

# Kinematička usporedba različitih kvaliteta tehnike stoja na rukama u odnosu na idealnu tehniku

---

Lagančić, Tea

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:958664>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-25**



Repository / Repozitorij:

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



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

Tea Lagančić

**KINEMATIČKA USPOREDBA  
RAZLIČITIH KVALITETA TEHNIKE  
STOJA NA RUKAMA U ODNOSU NA  
IDEALNU TEHNIKU**

(diplomski rad)

Mentor:  
prof. dr. sc. Kamenka Živčić Marković

Zagreb, rujan 2017.

# KINEMATIČKA USPOREDBA RAZLIČITIH KVALITETA TEHNIKE STOJA NA RUKAMA U ODNOSU NA IDEALNU TEHNIKU

## **Sažetak**

Cilj ovog istraživanja je usporediti kinematičke parametre koji definiraju tehniku stoja na rukama po pojedinim fazama njegove izvedbe između različitih razina kvalitete u odnosu na idealan model. Uzorak ispitanika činili su pet studenata druge godine Kineziološkog fakulteta u Zagrebu s odslušanim kolegijem *Sportska gimnastika 1*. Ispitanici ocjenjeni školskom ocjenom od strane tri gimnastička eksperta na skali od 1-5, izabrani su slučajnim odabirom. U svrhu usporedbe različitih tehničkih kvaliteta stoja na rukama uzeta je modalna izvedba tehnike vrhunskog gimnastičara. Skup varijabli čine kinematički parametri ekstrahirani u ključnim položajima pojedinih faza stoja na rukama: 1.faza- iskorak, 2.faza- postavljanje ruku, 3.faza- zamah, 4.faza- odraz i 5.faza- izdržaj u stoju na rukama. Kinematički parametri ekstrahirani su programskim paketom MVN Studio BIOMECH Software (Xsens North America Inc.), a njihova obrada izvršena je ANOVA analizom. Rezultati ukazuju da ne postoji statistički značajna razlika između kinematičkih varijabli ispitanika i idealnog modela. Analizom kinematičkih varijabli prema kvalitativnim razinama, iskazanim vrijednostima u grafikonima, uočava se da postoje razlike u pojedinim izvedbama. One se mogu gradirati na skali od 1-5, kako su procijenjene od strane gimnastičkih eksperata.

**Ključne riječi:** sportska gimnastika, stoj na rukama, ocjena, studenti

## THE KINEMATIC COMPARISON IDEAL TECHNIQUES OF HANDSTANDS WITH DIFFERENT QUALITY OF TECHNIQUES

### **Summary**

The goal of this research is to compare the kinematic parameters which define the handstand technique by the certain phases of its execution between different levels of quality in relation to a perfect model. The examined were five students of the Faculty of Kinesiology who are on their second year and have already completed the *Artistic Gymnastics 1* subject. The examinees were selected by choice, after being graded from 1-5 by three gymnastics experts. With the purpose of comparing the different handstand techniques a model performance was examined which was performed by an elite gymnast. The variable group consists of kinematic parameters that were extracted from the key positions of certain handstand phases: 1<sup>st</sup> phase – lunge step, 2<sup>nd</sup> phase – hand support position, 3<sup>rd</sup> phase – back kick, 4<sup>th</sup> phase – take off, 5<sup>th</sup> phase – handstand. Kinematic parameters were extracted with the program package MVN Studio BIOMECH Software (Xsens North America Inc.), and their processing was done using the ANOVA analysis. The results indicate that there is no statistically relevant distinction between the kinematic variables of the examinees and the perfect model. Analysing the kinematic variables according to the qualitative level, expressed values in the graphs, shows that there are differences between certain techniques. They can be valued on a scale of 1-5, as estimated by the gymnastics experts.

**Key words:** artistic gymnastics, handstand, grade, students

## **SADRŽAJ:**

|  |    |
|--|----|
| 1. UVOD .....  | 5  |
| 2. CILJ ISTRAŽIVANJA I DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA ..... | 7  |
| 3. METODE RADA .....                                 | 8  |
| 3.1 UZORAK ISPITANIKA .....                          | 8  |
| 3.2. UZORAK VARIJABLI .....                          | 8  |
| 3.3. OPIS PROTOKOLA MJERENJA .....                   | 10 |
| 3.4. MJERNA OPREMA .....                             | 11 |
| 3.5. METODE OBRADE PODATAKA .....                    | 12 |
| 4. REZULTATI I RASPRAVA .....                        | 13 |
| 5. ZAKLJUČAK .....                                   | 24 |
| 6. LITERATURA .....                                  | 25 |

## 1.UVOD

Stoj na rukama kao sastavni dio gimnastičke vježbe je temeljni gimnastički element. Izvodi se na svim spravama muškog i ženskog gimnastičkog višeboja. Statički je akrobatski element u kojem se upiranjem rukama o podlogu tijelo održava u ravnotežnom položaju (Živčić Marković, Krističević, 2016). On je ključni element suvremenog gimnastičkog sporta koji se koristio za vojnu obuku u antičkoj Grčkoj (Tipton, 2011). Stoj nije sastavni dio samo sportske gimnastike već se u različitim oblicima izvedbe susreće i u drugim sportskim granama: ritmička gimnastika, skokovi u vodu, sportska akrobatika, ples (breake dance, capoeira) te artistska umjetnost (cirkus).

Vrlo često se dogodi da osobi koja kreće učiti gimnastičke elemente postane zanimljiv stoj na rukama iz razloga što se nalazi u obrnutom položaju (glavom prema dolje), a pruženo tijelo održava samo na dlanovima. Kod početnika i u školskoj populaciji djece i mladih, stoj na rukama smatra se složenim akrobatskim elementom te se uči godinama. U slučaju kada ga demonstrira dobro utrenirani gimnastičar može izgledati vrlo jednostavno. Za njegovu pravilnu izvedbu potrebna je koordinacija, statička ravnoteža, statička snaga mišića trupa, ruku i ramenog pojasa, nogu te fleksibilnost prsnog dijela kralježnice, zglobova kukova i stražnje strane natkoljenice (Yedon i Trewartha, 2003; Uzunov, 2008; Živčić Marković i sur., 2015, Živčić Marković, Krističević, 2016).

Velik broj autora bavio se metodičkim postupcima učenja stoja na rukama, a kako je jedan od najstarijih gimnastičkih elemenata kroz vrijeme se definirao, ali istovremeno i mijenjao način njegovog učenja. No, brojnim promjenama u sportskoj gimnastici, koja je u današnje vrijeme vrlo zahtijevana sportska grana i graniči s artizmom, stoj na rukama se uči s manjim brojem vježbi. S njegovim učenjem, odnosno pripremi vježbača se započinje već na prvim treninzima. Za stoj na rukama, kao i za većinu gimnastičkih elemenata, potrebna je „gimnastička grbica“ koja omogućava čvrst položaj tijela. Uz savladavanje njezinog načina izvedbe vježbač radi niz specifičnih pripremnih vježbi kojima se utječe na poboljšanje motoričkih sposobnosti nužnih za pravilno savladavanje tehnike stoja na rukama. Najbolji način učenja ovog elementa je postupnost, ali isto tako to ne mora biti i „najbolji način“ za svakog vježbača (Uzunov, 2008). Pripreme vježbe i metodički postupci učenja prilagođavaju se populaciji, dobi, motoričkim sposobnostima kao i motoričkim predznanjima. Stoga, metodika poučavanja stoja na rukama je raznolika i promjenjiva obzirom na navedene

čimbenike (Živčić Marković i sur., 2015). Na kolegiju *Sportska gimnastika 1*, na Kineziološkom fakultetu u Zagrebu upotrebljava se dugogodišnje iskustveno provjerena metodika obuke stoja na rukama koja je najefikasnija i najprimjerenija studentskoj populaciji, a obuhvaća sljedeće vježbe: izdržaj u uporü prednjem s nogama oslonjenim na povišenje; iz upora prednjeg sklonjenim tijelo, osloncem nogama na povišenje pod kutom od 90° u odnosu na trup, zamahom jedne, odrazom druge noge dolazak do stoja na rukama osloncem leđima uz okomitu postavljenu strunjaču; iz upora čučućeg licem prema okomitoj strunjači hodanje do stoja na rukama i istim putem polako natrag; iz upora čučućeg zanožno zamahom jedne i odrazom druge noge dolazak do stoja na rukama osloncem tijela uz okomito postavljenu strunjaču; stoj na rukama iz vage zanoženjem leđima prema strunjači naslonjenoj o zid; stoj na rukama kroz vagu zanoženjem leđima prema strunjači naslonjenoj na zid i stoj na rukama na tlu uz pomoć, zatim samostalno (Živčić Marković, Krstičević 2016).

Tehnička kvaliteta izvedbe stoja na rukama opisuje ključne položaje pojedinih dijelova tijela i držanje tijela (Novak i sur., 2008; Živčić, 2007; Živčić Marković i sur., 2012), a podrazumijeva: pruženost ruku postavljenih u širini ramena; spojene i pružene noge; naglašenost pruženih stopala koja definiraju ravnu liniju cijelog tijela; položaj glave u produžetku kralježnice (kao u uspravnom položaju); pogled usmjeren u prste šaka; zaobljen gornji dio leđa s maksimalnom ekstenzijom ramena i podvučeni kukovi.

U osnovnim školama s njegovim učenjem započinje se u prvom razredu putem savladavanja vježbi kao dijelova metodičkog postupaka učenja. Krajnji položaj stoja na rukama, odnosno njegove tehnike u cijelosti trebali bi savladati učenici petog razreda, osloncem tijela uz okomitu plohu. U školama se manja pažnja posvećuje položaju i duljem održavanju tijela u okomici. Važno je da učenik uspije doći do položaja upora i osloniti tijelo na okomito postavljenu strunjaču. Stoj na rukama je na Kineziološkom fakultetu u Zagrebu sastavni dio kolegija *Sportska gimnastika 1*. Za razliku od školskog načina procjene kvalitetne izvedbe stoja na rukama, od studenata se zahtijeva kvalitetno izvedena tehnika koja podrazumijeva pravilnu izvedbu u svim fazama i održavanje ravnotežnog položaja tijela u uporü najmanje dvije sekunde. Primjetno je da bez obzira na detaljnu obuku, studenti ga uglavnom savladavaju teže nego druge osnovne gimnastičke elementa (Možnik, Milčić, Živčić Marković, 2017).

## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA I DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog istraživanja je usporediti kinematičke parametre koji definiraju tehniku stoja na rukama po pojedinim fazama njegove izvedbe između različitih nivoa kvalitete u odnosu na idealan model.

Pregledavajući dostupnu literaturu može se reći da ne postoji prevelik broj znanstvenih radova na temu kinematičke usporedbe različitih kvaliteta stoja na rukama, tako da će u ovom poglavlju biti prikazani radovi vezani za stoj na rukama i razlike u njegovoj izvedbi.

Beličič B. i Samardžija Pavletič M. (2015) provode istraživanje na uzorku od 48 najboljih slovenskih gimnastičara (24 muških i 24 ženskih) za održavanje ravnoteže stoja na rukama na tenziometrijskoj platformi. Svrha ovog istraživanja bila je postavljanje indikativnih normativnih vrijednosti odabranim parametrima za stoj na rukama u sportskoj gimnastici. Promatrana su tri parametra i njihove vrijednosti obrađene su statističkom analizom. Rezultati su pokazali da ne postoji statistički značajna razlika između muških i ženskih gimnastičara. Postoje statistički značajne razlike između individualnih kategorija u određenoj disciplini uzimajući u obzir ukupnu brzinu pomaka u stoju (mm/s) između mlađe kategorije i apsolutne kategorije (juniori i seniori) u muškoj sportskoj gimnastici ( $p = .041$ ), između mlađe kategorije i apsolutne kategorije (juniorke i seniorke) u ženskoj sportskoj gimnastici ( $p = .034$ ) i brzine medijalno-lateralnog pomaka (mm/s) između mlađe kategorije i apsolutne kategorije u muškoj sportskoj gimnastici ( $p = .045$ ), dok ne postoje razlike između kategorija u pogledu brzine anterior-posteriornog pomaka.

U istraživanju Kochanowicz i sur. (2016) određuju razinu održavanja ravnoteže u stoju na rukama između gimnastičara te dokazuje vezu između sportskih rezultata uzimajući u obzir težinu i kvalitetu vježbe. Istraživanje obuhvaća dječake od 11 do 12 godina koji sustavno treniraju gimnastiku (G1,  $n=20$ ) i 12 iskusnih gimnastičara u dobi od 18 do 26 godina s postignućima na internacionalnoj razini (G2,  $n=12$ ). Obje grupe predstavljaju vrhunski sportaši na nacionalnoj i internacionalnoj razini. Rezultati analize testova pokazali su da postoji statistički značajna razlika između razine održavanja ravnoteže u stoju na rukama.

Veliki je broj teorijskih radova o stoju na rukama, a koji se odnosi na: opis tehnike, definiranje grešaka u izvedbi te opisu i odabiru metodičkih postupaka učenja (Bolković, Kristan, 2002; Čuk i sur. 2009; Kerwin & Trewartha, 2001; Novak i sur. 2008; Yedon & Trewartha, 2003; Živčić, 2007; Živčić Marković i sur. 2012).



### 3. METODE RADA

#### 3.1 UZORAK ISPITANIKA

Uzorak ispitanika činili su pet studenata druge godine Kineziološkog fakulteta u Zagrebu s odslušanim kolegijem *Sportska gimnastika 1*. Ispitanici ocjenjeni školskom ocjenom od strane tri gimnastička eksperta na skali od 1-5, izabrani su slučajnim odabirom. U svrhu usporedbe različitih tehničkih kvaliteta stoja na rukama uzeta je modalna izvedba tehnike vrhunskog gimnastičara. Svakom ispitaniku koji je sudjelovao u istraživanju objašnjena je svrha i cilj istraživanja, te su svi ispitanici dobrovoljno pristali na testiranje.

Tablica 1. Antropološke mjere ispitanika

| Ispitanici         | Idealan model | 5     | 4     | 3     | 2     | 1     |
|--------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Visina (cm)        | 175,0         | 190,1 | 182,8 | 171,6 | 182,6 | 168,8 |
| Dužina stopala(cm) | 28,0          | 30,6  | 27,1  | 26,3  | 26,8  | 25,0  |
| Raspon ruku(cm)    | 183,2         | 195,9 | 178,9 | 169,5 | 179,3 | 163,4 |
| Visina gležnja(cm) | 6,6           | 6,5   | 7,7   | 6,5   | 8,0   | 5,7   |
| Visina kuka(cm)    | 84,1          | 96,1  | 92,4  | 83,6  | 91,6  | 83,6  |
| Širina kukova(cm)  | 25,2          | 27,2  | 26,7  | 30,6  | 26,5  | 24,0  |
| Visina koljena(cm) | 49,7          | 56,2  | 52,6  | 47,7  | 54,6  | 48,8  |
| Širina ramena(cm)  | 43,9          | 40,6  | 43,6  | 37,4  | 44,8  | 40,6  |

#### 3.2. UZORAK VARIJABLI

Kao kriterij uzeta je ocjena na skali od 1-5 procijenjena od strane tri gimnastička stručnjaka, a kao idealan model izvedba vrhunskog gimnastičara. Skup varijabli čine kinematički parametri ekstrahirani u ključnim položajima pojedinih faza stoja na rukama: 1.faza- iskorak, 2.faza- postavljanje ruku, 3.faza- zamah, 4.faza- odraz i 5.faza- izdržaj u stoju na rukama, a odnose se na: kutove između pojedinih segmenata tijela, vrijeme trajanja pojedinih faza, duljine iskoraka, postavljanja ruku na podlogu i dlanova u upor.

Varijable koje su promatrane u ovom istraživanju definiraju uspješnost tehnički pravilne izvedbe stoja na rukama, razčlanjene na pojedine faze.

Tablica 2. Popis varijabli po pojedinim fazama izvedbe stoja na rukama

| Rb. | Varijabla | Opis varijable                      | Mjerna jedinica |
|-----|-----------|-------------------------------------|-----------------|
| 1.  | 1fogl     | Kut gležnja odrazne noge u 1. fazi  | stupanj(°)      |
| 2.  | 1fokolj   | Kut koljena odrazne noge u 1. fazi  | stupanj(°)      |
| 3.  | 1fokuk    | Kut kuka odrazne noge u 1. fazi     | stupanj(°)      |
| 4.  | 1form     | Kut ramena odrazne strane u 1. fazi | stupanj(°)      |
| 5.  | 1fglv     | Kut glave u 1. fazi                 | stupanj(°)      |
| 6.  | 1fzgl     | Kut gležnja zamašne noge u 1. fazi  | stupanj(°)      |
| 7.  | 1fzkolj   | Kut koljena zamašne noge u 1. fazi  | stupanj(°)      |
| 8.  | 1fzkuk    | Kut kuka zamašne noge u 1. fazi     | stupanj(°)      |
| 9.  | 1fzrm     | Kut ramena zamašne strane u 1. fazi | stupanj(°)      |
| 10. | 2fogl     | Kut gležnja odrazne noge u 2. fazi  | stupanj(°)      |
| 11. | 2fokolj   | Kut koljena odrazne noge u 2. fazi  | stupanj(°)      |
| 12. | 2fokuk    | Kut kuka odrazne noge u 2. fazi     | stupanj(°)      |
| 13. | 2form     | Kut ramena odrazne strane u 2. fazi | stupanj(°)      |
| 14. | 2fglv     | Kut glave u 2. fazi                 | stupanj(°)      |
| 15. | 2fzgl     | Kut gležnja zamašne noge u 2. fazi  | stupanj(°)      |
| 16. | 2fzkolj   | Kut koljena zamašne noge u 2. fazi  | stupanj(°)      |
| 17. | 2fzkuk    | Kut kuka zamašne noge u 2. fazi     | stupanj(°)      |
| 18. | 2fzrm     | Kut ramena zamašne strane u 2. fazi | stupanj(°)      |
| 19. | 3fogl     | Kut gležnja odrazne noge u 3. fazi  | stupanj(°)      |
| 20. | 3fokolj   | Kut koljena odrazne noge u 3. fazi  | stupanj(°)      |
| 21. | 3fokuk    | Kut kuka odrazne noge u 3. fazi     | stupanj(°)      |
| 22. | 3form     | Kut ramena odrazne strane u 3. fazi | stupanj(°)      |
| 23. | 3fglv     | Kut glave u 3. fazi                 | stupanj(°)      |
| 24. | 3fzgl     | Kut gležnja zamašne noge u 3. fazi  | stupanj(°)      |
| 25. | 3fzkolj   | Kut koljena zamašne noge u 3. fazi  | stupanj(°)      |
| 26. | 3fzkuk    | Kut kuka zamašne noge u 3. fazi     | stupanj(°)      |
| 27. | 3fzrm     | Kut ramena zamašne strane u 3. fazi | stupanj(°)      |
| 28. | 4fogl     | Kut gležnja odrazne noge u 4. fazi  | stupanj(°)      |
| 29. | 4fokolj   | Kut koljena odrazne noge u 4. fazi  | stupanj(°)      |
| 30. | 4fokuk    | Kut kuka odrazne noge u 4. fazi     | stupanj(°)      |
| 31. | 4form     | Kut ramena odrazne strane u 4. fazi | stupanj(°)      |
| 32. | 4fglv     | Kut glave u 4. fazi                 | stupanj(°)      |
| 33. | 4fzgl     | Kut gležnja zamašne noge u 4. fazi  | stupanj(°)      |
| 34. | 4fzkolj   | Kut koljena zamašne noge u 4. fazi  | stupanj(°)      |
| 35. | 4fzkuk    | Kut kuka zamašne noge u 4. fazi     | stupanj(°)      |
| 36. | 4fzrm     | Kut ramena zamašne strane u 4. fazi | stupanj(°)      |
| 37. | 5fogl     | Kut gležnja odrazne noge u 5. fazi  | stupanj(°)      |
| 38. | 5fokolj   | Kut koljena odrazne noge u 5. fazi  | stupanj(°)      |
| 39. | 5fokuk    | Kut kuka odrazne noge u 5. fazi     | stupanj(°)      |
| 40. | 5form     | Kut ramena odrazne strane u 5. fazi | stupanj(°)      |
| 41. | 5fglv     | Kut glave u 5. fazi                 | stupanj(°)      |
| 42. | 5fzgl     | Kut gležnja zamašne noge u 5. fazi  | stupanj(°)      |
| 43. | 5fzkolj   | Kut koljena zamašne noge u 5. fazi  | stupanj(°)      |
| 44. | 5fzkuk    | Kut kuka zamašne noge u 5. fazi     | stupanj(°)      |

|     |        |  |            |
|-----|--------|--|------------|
| 45. | 5fzrm  | Kut ramena zamašne strane u 5. fazi      | stupanj(°) |
| 46. | 1fdisk | Duljina iskoraka tijekom prve faze       | cm         |
| 47. | 1fvr   | Trajanje prve faze                       | sec        |
| 48. | 2frid  | Razmak između dlanova u drugoj fazi      | cm         |
| 49. | 2fdsr  | Duljina od stopala do ruku u drugoj fazi | cm         |
| 50. | 2fvr   | Trajanje druge faze                      | sec        |
| 51. | 3fvr   | Trajanje treće faze                      | sec        |
| 52. | 4fvr   | Trajanje četvrte faze                    | sec        |
| 53. | 5fvr   | Trajanje pete faze                       | sec        |

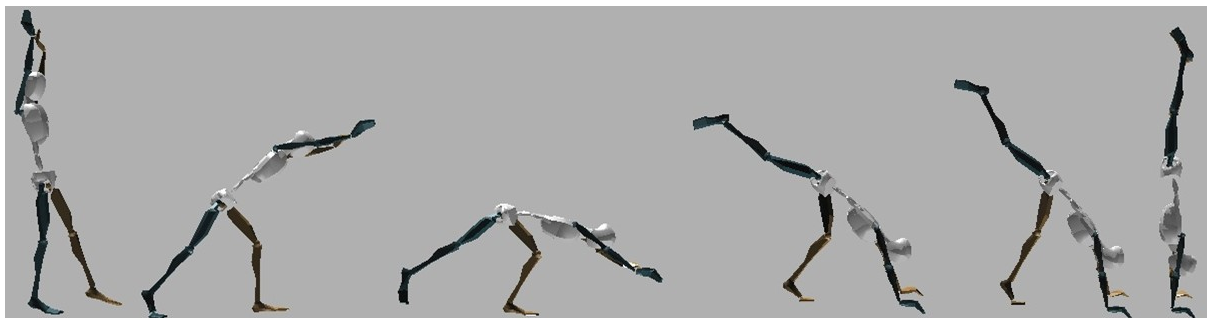
Varijable 1FKUTODR, 2FKUTODR, 3FKUTODR, 4FKUTODR i 5FKUTODR odnose se na sve kutove (gležnja, koljena, kuka i ramena) na strani odrazne noge dok se 1FKUTZAM, 2FKUTZAM, 3FKUTZAM, 4FKUTZAM i 5FKUTZAM odnose na sve kutove (gležanj, koljena, kuka i ramena) na strani zamašne noge.

### 3.3. OPIS PROTOKOLA MJERENJA

Uz pomoć *Laboratorija za sportske igre* provedeno je mjerenje u gimnastičkoj dvorani Kineziološkog fakulteta u Zagrebu u dvoranskim uvjetima. Protokol mjerenja sastojao se od tri pokušaja izvedbe stoja na rukama od kojih je odabran najbolji pokušaj. Svi ispitanici su prije mjerenja prošli metodičke vježbe za učenje istog elementa. Prije početka mjerenja ispitanicima je objašnjen protokol testiranja, te su svi bili upoznati s uputama koje je potrebno slijediti zbog valjanosti mjerenja. Mjerenje započinje onog trenutka kada ispitanik podigne nogu od tla, te završava kada počne padati iz položaja stoja na rukama. Tehnička kvaliteta izvedbe elementa procjenjivana je kroz pet faza: 1. Faza- iskorak, 2. Faza- postavljanje ruku, 3. Faza- zamah, 4. Faza- odraz i 5. Faza- izdržaj u upor.

Definiranje faza:

1. Faza- iskorak: ispitanik podigne stopalo od podloge do ponovnog kontakta stopala s podlogom
2. Faza- postavljanje ruku: od kontakta stopala s podlogom u iskoraku do kontakta ruku s podlogom
3. Faza- zamah: od napuštanja stopala zamašne noge s podloge do spajanja nogu
4. Faza- odraz: od kontakta ruku do trenutka kada stopalo odrazne noge napusti podlogu
5. Faza- izdržaj u upor: spojene noge u stoju na rukama



**Slika 1.** Kinogram tehnike idealnog modela stoja na rukama

Prema Živčić Marković i Krističević (2016) opis tehnike stoja na rukama započinje stavom prednožnim s uzručenjem. Dalekim iskorakom i ispadom težina tijela se prenosi na odraznu nogu, a zamahom zamašne noge tijelo prolazi kroz vagu zanoženjem te se ruke daleko postavljaju na podlogu, u odnosu na odraznu nogu. Ruke su paralelno postavljene u širini ramena s prstima usmjerenim prema naprijed i malo razmaknutim. Snažnim zamahom i odrazom podižu se kukovi te se tijelo dovodi u okomiti položaj, a noge se spajaju. Gornji dio leđa je zaobljen, glava u produžetku kralježnice, pogleda usmjerenog u vrhove prstiju šaka, a mišićna masa tijela maksimalno je zategnuta. Pri pravilnoj izvedbi ruke, trup i noge nalaze se na ravnoj liniji i okomiti su na mjesto uporišta.

Pri učenju i savladavanju tehnike stoja na rukama poželjno je imati stručnu osobu koja je kompetentna u ispravljanju mogućih grešaka. Neke od najčešćih grešaka u položaju stoja su: sklonjeni ili uvinuti položaj tijela, nema „gimnastičke grbice“, zgrčeni laktovi, razdvojene noge, glava u prevelikom zaklonu ili pretklonu, ravnotežni položaj se ne održava dvije sekunde, nepovezanost pri izvedbi i gubitak ravnoteže u bilo kojem dijelu izvedbe.

### **3.4. MJERNA OPREMA**

Tijekom testiranja koristilo se XSens MVN BIOMECH odijelo za praćenje pokreta (Enschede, Nizozemska). Odijelo za praćenje pokreta XSens MVN BIOMECH namješteno je na gornji dio tijela. Pomoću brojnih inercijskih senzora osiguralo se precizno praćenje pokreta ispitanika. Nakon toga je kalibrirano u skladu sa XSens uputama i uzete su antropometrijske mjere.



Slika 2. XSENS LINK sistem (www.xsens.com)

### 3.5. METODE OBRADJE PODATAKA

Po završetku mjerenja izdvojene su i izračunate kinematičke varijable uz pomoć „XSENS“ softwara ( MNV Biomech Awinda, Real-time 3D kinematics, Xsens North America Inc). Obrada podataka i statistička analiza izvršena je u programu *Statistica 12* (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, SAD), te u programskom paketu MVN Studio BIOMECH Software (Xsens North America Inc.). U *Statistici 12* izvršena je statistička analiza za dobivanje deskriptivnih parametara za sve varijable korištene u istraživanju. Izračunati su osnovni deskriptivni parametri te univarijantna analiza varijance (ANOVA) kako bi se usporedile izvedbe ispitanika s idealnim modelom.

#### 4. REZULTATI I RASPRAVA

U tablicama 3., 4. i 5. prikazani su rezultati dobiveni univarijantnom analizom varijance (ANOVA), na razini statističke značajnosti  $p < 0.05$ .

Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da ne postoje statistički značajne razlike između idealnog modela i ostalih ispitanika niti u jednoj od analiziranih varijabli raščlanjenih po fazama stoja na rukama.

Tablica 3. ANOVA test – kutovi odrazne noge po fazama

| Dependent Variable KUTOVI | Test of SS Whole Model vs. SS Residual |             |             |          |          |          |             |             |             |      |      |
|---------------------------|--|-------------|-------------|----------|----------|----------|-------------|-------------|-------------|------|------|
|                           | Multiple R                             | Multiple R2 | Adjusted R2 | SS Model | df Model | MS Model | SS Residual | df Residual | MS Residual | F    | p    |
| 1FKUTODR                  | 0,29                                   | 0,08        | -0,11       | 3577     | 5        | 715      | 39464       | 24          | 1644        | 0,44 | 0,82 |
| 2FKUTODR                  | 0,19                                   | 0,04        | -0,17       | 2625     | 5        | 525      | 72338       | 24          | 3014        | 0,17 | 0,97 |
| 3FKUTODR                  | 0,22                                   | 0,05        | -0,15       | 2996     | 5        | 599      | 56396       | 24          | 2350        | 0,25 | 0,93 |
| 4FKUTODR                  | 0,15                                   | 0,02        | -0,18       | 1589     | 5        | 318      | 66962       | 24          | 2790        | 0,11 | 0,99 |
| 5FKUTODR                  | 0,18                                   | 0,03        | -0,17       | 847      | 5        | 169      | 25528       | 24          | 1064        | 0,16 | 0,98 |

Tablica 4. ANOVA test – kutovi zamašne noge po fazama

| Dependent Variable KUTOVI | Test of SS Whole Model vs. SS Residual |             |             |          |          |          |             |             |             |      |      |
|---------------------------|--|-------------|-------------|----------|----------|----------|-------------|-------------|-------------|------|------|
|                           | Multiple R                             | Multiple R2 | Adjusted R2 | SS Model | df Model | MS Model | SS Residual | df Residual | MS Residual | F    | p    |
| 1FKUTZAM                  | 0,22                                   | 0,05        | -0,22       | 1876     | 5        | 375      | 37205       | 18          | 2067        | 0,18 | 0,97 |
| 2FKUTZAM                  | 0,25                                   | 0,06        | -0,20       | 1115     | 5        | 223      | 16645       | 18          | 925         | 0,24 | 0,94 |
| 3FKUTZAM                  | 0,23                                   | 0,05        | -0,21       | 1607     | 5        | 321      | 29309       | 18          | 1628        | 0,20 | 0,96 |
| 4FKUTZAM                  | 0,19                                   | 0,04        | -0,23       | 645      | 5        | 129      | 16738       | 18          | 930         | 0,14 | 0,98 |
| 5FKUTZAM                  | 0,23                                   | 0,05        | -0,21       | 1024     | 5        | 205      | 18019       | 18          | 1001        | 0,20 | 0,96 |

Tablica 5. ANOVA test – duljine i vremena svih faza

| Dependent Variable | Test of SS Whole Model vs. SS Residual |             |             |          |          |          |             |             |             |   |   |
|--------------------|--|-------------|-------------|----------|----------|----------|-------------|-------------|-------------|---|---|
|                    | Multiple R                             | Multiple R2 | Adjusted R2 | SS Model | df Model | MS Model | SS Residual | df Residual | MS Residual | F | p |
| 1fdisk             | 1,00                                   | 1,00        |             | 1420     | 5        | 284      | 0,00        | 0           |             |   |   |
| 1fvr               | 1,000                                  | 1,000       |             | 1,087    | 5        | 0,217    | 0           | 0           |             |   |   |
| 2frid              | 1,00                                   | 1,00        |             | 457      | 5        | 91,4     | 0,00        | 0           |             |   |   |

|       |      |      |  |      |   |      |      |   |  |  |  |
|-------|------|------|--|------|---|------|------|---|--|--|--|
| 2fdsr | 1,00 | 1,00 |  | 435  | 5 | 87,0 | 0    | 0 |  |  |  |
| 2fvr  | 1,00 | 1,00 |  | 0,16 | 5 | 0,03 | 0    | 0 |  |  |  |
| 3fvr  | 1,00 | 1,00 |  | 1,38 | 5 | 0,28 | 0,00 | 0 |  |  |  |
| 4fvr  | 1,00 | 1,00 |  | 0,01 | 5 | 0,00 | 0    | 0 |  |  |  |
| 5fvr  | 1,00 | 1,00 |  | 7,46 | 5 | 1,49 | 0,00 | 0 |  |  |  |

U varijablama gdje su promatrane duljine iskoraka, razmak između dlanova, duljina od stopala do ruku te vremensko trajanje svake faze (Tablica 5.) postoje manje razlike koje kasnije imaju veliku ulogu u završnom dijelu izvedbe, odnosno održavanju ravnotežnog položaja tijela u stoju na rukama.

Promatrajući vrijednosti kutova ramena, koljena, kuka i gležnja strane odrazne noge i kuta glave u odnosu na trup tijekom izvedbe svih pet faza stoja na rukama rezultati ukazuju da iako ne postoji statistička značajnost, ipak se uočavaju razlike u tehnici izvedbe naročito u prvim fazama. Kod istih kutova analiziranih na strani zamašne noge uviđaju se određene razlike u načinu dolaska do položaja stoja na rukama. Iako univarijantnom analizom varijance nisu dobivene statistički značajne razlike, analizom kinograma i grafikona može se primijetiti da u vrijednostima svih analiziranih kutova između pojedinih segmenata tijela je vidna razlika između ispitanika i idealnog modela u svim fazama izvedbe.

Stoga je, a u svrhu preciznijeg uočavanja razlika između svih ispitanika daljnjom analizom učinjen grafički prikaz pojedinih vrijednosti kinematičkih varijabli za svaku fazu zasebno. Isto tako je tehnika pojedinih izvedbi stoja na rukama prikazana uz pomoć slikovnog prikaza (kinograma).



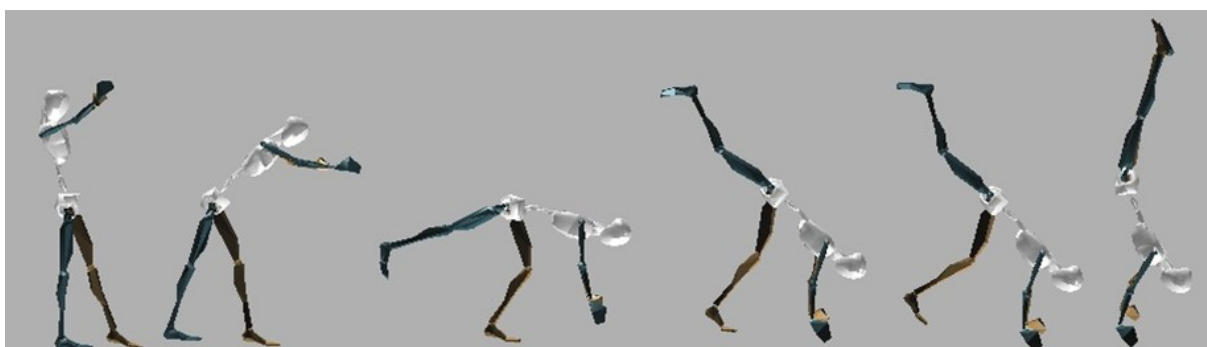
**Slika 3.** Izvedba stoja na rukama ocjenjena ocjenom nedovoljan (1)



**Slika 4.** Izvedba stoja na rukama ocenjena ocjenom dovoljan (2)



**Slika 5.** Izvedba stoja na rukama ocenjena ocjenom dobar (3)



**Slika 6.** Izvedba stoja na rukama ocenjena ocjenom vrlo dobar (4)

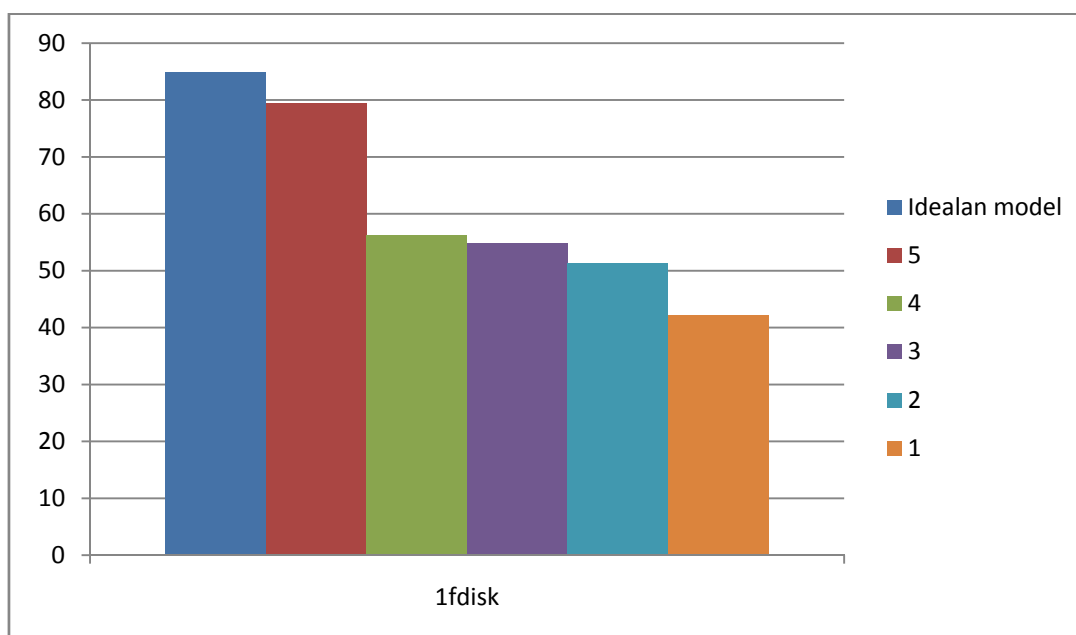


**Slika 7.** Izvedba stoja na rukama ocenjena ocjenom odličan (5)



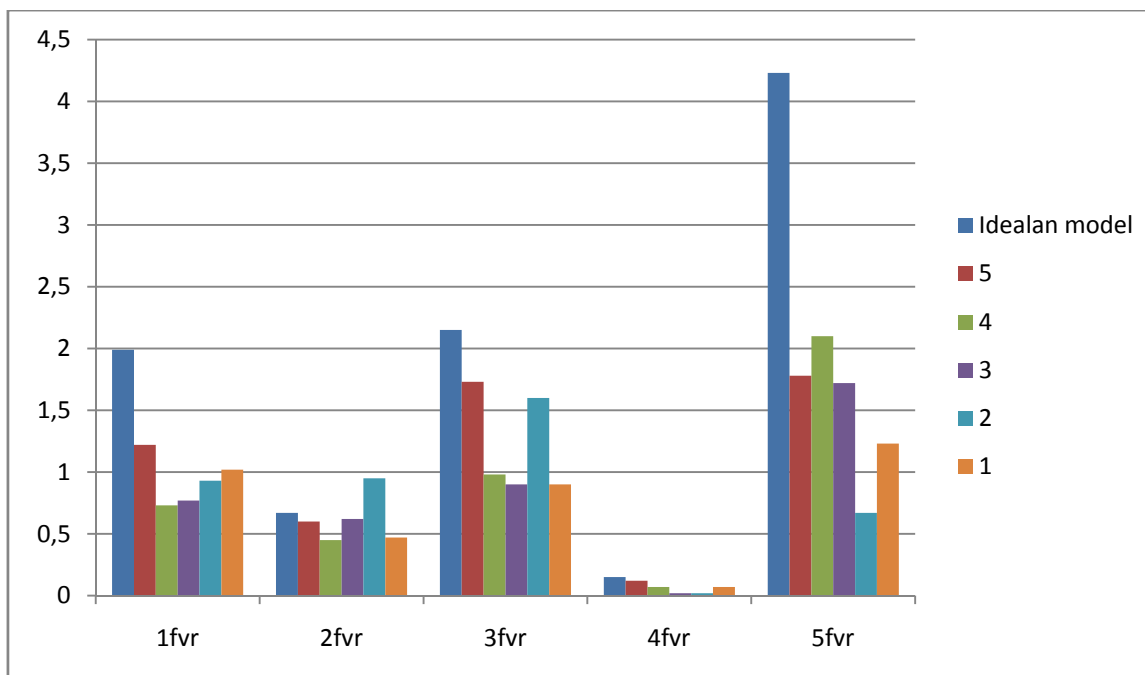
Tablica 6. Vrijednosti prostorno - vremenskih parametara

| Varijable | Idealan model | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    |
|-----------|---------------|------|------|------|------|------|
| 1fdisk    | 84,9          | 79,4 | 56,2 | 54,9 | 51,3 | 42,1 |
| 1fvr      | 1,99          | 1,22 | 0,73 | 0,77 | 0,93 | 1,02 |
| 2frid     | 67,5          | 63   | 62,8 | 71,6 | 74,5 | 47,4 |
| 2fdsr     | 77,2          | 88,3 | 63,5 | 80   | 89,3 | 80   |
| 2fvr      | 0,67          | 0,6  | 0,45 | 0,62 | 0,95 | 0,47 |
| 3fvr      | 2,15          | 1,73 | 0,98 | 0,9  | 1,6  | 0,9  |
| 4fvr      | 0,15          | 0,12 | 0,07 | 0,02 | 0,02 | 0,07 |
| 5fvr      | 4,23          | 1,78 | 2,1  | 1,72 | 0,67 | 1,23 |



**Grafikon 1.** Duljina iskoraka u prvoj fazi

Tijekom prve faze najvažniji je prijenos težine na odraznu nogu te držanje ruke u uzručenju. Uspoređujući rezultate s idealnim modelom ostali ispitanici se znatno razlikuju, stoga rezultati ukazuju na kraću duljinu iskoraka (Tablica 6.) kao što prikazuje grafikon 1. Vrijednosti se kreću od 84,9 cm kod idealnog modela, do 42,1 cm kod najlošije ocjenjene izvedbe. Primjetno je da (Tablica 6.) kako je izvedba lošija smanjuje se duljina iskoraka što će zasigurno utjecati i na kvalitetu izvedbe slijedećih faza stoja na rukama. Ukoliko se već u stoj na rukama ne krene s dugačkim iskorakom, nedostajati će prijenos težine tijela na odraznu nogu, a sve daljnje faze će imati određene pogreške koje će se sustavno povećavati i uzrokovati lošu finalnu izvedbu, odnosno održavanje ravnoteže u završnom položaju upora.

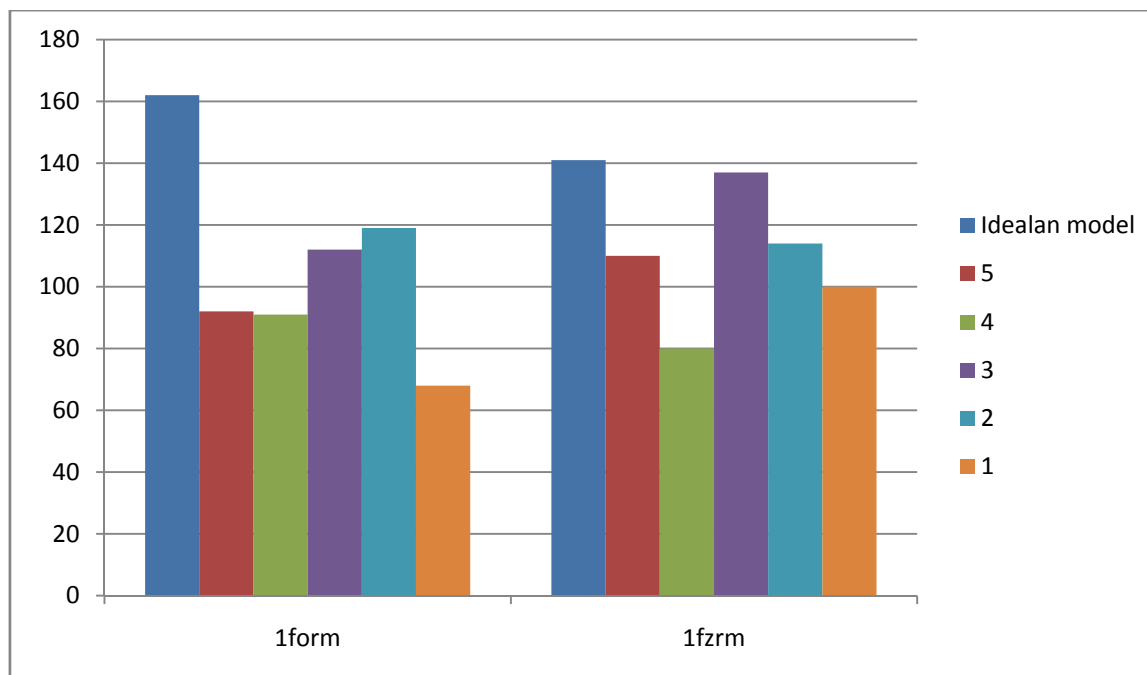


**Grafikon 2.** Vrijeme trajanja svake faze

Nakon dalekog iskoraka zamah nogom je kontroliran i sporo se izvodi iz razloga što se vježbač priprema zaustaviti zamašnu nogu u okomitom položaju u odnosu na podlogu. U protivnom će doći do premale ili prevelike količine zamaha, što će uzrokovati sklanjanje i nedolazak tijelom u okomiti položaj, odnosno uvijanje tijela ili prolazak kroz okomiti položaj. U grafikonu 2. vide se razlike u dužini trajanja pojedinih faza između idealnog modela i ostalih ispitanika. Idealan model ima znatno dulje vrijeme izvedbe pojedinih faza što govori o boljoj kontroli tijela, a ujedno i preciznom i kontroliranom dolasku u stoj na rukama.

Tablica 7. Vrijednosti kutova između pojedinih segmenata tijela u fazi iskoraka

| Varijable | Idealan model | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   |
|-----------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1fogl     | 90            | 89  | 88  | 147 | 98  | 103 |
| 1fokolj   | 146           | 140 | 149 | 159 | 164 | 156 |
| 1fokuk    | 101           | 98  | 99  | 120 | 156 | 107 |
| 1form     | 162           | 92  | 91  | 112 | 119 | 68  |
| 1fglv     | 176           | 184 | 191 | 185 | 206 | 183 |
| 1fzgl     | 99            | 78  | 72  | 85  | 83  | 75  |
| 1fzkolj   | 168           | 167 | 182 | 178 | 173 | 178 |
| 1fzkuk    | 170           | 160 | 153 | 168 | 194 | 150 |
| 1fzrm     | 141           | 110 | 80  | 137 | 114 | 100 |



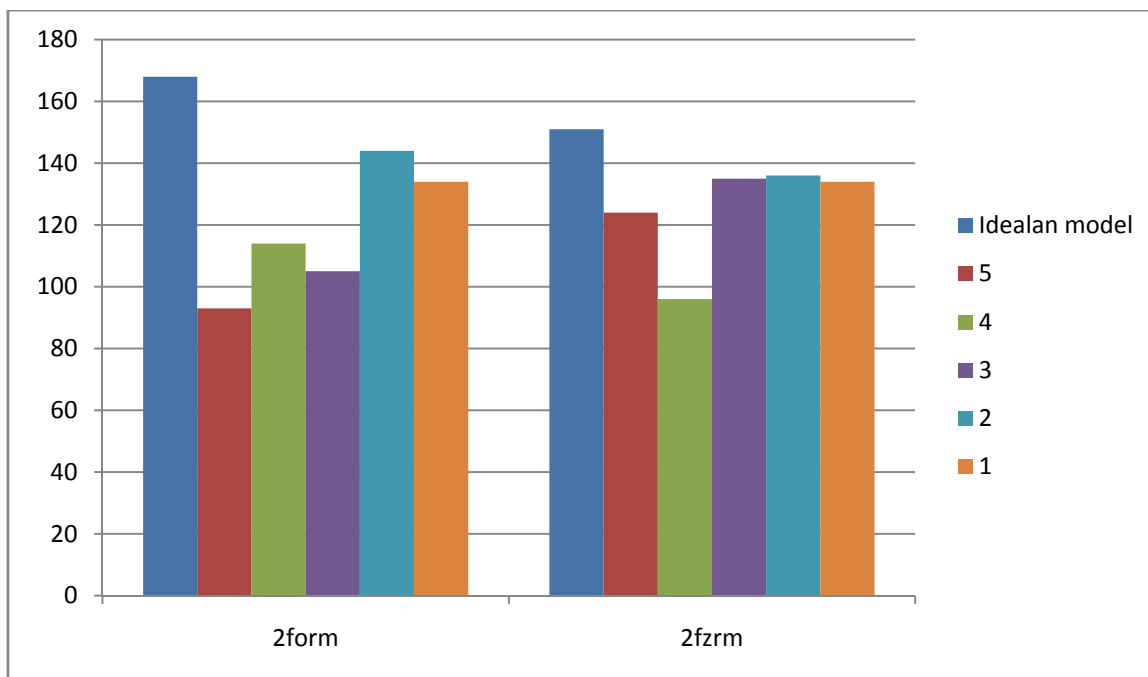
**Grafikon 3.** Kutovi ramena u prvoj fazi

Na slikama 4., 6. i 7. već iz početnog položaja se može primijetiti da ruke nisu u uzručenju, a kod jednog ispitanika su dodatno zgrčene u laktovima (Slika 7.). Također, u grafikonu 3. vidi se manji kut u ramenu čije vrijednosti se kreću od  $119^\circ$  do  $68^\circ$  kod ispitanika ocjenjenog ocjenom nedovoljan (1) dok je kod idealnog modela taj isti kut veći i iznosi  $162^\circ$ .

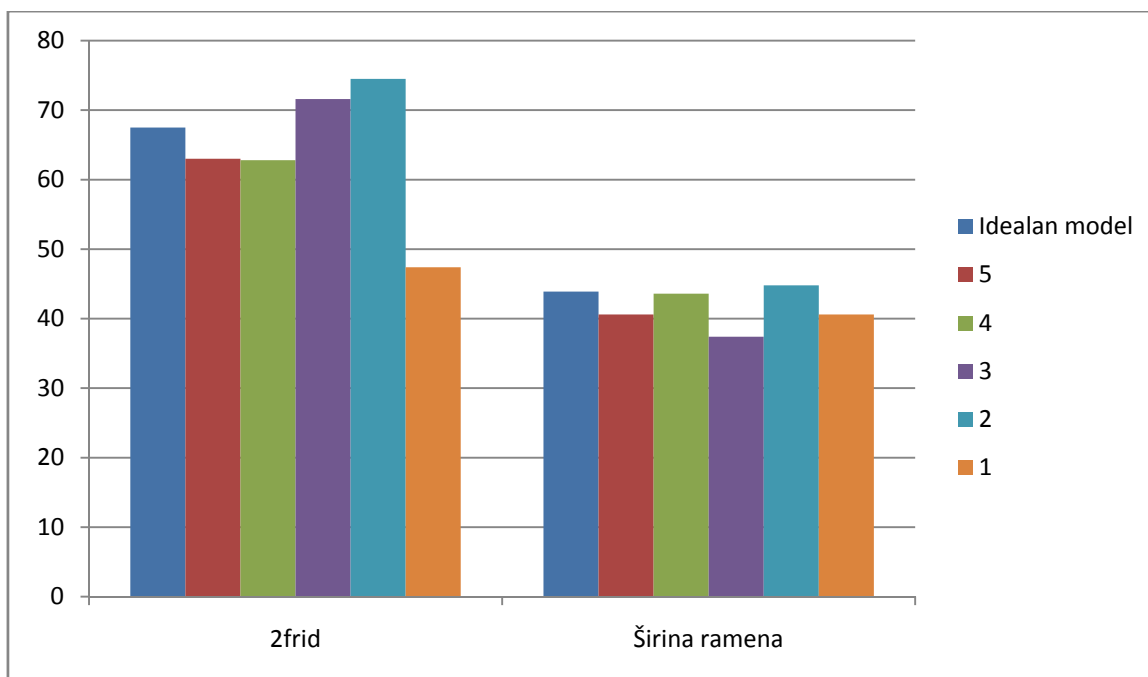
Iz grafikona 3. primjetno je da u prvoj fazi nema velikih razlika osim kod kuta u ramenu. Razlog smanjenog kut u ramenu će se u kasnijim fazama pokazati kao jedna od karakterističnih grešaka u fazi postavljanja dlanova na podlogu. Za pretpostaviti je da će rezultirati oštrijim kutom koji uvjetuje pojačan zamah nogom i kratkotrajni odraz.

Tablica 8. Vrijednosti kutova između pojedinih segmenata tijela u fazi postavljanja ruku

| Varijable | Idealan model | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   |
|-----------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2fogl     | 71            | 73  | 84  | 118 | 97  | 94  |
| 2fokolj   | 121           | 136 | 151 | 167 | 162 | 184 |
| 2fokuk    | 50            | 60  | 67  | 72  | 87  | 70  |
| 2form     | 168           | 93  | 114 | 105 | 144 | 134 |
| 2fglv     | 208           | 189 | 206 | 203 | 185 | 209 |
| 2fzgl     | 124           | 116 | 95  | 117 | 113 | 118 |
| 2fzkolj   | 164           | 151 | 157 | 168 | 150 | 165 |
| 2fzkuk    | 167           | 173 | 178 | 177 | 196 | 173 |
| 2fzrm     | 151           | 124 | 96  | 135 | 136 | 134 |



**Grafikon 4.** Kutovi u ramenu tijekom druge faze



**Grafikon 5.** Usporedba širine ramena i razmaka između dlanova u stoju na rukama

U drugoj fazi, postavljanja ruku na podlogu, postoje razlike u kutu zglobova ramena gledano u odnosu na stranu tijela odrazne i zamašne nogu<sup>1</sup> (Grafikon 4.), što je već

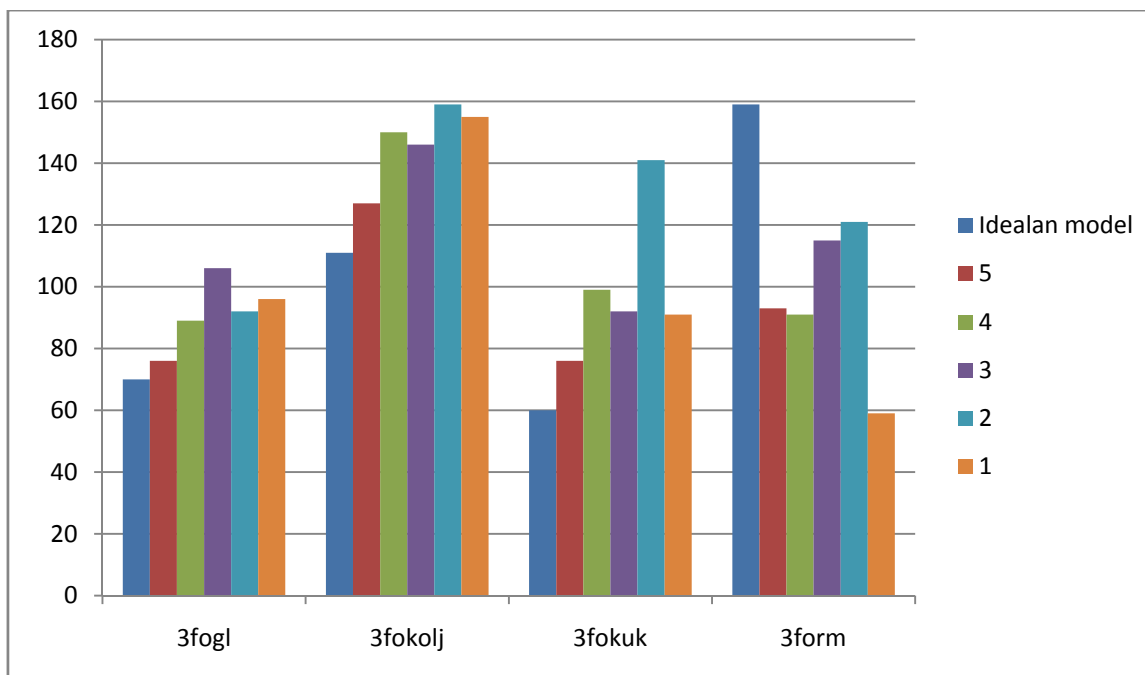
<sup>1</sup> Neki ispitanici su odraz vršili lijevom, a neki desnom nogom te su se iz toga razloga kutovi između pojedinih segmenata tijela definirali obzirom na stranu tijela.

pretpostavljeno obzirom na vrijednosti dužine iskoraka. Usporedbom razmak između dlanova u trenutku postavljanja ruku na podlogu (trebao bi biti u širini ramena) i širine ramena primjetno je da svi ispitanici postavljaju ruke preširoko, pa čak i idealan model (Grafikon 5). No, kako je idealan model gimnastičar višebojac, visokog kvalitativnog ranga, snaga muskulature ruku i ramenog pojasa, kao i fleksibilnost u ramenima mu omogućava održavanje stoja na rukama koje nije u skladu s teorijskim načinom školske izvedbe stoja na rukama; ali je sukladno vrhunskoj tehničkoj izvedbi. Školska populacija među koje spada i studentska ima znatno slabiju muskulaturu gornjeg dijela tijela te ograničenu pokretljivost u zglobovima ramena te kod njih takav način postavljanja ruku i njihov razmak uzrokuje nekoliko ključnih grešaka u izvedbi: kut u ramenima, uvijanje tijela, nemogućnost izvedbe „gimnastičke grbice“, odnosno održavanja ravnoteže u okomitom položaju stoja na rukama.

Tablica 9. Vrijednosti kutova između pojedinih segmenata tijela u fazi zamaha

| Varijable | Idealan model | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   |
|-----------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 3fogl     | 70            | 76  | 89  | 106 | 90  | 96  |
| 3fokolj   | 111           | 127 | 150 | 146 | 159 | 155 |
| 3fokuk    | 60            | 76  | 99  | 92  | 141 | 91  |
| 3form     | 159           | 93  | 91  | 115 | 121 | 59  |
| 3fglv     | 196           | 187 | 191 | 192 | 204 | 199 |
| 3fzgl     | 110           | 102 | 72  | 94  | 83  | 82  |
| 3fzkolj   | 172           | 170 | 182 | 180 | 169 | 180 |
| 3fzkuk    | 151           | 145 | 153 | 146 | 183 | 136 |
| 3fzrm     | 146           | 119 | 80  | 144 | 114 | 103 |

U fazi zamaha primjetna je razlika između idealnog modela i ostalih ispitanika u vrijednostima kutova gležnja, koljena i kuka odrazne noge (Tablica 9.). Kod idealnog modela manjih su vrijednosti (gležanj 70°, koljeno 111°, kuk 60°) dok se kod ostalih ispitanika te vrijednosti kreću u kutu gležnja od 106 - 76°, koljena 127 - 159° i zgloba kuka od 76 - 141°. Također, u zglobovima ramena kod idealnog modela kut iznosi 159°, a kod ostalih ispitanika vrijednosti su od 121 - 59°. Kod vrijednosti kutova zamašne noge razlike su manje.

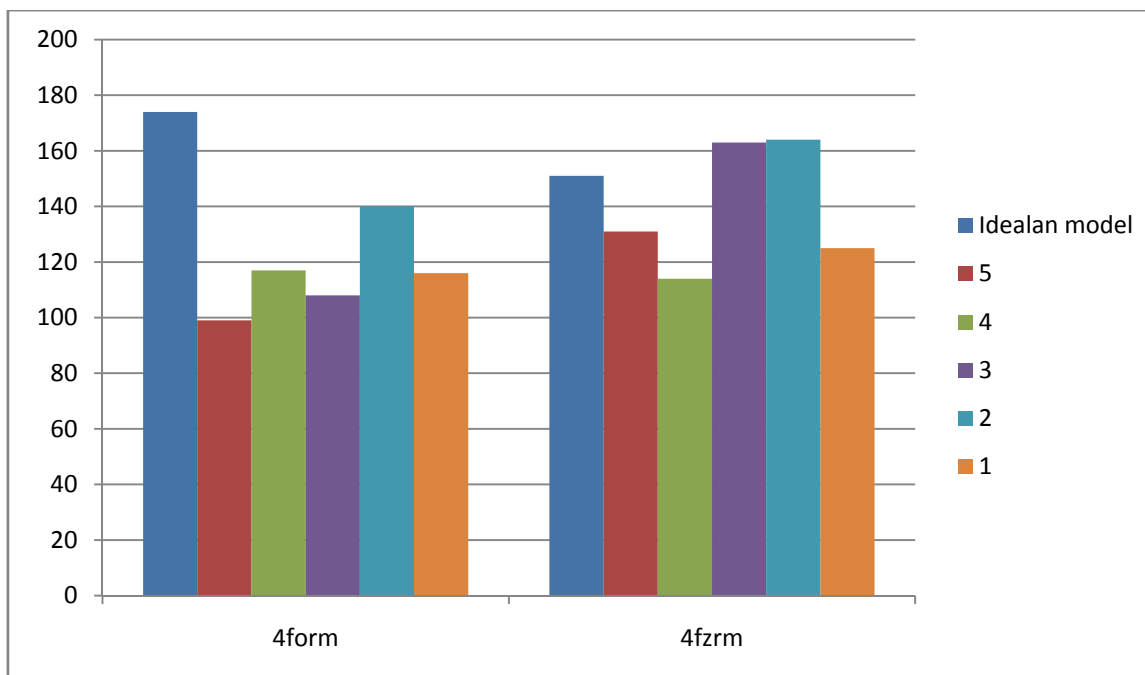


**Grafikon 6.** Kutovi odrazne strane u trećoj fazi

Tablica 10. Vrijednosti kutova između pojedinih segmenata tijela u fazi odraza

| Varijable | Idealan model | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   |
|-----------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 4fogl     | 113           | 108 | 87  | 119 | 95  | 105 |
| 4fokolj   | 163           | 152 | 153 | 163 | 157 | 183 |
| 4fokuk    | 66            | 63  | 66  | 72  | 87  | 67  |
| 4form     | 174           | 99  | 117 | 108 | 140 | 116 |
| 4fglv     | 213           | 194 | 207 | 204 | 186 | 209 |
| 4fzgl     | 125           | 128 | 98  | 119 | 114 | 119 |
| 4fzokolj  | 154           | 135 | 153 | 166 | 149 | 161 |
| 4fzkuk    | 184           | 186 | 182 | 176 | 199 | 177 |
| 4fzrm     | 151           | 131 | 114 | 136 | 134 | 125 |

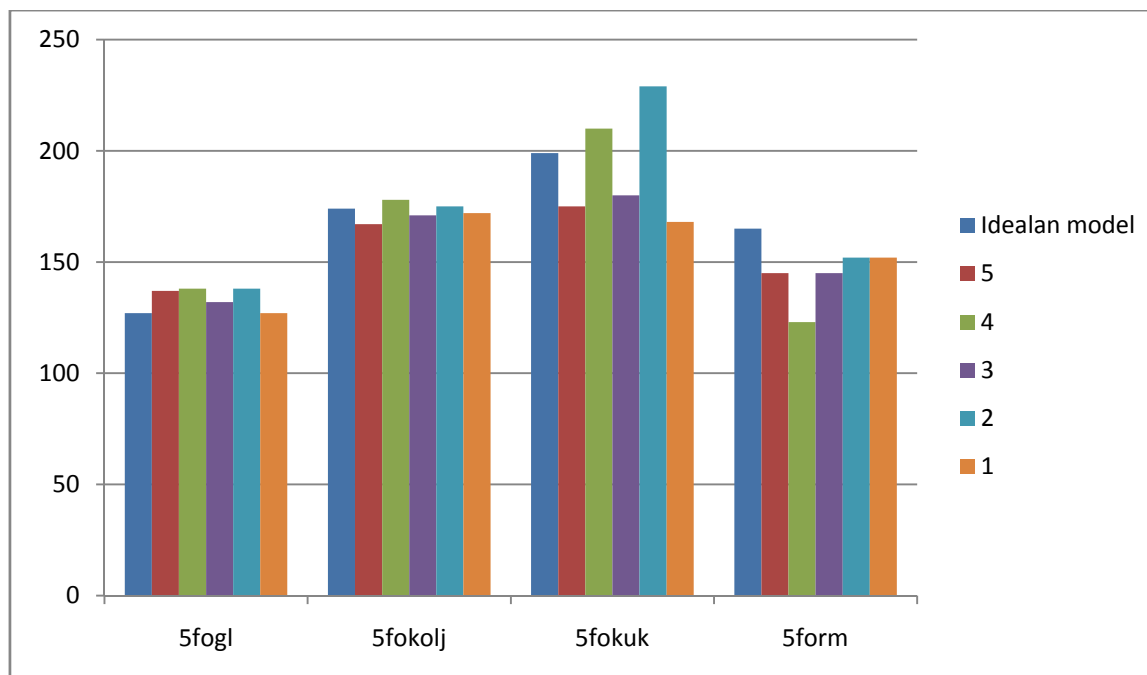
U fazi odraza, kada se vježbač već punim dlanovima upire o podlogu, najuočljivije su razlike u zglobovima ramena (Grafikon 7.). Kod idealnog modela vrijednosti kutova su  $174^\circ$  (4form) i  $151^\circ$  (4fzrm). Kod ostalih ispitanika 4form se kreće u vrijednostima  $99 - 140^\circ$ , a 4fzrm od  $114 - 136^\circ$  (Tablica 10.). Uzrok tome je, a već naprijed pretpostavljeno, da će uslijed grešaka u prethodnim fazama doći do vidno oštrog kuta u zglobovima ramena prije zauzimanja okomitog položaja tijela u odnosu na podlogu.



**Grafikon 7.** Kutovi u ramenu tijekom četvrte faze

Tablica 11. Vrijednosti kutova između pojedinih segmenata tijela u petoj fazi

| Varijable | Idealan model | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   |
|-----------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5fogl     | 127           | 137 | 138 | 132 | 138 | 127 |
| 5fokolj   | 174           | 167 | 178 | 171 | 175 | 172 |
| 5fokuk    | 199           | 175 | 210 | 180 | 229 | 168 |
| 5form     | 165           | 145 | 123 | 145 | 152 | 152 |
| 5fglv     | 215           | 193 | 203 | 209 | 198 | 213 |
| 5fzgl     | 139           | 137 | 135 | 136 | 142 | 129 |
| 5fzkolj   | 173           | 175 | 179 | 177 | 171 | 177 |
| 5fzkuk    | 198           | 181 | 213 | 182 | 229 | 168 |
| 5fzrm     | 162           | 145 | 101 | 136 | 157 | 161 |



**Grafikon 8.** Kutovi u petoj fazi stoja na rukama

Peta faza prikazuje izdržaj u stoju na rukama, a procjena tehničke izvedbe može se izvršiti na osnovu vrijednosti kutova u zglobovima kukova i ramena. Kod ispitanika ocjenjenog ocjenom dovoljan (2) (Slika 4.) kut u zglobu kuka iznosi  $229^\circ$  što ukazuje na uvinuti položaj tijela. Kako bi zadržao ovaj položaj dolazi do kompenzacije stvaranjem kuta u ramenu ( $152^\circ$ ). Ista pogreška vidi se kod ispitanika ocjenjenog ocjenom vrlo dobar (4) (Slika 6.), a uzrokovane su nekontroliranim kretanjem zamašne i odrazne noge što je utjecalo na cjelokupnu izvedbu stoja na rukama. Osim kratkog vremena trajanja faze zamaha i odraza (Tablica 6.) uočavaju se greške koje se odnose na: kratki iskorak, nedostatak prenosa težine tijela na odraznu nogu, preblizu postavljenih ruku u odnosu na odraznu nogu što je rezultiralo uvinutim položajem tijela i kutom u ramenima u krajnjem položaju stoja na rukama.

Uz navedeni kut u ramenima (Slike 7.) također je od početnog stava pa do završne faze zamjetno grčenje ruku u laktovima u svim fazama izvedbe stoja na rukama.



## 5. ZAKLJUČAK

Dobiveni rezultati u ovom istraživanju ukazuju na nepostojanje statistički značajne razlike između idealnog modela i ostalih ispitanika. Iz vrijednosti kinematičkih parametara i slikovnog prikaza izvedbe stoja na rukama (pojedinih ispitanika) uočavaju se velike razlike u tehničkoj kvaliteti izvedbe. Najznačajnija razlika je u vremenu trajanja i kutovima u zglobu ramena u svim fazama izvedbe stoja na rukama. Školska tehnika zahtijeva od vježbača da krajnji ravnotežni položaj tijela u stoju zadrži najmanje 2 sekunde, dok se u natjecateljskoj varijanti i trenažnim uvjetima taj položaj održava što je moguće duže. Usavršavanje tehnike podrazumijeva izvedbu s naglaskom na „gimnastičku grbicu“ koja se postiže zaobljenim gornjim djelom leđa, podvlačenjem kukova te kontrakcijom mišića cijelog tijela, a isto tako i elevaciju ramenog pojasa što omogućava dodatno „podizanje“ tijela. Stoja na rukama se tumači kao bazični akrobatski element koji je sastavni dio velikog broja kompleksnijih elemenata na drugim spravama gimnastičkog višeboja. Važno je napomenuti da se pri njegovom učenju i savladavanju tehnike treba pridržavati metodičko-didaktičkih principa zbog sigurnosti vježbača i daljnjeg što bržeg usavršavanja. Istraživanje svakako treba proširiti na još nekoliko segmenata. Za bolje utvrđivanje grešaka treba napraviti analizu istih kinematičkih parametara koje su analizirane u ovom radu na vježbama koje služe za obučavanje stoja na rukama. Za dodatnu analizu svakako bi bilo korisno ispitati mišićnu aktivnost, brzinu i ubrzanja zamašne i odrazne noge te promjene kutova pojedinih segmenata tijela tijekom cijele izvedbe.

## 6. LITERATURA

- Beličič, B., Samardžija Pavletič, M. (2015). Handstand on force plate in Artistic gymnastics. 2nd International scientific congress organized by Slovenian Gymnastics Federation
- Bolković, T. & Kristan, S. (2002). *Akrobatika*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Univerza v Ljubljani.
- Čuk, I., Bolković, T., Bučar Pajke, M., Turšič, B. (2009). *Športna gimnastika 1 za študente* Fakultete za šport. Ljubljana: Fakulteta za šport Univerze v Ljubljani.
- Kerwin D. G. & Trewartha G. (2001). *Strategies for maintaining a handstand in the anterior-posterior direction*. *Medicine & Science in Sport & Exercises*. 33(7):1182-1188
- Kochanowicz, A., Kochanowicz, K., Niespodziński, B., Mieszkowski, J., Biskup, L. (2015). The level of body balance in a handstand and the effectiveness of sports training in gymnastics. *Baltic Journal Health and Physical Activity*. 7(4): 117-124
- Možnik, M., Milčič, L., Živčič Marković, K. (2017). Motor knowledge and process of learning basic gymnastic elements in students of faculty of kinesiology. 6 th International scientific conference Contemporary Kinesiology.
- Novak, D., Kovač, M., Čuk, I. (2008). *Gimnastična abeceda*. Ljubljana: Fakulteta za šport Univerze v Ljubljani.
- Tipton, J. (2011). Types of Handstands / on line/. Preuzeto 6. siječnja 2015. s [http://www.ehow.com/facts\\_5279611\\_types-handstands.html/](http://www.ehow.com/facts_5279611_types-handstands.html/)
- Uzunov, V. (2008). The handstand: A four stage training model. *Gym Coach Journal*; 2: 52-59.
- XSens. S mreže preuzeto 1. rujna 2017. s: <https://www.xsens.com/products/mtw-awinda/>
- Yedon M. R., Trewartha G. (2003). Control strategy for a hand balance. *Motor Control*, 7, 411-430.
- Živčič, K. (2007.). *Akrobatska abeceda u sportskoj gimnastici*. Zagreb: Kineziološki fakultet.
- Živčič Marković, K., Breslauer, N. (2011). *Opisi nastavnih tema i kriterij ocjenjivanja – Tjelesna i zdravstvena kultura u razrednoj nastavi*. Zagreb: LIP PRINT

Živčić Marković, K., Vukelja, M., Šeparović, D. (2012). Specifična kondicijska priprema gimnastičkog stoja na rukama. U: I. Jukić (ur.), Kondicijska priprema sportaša. Zbornik radova međunarodnog znanstveno-stručnog skupa. Zagreb, 17.-18. 02. 2012. (str. 458-463). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.

Živčić Marković, K., Krističević, T., Milčić, L., Fišter, M. (2015). Od koluta do stoja na rukama. 24. Ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske

Živčić Marković, K., Krističević, T., Aleksić-Veljković, A. (2015). A suggested model of handstand teaching Method. Fizička kultura, 2(69), 138-149

Živčić Marković, K., Krističević, T. (2016). Osnove sportske gimnastike. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

## POPIS SLIKA

Slika 1. Kinogram tehnike idealnog modela stoja na rukama

Slika 2. XSENS LINK sistem Preuzeto s stranice 1. rujna 2017. s [www.xsens.com](http://www.xsens.com)

Slika 3. Izvedba stoja na rukama ocjenjena ocjenom nedovoljan (1)

Slika 4. Izvedba stoja na rukama ocjenjena ocjenom dovoljan (2)

Slika 5. Izvedba stoja na rukama ocjenjena ocjenom dobar (3)

Slika 6. Izvedba stoja na rukama ocjenjena ocjenom vrlo dobar (4)

Slika 7. Izvedba stoja na rukama ocjenjena ocjenom odličan (5)