

# Biomehanička analiza pokreta veslača pri veslanju u osmercu

---

**Kolak, Ana**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2025**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:712021>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-03**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Ana Kolak

Zagreb, 2025.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentori:

Prof. dr. sc. Aleksandar Sušić, dipl. ing.

Student:

Ana Kolak

Zagreb, 2025.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Ana Kolak

Srdačno se zahvaljujem mentoru prof. dr. sc. Aleksandru Sušiću na pruženoj pomoći i savjetima tijekom izrade ovog rada.

Također, hvala asistentu Marku Čeredaru na izdvojenom vremenu i pomoći pri mjerenjima.

Hvala dragom Bogu na pruženoj snazi tijekom studiranja i na svim dobrim ljudima koje mi je darovao u životu.

Ana Kolak



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**

Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
 Povjerenstvo za završne i diplomske ispite studija strojarstva za smjerove.



Procesno-energetski, konstrukcijski, inženjersko modeliranje i računalne simulacije i brodstrojarski

Sveučilište u Zagrebu	
Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa: 602 – 04 / 25 – 06 / 1	
Ur.broj: 15 – 25 –	

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Ana Kolak**

JMBAG: **0035231486**

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Biomehanička analiza pokreta veslača pri veslanju u osmercu**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Biomechanical analysis of rowing movements in a rowing eight**

Opis zadatka:

Veslanje u osmercu (8+) predstavlja složenu koordinaciju pokreta pojedinca kao člana posade, koje je nužno sinkronizirati s drugim članovima posade. Za uspješno veslanje u osmercu potrebno je svakoga člana posade dovesti na čim višu razinu pripremljenosti, što obuhvaća tehničke, kondicijske i timske kvalitete pojedinca, kojega se onda sukladno ovim pokazateljima, smješta na odgovarajuću poziciju u plovilu. Kao jedan od najznačajnijih izazova za pojedinca se svakako mogu istaknuti njegova vještina veslanja, a potom i kondicijske kvalitete. Prednost je dana tehničkim vještinama jer će uz istu razinu kondicijskih, vještiji i iskusniji veslač imati bolji veslački rezultat. Utvrđivanje elemenata ispravne tehnike i opis faza pokreta koje je neophodno pravilno izmjenjivati predstavljaju ergonomski, odnosno biomehanički izazov, jer se ne radi samo o sprječavanju ozljeda, već i o boljem korištenju kondicijskih i koordinacijskih kvaliteta veslača.

U radu je potrebno:

- raspraviti izazove veslanja u osmercu, s osvrtom na ispravne i neispravne elemente veslanja;
- raspraviti ergonomijsko motrište pokreta veslanja, s osvrtom na izazove i ograničenja;
- provesti biomehaničku analizu pokreta, uzeti u obzir antropometrijske osobitosti veslača;
- izlučiti spoznaje iz kojih proizlaze vodilje za poboljšanje tehnike veslanja.

Svu dokumentaciju izraditi na računalu, a opseg biomehaničke analize dogovoriti tijekom izrade rada. U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

30. 11. 2024.

Datum predaje rada:

1. rok: 20. i 21. 2. 2025.  
 2. rok: 10. i 11. 7. 2025.  
 3. rok: 18. i 19. 9. 2025.

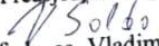
Predviđeni datumi obrane:

1. rok: 24. 2. – 28. 2. 2025.  
 2. rok: 15. 7. – 18. 7. 2025.  
 3. rok: 22. 9. – 26. 9. 2025.

Zadatak zadao:

Prof. dr. sc.  Aleksandar Sušić

Predsjednik Povjerenstva:

  
 Prof. dr. sc. Vladimir Soldo

---

**SADRŽAJ**

SADRŽAJ .....	III
POPIS SLIKA .....	IV
POPIS TABLICA.....	V
1. UVOD.....	1
2. OPĆENITO O VESLANJU .....	3
2.1. FAZE ZAVESLAJA .....	4
2.1.1. Faza provlaka .....	4
2.1.2. Faza опорavka .....	6
2.2. SPECIFIČNOSTI OSMERCA.....	7
2.3. UOBIČAJENE GREŠKE POČETNIKA .....	8
2.3.1. Kut nagiba tijela .....	8
2.3.2. Rad nogu .....	8
2.3.3. Okretanje vesla.....	8
3. ERGONOMIJSKO MOTRIŠTE POKRETA VESLANJA.....	10
3.1. VESLAČKI ČAMAC .....	10
3.1.1. Trup čamca.....	12
3.1.2. Unutarnji dio čamca .....	13
3.1.3. Vanjski elementi čamca .....	15
4. METODOLOGIJA .....	18
5. MJERENJE.....	20
5.1. ANALIZA MJERENJA .....	22
5.1.1. Brzina lijeve podlaktice.....	22
5.1.2. Brzina zdjelice.....	23
5.1.3. Usporedba brzine podlaktice i zdjelice .....	24
5.1.4. Trajektorije težišta.....	25
5.1.5. Trajektorije ruku.....	27
5.1.6. Kut zakreta trupa .....	29
6. RASPRAVA.....	30
7. ZAKLJUČAK.....	32
LITERATURA.....	33

**POPIS SLIKA**

Slika 1	Braća Sinković osvojila zlato na OI Rio .....	3
Slika 2	Faze provlaka .....	5
Slika 3	Kretanje točke težišta tijela tijekom oporavka .....	6
Slika 4	Pozicije veslača u osmercu .....	7
Slika 5	Putanja lopatice vesla .....	9
Slika 6	Studentski osmerac Laštovica .....	11
Slika 7	Nogari, pomično sjedalo i vodilice.....	14
Slika 8	Prikaz sila i stvaranja poluge .....	15
Slika 9	Izbočnik, ušica i veslo .....	16
Slika 10	Mogućnost promjene visine ušice .....	17
Slika 11	Senzori postavljeni na tijelo .....	19
Slika 12	Kalibracija .....	20
Slika 13	Brzina lijeve podlaktice .....	22
Slika 14	Brzina zdjelice .....	23
Slika 15	Usporedba brzine lijeve podlaktice i zdjelice.....	24
Slika 16	Pravilne trajektorije težišta .....	26
Slika 17	Neppravilna trajektorija težišta .....	26
Slika 18	Trajektorije ruku: a – pravilno, b - nepravilno .....	28
Slika 19	Kut zakreta trupa .....	29



---

**POPIS TABLICA**

Tablica 1 Veslački čamci po disciplinama ..... 2  
Tablica 2 Minimalne težine čamaca ..... 10

---

**SAŽETAK**

Cilj ovog završnog rada je biomehanička analiza pokreta veslanja u osmercu, s naglaskom na tehničkoj preciznosti i usklađenosti posade. Veslanje u osmercu kao timska disciplina ovisi o mnogim faktorima kao što su snaga, kondicijska izdržljivost, antropološke mjere, a ključ uspjeha leži u tehničkoj usavršenosti svakog pojedinca i njihovoj sinkronizaciji unutar posade. Pravilna izvedba pokreta temelj je učinkovitosti, dok usklađenost svih veslača omogućuje optimalan prijenos sile i maksimalnu brzinu čamca. Međutim, iako je kondicijska izdržljivost u ovoj disciplini od izuzetne važnosti, između dva veslača iste kondicijske spreme, prednost će uvijek imati onaj s pravilnijom tehnikom. Stoga će se u ovom radu iznijeti savjeti za poboljšanje tehnike pri izvedbi veslačkog pokreta, no osim svrhe same optimizacije, važnost točnog izvođenja pokreta je i radi prevencije ozljeda.

Provedena je detaljna analiza ključnih faza zaveslaja – zahvata, provlaka i kraja zaveslaja i oporavka pri čemu su definirane najčešće tehničke pogreške kod manje iskusnih veslača, poput lošeg položaja tijela, nepravilne koordinacije pokreta i neučinkovitog prijenosa sile. Osim toga razmatrane su i ergonomijske karakteristike koje utječu na izvedivost tih pokreta.

Razumijevanje biomehanike veslanja ključno je za poboljšanje tehnike pojedinca i optimizaciju rada cijele posade. Saznanja iz ove analize mogu se koristiti za unaprijeđenje treninga i postizanje vrhunskih rezultata u ovoj disciplini.

Ključne riječi: veslanje, biomehanika, zaveslaj, prijenos sile

---

**SUMMARY**

The goal of this thesis is to conduct a biomechanical analysis of the rowing motion in an eight, with a focus on technical precision and crew synchronization. As a team sport, rowing in an eight depends on numerous factors such as strength, physical endurance and anthropological measures, with success primarily relying on the technical proficiency of each individual and their coordination within the crew. Proper execution of movement is the foundation of the efficiency, while the synchronization of all rowers ensures optimal force transfer and maximum boat speed. Although physical endurance is extremely important in this discipline, between two rowers of the same fitness level, the one with a more correct technique is better. Therefore, this paper will provide guidelines for improving rowing technique, not only for the purpose of optimizing performance but also for injury prevention.

This study analyzes the key phases of the rowing stroke – catch, drive, finish and recovery and the most common mistakes made by less experienced rowers, such as poor body positioning, improper movement coordination and inefficient force transfer. Additionally, ergonomic characteristics affecting the feasibility of these movements have been considered.

Understanding the biomechanics of rowing is crucial for improving individual technique and optimizing the performance of the entire crew. The findings of this analysis can be used to enhance training methods and achieve top-level results in this discipline.

Key words: rowing, biomechanics, stroke, force transfer

## 1. UVOD

Biomehanika je znanstvena disciplina kojom se istražuje struktura i ponašanje bioloških struktura koristeći zakone mehanike. Biomehanikom sporta izučavaju se sile i njihov utjecaj na sportaše tijekom sportskih aktivnosti. Primarni interes biomehanike sporta usmjeren je ka otkrivanju bitnosti vrhunskih sportskih dostignuća. Ostali se ciljevi svode na istraživanja vezana za sprječavanje ozlijeđa te sportsku rehabilitaciju. [1]

Veslanje je sportska grana u kojoj natjecatelji provlačenjem vesala kroz vodu pokreću regatni čamac s ciljem da što brže prijeđu određenu stazu. Utrke čamaca (regate) održavaju se na vodenim stazama, omeđenima plovcima, duljine 2000 m u ravnoj liniji za muškarce, odnosno 1000 m za žene. Čamci su dugački i uski, a vanjske su im površine glatke, s izbočnicima na kojima su ušice za vesla. Veslači su leđima okrenuti u smjeru vožnje. [2]

Veslačke discipline su podijeljene prema spolu, masi i dobi veslača, broju veslača u čamcu, broju vesala kojima vesla pojedini veslač te prema tome ima li u čamcu kormilara. Razlikuje se veslanje pri kojemu svaki veslač vesla jednim veslom (tzv. rimen veslanje), a vesla su raspoređena naizmjenice na lijevom i desnom boku čamca, te veslanje na pariće (tzv. skul veslanje, prema engl. *scull*), pri kojemu svaki veslač vesla dvama veslima. Prema broju veslača, veslačke discipline mogu biti individualne: samac ili ekipne: dvojac, četverac i osmerac. U samcu veslač uvijek ima dva vesla, dok u ostalim disciplinama može imati po dva vesla (*na pariće*) ili po jedno veslo. Po masi se dijele na *teške* i *lake* veslače, a po spolu na muške i ženske. Veslačke discipline se označavaju tako da se prvo navede broj veslača u čamcu, zatim „x“ ako je disciplina na pariće, „-“ za discipline s jednim veslom i bez kormilara, a „+“ za discipline s kormilarom. Nakon toga ide oznaka dobne kategorije: J za juniore (do 19 godina) i B za seniore (do 23 godine). Valja naglasiti kako će se u ovom radu analizirati tehnika veslanja u osmercu, gdje svaka osoba dvoručno drži jedno veslo te pri ekscentričnom i nesimetričnom pokretu proizvodi silu.

Hrvatski veslački savez priznaje sljedeće veslačke čamce po disciplinama:

**Tablica 1 Veslački čamci po disciplinama**

SAMAC	1x
DVOJAC NA PARIĆE	2x
DVOJAC BEZ KORMILARA	2-
DVOJAC S KORMILAROM	2+
ČETVERAC NA PARIĆE	4x
ČETVERAC BEZ KORMILARA	4-
ČETVERAC S KORMILAROM	4+
OSMERAC	8+

## 2. OPĆENITO O VESLANJU

Veslanje je sport gdje se usklađuje snaga, tehnika i ritam. Bilo u timu ili kao pojedinac, preciznost i sinkronizacija igraju ključnu ulogu. Kao sport, veslanje je postalo službenim dijelom Olimpijskih igara 1900. godine u Parizu [3], no njegovi korijeni sežu daleko u prošlost. Povijesno, veslanje je služilo kao sredstvo za svladavanje prirodnih prepreka, poput rijeka i mora, a kroz stoljeća se razvilo u disciplinu koja spaja fizičku izdržljivost i tehničku preciznost.

U Hrvatskoj, prvi veslački klub osnovan je u drugoj polovici 19. stoljeća u Zagrebu pod imenom *Prvo hrvatsko veslačko i ribarsko društvo*, čime je postavljen temelj za razvoj veslanja kao sporta u regiji.



**Slika 1 Braća Sinković osvojila zlato na OI Rio**

## 2.1. FAZE ZAVESLAJA

Veslanje je monostrukturalna ciklična aktivnost koja uključuje aktivaciju svih velikih mišićnih skupina u tijelu. Tehnika veslanja podijeljena je na dvije osnovne faze. Prva faza je faza provlaka koja se dodatno dijeli na tri segmenta: zahvat, provlak i kraj zaveslaja. [4] Ova faza predstavlja aktivni dio ciklusa u kojem veslač generira silu i ubrzava čamac. Druga faza je faza oporavka koja se sastoji od odbijanja ruku, pretklona leđima i dolaska u zahvat. Faza oporavka omogućava veslaču pripremu za sljedeći zahvat. Ove faze zajedno čine ciklički proces veslanja, gdje je precizna koordinacija ključna za optimalnu učinkovitost.

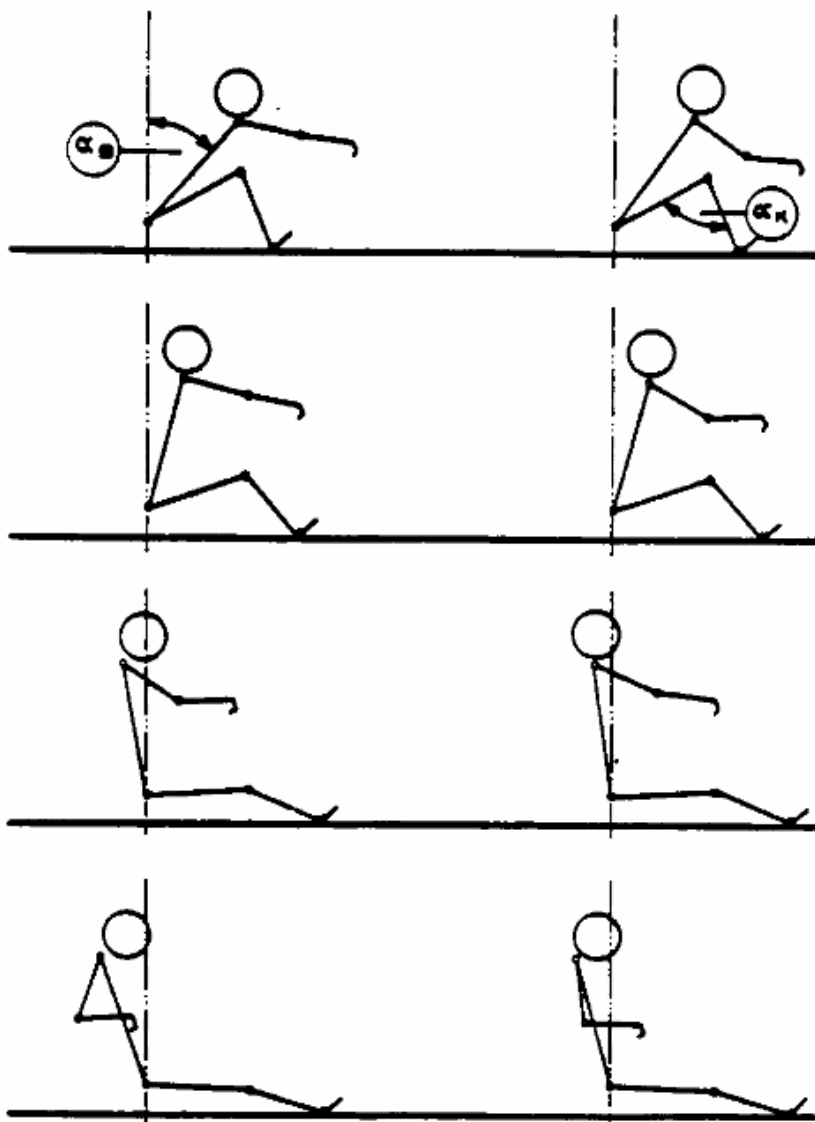
### 2.1.1. Faza provlaka

Faza provlaka započinje zahvatom. Faza zahvata započinje kada veslač zauzme položaj čučnja, s tijelom nagnutim prema naprijed i ispruženim rukama koje dosežu maksimalnu duljinu. Ramena su opuštena, ali tijelo je u pripravnosti za snažnu mišićnu kontrakciju. Ispružene ruke tvore optimalnu polugu za prijenos sile tijekom zahvata. Ručke vesla obuhvaćene su prstima i palcem, osiguravajući kontrolu nad lopaticom. Učinkovit zahvat postiže se ulaskom lopatice vesla u vodu pod optimalnim kutom (približno  $90^\circ$ ) i to prije nego negativne sile na odupiračima za noge krenu djelovati. Ova precizna koordinacija omogućuje maksimalan prijenos energije na čamac.

Faza provlaka odvija se u jasno definiranim sekvencama [Slika 2]. Prvi je korak snažno odgurivanje nogama čime se generira početni impuls za ubrzanje čamca. Drugi korak prati istovremeno pružanje nogu i aktiviranje leđnih mišića. Otvara se trup veslača osiguravajući dodatan prijenos snage. Završni dio provlaka uključuje snažno povlačenje ruku prema trupu, pri čemu drška vesla dolazi do tijela, a gotovo svi mišići gornjeg dijela tijela su aktivirani. Ova faza ima ključnu ulogu u prijenosu sile mišića na čamac, a s čamca na vodu, što rezultira značajnim ubrzanjem čamca i postizanjem optimalne udaljenosti po zaveslaju. [5]

Kraj zaveslaja označava trenutak kada lopatica izlazi iz vode. Tijelo veslača je u laganom nagibu unatrag, ruke su povučene prema tijelu, a noge opuštena, spremne za prijelaz u sljedeću

fazu oporavka. Ispravan završetak osigurava glatki prijelaz između zaveslaja i kontinuirano glisiranje čamca.

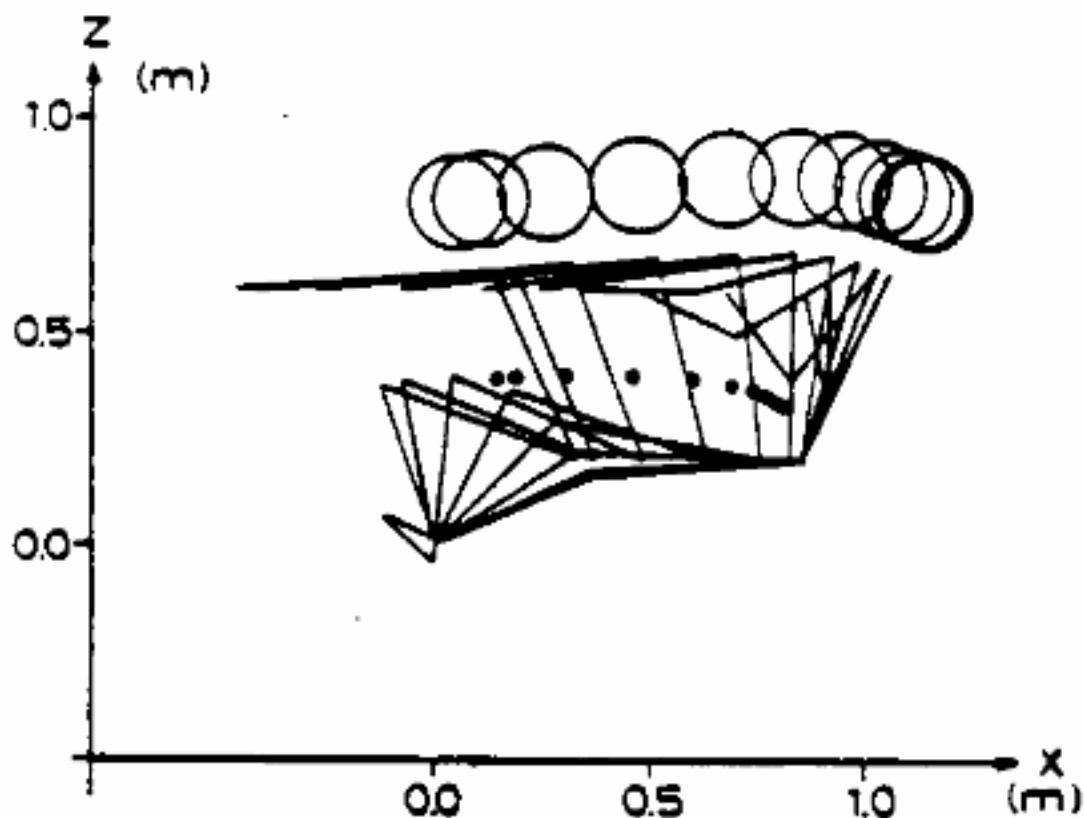


Slika 2 Faze provlaka



### 2.1.2. Faza oporavka

Faza oporavka predstavlja povratak veslača u početni položaj za sljedeći zahvat, pri čemu se tjelesna masa postupno premješta od pramca prema krmi čamca. Ključni aspekt ove faze je održavanje sinkronizacije svih članova posade kako bi se osiguralo stabilno i fluidno kretanje čamca. Pokreti su sekvencijalni i kontrolirani. Ruke se prve ispružaju, zatim se trup naginje prema naprijed, dok noge klize prema naprijed pripremajući se za idući zaveslaj. Pravilno izvedena faza oporavka omogućuje čamcu da zadrži glatko glisiranje bez nepotrebnih oscilacija, dok posada održava ritam i harmoniju pokreta te putanju težišta tijela u horizontalnoj ravnini [Slika 3].



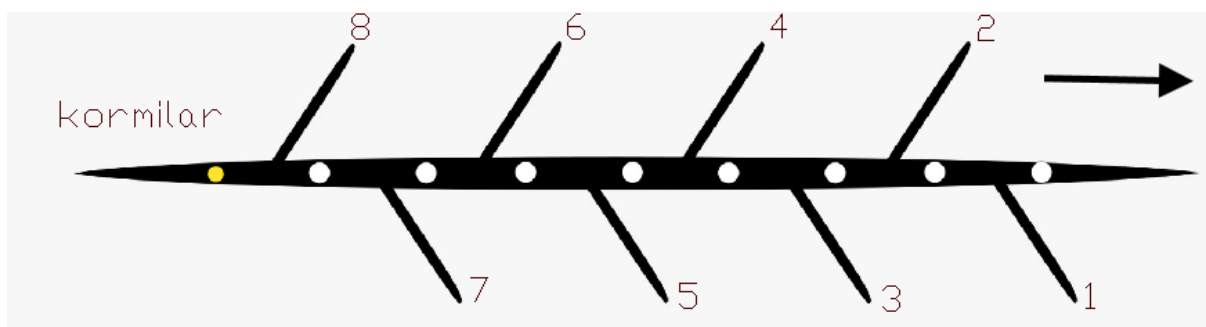
Slika 3 Kretanje točke težišta tijela tijekom oporavka

## 2.2. SPECIFIČNOSTI OSMERCA

U veslanju osmerca sinkronizacija svih članova posade ključna je za postizanje maksimalne učinkovitosti i stabilnosti čamca. Svaki veslač mora precizno izvoditi sve faze zaveslaja – od početka zaveslaja, prijelaza u preklon, do trenutka kada veslo ulazi u vodu i kasnije izlazi iz nje. Svi ti pokreti moraju se odvijati u savršenom skladu, uz šake koje su uvijek na istoj visinskoj razini.

Rolanje prema naprijed mora biti usklađeno, svaki član posade započinje ga u isto vrijeme kako bi se generirala maksimalna sila, bez stvaranja dodatnih otpora koji bi narušili ritam i dinamiku čamca. Tada se zapravo generira sila koja ometa propulziju, negativna sila tjelesne mase veslača, masa se dosad kretala od pramca prema krmu, no u jednom trenu je nagla promjena smjera kretanja. Zbog toga je bitna sinkronizacija kako se ne bi dodatno ometalo glisiranje čamca.

Raspored veslača u osmercu igra ključnu ulogu. Veslači su naizmjenično poredani, jedan s lijeve, jedan s desne strane, najčešće već unaprijed raspoređeni prema svojoj dominantnijoj strani. Prvi veslač ispred kormilara, eng. *Stroker*, daje ritam te ga svi ostali moraju moći pratiti, obično je tehnički najprecizniji. On se nalazi na poziciji osam [Slika 4], ostali su veslači raspoređeni na svoje pozicije obzirom na njihovu tehniku i snagu. Na poziciji 7 i 6 su tehnički snažni i stabilni veslači kako bi prenijeli ritam sa strokera na ostatak posade. Sredina, poznata kao motor čamca, generira najveći dio pogonske sile. Veslači na tim pozicijama poznati su po snazi i izdržljivosti.



Slika 4 Pozicije veslača u osmercu

## 2.3. UOBIČAJENE GREŠKE POČETNIKA

Početnici u veslanju često rade tehničke pogreške koje utječu na postizanje maksimalne sile, odnosno najveće srednje brzine čamca što se može analizirati biomehaničkim i strojarskim karakteristikama. Osim što utječu na performanse, mogu uzrokovati i ozljede. [8]

### 2.3.1. Kut nagiba tijela

Linija prijenosa sile kroz noge preko trupa i leđa osigurava maksimalno generiranje sile na čamcu. Ponekad se ta linija izdeformira kod veslača početnika. Previše nagnjanje unazad ili ograničen nagib zbog ukočenosti znak su loše tehnike. Preveliki kut nagiba tijela unazad smanjuje prijenos sile jer tijelo odlazi u neergonomski položaj.

Prilikom zaveslaja nagnuti leđa blago unaprijed za otprilike 30 stupnjeva, jačati *core* mišićne mase kako bi kralježnicu držali što neutralnije.

### 2.3.2. Rad nogu

Noge prenose najveći dio snage te omogućuju najveću propulziju. Česta je greška *skraćivanje nogu*, odnosno prekratak *roll*. Ovo može imati posljedicu na loše vrijeme i srednju brzinu čamca.

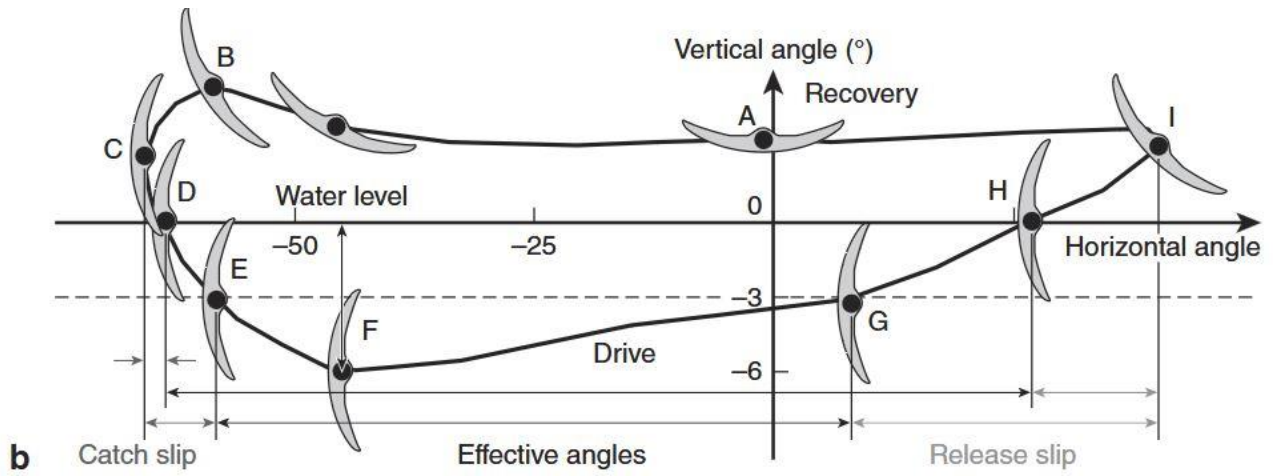
Valja iskoristiti puni *roll*, odnosno cijeli klizni mehanizam vodilica i izgenerirati maksimalnu silu nogama. Napraviti vidljivo znatniju dominaciju mišića nogu te ih na kraju u koljenima ispružiti kako bi služile kao potpora za ispravljanje leđa i kasnije ruku.

### 2.3.3. Okretanje vesla

Bitno je osigurati efikasan zahvat vode veslom. Početnicima se često dogodi da prerano ubace veslo u vodu, preplitko ili pod krivim kutem.

Veslo se tijekom trajanja jednog ciklusa zaveslaja mora okretati, a pod vodu ući pod 90 stupnjeva i to prije nego negativna sila na odupiračima za noge krene djelovati kako bi

zahvat vode bio maksimalan [Slika 5]. U fazi oporavka veslo mora biti postavljeno horizontalno kako bi se reducirao otpor zraka. [9]



Slika 5 Putanja lopatice vesla

### 3. ERGONOMIJSKO MOTRIŠTE POKRETA VESLANJA

#### 3.1. VESLAČKI ČAMAC

Veslački se čamac sastoji od nekoliko ključnih dijelova, a to su: trup, nogari, pomično sjedalo, vodilice, tzv. *tračnice*, izbočnici za vesla, peraja te kormilo. U pravilu se konstrukcija, oblik i dimenzije čamca i vesla ne ograničavaju, osim odredbama postavljenim u člancima 1, 39, 40 i 41 FISA Rules of Racing. [10] Bitno je naglasiti da je u navedenim člancima propisana minimalna težina određenog čamca. [Tablica 2]

**Tablica 2 Minimalne težine čamaca**

TIP ČAMCA	1x		2x		2-	2+	4x	4-	4+	8+
TEŽINA (kg)	14		27		27	32	52	50	51	96
DOPUŠTENA ODSTUPANJA	0.3		0.6		0.6	0.7	1.1	1.0	1.1	2.0



**Slika 6** Studentski osmerac Laštovica

### 3.1.1. Trup čamca

Trup je osnovni dio čamca koji svojom strukturom i oblikom omogućava plovnost i smanjuje utjecaj otpora vode. Pri konstrukciji trupa bitno je postići najoptimalniju duljinu, širinu i dubinu kako bi se omogućila stabilnost cijelog čamca te odabirom prikladnog materijala smanjiti masu konstrukcije.

Širina osmerca u prosjeku iznosi 58 do 62 centimetra, ova je širina optimizirana za muškarce, koji su obično širi, snažniji i imaju širi raspon ramena od žena. Žene imaju širu zdjelicu što ponekad može dovesti do povećanog pritiska na donji dio leđa i križnu kost. Ženske veslačice zbog ovih karakteristika rade veće rotacijsko kretanje kuka tijekom zaveslaja.

Moderni oblik regatnog čamca napravljen je od sendvič konstrukcije koja se sastoji od aramidnih vlakana te aramidnog saća u sredini. Vlakna su impregnirana epoksidnom smolom. Takva konstrukcija zaslužna je za apsorpciju vibracija koje se prenose kroz sjedalo i tračnice te tako smanjuju opterećenje na kralježnicu i donji dio leđa.

### 3.1.2. Unutarnji dio čamca

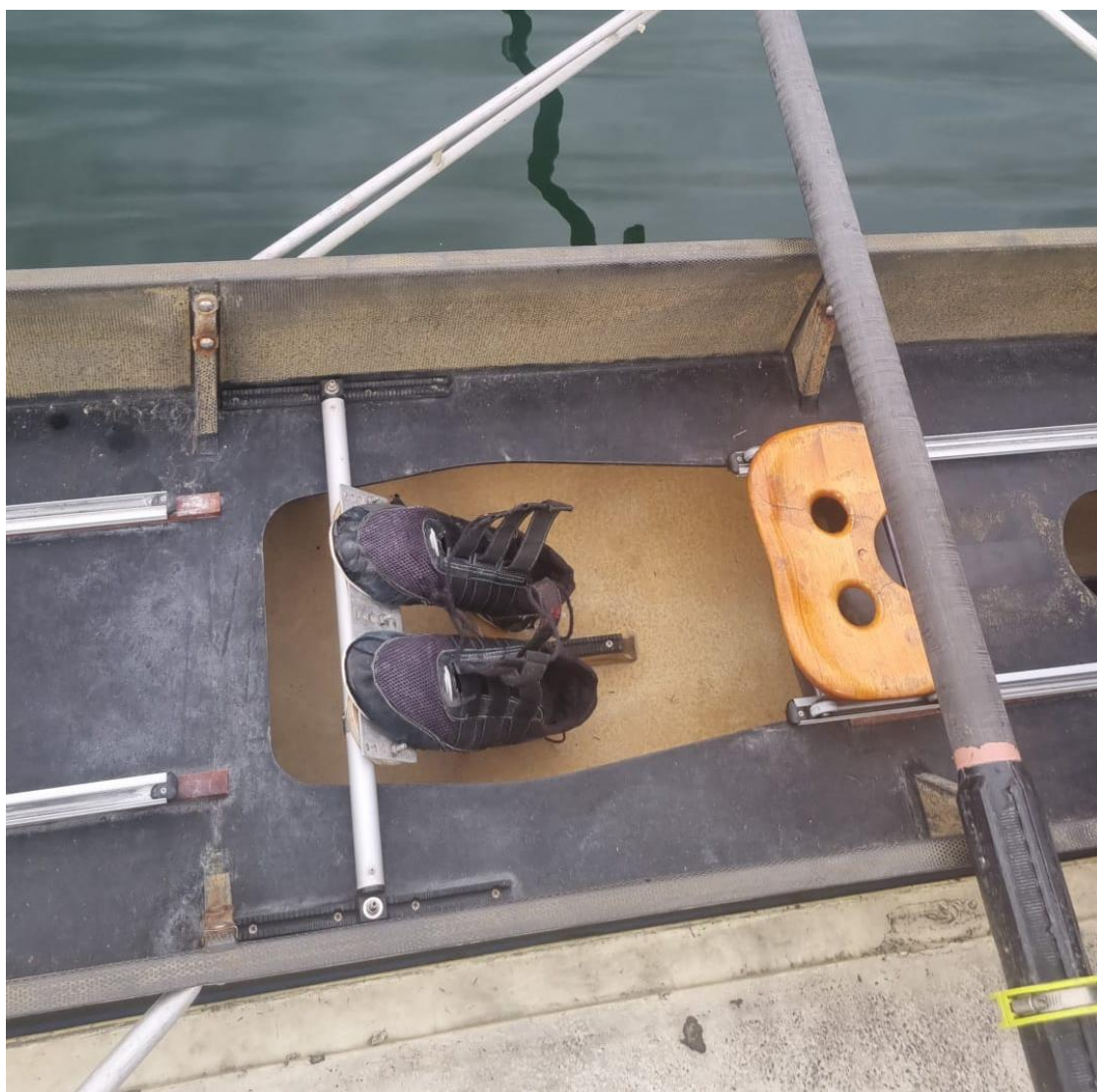
U unutarnjem dijelu čamca nalaze se nogari, pomično sjedalo te vodilice po kojima se veslač kreće [Slika 7]. Najveći dio prijenosa snage s mišića na čamac ostvaruje se upravo preko mišića nogu, stoga su nogari čvrsto pričvršćeni na konstrukciju čamca kako bi osigurali stabilan oslonac, dok pomično sjedalo omogućuje kretanje veslača po vodilicama, odnosno omogućen je tzv. *roll*. Nogari su podesivi element čamca. Oni omogućuju prilagodbu udaljenosti prema antropološkim potrebama svakog veslača. Pomoću ključa veslač može otpustiti vijke kojima su nogari fiksirani za čamac, prilagoditi ih na željenu udaljenost te ponovno pritegnuti. Hod podešavanja nogara, odnosno razlika između minimalne i maksimalne pozicije kod većine modernih čamaca iznosi između 10 i 20 centimetara.

Za razliku od nogara, vodilice su fiksne duljine i ne mogu se podešavati. Njihova je duljina određena konstrukcijom čamca.

Pomično sjedalo ključno je za učinkovito gibanje veslača naprijed-nazad uz minimalne gubitke energije. Ležajevi kotačića sjedala moraju osigurati pravocrtno kretanje pod velikim opterećenjem, osobito tijekom jakog impulsa na početku pogonskog ciklusa. Žene imaju širu zdjelicu što ponekad može dovesti do povećanog pritiska na donji dio leđa i križnu kost jer su pomična sjedala daju premalu potporu za zdjelicu. Ženske veslačice zbog ovih karakteristika rade veće rotacijsko kretanje kuka tijekom zaveslaja.

Tračnice, odnosno vodilice, su najčešće izrađene od aluminijske, dok se sjedala izrađuju od drveta ili ugljičnih vlakana impregniranih epoksidnom smolom, a kotačići od visokokvalitetnih polimernih materijala. Nogari su obično montirani na ploču pomoću vijaka radi stabilnosti i dugotrajnosti.





**Slika 7** Nogari, pomično sjedalo i vodilice

### 3.1.3. Vanjski elementi čamca

Uz nogare, još jedan podesivi element čamca su izbočnici, koji služe kao oslonac za polugu vesla [Slika 9]. Na izbočnicima je moguće prilagoditi visinu ušice, odnosno točke hvatišta vesla, čime je također omogućena individualna prilagodba. Promjena visine ušice posebno je bitna za usklađivanje razine šaka svih veslača, čime se osigurava sinkronizacija, u ovom slučaju osmerca. Osim prilagodbe visini veslača, podešavanje ušice važno je i u različitim vremenskim uvjetima. Primjerice, u valovitim uvjetima pogodnije je postaviti ušicu na višu poziciju kako bi vesla bila iznad razine valova te kako bi se smanjio otpor i poboljšala kontrola čamca [Slika 10.]. Aksijalna sila ( $F_{hnd-ax}$ ) osigurava stabilnost vesla tijekom zaveslaja, te prihvata vesla u ušicu [Slika 8]. Međutim, sama po sebi, ova sila ne pridonosi izravno stvaranju pogonske sile čamca, već služi kao oslonac koji omogućuje prijenos snage veslača na vodu. [9]

Izbočnici su izrađeni od aluminijskih šipki kako bi se reducirala masa i povećala krutost konstrukcije.

Uz izbočnike, vanjski elementi su kormilo te peraja koja je također, zbog cilja redukcije mase, napravljena od aluminija. Kormilo se sastoji od vratila, lista kormila i poluge kormila. Pomoću poluge kormilar upravlja pravcem čamca.

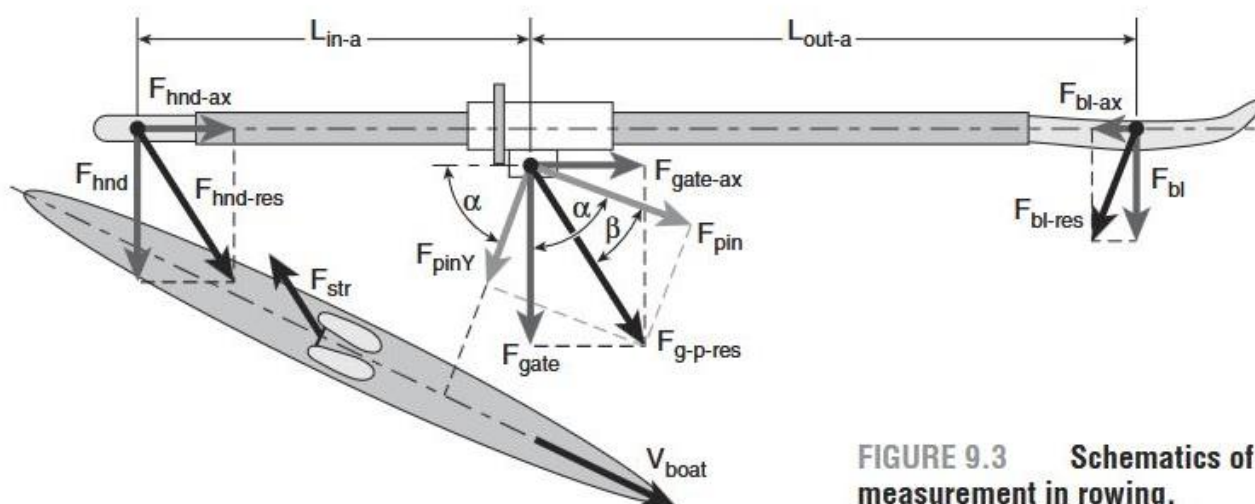
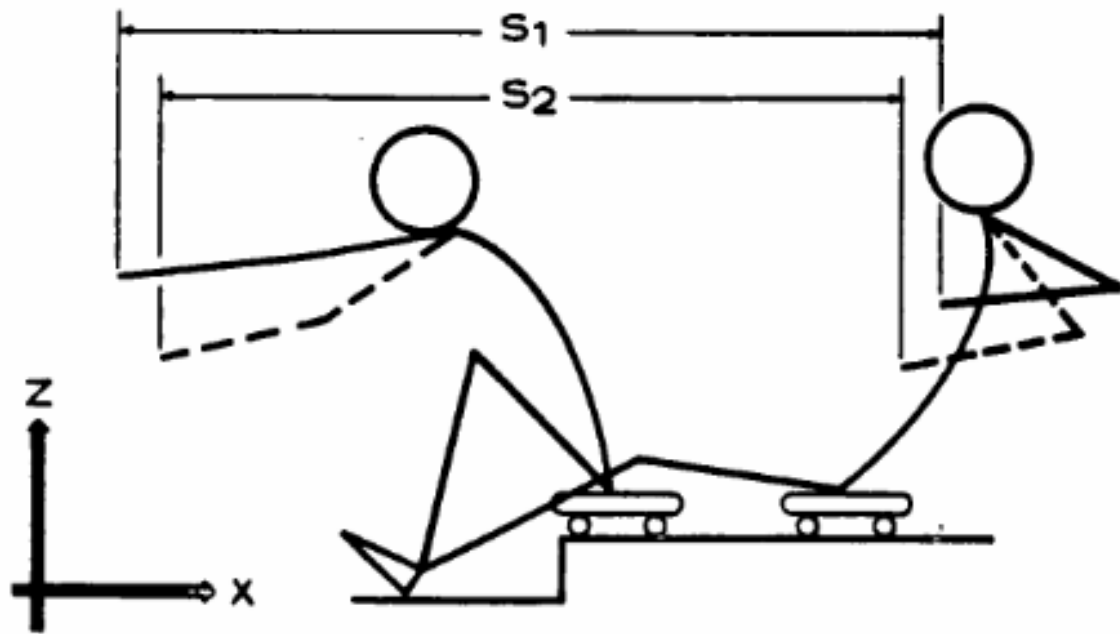


FIGURE 9.3 Schematics of force measurement in rowing.

Slika 8 Prikaz sila i stvaranja poluge



**Slika 9** Izbočnik, ušica i veslo



Slika 10 Mogućnost promjene visine ušice

## 4. METODOLOGIJA

### 4.1. OPREMA

Za praćenje i snimanje, a potom i analizu pokreta korišten je sustav za snimanje pokreta Perception Neuron 2.0 te program Biomechanics of Bodies za obradu dobivenih podataka. Grafički prikazi izrađeni su pomoću programa Microsoft Excel. Sva mjerenja provedena su na Katedri za biomehaniku i ergonomiju Fakulteta strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu koja posjeduje sve potrebne licence i certifikate za programe i opremu koji su korišteni u ovome radu. [14]

Perception Neuron 2.0 napredan je sustav za snimanje pokreta koji se često koristi u industrijama poput sporta, biomehanike, animacije i virtualne stvarnosti. To je drugi model iz linije Perception Neuron uređaja, proizveden od tvrtke Noitom. Uređaj se sastoji od 32 senzora – Neurona, odnosno IMU senzora (*Inertial Measurement Unit*). Svaka se ta mjerna jedinica sastoji od akcelerometra koji mjeri ubrzanje u  $x$ ,  $y$ ,  $z$  osi, žiroskopa koji mjeri kutnu brzinu ili rotaciju u tri osi, te magnetometra koji detektira magnetska polja te se tako određuje orijentacija. Kombinacijom ovih komponenti omogućuje se precizno praćenje linearnih pomaka, rotacija i orijentacije u prostoru.

Senzori se na tijelo postavljaju pomoću remenja koji su prilagođeni za promatrane dijelove tijela, za potrebe ovog mjerenja senzori su postavljeni na leđa, ruke, šake, trbuh, natkoljenice, potkoljenice i stopala [Slika 11].





Slika 11 Senzori postavljeni na tijelo

Svaki senzor ima ugrađen mikrokontroler koji obrađuje podatke i šalje ih prema centralnoj jedinici. Uređaj se povezuje s računalom bežično ili putem USB kabela te se zabilježeni podaci izvoze u program *Biomechanics of Bodies*. Ovaj program omogućava izračun sila u mišićima, opterećenja zglobova, brzine i kutne brzine dijelova tijela, te trajektorije težišta i ostalih željenih dijelova.

## 5. MJERENJE

Prije samog mjerenja, potrebno je postaviti remenje i senzore na željene dijelove tijela. Uređaj se tada povezuje s računalom pomoću softvera *Axis Neuron*. Kako bi sustav započeo s praćenjem pomaka i analizom pokreta, uređaj se mora kalibrirati. Kalibracija se izvodi na način da izvođač zauzme 4 poze [Slika 12]. U programu *Biomechanics of Bodies* tada se prikazuje kalibrirani 3D model ljudskog tijela.



Slika 12 Kalibracija

---

**5.1. PROVEDBA MJERENJA**

Mjerenje je provedeno na jednom ispitaniku s ciljem precizne analize pravilnog veslačkog zaveslaja. Izloženi rezultati bit će suočeni s nepravilnom izvedbom pojedinog dijela pokreta. Veslački pokret izveden je na ergometru, spravi koja dobro simulira kretnju natjecateljskog veslanja te služi za pripremu sportaša za regate.

U ovom će se mjerenju naglasak staviti na usporedbu brzina zdjelice i podlaktice kako bi se jasno mogle definirati faze izvođenja pravilnog zaveslaja. Također, pratit će se trajektorije ruku te cijelog težišta.

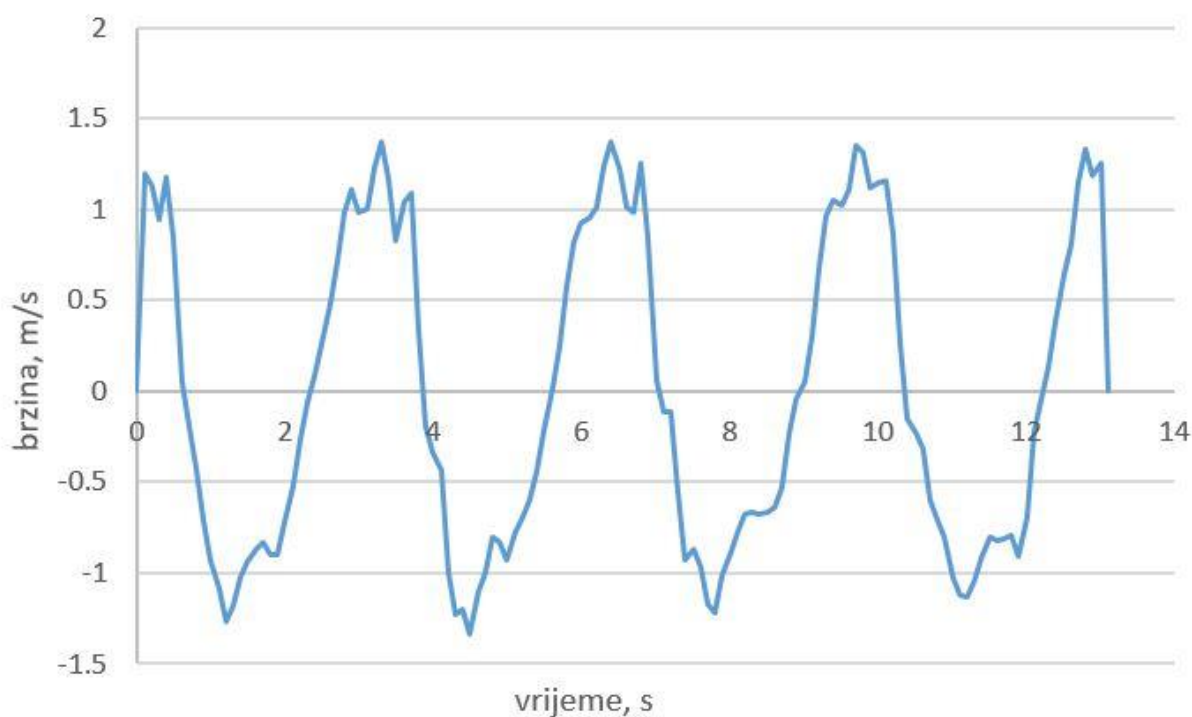
U ovom radu fokus je prvenstveno na tehnici veslanja, a ne na kondicijskoj spremi veslača. Sukladno tome, i rezultati mogu varirati ovisno o individualnim sposobnostima sportaša. Ovdje su prikazani opći rezultati koji služe kao smjernice za poboljšanje tehnike.



## 5.1. ANALIZA MJERENJA

### 5.1.1. Brzina lijeve podlaktice

Analizom brzine lijeve podlaktice može se uočiti periodična priroda gibanja, što je i poželjno uzimajući u obzir da je veslanje cikličan sport. Graf na Slici 13 prikazuje oscilacije brzine s očekivanim amplitudama što odgovara fazama pogona i povratka ruku. Pozitivne vrijednosti brzine označuju kretanje podlaktice prema naprijed u fazi zahvata i provlaka, dok negativne ukazuju na fazu odmora, odnosno vraćanje ruku u početni položaj. Maksimalne vrijednosti brzine odgovaraju trenutku kada veslač upotrijebi najveću silu na veslo, dok pad brzine prema negativnim vrijednostima označava kraj faze provlaka i početak relaksacije mišića. Pravilna izvedba veslačkog pokreta podrazumijeva ponavljanje ovih uzoraka uz minimalne oscilacije i glatke prijelaze između faza što rezultira maksimalnom srednjom brzinom.

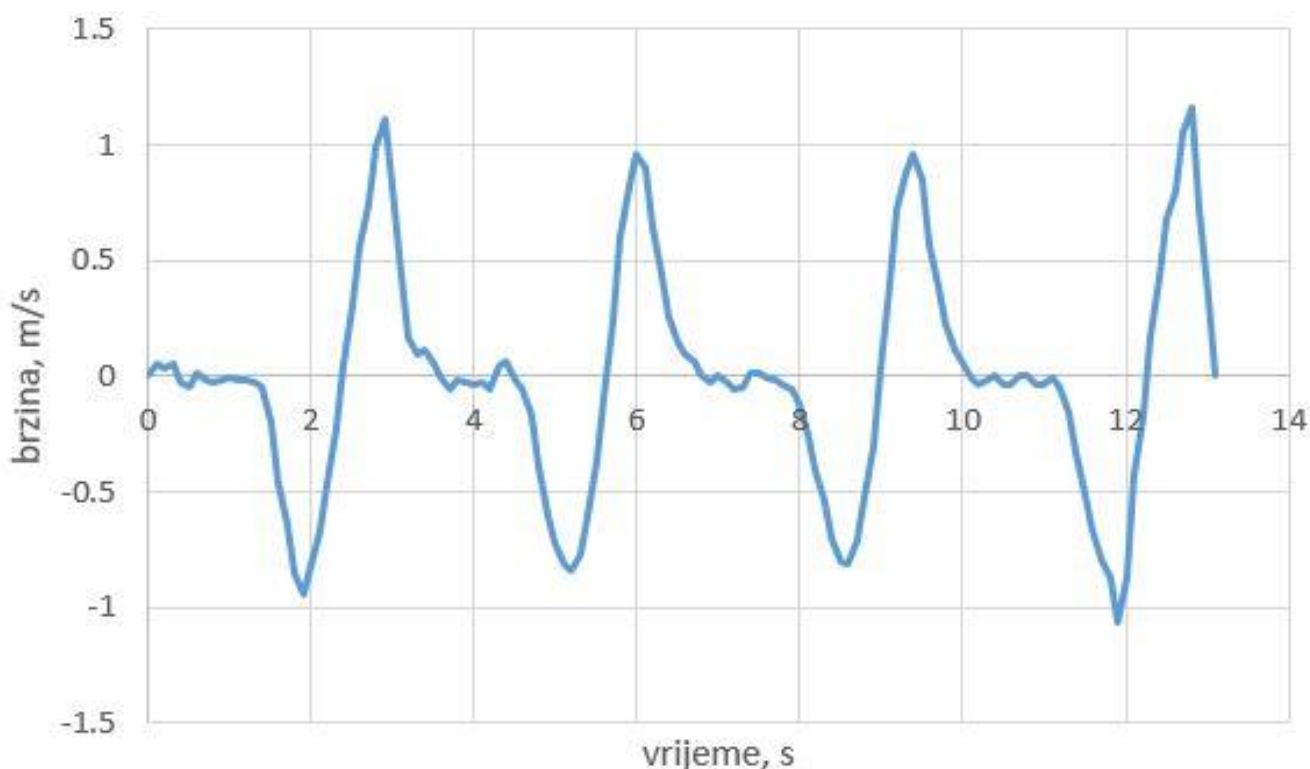


Slika 13 Brzina lijeve podlaktice

### 5.1.2. Brzina zdjelice

Graf brzine zdjelice prikazan na Slici 14 pokazuje manje izražene oscilacije u usporedbi s brzinom podlaktice, što ukazuje na stabilizirajuću ulogu zdjelice u veslača. Oscilacije u brzini prate ciklus zaveslaja, pri čemu pozitivne vrijednosti odgovaraju fazi zahvata i početku provlaka, a negativne označavaju fazu odmora i pripremu za novi zaveslaj. Relativna glatkoća prijelaza između tih faza sugerira kontroliranu kretnju zdjelice koja omogućava optimalan prijenos sile s nogu na trup i ruke. [11]

Nepravilnosti ili nagle promjene u brzini zdjelice mogu ukazivati na lošu koordinaciju pokreta i povećano opterećenje na donji dio leđa što može dovesti do ozlijeda. Stoga je ključno održavati pravilnu biomehaničku sinergiju između zdjelice i trupa kako bi se postigao stabilan i kontroliran zaveslaj.



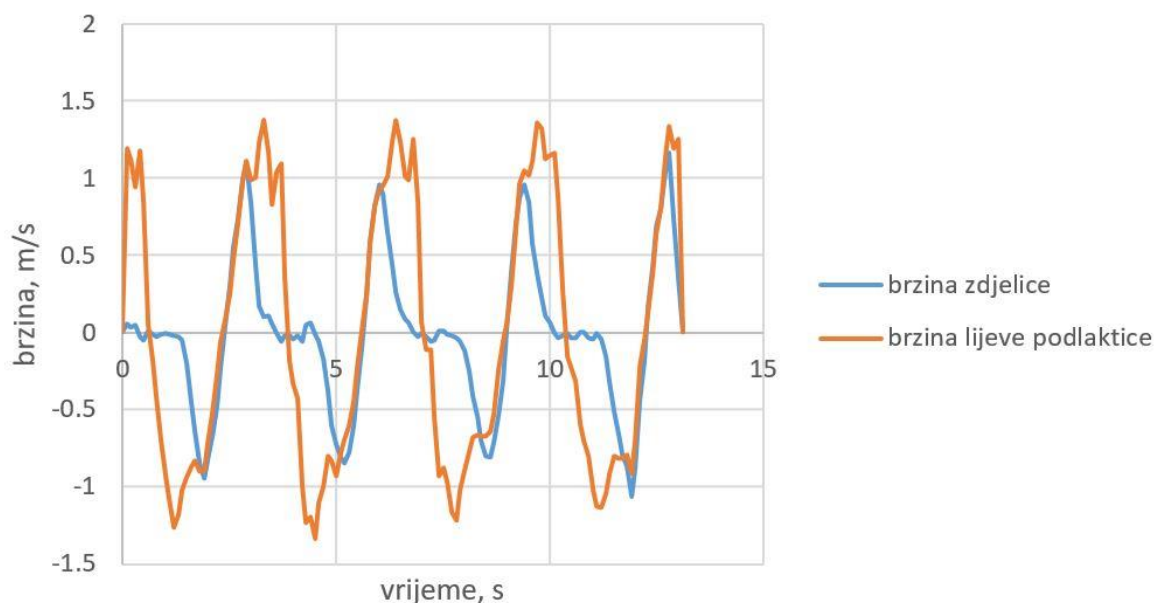
Slika 14 Brzina zdjelice

### 5.1.3. Usporedba brzine podlaktice i zdjelice

Usporedbom brzine podlaktice i zdjelice tijekom zaveslaja uočava se važna sinkronizacija pokreta koja osigurava prijenos sile i pravilnu tehniku zaveslaja. Brzina podlaktice prikazuje izraženije oscilacije i veće amplitude u odnosu na zdjelicu, što je i očekivano s obzirom na to da ruke sudjeluju u završnoj fazi prijenosa sile na veslo. Ključno je primjetiti da brzina podlaktice raste i doseže vrhunac prije nego zdjelica dosegne svoj maksimalan pomak [Slika 15], što ukazuje na ispravan slijed pokreta, odnosno ruke započinju fazu oporavka prije zdjelice i trupa.

U fazi provlaka, zdjelica i podlaktica kreću gotovo u isto vrijeme, iako je važno naglasiti da u ovoj fazi noge imaju ključnu ulogu i najviše snage, te one kreću prve, no ograničenošću mjerenja, rezultati su prikazani na ovaj način. Zdjelica služi kao stabilizacijska točka, a ruke završavaju prijenos sile. S druge strane, tijekom faze oporavka, podlaktice započinju pokret ranije, dok ih zdjelica polako prati i kontrolirano prelazi u novu fazu.

Ovaj redoslijed ključan je u održavanju ravnoteže čamca i sprječavanju nepotrebnog narušavanja dinamike kretanja. Kada se svaki veslač koncentrira na ispravno izvođenje ovih faza kao što je objašnjeno, sinkronizacija je osigurana. Ako bi podlaktice krenule ranije u fazi provlaka, ne bi moglo doći do maksimalnog prijenosa sile, povećala bi se vjerojatnost ozljede te bi se izgubila kontrola pokreta.



Slika 15 Usporedba brzine lijeve podlaktice i zdjelice

#### 5.1.4. Trajektorije težišta

Analizom trajektorija težišta tijekom ciklusa veslanja uočava se njihova približna podudarnost [Slika 16], što ukazuje na koordiniran i sinkroniziran rad ključnih dijelova tijela.

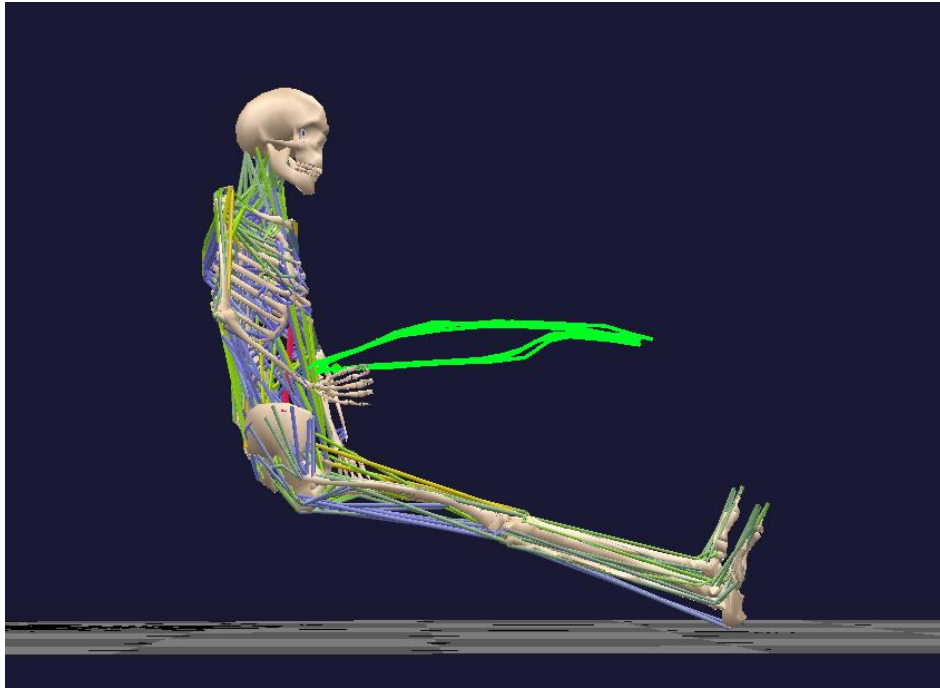
U fazi oporavka težište približno prati horizontalnu liniju. Važnost je faze oporavka upravo u ovome dijelu, tu se održava glisiranje čamca i ravnoteža. Svaki pojedinac u osmercu mora odžavati koordinaciju svojih pokreta, odnosno osigurati da prilikom *rolla* težište putuje po približnoj horizontali te će na taj način doći do sinergije svih veslača.

Prilikom kretanja faze zaveslaja, odnosno provlaka, težište tijela postupno odstupa od prvotne horizontale prateći rad tijela, odnosno nogu, trupa i ruku, no nakon toga opet ulazi u koordinirano područje.

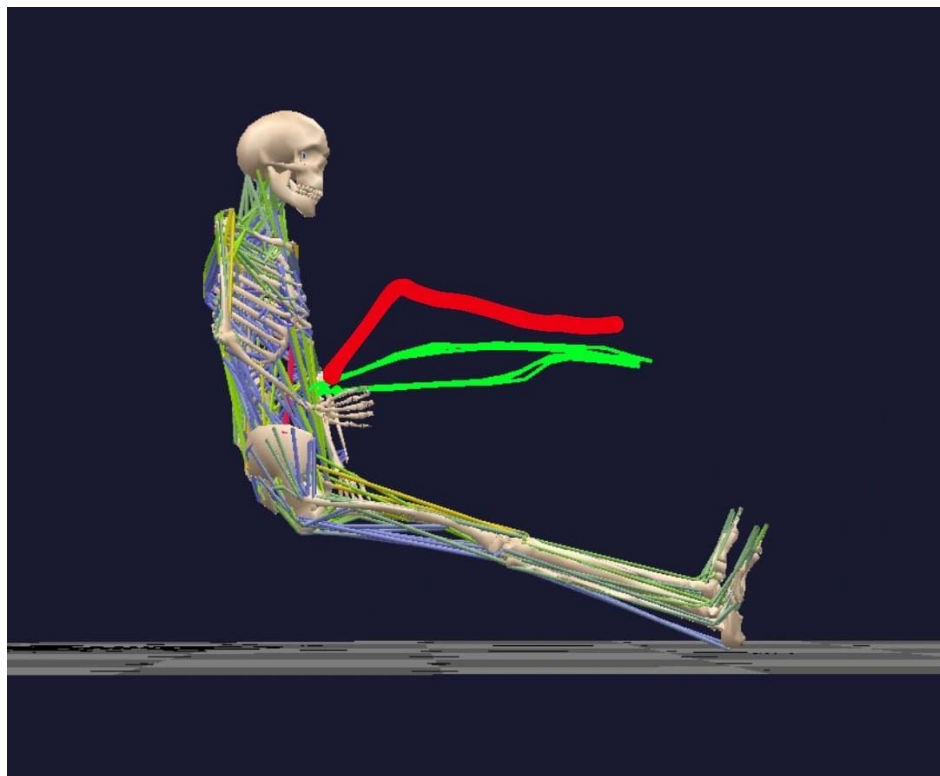
Osim održavanja ravnoteže čamca, kontrolirana kretanja cijelog tijela omogućava i maksimalnu srednju brzinu, najkraći put osigurava i najveću brzinu. Najkraći mogući put težišta tijela smanjuje nepotrebne oscilacije i doprinosi većoj stabilnosti, čime se izbjegava rasipanje snage. [12]

Za razliku od pravilnih, glatkih trajektorija težišta koje osiguravaju stabilnost i učinkovit prijenos sile, nepravilne trajektorije ukazuju na tehničke pogreške koje mogu značajno smanjiti efikasnost zaveslaja. Ako se težište tijela kreće u nepravilnim, isprekidanim ili nekontroliranim putanjama, dolazi do povećanog otpora, i gubitka kinetičke energije, što rezultira manjom srednjom brzinom čamca.

Nepravilnosti u putanjama najčešće nastaju zbog neusklađenog rada ruku, trupa i nogu. To može dovesti do trzaja [Slika 17], naglih promjena smjera kretanja te gubitka ravnoteže. Primjerice, ako se zdjelica pomiče previše u stranu ili ako podlaktica ne slijedi gore prikazani obrazac kretanja, veslač će potrošiti dodatnu energiju na kompenzaciju umjesto na prijenos sile na veslo, odnosno vodu. Osim toga, nepravilne trajektorije mogu uzrokovati dodatno opterećenje na mišiće i zglobove, povećavajući rizik od ozljeda. [8]



**Slika 16** Pravilne trajektorije težišta



**Slika 17** Nepravilna trajektorija težišta

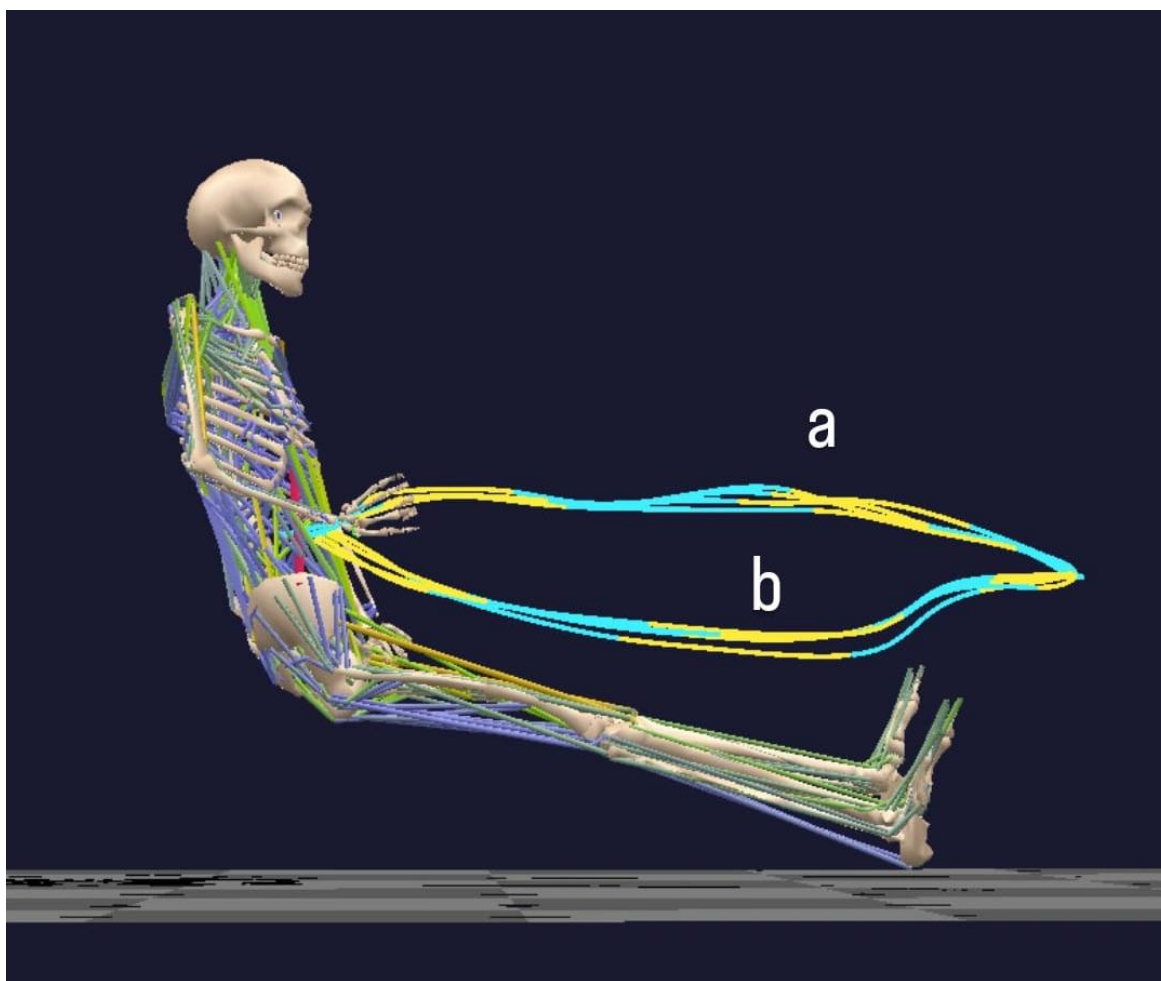
### **5.1.5. Trajektorije ruku**

Trajektoije ruku tijekom zaveslaja ključne su za učinkovit prijenos sile i ekonomičnost pokreta. U pravilnoj izvedbi, ruke prate glatku i predvidivu putanju, sinkroniziranu s radom nogu i trupa.

Tijekom faze provlaka, ruke su relativno opuštene dok snagu generiraju noge i trup, a tek u završnoj fazi ruke preuzimaju kontrolu kako bi precizno dovršile pokret. U fazi oporavka ruke se prve vraćaju u početni položaj, omogućuju nesmetanu pripremu za novi zaveslaj.

Na Slici 18 se vidi kako u fazi provlaka trajektorije gotovo pravilno prate horizontalnu liniju. Ta je faza najbitnija, veslo je u vodi, nužno je da bude što idealnije izvedena. U fazi oporavka veslo je izvan vode, mišići se opuštaju te tu ideal nije potreban. Bitno je održati što bolju ravnotežu radi glisiranja i ravnoteže cijelog čamca.

Na prikazanim mjerenjima vidi se kako trajektorije ruku b ne prate putanju kako bi trebale, te valja naglasiti kako je to jedna od pogrešaka. Oscilacije u trajektoriji ruku mogu negativno utjecati na ravnotežu čamca, stvarajući nestabilnost i povećani otpor. Time se ne otežava samo kontrola čamca, nego i učinkovit prijenos sile, što rezultira manjom brzinom. Pravilno vođena, stabilna i horizontalna trajektorija ruku održava dinamiku veslanja te osigurava maksimalnu iskoristivost uloženog napora.



**Slika 18** Trajektorije ruku: a – pravilno, b - nepravilno

### 5.1.6. Kut zakreta trupa

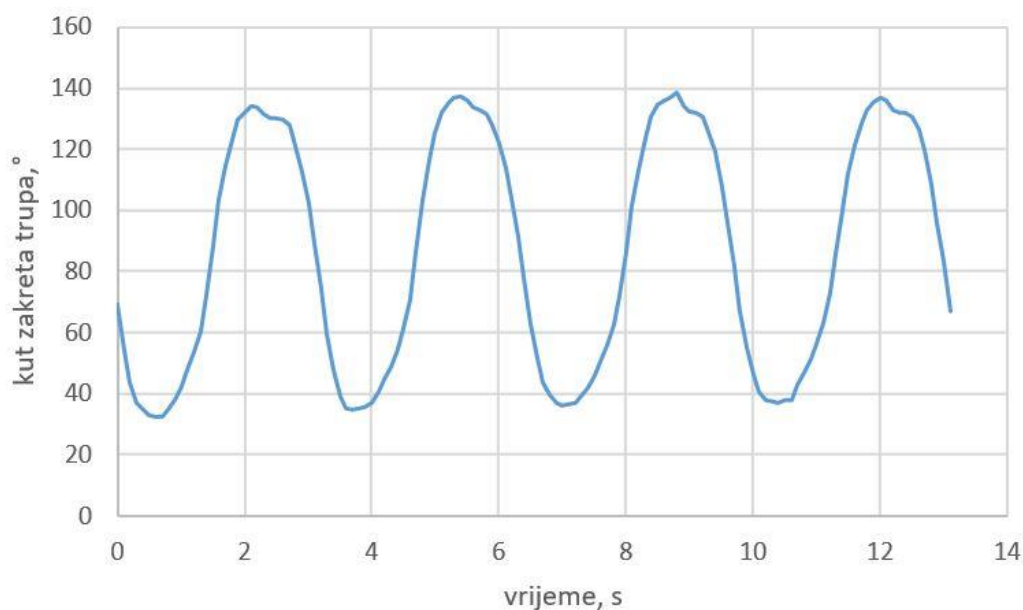
Kut zakreta trupa prikazam grafom na Slici 19 prikazuje pravilne oscilacije tijekom veslačkog pokreta. Oscilacija kuta je približno između 130 i 30 stupnjeva, koja se javlja kroz različite faze ciklusa.

U početnoj fazi zaveslaja trup je nagnut prema naprijed, stvarajući minimalan kut sa zdjelicom čime se angažiraju mišići trupa i nogu za snažnu eksplozivnu snagu.

Kada se veslo povlači unazad, trup se rotira, povećavajući kut. Ova rotacija trupa u odnosu na zdjelicu omogućava bolju fleksibilnost i kontrolu, što je važno za održavanje ravnoteže i smanjenje naprezanja na donjem dijelu leđa. Osim što optimira tehniku veslanja, održavanje u granicama zakreta trupa, osigurava i prevenciju od ozljeda.

Konzistentan uzorak u grafu ukazuje na tehnički ispravno i stabilno izvođenje pokreta. Održava se pravilna sinkronizacija između faza provlaka i odmora, što je ključno za efikasan prijenos sile na veslo. Pravilna tehnika podrazumijeva kontroliran angažman trupa, dosljednost pokreta i optimalno korištenje energije.

Ako bi uzorak pokazivao značajnije oscilacije i nepravilnosti, to bi ukazivalo na tehničke nedostatke, poput prekomjernog nagnjanja trupa gdje se gubi uloga stabilizatora te dolazi do otežanog prijenosa sile.



Slika 19 Kut zakreta trupa



## 6. RASPRAVA

Analizirajući rezultate dobivene mjerenjima i dijagramima, mogu se jasno uočiti nepravilnosti u tehnici veslanja te se mogu formulirati konkretne vodilje za poboljšanje tehnike koje veslači ovim putem opet mogu testirati i korigirati.

Analizom gibanja ruku, odnosno lijeve podlaktice, primjećeno je da pravilna koordinacija ruku s ostatkom tijela igra ključnu ulogu u optimizaciji snage i kontroli zaveslaja. Tijekom faze zahvata i provlaka, ruke su ispružene do samog konca zaveslaja kada kontrolirano i precizno završavaju zaveslaj. Nepravilnosti u pokretu ruku, kao što su napetost u ramenima ili preuranjeno povlačenje smanjuje performanse te se povećava rizik od ozlijeda. Preporuča se opuštanje mišića ruku i ramena u fazi provlaka, održavajući glatke prijelaze s minimalnim oscilacijama brzine, čime se omogućava brži povratak u početni položaj za sljedeći zaveslaj. Korištenje punog opsega pokreta ruku također je ključno za maksimalan prijenos snage. Tijekom faze oporavka, preporuča se kontrolirati prijelaz u suprotan smjer kretanja, maksimalnu amplitudu brzine ruku treba iskoristiti u fazi provlaka, dok ju u ovoj fazi treba minimizirati kako bi se smanjio utrošak energije. Treba održati pravilnu ritmičnost u obe faze, kako bi kretanje podlaktice bilo dosljedno i kontrolirano, uz minimalne varijacije u amplitudi oscilacija.

U analizi trupa i zdjelice, posebna je pažnja posvećena održavanju optimalnog kuta kako bi se omogućio što bolji prijenos snage tijekom zaveslaja. Preveliki ili premali kut trupa može smanjiti efikasnost prijenosa sile i destabilizirati veslača, dok pravilno održavanje stabilnosti trupa i angažiranje mišića core-a poboljšava kontrolu i ravnotežu pokreta. Važno je održavati stabilan položaj tijekom cijelog ciklusa zaveslaja, osiguravajući da trup prati kretanje nogu koje stvaraju snažan impuls sile, kako bi se ona glatko prenijela, no također da se održi funkcija stabilizatora kako ne bi došlo do ozljede. Ove smjernice mogu se kontrolirati praćenjem kuta trupa u dijagramima i usporedbom s optimalnim vrijednostima za svaku fazu pokreta.

Trajektorije pokreta centra mase mogu upućivati na nepravilnosti koje mogu nastati uslijed pogrešne sinkronizacije pokreta ili nepravilne koordinacije između nogu, trupa i ruku. Ukoliko gibanje centra mase nije približno horizontalno, može doći do povećanog otpora i smanjenja brzine. Vodilje za poboljšanje u ovom kontekstu uključuju cikličnost pri izvedbi pokreta te

održavanje tzv. ritma veslanja kako bi se tijekom cijele regate održala ravnoteža i sinkronizacija. Uočavanje kada centar mase izlazi iz granica približne horizontale može poslužiti kao jasan pokazatelj nesinkroniziranosti i nepravilnosti u tehnici.

Mjerenja koja uključuju usporedbu brzina podlaktice i zdjelice omogućuju uočavanje nepravilne tehnike i loše kronologije pokreta što može usporiti čamac i povećati napor. Ispravna tehnika zaveslaja iziskuje pokret nogama praćen leđima, a tek onda povlačenjem ruku. Koristeći se ovakvim načinom analize izvedbe, može se poboljšati svaka faza zaveslaja. No osim pojedinačne sinkronizacije izvođenja pokreta, sinkronizacija cijele posade je također od velike važnosti. Uočavanjem cikličnosti pokreta veslanja, pojedinac svaki svoj zaveslaj tada može uskladiti s ostatkom posade.

## 7. ZAKLJUČAK

Veslanje u osmercu izuzetno je zahtjevna disciplina gdje sitna i nezamjetna odstupanja od pravilnog izvođenja pokreta narušavaju harmoniju i mogu dovesti do ozlijede.

U radu je definirana pravilna tehnika izvođenja te su navedene česte greške. Svaki zaveslaj sastoji se od jasno definiranih faza – zahvata, provlaka i završetka zaveslaja – pri čemu je ključno maksimalno iskoristiti snagu nogu jer one generiraju najveći impuls sile, također, važno je koristiti puni *roll* vodilica te održavati tijek pokreta u što horizontalnijoj ravnini čime se stabilizira centar mase, osigurava ravnoteža i omogućuje nesmetano glisiranje čamca. Tijekom faze oporavka potrebno je izvoditi pokrete što mirnije kako bi se minimizirali gubitci brzine stečene u provlaku. Stabilnost trupa i aktivacija mišića core-a igraju ključnu ulogu u kontroli zaveslaja, dok ruke održavaju ravnotežu i precizno završavaju pokret.

Osim teorijske razrade, provedeno je mjerenje pomoću sustava za snimanje pokreta Perception Neuron 2.0 te programa Biomechanics of Bodies za obradu dobivenih podataka. Zamisao mjernog postupka bila je analizirati sve ključne biomehaničke aspekte veslačkog pokreta kako bi se definirala pravilna tehnika izvođenja, kako bi bio jasniji uvid u pogrešan pokret i potencijalni faktori koji utječu na stabilnost, ravnotežu i prijenos sile tijekom svakog zaveslaja. Rezultati dobiveni mjerenjem na veslačkom ergometru pružaju vrijedan uvid u tehničku izvedbu i omogućuju analizu pokreta primjenjivu i u stvarnim uvjetima u čamcu.

Pomoću dijagramskih prikaza brzine zdjelice i podlaktice predočena je točna kronologija pokreta pojedinih dijelova tijela – u fazi provlaka noge i zdjelica kreću prije i prenoseći većinu snage dok ruke finiširaju zaveslaj u samom koncu. Vidljiva je ciklična priroda izvedbe ovog sporta. Graf kutova trupa pruža uvid u ergonomsko kretanje tijela i granice pokreta leđa. Ovaj dio analize od ključne je važnosti jer nepravilno izvođenje može lako dovesti do ozljeda. Također, pomoću prikaza trajektorija kretanja centra mase tijela prikazano je kako pravilno i nepravilno kretanje utječe na stabilnost i ravnotežu.

Dobiveni rezultati i tehnička analiza mogu poslužiti kao smjernice trenerima i veslačima u prepoznavanju i ispravljanju nepravilnosti, čime se poboljšava učinkovitost kako pojedinca, tako i cijele posade.

Buduća istraživanja mogla bi uključiti širi uzorak natjecateljskih veslača kako bi se dobili još precizniji podaci o biomehaničkim aspektima veslanja. Može se zaključiti da, uz kondicijsku spremu veslača, optimizacija performansi čamca uvelike ovisi o tehničkom usavršavanju.

---

**LITERATURA**

- [1] Dželalija, M., Rausavljević, N.: Biomehanika sporta, Sveučilište u Splitu, 2005.
- [2] <https://www.enciklopedija.hr/clanak/veslanje>, Prosinac 2024.
- [3] [https://worldrowing.com/wp-content/uploads/2020/12/3Chapter3\\_English-1.pdf](https://worldrowing.com/wp-content/uploads/2020/12/3Chapter3_English-1.pdf), Prosinac 2024.
- [4] <https://www.vk-jarun.hr/veslanje>, Prosinac 2024.
- [5] <https://dolphinclub.org/boating-guide/rowing-technique/>, Prosinac 2024.
- [6] <http://www.vkkrka.hr/index-detajlno.asp?dID=529>, Prosinac 2024.
- [7] Lozovina, V.: Sportovi na vodi, Sveučilište u Splitu, 2001.
- [8] <https://bjsm.bmj.com/content/55/11/616>, Prosinac 2024.
- [9] [https://biorow.com/Papers\\_files/2011%20Biomechanics%20in%20Nolte.pdf](https://biorow.com/Papers_files/2011%20Biomechanics%20in%20Nolte.pdf), Prosinac 2024.
- [10] <https://worldrowing.com/technical/rules/>, Prosinac 2024.
- [11] [https://www.researchgate.net/profile/Bianca-Miarka-2/publication/330882125\\_Biomechanics\\_of\\_rowing\\_kinematic\\_kinetic\\_and\\_electromyographic\\_aspects/links/6227ae0597401151d2071183/Biomechanics-of-rowing-kinematic-kinetic-and-electromyographic-aspects.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Bianca-Miarka-2/publication/330882125_Biomechanics_of_rowing_kinematic_kinetic_and_electromyographic_aspects/links/6227ae0597401151d2071183/Biomechanics-of-rowing-kinematic-kinetic-and-electromyographic-aspects.pdf), Prosinac 2024.
- [12] <https://rowperfect.co.uk/wp-content/uploads/2013/11/The-Mechanics-and-bio-2011dd.pdf>, Prosinac 2024.
- [13] [https://biorow.com/Papers\\_files/1998%20Estimation.pdf](https://biorow.com/Papers_files/1998%20Estimation.pdf), Prosinac 2024.
- [14] Perica, B.: Završni rad, Analiza biomehanike tehnika u sportskim borilačkim kretnjama, Sveučilište u Zagrebu, 2023.