optimalan ritam i tempo sa aspekta brzine kretanja čamca, usporedba tehnike raznih veslača, kao i usporedba kretanja raznih čamaca sa istom posadom“. Lanc (1986) navodi da: „U formiranju zajedničke veze između motoričkog prostora i uspjeha u učenju veslanja sudjeluje osam od ukupno 11 faktora: koordinacija, realizacija ritmičkih struktura, ravnoteža, frekvencija pokreta, brzina jednostavnih pokreta, preciznost, fleksibilnost i eksplozivna snaga. Značajni doprinos u učenju veslanja daju sposobnosti tipa koordinacije i realizacije ritmičkih struktura.“



Kada se radi o veslačkoj tehnici, može se reći da je kvalitetna veslačka tehnika jedna od osnovnih pretpostavki za postizanje veslačkih rezultata.

U veslanju imamo dvije discipline, odnosno grane, što i nepoznati autor navodi u tekstu „O veslanju“ :

1. „ rimen discipline - svaki veslač vesla samo sa jednim veslom, a može biti lijevi ili desni, ovisno o tome na koju stranu ide lopata njegovog vesla. Olimpijske discipline u rimen veslanju su: dvojac bez kormilara (2-), četverac bez kormilara (4-), osmerac sa kormilarom (8+). Neolimpijske rimen discipline su: dvojac sa kormilarom (2+), četverac sa kormilarom (4+).
2. skul discipline ili discipline na pariće - svaki veslač vesla sa dva vesla, odnosno sa po jednim veslom u svakoj ruci. Olimpijske discipline na pariće su: samac ili skif (1x), dvojac na pariće (2x) i četverac na pariće ili četverac skull (4x).“

Radi ovoga rada, bitno je i napomenuti da veslači početnici (djeca 10 -12 godina, studentska populacija i rekreacija) veslaju u širokom čamcu koji se zove „Gig“ te je najčešće četverac na pariće. On je dosta teži i širi od standardnih natjecateljskih čamaca, ali samim time i puno stabilniji. Također, valja napomenuti da je veslačka utrka za početnike najčešće na 500 metara. Ono što je nama zanimljivo je populacija studentskog veslanja i to kategorija novaka koji veslaju utрку na 500 metara te su i mjerenja koja će biti obrađena u ovom radu obrađena na toj dionici.

Od kada je veslanja na svijetu, uvijek je bio cilj od točke A do točke B stići sigurno i u što kraćem vremenu (Dreher, 2017). Kao što znamo, i u natjecateljskom veslanju je cilj dionicu od dvije tisuće metara proći u što kraćem vremenu. U ovom istraživanju ćemo probati zaključiti da li su i koji su biomehanički pokazatelji izvedbe povezani s uspješnosti posade. Na temelju pregleda literature utvrđeno je kako nije dovoljno istražena povezanost između biomehaničkih pokazatelja izvedbe s brzinom čamca te uspješnosti posade. Postoje brojni radovi koji prikazuju primjenu inercijskog senzora u veslanju te prikazi varijabli koje oni mogu dati kao što su npr. brzina, akceleracija, vrijeme, impuls zaveslaja, broj zaveslaja u minuti i dr. Također postoji jako malo istraživanja na velikom uzorku te na studentskoj populaciji.

Kada je riječ o sportskoj dijagnostici Čagalj (2018) navodi: „Oduvijek je sportska dijagnostika bila rezervirana isključivo za sportske laboratorije gdje je raspoloživ sav instrumentarij i u kojima je moguće kontrolirati vanjske utjecaje. Takva oprema je uglavnom glomazna, skupa te zahtijeva više vremena. Danas s druge strane, razvojem mikroelektronike i ostalih mikrotehnologija moguće je izraditi male i lagane uređaje koji se mogu nenametljivo koristiti u raznim aplikacijama. Sportski tereni postaju svojevrsni laboratoriji: korisnici uređaja dobivaju brzu povratnu informaciju za vrijeme sportskih aktivnosti te se na temelju istih mogu vršiti daljnja znanstvena istraživanja“

Veslački treneri su oduvijek pretpostavljali da su izdržljivost, snaga, veslačka tehnika i oprema ono što određuje pobjednika u veslačkoj utrci i na toj pretpostavci se temelji plan i program treninga svakog trenera. No ako govorimo o korištenju mjernih instrumenata tj. uređaja koji sve to i dokazuju, onda možemo reći da je to rijetko u provođenju plana i programa trenažnog procesa. Glavni problem, možemo reći i „krivac“ za to je nedovoljna educiranost trenera, nepovjerenje prema uređajima ili nedovoljna podrška u financijskom smislu od strane kluba i/ili saveza. Postoje laboratoriji iz kojih izlazi sve više mjernih uređaja, a koji se mogu koristiti u veslačkim čamcima, no ti isti proizvodi su većini trenera i veslača teško dostupni zbog svoje visoke novčane vrijednosti.

Nepoznati autor u tekstu „Studentsko veslanje“ navodi: „ U cijelom svijetu veslanje je tipičan studentski sport. Veslanje ima najdužu tradiciju od svih akademskih sportova jer su prva amaterska natjecanja u domovini tog sporta, Engleskoj, bile sveučilišne utrke, a najpoznatija sveučilišna veslačka regata između Oxforda i Cambridgea traje od 1829. godine pa sve do danas. Iako su dugo godina studenti bili okosnica veslanja u Hrvatskoj, te iako je i ranije bilo studentskih regata, tek od 1996. možemo govoriti o organiziranom studentskom veslanju. Zalaganjem sveučilišnih profesora prof. dr. Damira Karlovića i prof. dr. Nevena Mijata te uprave kluba HAVK Mladost od 1996. se održavaju utrke sveučilišnih osmeraca te međunarodna studentska regata i regate pojedinih fakulteta. Do nedavno nezamislivih tisuću gledatelja na veslačkom natjecanju sada je redovita pojava na studentskim regatama. Još više nas veseli da uz dvadesetak muških ekipa nastupa gotovo isto toliko ženskih ekipa, te da preko 600 studenata redovito trenira uz punu potporu svojih fakulteta i stručno vodstvo trenera veslača.“

Jedan od kolegija na trećoj godini integriranog preddiplomskog i diplomskog studija kineziologije na Kineziološkom fakultetu u Zagrebu je kolegij Sportovi na vodi čija je jedna od sportskih disciplina i veslanje. Na kolegiju Sportovi na vodi ciljevi su prezentirati te ponuditi studentima osnovna teorijska i praktična znanja o strukturama gibanja, metodi učenja i vježbanja te ukazati na mnogobrojne vrijednosti veslanja u području učenja, vrhunskog sporta, akademskog veslanja, rekreacije ali i općeg zdravstvenog stanja (Bolčević, 2021). Ono što se očekuje od studenata koji pohađaju nastavu veslanja na ovom kolegiju su svladavanje osnova sigurnosti veslača i veslačke opreme (čamac, vesla), metodičkog postupka ulaska u čamac i izlaska iz čamca, osnovnih tehnika upravljanja veslačkim čamcem i zahtjeva ekipnog rada u veslačkom čamcu kao što je usklađivanje i prihvaćanje zajedničkog ritma zaveslaja. U teorijskom smislu cilj je studente upoznati s razvojem veslanja kod nas i u svijetu te prepoznati potencijal ove sportske discipline u rekreaciji, vrhunskom sportu, turizmu te akademskom sportu. Edukacija iz veslanja na kolegiju Sportovi na vodi provodi se većinom na Sportsko rekreativnom centru Jarun, točnije regatnoj stazi u suradnji s veslačkim stručnjacima i specijalistima. Radi se na svladavanju i razvoju elementarnih tehnika zaveslaja, funkcionalnih i motoričkih sposobnosti, usavršavanju naučene osnovne tehnike zaveslaja, veslanja u posadi. Prije svega cilj je upoznati studente s veslačkom opremom, stazom, osnovama veslačkog zaveslaja, veslačkim disciplinama, natjecanjem, ali i već prije navedenim prednostima veslanja u širem smislu.

## 2. CILJ I HIPOTEZE

Cilj istraživanja je procijeniti veličinu povezanosti ključnih biomehaničkih pokazatelja i uspješnost izvedbe u veslanju kod odraslih početnika putem koeficijenta korelacije. Kao uspješnost izvedbe u veslanju određene posade ćemo uzeti varijablu ukupnog izveslanog vremena na dionici od 500 metara. Prema autorovim saznanjima do sada još nisu provedena ovakva istraživanja na velikom uzorku i studentskoj populaciji.

Postavljena je hipoteza:

**H1** – Biomehanički pokazatelji kod odraslih početnika povezani su s rezultatom u veslanju na 500m

### 3. METODE ISTRAŽIVANJA

#### 3.1. ISPITANICI

Istraživanje je provedeno u Zagrebu, točnije na Športsko rekreativnom centru Jarun, na regatnoj stazi. Uzorak je činilo 72 studenata treće godine Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, odnosno 18 veslačkih posada. Obradene su samo one posade koje su imale odgovarajuće vremenske uvjete i signale koji su bili pogodni za obradu. Ono što je bitno naglasiti da su svi ispitanici bili podjednakog veslačkog znanja i iskustva, te su svi ispitanici s predznanjem iz veslanja bili isključeni iz istraživanja. Svi ispitanici su sudjelovali u istim uvjetima, odnosno u istom čamcu s istim veslima, te s autorom ovog rada kao kormilarom.

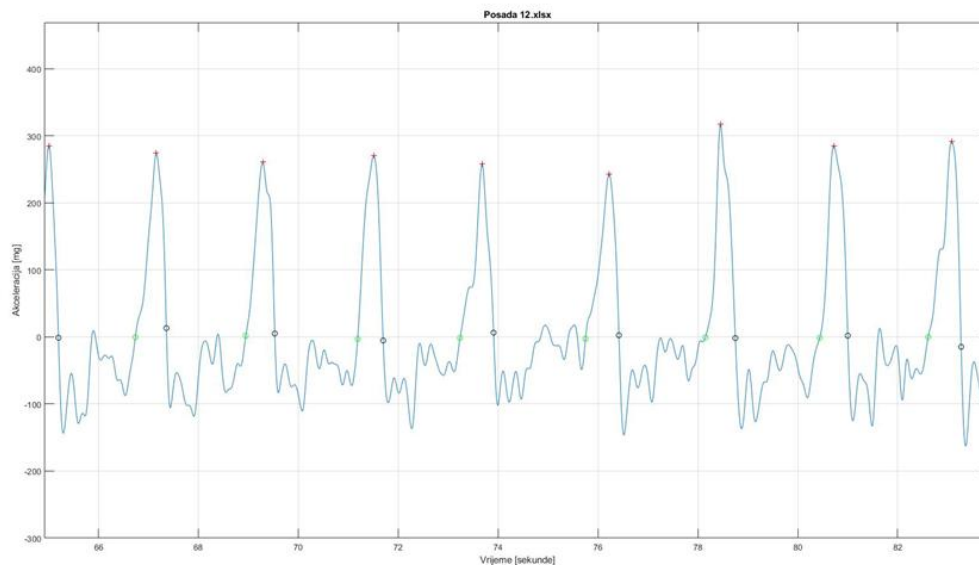
#### 3.2. MJERNI PROTOKOL

Mjerenje se provodilo krajem praktičnog dijela nastave iz kolegija Sportovi na vodi s naglaskom da su svi studenti imali jednak broj sati edukacije iz veslanja prije samog mjerenja. Posade su se određivale nasumično po vlastitom izboru studenata pošto isto nije presudno za točnost mjerenja. Čamac koji je korišten u istraživanju je četverac na pariće „Gig“ s kormilarom, inače standardni čamac za početnike u veslanju koji je najteži, najširi, ali i samim time najstabilniji veslački čamac. Svi veslači su veslali u istom čamcu s istim veslima tipa „Macon“ lopatice koja su također namijenjena za veslače početnike i djecu. Svim posadama kormilar je bio autor ovoga rada. Uređaj koji smo koristili u ovom mjerenju je prijenosni inercijski senzor. Za potrebe istraživanja koristio se inercijski senzor STEVAL-MKSBOX1V1 (SensorTile.box) konstantno punjen prijenosnom baterijom, povezan preko bluetootha na pametni mobilni uređaj na kojem su se pohranjivala mjerenja u aplikaciji ST BLE Sensor. Sve navedeno je bilo pohranjeno u plastičnu posudu koja se može zatvoriti te samoljepljivom trakom fiksirati na krmu čamca na ravnom dijelu. Prije samog ulaska u čamac prikupljene su antropometrijske varijable studenata, tjelesna masa i tjelesna visina. Nakon toga četvero studenata zajedno s kormilarom odlaze do pontona i ulaze u čamac te kreću s zagrijavanjem do starta utrke koji se nalazi na regatnoj stazi 500 metara od cilja. Na znak startera koji stoji na obali uz regatnu stazu, veslači studenti startaju te imaju za cilj što brže izveslati dionicu od 500 metara. Nakon prolaska kroz cilj mjerenje završava te veslači odlaze ponovno na ponton, izlaze iz čamca dok u čamac ulazi nova posada i prolazi isti mjerni protokol te tako dok se ne ispitaју svi ispitanici. Varijable koje su promatrane u ovom

istraživanju su: vrijeme dionice od 500m, prosječna brzina, impuls zaveslaja, akceleracija, vrijeme faze oporavka, vrijeme faze provlaka te vrijeme jednog ciklusa zaveslaja.

### 3.3. AKVIZICIJA I OBRADA SIGNALA

Akvizicija i obrada signala provedena je uz pomoć Butterworth filtera trećeg reda, niski propust, granične frekvencije 5 Hz. Iz programa su izvedene sljedeće varijable: broj zaveslaja, brzina, akceleracija, vrijeme faze oporavka, vrijeme faze provlaka, vrijeme trajanja ciklusa jednog zaveslaja, impuls zaveslaja. Broj zaveslaja je ukupan broj zaveslaja od starta pa do cilja utrke na dionici od 500 metara. Brzina je prosječna postignuta brzina čamca izmjerena u metrima u sekundi uz pomoć inercijskog senzora. Akceleracija je prosječno postignuto ubrzanje čamca koje je zabilježeno inercijskim senzorom. Vrijeme faze oporavka je varijabla koja nam govori o tempu odnosno broju zaveslaja u minuti s obzirom da je to proteklo vrijeme od trenutka kada su lopatice izašle iz vode pa do trenutka kada su ponovno ušle u vodu. Vrijeme faze provlaka je varijabla koja označava proteklo vrijeme od trenutka kada su lopatice ušle u vodu pa do trenutka kada su izašle iz vode. Ciklus jednog zaveslaja je varijabla koja označava ukupno potrebno vrijeme za jedan ciklus zaveslaja koji se sastoji od faze oporavka i faze provlaka. Impuls zaveslaja je varijabla koja označava integral odnosno površinu ispod krivulje akceleracije i vremena.



*Slika 1. Prikaz sirovog signala x – osi akceleracije prije obrade*

### 3.4. STATISTIČKA ANALIZA PODATAKA

Prikupljeni rezultati mjerenja upisani su i obrađeni u programskom paketu *Statistica 13.0* (Statsoft, Tulsa, SAD) licenciranom na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Za potrebe ovog istraživanja prvo su izračunati deskriptivni parametri (aritmetička sredina, standardna devijacija, minimalna vrijednost, maksimalna vrijednost). Normalnost distribucije varijabli procjenjena je Kolmogorov-Smirnovljevim (K-S) testom na razini pogreške zaključivanja  $p \leq 0,05$ . Mjera međusobne linearne povezanosti između varijabli provjerena je uz pomoć Pearsonovog koeficijenta korelacije. Kvalitativna interpretacija r koeficijenta prema Hopkinsu (2009) glasi 0.00 - 0.09 trivijalna, 0.10 - 0.29 mala, 0.30 – 0.49 umjerena, 0.50 – 0.69 velika, 0.70 – 0.89 jako velika, 0.90 – 0.99 gotovo savršena i 1.00 savršena. Razina statističke značajnosti postavljena je na  $p \leq 0,05$ .

## 4. REZULTATI

*Tablica 1. Varijable ukupnog broja zaveslaja, ukupnog izveslanog vremena i prosječne brzine*

Varijable	Deskriptivna analiza vremena (s) i prosječne brzine (m/s)		
	Broj zaveslaja (n)	Vrijeme	Prosječna brzina
Posada 1	72	177	2.82
Posada 2	73	194	2.58
Posada 3	80	172	2.91
Posada 4	51	166	3.01
Posada 5	97	240	2.08
Posada 6	93	207	2.42
Posada 7	71	190	2.63
Posada 8	84	183	2.73
Posada 9	83	176	2.84
Posada 10	69	203	2.46
Posada 11	77	177	2.82
Posada 12	79	216	2.31
Posada 13	52	157	3.18
Posada 14	86	312	1.60
Posada 15	82	211	2.37
Posada 16	73	191	2.62
Posada 17	74	172	2.91
Posada 18	78	190	2.63

Kod dobivenih rezultata vidljiv je širok raspon ukupnog broja zaveslaja od posade do posade. Posada s najvećim ukupnim brojem zaveslaja ima gotovo dvostruko više zaveslaja na izveslanoj dionici od 500 metara u odnosu na posadu s najmanjim ukupnim brojem zaveslaja. Iz dobivenih rezultata jasno je kako posade s manjim brojem zaveslaja uglavnom ostvaruju bolje ukupno vrijeme i postižu veću brzinu od posada s većim brojem zaveslaja. To je dosta često kod veslača početnika s obzirom na probleme koje mogu imati u veslačkoj tehnici za razliku od vrhunskih veslača gdje najčešće veći ukupni broj zaveslaja donosi bolje izveslano vrijeme.

**Tablica 2.** Deskriptivna analiza maksimalne akceleracije za sve izmjerene posade. Vrijednosti su izražene kao broj zaveslaja, aritmetička sredina, minimum, maksimum i standardna devijacija.

Varijable	Deskriptivna analiza maksimalne akceleracije (m/s <sup>2</sup> )				
	Br. zaveslaja (n)	Aritm. sredina	Minimum	Maksimum	Std.Dev.
Posada 1	72	2,12	0,95	4,08	0,63
Posada 2	73	2,19	0,73	3,49	0,71
Posada 3	80	2,87	0,62	5,96	0,80
Posada 4	51	2,68	0,88	11,21	1,59
Posada 5	97	1,35	0,22	5,68	0,76
Posada 6	93	2,06	0,61	3,90	0,65
Posada 7	71	1,67	0,62	3,49	0,49
Posada 8	84	2,07	0,62	3,65	0,59
Posada 9	83	2,24	0,66	4,88	0,62
Posada 10	69	1,51	0,24	3,78	0,55
Posada 11	77	2,16	1,02	3,90	0,55
Posada 12	79	1,44	0,20	4,80	0,63
Posada 13	52	3,07	0,48	5,61	0,75
Posada 14	86	1,77	0,53	3,77	0,77
Posada 15	82	2,87	0,19	5,58	0,74
Posada 16	73	1,83	0,19	3,45	0,67
Posada 17	74	2,44	0,95	4,69	0,70
Posada 18	78	2,92	0,69	7,07	1,21

Kod varijable prosječna akceleracija očito je da su dobiveni rezultati povezani s konačnim izveslanim vremenom s obzirom da su brže posade postizale i veće vrijednosti akceleracije.



**Tablica 3.** Deskriptivna analiza vremena faze oporavka za sve izmjerene posade. Vrijednosti su izražene kao broj zaveslaja, aritmetička sredina, minimum, maksimum i standardna devijacija.

Varijable	Deskriptivna analiza vremena faze oporavka (s)				
	Br. zaveslaja (n)	Aritm. sredina	Minimum	Maksimum	Std.Dev.
Posada 1	72	1,61	1,13	1,79	0,12
Posada 2	73	1,70	0,52	8,79	1,26
Posada 3	80	1,68	1,42	2,50	0,17
Posada 4	51	2,15	0,56	4,86	0,57
Posada 5	97	1,67	0,57	3,49	0,42
Posada 6	93	1,44	0,57	2,54	0,30
Posada 7	71	1,45	0,97	2,49	0,26
Posada 8	84	1,47	0,53	2,64	0,23
Posada 9	83	2,10	0,78	4,81	5,30
Posada 10	69	1,79	1,21	2,62	0,18
Posada 11	77	1,57	1,26	2,43	0,15
Posada 12	79	1,82	0,88	3,40	0,46
Posada 13	52	2,52	0,31	4,03	5,67
Posada 14	86	2,27	0,26	16,54	1,83
Posada 15	82	1,75	0,48	8,04	0,77
Posada 16	73	1,93	1,18	10,24	1,14
Posada 17	74	1,66	0,57	3,26	0,29
Posada 18	78	1,58	1,31	1,97	0,13

U rezultatima što se tiče varijable vremena faze oporavka jasno je da posade koje su napravile manji ukupni broj zaveslaja su u prosjeku imale i duže trajanje vremena faze oporavka. Ako se obrati pažnja na maksimalne vrijednosti onda je vidljivo veliko odstupanje kod pojedinih posada od prosjeka, a što vjerojatno znači da radi problema s veslačkom tehnikom su morale značajno usporiti u fazi oporavka ili čak zastati kako bi opet cijela posada uhvatila ritam.

**Tablica 4.** Deskriptivna analiza vremena faze provlaka za sve izmjerene posade. Vrijednosti su izražene kao broj zaveslaja, aritmetička sredina, minimum, maksimum i standardna devijacija.

Varijable	Deskriptivna analiza vremena faze provlaka (s)				
	Br. zaveslaja (n)	Aritm. sredina	Minimum	Maksimum	Std.Dev.
Posada 1	72	0,76	0,41	1,23	0,13
Posada 2	73	0,66	0,21	1,54	0,17
Posada 3	80	0,57	0,41	0,99	0,08
Posada 4	51	0,85	0,49	1,37	0,22
Posada 5	97	0,70	0,20	1,22	0,22
Posada 6	93	0,59	0,28	0,96	0,12
Posada 7	71	0,70	0,25	1,06	0,18
Posada 8	84	0,71	0,38	1,06	0,11
Posada 9	83	0,71	0,60	1,05	0,07
Posada 10	69	0,84	0,22	1,35	0,15
Posada 11	77	0,68	0,52	1,09	0,09
Posada 12	79	0,80	0,37	2,47	0,26
Posada 13	52	0,61	0,36	0,88	0,12
Posada 14	86	0,85	0,19	2,69	0,43
Posada 15	82	0,62	0,28	1,20	0,14
Posada 16	73	0,70	0,22	1,01	0,17
Posada 17	74	0,77	0,56	1,04	0,09
Posada 18	78	0,57	0,45	0,75	0,07

Iako bi kod varijable vremena trajanja faze provlaka trebalo značiti da brže posade imaju manje prosječne vrijednosti, zbog već spomenutih nedostataka u veslačkoj tehnici kod početnika se ovdje ne može uočiti značajna razlika u vrijednostima između brzih i sporijih posada.

**Tablica 5.** Deskriptivna analiza vremena trajanja ciklusa jednog zaveslaja za sve izmjerene posade. Vrijednosti su izražene kao broj zaveslaja, aritmetička sredina, minimum, maksimum i standardna devijacija.

Varijable	Deskriptivna analiza trajanja ciklusa jednog zaveslaja (s)				
	Br. zaveslaja (n)	Aritm. sredina	Minimum	Maksimum	Std.Dev.
Posada 1	72	2,36	0,69	2,84	0,26
Posada 2	73	2,33	0,67	9,88	1,29
Posada 3	80	2,23	0,62	3,00	0,27
Posada 4	51	2,96	0,49	5,70	0,70
Posada 5	97	2,38	0,85	3,69	0,47
Posada 6	93	2,01	0,26	3,03	0,34
Posada 7	71	2,13	1,06	3,15	0,26
Posada 8	84	2,16	0,83	3,14	0,29
Posada 9	83	2,76	1,37	6,37	5,34
Posada 10	69	2,60	0,92	3,34	0,29
Posada 11	77	2,23	1,09	2,95	0,18
Posada 12	79	2,59	0,73	4,23	0,52
Posada 13	52	3,01	0,67	4,59	5,62
Posada 14	86	3,10	0,78	17,52	1,87
Posada 15	82	2,34	0,58	8,72	0,86
Posada 16	73	2,60	0,45	11,05	1,18
Posada 17	74	2,41	0,79	3,98	0,35
Posada 18	78	2,12	0,75	2,58	0,21

U istraživanju varijabla vremena trajanja ciklusa jednog zaveslaja nije povezana s ukupnim rezultatom izmjerenih posada što potvrđuju i prosječne vrijednosti najbrže i najsporije izmjerene posade koje su vrlo slične.

**Tablica 6.** Deskriptivna analiza impulsa zaveslaja za sve izmjerene posade. Vrijednosti su izražene kao broj zaveslaja, aritmetička sredina, minimum, maksimum i standardna devijacija.

Varijable	Deskriptivna analiza impulsa zaveslaja				
	Br. zaveslaja (n)	Aritm. sredina	Minimum	Maksimum	Std.Dev.
Posada 1	72	8106,51	2539,23	9922,46	1523,12
Posada 2	73	7213,88	1692,26	10605,14	2302,58
Posada 3	80	8749,67	5150,47	10509,83	956,09
Posada 4	51	7313,18	3481,73	10377,61	1260,63
Posada 5	97	5057,75	598,76	9343,67	2404,34
Posada 6	93	6708,21	1536,17	12181,11	2201,41
Posada 7	71	6283,57	1863,86	8589,44	1877,03
Posada 8	84	7993,71	1884,97	10289,04	1632,76
Posada 9	83	7529,41	1952,70	10535,10	1618,72
Posada 10	69	6569,16	1014,43	8420,94	1429,12
Posada 11	77	8123,54	4018,19	10136,59	1143,21
Posada 12	79	5913,45	1715,97	8871,46	1655,85
Posada 13	52	10193,95	2622,09	14007,30	2641,24
Posada 14	86	5507,22	1323,59	10211,64	2069,46
Posada 15	82	8532,43	2010,39	11435,64	1770,53
Posada 16	73	6642,40	1757,27	9941,82	1857,15
Posada 17	74	8952,60	3194,87	11667,72	1749,24
Posada 18	78	8823,89	2992,21	12692,43	2009,29

Kod varijable impulsa zaveslaja koja označava površinu ispod krivulje akceleracije i vremena se da ustvrditi kako posade s većim prosječnim i većim maksimalnim vrijednostima svakako ostvaruju i bolje ukupno izveslano vrijeme, dok posade s lošijim izveslanim vremenom ostvaruju manje vrijednosti prije svega u prosječnim vrijednostima, ali i minimalnim vrijednostima.

**Tablica 7. Korelacija izmjerenih varijabli**

Varijable	Korelacija, označene su značajne korelacije $p \leq 0,05$ N=18							
	Broj zaveslaja	Max akceleracija	Vrijeme oporavka	Vrijeme provlaka	Impuls zaveslaja	Ciklus zaveslaja	Brzina	Vrijeme
Broj zaveslaja	1,00	-0,15	0,01	-0,11	-0,18	-0,02	-0,15	0,12
Max akceleracija	-0,15	1,00	0,24	-0,53	0,87	0,05	0,65	-0,55
Vrijeme oporavka	0,01	0,24	1,00	0,29	0,11	0,96	0,01	0,14
Vrijeme provlaka	-0,11	-0,53	0,29	1,00	-0,49	0,54	-0,35	0,38
Impuls zaveslaja	-0,18	0,87	0,11	-0,49	1,00	-0,06	0,79	-0,72
Ciklus zaveslaja	-0,02	0,05	0,96	0,54	-0,06	1,00	-0,11	0,25
Brzina	-0,15	0,65	0,01	-0,35	0,79	-0,11	1,00	-0,97
Vrijeme	0,12	-0,55	0,14	0,38	-0,76	0,25	-0,97	1,00

Mjera međusobne linearne povezanosti između varijabli provjerena je uz pomoć Pearsonovog koeficijenta korelacije. Kvalitativna interpretacija r koeficijenta prema Hopkinsu (2009) glasi 0.00 - 0.09 trivijalna, 0.10 - 0.29 mala, 0.30 – 0.49 umjerena, 0.50 – 0.69 velika, 0.70 – 0.89 jako velika, 0.90 – 0.99 gotovo savršena i 1.00 savršena. Razina statističke značajnosti postavljena je na  $p \leq 0,05$ .

## 5. RASPRAVA

Cilj ovog rada bio je istražiti povezanost biomehaničkih pokazatelja izvedbe i uspješnosti u veslanju kod studenata početnika te istraživanjem i mjerenjem utvrditi kolika je povezanost između samih izmjerenih varijabli. Uzorak odabran za istraživanje je optimalan s obzirom da su isti uvjeti mjerenja za svaku posadu i da je jasnije prikazati povezanost biomehaničkih pokazatelja izvedbe i uspješnosti u veslanju jer se radi o odraslim početnicima.

Postavljena je hipoteza:

**H1** – Biomehanički pokazatelji kod odraslih početnika povezani su s rezultatom u veslanju na 500m

Varijabla broj zaveslaja povezana je s uspješnosti posade kod veslača početnika što je vidljivo i prikazom u *Tablici 1*. Neke posade s bržim izveslanim vremenom na 500 metara su imale veći, a neke manji ukupan broj zaveslaja. Isto tako i posade sa sporijim vremenom na 500 metara su imale i veći i manji ukupan broj zaveslaja. No ono što je vidljivo je da najbrža posada ima drugi najmanji ukupan broj zaveslaja (52 zaveslaja na 500 metara), dok je posada s najvećim ukupnim brojem zaveslaja (97 zaveslaja na 500 metara) ostvarila drugo najsporije vrijeme. I dok je uobičajeno da u veslanju na vrhunskoj razini pobjeđuju posade s većim ukupnim brojem zaveslaja, kod veslača početnika se može pretpostaviti da to nije uobičajeno zbog nedostataka u veslačkoj tehnici. Dapače, početničke posade koje veslaju manji broj zaveslaja imaju dužu fazu oporavka i samim time manju šansu za pogreške koje bi izravno bile povezane s brzinom čamca.

Prema prikazu u *Tablici 1*. gdje su izražene vrijednosti prosječne brzine je vidljivo i logično da uspješnije posade imaju veće prosječne brzine. To ne mora nužno značiti da su najuspješnije posade imale i najveću postignutu maksimalnu brzinu, ali su manje griješile i time lakše održavale postignutu brzinu.

Ono što je zanimljivo je svakako pogledati izmjerene maksimalne i minimalne akceleracije za svaku posadu u *Tablici 2*. gdje je vidljivo da uspješnije posade nemaju nužno i najveću maksimalnu postignutu akceleraciju. Radi se o tome da posade koje imaju veliku postignutu

maksimalnu akceleraciju su napravile više pogrešaka na izveslanoj dionici od 500 metara te samim time bitno povezane s brzinom čamca u negativnom smislu što je svakako povezano s ukupnim izveslanim vremenom, tj. uspješnosti posade.

Kao što je već ranije spomenuto, posade s dužim vremenom faze oporavka će biti uspješnije jer se mogu lakše koncentrirati, imati više vremena i prostora za sprečavanje tehničkih pogrešaka te se lakše uskladiti s obzirom da moraju pratiti štrokera ispred sebe koji zadaje ritam cijeloj posadi. No, bilo je i dosta uspješnih posada s manjim srednjim vrijednostima vremena faze oporavka. Sve vrijednosti su vidljive u *Tablici 3*.

Kao i kod akceleracije zanimljivo je iz *Tablice 4*. promotriti minimalne i maksimalne vrijednosti gdje je vidljivo da neke posade koje su bile najmanje uspješne su imale manje minimalne vrijednosti vremena faze provlaka, no pretpostavka autora je da se tu radi o prekratkim zaveslajima a ne o snažnim zaveslajima s brzim prolaskom lopatica kroz vodu. Tako da kod odraslih početnika ovaj biomehanički pokazatelj ne mora biti povezan s uspješnosti posade. Sve vrijednosti su iskazane u *Tablici 4*.

Kod odraslih početnika uspješnije posade imaju duže vrijeme faze oporavka, a tako i sami ciklus zaveslaja koji se sastoji od jedne faze provlaka i jedne faze oporavka bi trebao duže trajati kod uspješnijih posada. Kod najbržih posada i jest tako da imaju veće srednje vrijednosti vremena jednog ciklusa zaveslaja, no bilo je i sporijih posada s većim vrijednostima u odnosu na brže posade. Kao što možemo vidjeti iz *Tablice 5*. manje uspješne posade imaju jako velike maksimalne vrijednosti što dovodi do zaključka da su znali imati faze u kojima bi praktički stali, a pretpostavlja se radi većih tehničkih pogrešaka kao što je npr. da nekome ispadne veslo iz ruke, zapne veslo za vodu u fazi oporavka ili radi loše sinkroniziranosti posade udaraju jedni drugima u lopatice vesla.

U *Tablici 6*. je vidljivo da uspješnije posade imaju veće srednje vrijednosti impulsa zaveslaja čime dakako osiguravaju veću akceleraciju i postignutu brzinu koje su produkt proizvedene sile na lopaticama vesla i dužine zaveslaja. Čak su i manje uspješne posade znale imati veće maksimalne vrijednosti, no očito je bilo previše pogrešaka u samoj izvedbi i prekidanja ritma.

Postavljena hipoteza se lako može provjeriti i u *Tablici 7*. gdje je lako uočiti koje varijable su u korelaciji s vremenom koje je posada izveslala na dionici od 500 metara. Evidentno da je s vremenom u velikoj korelaciji akceleracija, u jako velikoj impuls zaveslaja, a u gotovo savršenoj brzina posade.

Nema baš puno istraživanja koja uključuju veslanje i primjenu inercijskih senzora u veslačkom treningu ili natjecanju. Uglavnom su to radovi koji općenito istražuju upotrebu inercijskih senzora u veslanju ili koriste senzore na veslačkom simulatoru, odnosno ergometru. Tako Worsey i sur. (2019) navode da je pojava mikroelektromehaničkih sustava (MEMS) olakšala integraciju malih, nenametljivih i nosivih inercijskih senzora u treningu mnogih trenera. Dosadašnja literatura istražila je učestalost upotrebe, položaj i pričvršćivanje senzora; međutim, svojstva kao što su radni rasponi senzora, algoritmi za obradu podataka i tehnologija provjere valjanosti ostaju nepoznati. Kako bi se riješila ta nepoznanica, proveden je sustavni pregled literature o praćenju performansi veslanja pomoću inercijalno-magnetskih senzora. Ukupno su istražili 36 radova, što pokazuje da su inercijska mjerenja uglavnom korištena za mjerenje kvalitete zaveslaja, a senzori su korišteni za opremu, a ne za sportaša. Predviđeno je da će njihov pregled djelovati kao vodič za buduća istraživanja primjene tehnologije na veslanje.

Tessendorf, B. (2011) i sur. u svom istraživanju na uzorku od 18 veslača različitih razina veslačkog znanja koriste inercijske senzore integrirane na čamac, ali i vesla. Kao varijable korisne za poboljšanje tehnike navode dužinu i broj zaveslaja koju su uspjeli izmjeriti na treningu niskog intenziteta s malim brojem zaveslaja u minutu te na utrci na dionici od 1000 metara. Dobiveni rezultati kažu da vrhunski veslači u uvjetima utrke imaju veći broj zaveslaja u minuti, duži zaveslaj te im je potrebno manje vremena za izvesti jedan ciklus zaveslaja. Naglasak je na tome da u tom istraživanju vrhunski veslači ostvaruju najbolje rezultate dok kod nas vrhunskih veslača nije bilo već se radi isključivo o veslačima početnicima. Kao što je već navedeno, u ovom istraživanju kod veslača početnika veći broj zaveslaja ne znači nužno i bolji rezultat u utrci kao kod vrhunskih veslača, nego dapače kod njih manji broj zaveslaja osigurava duže zaveslaje i manje šanse za pogreške zbog nedostatka u tehnici zaveslaja što se slaže s istraživanjem Tessendorfa, B. i sur. S time je povezana i varijabla trajanja ciklusa zaveslaja jer uspješnije posade kod veslača početnika imaju duže trajanje ciklusa zaveslaja baš zbog dužeg trajanja vremena oporavka odnosno faze zaveslaja kada veslač ide po novi zaveslaj. Na kraju, Tessendorf, B. (2011) i sur. zaključuju kako je korištenje inercijskih senzora povezano s poboljšanjem veslačevih sposobnosti, a onda i brzinu čamca što se svakako slaže s našim zaključkom.



Također, dosta istraživanja se odnose na korištenje inercijskih senzora u veslanju na ergometru, tj. veslačkom simulatoru. Pa tako Bosch i sur. (2015) analiziraju kretanja veslača na ergometru pomoću inercijskih senzora koji mjere pokrete na nekoliko položaja na tijelu. Pomoću navedenih senzora ovo istraživanje daje uvid u razlike između veslača početnika i vrhunskih veslača, odnosno moguće je analizirati dobru i lošu veslačku tehniku. Takva istraživanja nam pokazuju eventualne prednosti i nedostatke u zimskom pripremnom periodu kada treneri više koriste veslačke simulatore, ergometre.

Može se reći da ima puno radova u kojima se inercijski senzor koristio za istraživanja, ali malo u veslanju, a gotovo uopće kod veslača odraslih početnika što otežava da možemo konkretno usporediti dobivene rezultate u ovom istraživanju s rezultatima nekog drugog istraživanja inercijskim senzorima na vodi kod veslača početnika, ali zato se može zaključiti kako će ovo istraživanje zaista dati informacije o upotrebi inercijskog senzora u veslanju te koji su parametri povezani s uspješnosti u veslanju kod odraslih početnika.

## 6. ZAKLJUČAK

U svijetu imamo puno eksperimentalnih radova u kojima se koriste razni inercijski senzori što svakako dovodi do unapređenja plana i programa treninga, odnosno napretka sportaševih sposobnosti analizirajući biomehaničke pokazatelje koji su povezani s uspješnosti same sportske izvedbe, odnosno istražiti veličinu njihove povezanosti. Ono što možemo zaključiti je da zaista ima malo istraživanja inercijskim senzorom u veslanju, dok u Hrvatskoj gotovo da i nema. Zato smo ovim istraživanjem htjeli istaknuti prednosti inercijskog senzora, prikazati rezultate koje isti može dati te svakako utvrditi povezanost biomehaničkih pokazatelja izvedbe i uspješnosti u veslanju kod odraslih početnika. Odabir uzorka među studentskom populacijom je sasvim logičan zbog velikog uzorka, jednostavnosti istraživanja i zato što se radi o veslačima početnicima. Jednostavnost istraživanja zato što se istraživanje odvijalo za vrijeme nastave iz kolegija Sportovi na vodi, a odabir početnika zbog činjenice da su istraživani pokazatelji prepoznatljiviji kod veslača početnika s obzirom na moguće tehničke pogreške koje su povezane s brojem zaveslaja, brzinom, akceleracijom, vremenom trajanja faze oporavka i provlaka te impulsom zaveslaja. Dobiveni rezultati su zaista zanimljivi jer najuspješnije posade su bile one posade koje su imale najveće srednje vrijednosti istraživanih varijabli, dok te iste posade nisu imale nužno i najveće maksimalne postignute vrijednosti. Možemo dakle zaključiti da kod veslača početnika je najuspješnija ona posada koja učini najmanje većih tehničkih pogrešaka, tj. najmanje šteti brzini čamca. Rezultati istraživanja ukazuju da su uspješnost posade i brzina u gotovo savršenoj korelaciji, uspješnost posade i impuls zaveslaja u jako velikoj korelaciji, uspješnost posade i akceleracija u velikoj korelaciji, dok varijable broj zaveslaja, vrijeme faze oporavka i provlaka te vrijeme trajanja ukupnog ciklusa zaveslaja nemaju statistički značajnu povezanost s uspješnosti posade tj. ukupnim izveslanim vremenom na 500 metara. Ovakva istraživanja nam mogu služiti u treningu i kod veslača natjecatelja jer ukoliko bi za jednu posadu periodično radili istraživanje inercijskim senzorom dobili bi jasno vidljiv, statistički analiziran napredak ili nazadnost za određene varijable ovisno o mjernim uređajima koje imamo. Postoje napredniji inercijski uređaji koji su financijski zahtjevniji za veslačke trenere i klubove, ali koji nam mogu reći o jako puno varijabli te ukazuju na nedostatke posade. Inercijski uređaj se pokazao kao mjerni instrument koji nam može otkriti koji su pokazatelji i koliko povezani s uspješnosti posade.

## 7. LITERATURA

Milanović, D. (2013). *Teorija treninga*. Zagreb: Kineziološki Zagreb.

Smoljanović, T. (2008). Pojavnost ozljeda i oštećenja sustava za kretanje vrhunskih veslača (disertacija). Medicinski fakultet sveučilišta u Zagrebu.

Bolčević, F., Crnković, T. i Prlenda N. (2021). Povezanost morfoloških karakteristika i eksplozivne snage gornjih ekstremiteta kod studenata s izvedbom veslanja školskog kajaka. U *19. godišnja međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša 2021.*, 124-129. Kineziološki fakultet Zagreb.

Rajković, Ž. M. (2015). Promena biomehaničkih varijabli zaveslaja pod uticajem veslanja 2000m maksimalno mogućom brzinom na veslačkom ergometru (disertacija). Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Beograd.

Dreher, J. (2017). *Dreher: Coaching Essays*. Dostupno na:

<https://www.durhamboat.com/2017/08/05/analyzing-the-rowing-movement/>

Mikulić, P. (2010) Biomehanička analiza veslanja. Dostupno na: <http://www.vkkrka.hr/index-detajno.asp?dID=529>

Lanc, V. (1986). Utjecaj primarnih motoričkih faktora na uspjeh u učenju tehnike veslanja. *Kineziologija Vol. 18. br. 2 (1986)*, 113-118.

Opavsky, P. (2004). *Uvod u biomehaniku sporta*. Beograd: Vizartis.

Gombač, R. (1965). Metodologija analize nekih elemenata tehnike veslanja i brzine kretanja čamca. *Fizička kultura, 9/10*, 406-414, Beograd.

Kiseljak, D., Mikulić, P. i Milanović, D. (2018). Veslački ergometri u funkciji biomehanički optimalne simulacije veslanja. U Milanović, L., Wertheimer V. i Jukić, I., *16. godišnja međunarodna konferencija: Kondicijska priprema sportaša*, str. 62. Kineziološki fakultet Zagreb.

Studentsko veslanje. (n.d.). Dostupno na: <https://www.mladost.hr/Arhiva/studenti.htm>

Čagalj, V. (2018). *Sustav za neinvazivno praćenje fizioloških parametara sportaša* (diplomski rad). Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb.

Worsey, M., Espinosa, H., Shepherd, J. i Thiel, D. (2019). A systematic review of performance analysis in rowing using inertial sensors. *Electronics* 2019, 8, 1304; doi:10.3390/electronics8111304.

Tessendorf, B., Gravenhorst, F., Arnrich, B. i Troster, G. (2011). An IMU-based Sensor Network to Continuously Monitor Rowing Technique on the Water. *Wearable Computing Lab., ETH Zurich, Gloriast. 35*

Bosch, S., Shoaib, M., Geerlings, S., Buit, L., Meratnia, N. i Havinga, P. (2015). *Analysis of Indoor Rowing Motion using Wearable Inertial Sensors*. Bodynets 2015, Sydney, Australia.

O veslanju. ( n.d.). Dostupno na <https://www.vkt.hr/o-veslanju>