

---

## PILOT STUDY: KINEMATIC ANALYSIS OF THE TECHNIQUE OF THE DEEP WATER START IN THE WATER SKIING

**Iliya Kanelov**

South-West University “Neofit Rilski”, Faculty of Pedagogy, Blagoevgrad, Bulgaria,

[i\\_kanelov@abv.bg](mailto:i_kanelov@abv.bg)

**Miroslav Kamenov**

South-West University "Neofit Rilski", Faculty of Pedagogy, Blagoevgrad, Bulgaria,

[m.kamenow96@gmail.com](mailto:m.kamenow96@gmail.com)

**Abstract:** The discipline "Water Skiing" is part of the curriculum of the mandatory discipline "Methodology of Water Sports Training" from the curriculum of the Bachelor's Degree Program "Physical Education and Sports" of the South-West University "Neofit Rilski", Blagoevgrad, Bulgaria. Also, this discipline is studied by all sports educators in Bulgaria, which is why we chose to analyze, from a biomechanical aspect, the element "deep water start". It is essential for quality water skiing training, because its mastery guarantees continuity in training and performing water skiing slalom in open water. This pilot study will provide a clear idea of the starting position of the body, the angular position of the water skis relative to the water surface. The forces acting on them will be analyzed and we will provide parameters for dynamic stability at startup. The aim of the present study is to perform a kinematic analysis of the deep water start technique. To establish the position and transposition of the kinematic segments of the chain when performing a deep water start in water skiing. There is not enough data in the world literature on this type of kinematic analysis. A small number of publications have been published in this area, mainly relating to kinetic analysis related to the strength characteristics of sports performance in water skiing (Silva, Ribeiro, Figueira, & Pinho, 2022). In this study, we will focus on the spatial and spatiotemporal structures of the start, as well as determine the influence of the overall Center of Gravity on the line of the water ski while maintaining the angle of attack when leaving the water. As well as the conditions for dynamic balance when starting from deep water and guiding the skis and the trajectory of the Center of Gravity in the phase structure of the exercise. For the kinematic analysis, we used photographic material that was filmed in the water area of Urdozova Bay, the town of Kiten, as part of water skiing training. Anthropometric characteristics of the examined person: height 177 cm, weight 76 kg, age 28, BMI 24.3  $\text{kg}/\text{m}^2$ . We used a camera to record the cyclograms Go Pro HERO 12 Black HDR 5.3K, 4K. The graphic processing was done with a program PAINT 3D, Windows 10. The water skis used in this study were Jobe 170,18 cm long. For the kinematic analysis, we determined the projections of the transposition of the CG; the phases of starting from deep water; we analyzed the position of the body and limbs in the starting phase; the angular positions between the mechanical centers in the joints; conditions for dynamic stability.

We defined three main phases of the studied element, with the first phase divided into 3 subphases as follows: 1) first phase; 1a subphase of underwater starting position; 1b lifting subphase; 1c subphase of exiting the water; 2) second phase of stabilization of the stance; 3) phase of stable stance and guiding the skis on the water surface. We determined the location of the Center of Gravity in each of the phases and through projection we determined its trajectory of movement.

The kinematic analysis performed shows us that the location of the CG (even if it is outside the athlete's body) always lies on the imaginary line that connects the fulcrum of the feet with the partial center of gravity of the head from the kinematic chain. We determined the angles between two adjacent mechanical axes acting at a joint center. The skier's balance on the skis was considered as a lever system of the first kind (expressed by the formula  $P_1 \times r_1 = P_2 \times r_2$ ), in dynamic equilibrium.

**Keywords:** kinematic analysis, water skiing, deep water start, dynamic equilibrium

## ПИЛОТНО ПРОУЧВАНЕ: КИНЕМАТИЧЕН АНАЛИЗ НА ТЕХНИКАТА НА СТАРТИРАНЕ ОТ ДЪЛБОКА ВОДА ВЪВ ВОДНИТЕ СКИ

Илия Канелов

Югозападен Университет “Неофит Рилски”, Факултет по педагогика, Благоевград,  
България, [i\\_kanelov@abv.bg](mailto:i_kanelov@abv.bg)

Мирослав Каменов

Югозападен Университет “Неофит Рилски”, Факултет по педагогика, Благоевград, България  
[m.kamenow96@gmail.com](mailto:m.kamenow96@gmail.com)

**Абстракт:** Дисциплината „Водни ски“ е част от учебния курикулум на Задължителния учебен курс по „Методика на обучението по водни спортове“ в учебната програма на бакалавърската специалност „Физическо възпитание и спорт“ при Югозападния университет „Неофит Рилски“, Благоевград, България. Също така, тази дисциплина се изучава от всички спортни педагози в България, ето защо ние избрахме да анализираме, от биомеханичен аспект, елемента „Старт от дълбока вода“. Той е от съществено значение при качествено обучение по „Водни ски“, защото неговото овладяване е гаранция за непрекъснатост при обучението и изпълнение на слалом с водни ски в открити води. Това пилотно проучване, ще даде ясна представа за стартовата позиция на тялото, ъгловата позиция на водните ски спрямо водната повърхност. Ще се анализират силите, които действат върху тях и ще дадем параметри за динамична устойчивост при стартиране. Целта на настоящето изследване е да се направи кинематичен анализ на техниката на стартиране от дълбока вода. Да се установят позицията и транспозицията на кинематичните сегменти на веригата, при изпълнение на старта от дълбока вода при водните ски. В световната литература няма достатъчно данни от подобен род кинематичен анализ. Публикувани са малко на брой публикации в тава направление, отнасящи се за предимно за кинетичния анализ свързан със силовите характеристики на спортното изпълнение във водните ски (Silva, Ribeiro, Figueira, & Pinho, 2022). В това изследване, ще акцентираме на пространствените и пространствено-времевите структури на старта, също така ще определим влиянието на общия център на тежестта върху линията на водните ски при запазване на ъгъла на атака при излизане от водата. Както и условията за динамично равновесие при потегляне от дълбока вода и водене на скиите и траекторията на ОЦТ при фазовата структура на упражнението. За кинематичния анализ използвахме снимков материал, който е заснет в акваторията на залив Урдовиза, гр. Китен в рамките на обучение по водни ски. Антропометрични характеристики на изследваното лице: ръст 177 см, тегло 76 кг, възраст 28 г., ИТМ 24.3 кг/м<sup>2</sup>. Използвахме камера за запис на циклограмите Go Pro HERO 12 Black HDR 5.3K -4K. Графичната обработка е извършена с PAINT 3D program, Windows 10. Водните ски, използвани в изследването са Jobe с дължина 170,18 см. За кинематичния анализ определихме проекциите на транспозицията на ОЦТ; фазите на при стартиране от дълбока вода; анализирахме позицията на тялото и крайниците във фазата на стартиране; ъгловите позиции между механичните в ставните центрове; условия за динамична устойчивост.

Определихме три основни фази на изследвания елемент, като първата фаза я разделихме на 3 подфази както следва: 1) парва фаза; 1а подфаза на подводна стартова позиция; 1б подемна подфаза; 1в подфаза на излизане от водата; 2) втора фаза на стабилизация на стойката; 3) фаза на стабилна стойка и водене на скиите по водната повърхност. Определихме местоположението на Центъра на тежестта при всяка една от фазите и чрез проекция определихме траекторията му на преместване.

Направеният кинематичен анализ, ни показва, че местоположението на ОЦТ (даже и да е извън тялото на спортиста) винаги лежи на мислената линия, която свързва опорната точка на ходилата с частичния теглови център на главата от кинематичната верига. Определихме ъглите сключени между две съседни механични оси, действащи в един ставен център. Баланса на скиора върху скиите, беше разгледан като лостова система от първи род (изразява с формулата  $P_1 \times r_1 = P_2 \times r_2$ ), при динамично равновесие.

**Ключови думи:** кинематичен анализ, водни ски, старт от дълбока вода, динамично равновесие

### 1. ЦЕЛ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Целта на настоящото изследване е чрез прилагане на аналитичния метод за определяне на общия център на тежестта (ОЦТ) да се определи местоположението и транспозицията на ОЦТ на спортиста и неговото влияние върху кинематичната верига при изпълнение на елемента “Старт от дълбока вода“ във Водните ски. След анализ на графичното местоположение на ОЦТ при различните фази и подфази на упражнението, да се изведат закономерности за правилното изпълнение, основаващи се на условията за динамичен баланс и равновесие.

## 2. МЕТОДОЛОГИЯ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Предмет и обект на изследването.

Предмет на изследването е пространствените и пространствено –времевите характеристики на елемента “Старт от дълбока вода“, съобразявайки се с фазовата му структура. Обект на изследването са влиянието на параметрите на пространствените и пространствено–времевите върху запазване на динамичното равновесие при изпълнение на спортния елемент (траектория на ОЦТ, ъглови позиции в ставните центрове, местоположение на механичните оси, ориентация, ъгъл на преместване на водните ски спрямо водната повърхност). Антропометрични характеристики на изследваното лице: ръст 177 см, тегло 76 кг, възраст 28 г., Индексът на телесна маса 24.3 кг/м<sup>2</sup>. Водните ски, използвани в изследването, са с дължина 170,18 см. За прилагане на кинематичния анализ използвахме подводен и надводен снимков материал, при непосредствено изпълнение на “Старт от дълбока вода“ в акваторията на залив Урдовиза, гр. Китен, чрез камера Go Pro HERO 12 Black HDR 5.3K -4K.

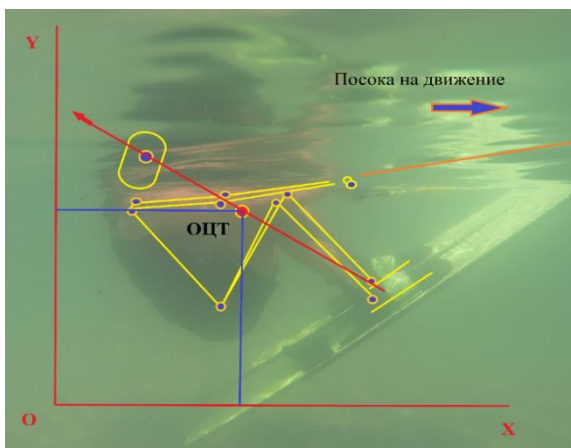
Задачи на изследването:

- Анализирани на пространствените характеристики на елемент от водните ски
- Определяне на фазите на при стартиране от дълбока вода, позиция на тялото и крайниците.
- Използване на методика за определяне на общ център на тежестта (ОЦТ).
- Определянето на оптималната позиция на тялото за осигуряване на биомеханична ефективност и запазване на равновесие в динамични условия

Методи на изследването

- Приложеният кинематичен биомеханичен анализ определя само пространствените характеристики на спортното упражнение, без да регистрира силовите характеристики и тяхното влияние.
- Използвахме аналитичния метод за определяне на Общия център на тежестта, като следвахме утвърдена методика, прилагана от нас в предишни наши изследвания (Kanelov & Mishev, 2024).
- Анализ на траекторията на движение на ОЦТ при постъпателно движение.
- Графично представяне кинематичната верига чрез програма PAINT 3D, Windows 10.

Фигура 1. Кинематична верига и местоположение на ОЦТ на скиора в първа подфаза (1a).



Изследване на автора

## 3. РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Резултати от определянето на ъгловите позиции на механичните оси в ставните центрове при подводна изометрична стартова позиция на изследваното лице. Подфаза 1a на Първа фаза на стартиране.

Изходно положение: главата по посока на движение, ръцете изпънати напред в лакътните стави, флексия между раменните стави от ъгъл от 55° градуса спрямо туловището, бедрата прибрани към туловището в тазобедрена флексия от 70° градуса, коленете са вкарани между ръцете с флексия в коленната става от 65° градуса между бедрото и подбедрицата, ходилото е в неутрална позиция от 90°градуса спрямо ската.

Тази позиция на тялото е оптимална за запазване на динамично равновесие при стартиране. Скиите са поставени пред тялото и под тялото като само върховете се показват на водната повърхност, раздалечени са на 10-15 сантиметра една от друга което спомага за поддържането на равновесие при стартиране. Водните ски са под ъгъл 40°-45°, (Фигура 1), спрямо водната повърхност. Ориентацията на скиите, пред тялото, успоредни една спрямо друга. Местоположение на ОЦТ при първа подводна фаза на стартиране се намира пред гърдите между коленните и лакътни ставни центрове.

Таблица 1. Цифрови стойности за местоположението на ЧТЦ по координати X и Y. (Общ модел на методиката за ОЦТ)

	Сегмент	Относително тегло %	X (мм)	Y (мм)	ΔX (мм)	ΔY (мм)
1	Глава	0,07	23	103	2,10	7,70
2	Туловище	0,43	33	65	14,19	34,45
3	Д. ръка	0,01	94	88	0,94	0,88
4	Л. ръка	0,01	92	90	0,92	0,90
5	Д. предмишница	0,02	68	83	1,36	1,66
6	Л. предмишница	0,02	70	87	1,40	1,74

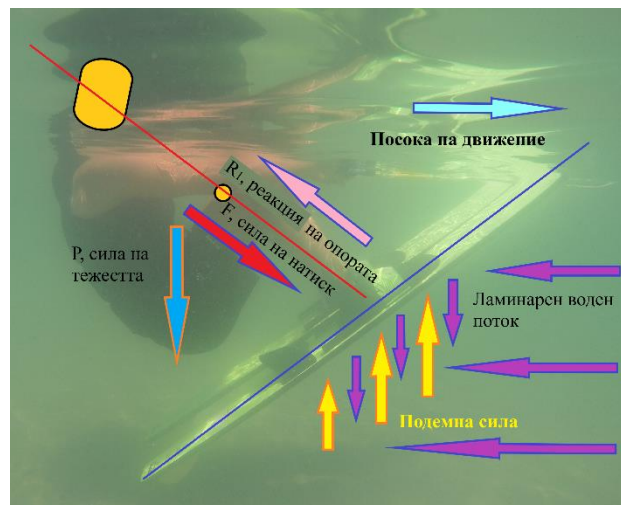
7	Д. мишница	0,03	36	82	1,08	2,46
8	Л. мишница	0,03	36	85	1,08	2,55
9	Д. ходило	0,02	108	45	2,16	0,90
10	Л. ходило	0,02	103	53	2,06	1,06
11	Д. подбедрица	0,05	81	68	4,05	3,40
12	Л. подбедрица	0,05	83	73	4,15	3,65
13	Д. бедро	0,12	58	63	6,96	7,69
14	Л. бедро	0,12	60	65	7,50	7,80
					$\Sigma= 5,45$	$\Sigma= 7,42$

Изследване на автора

### Резултати от определяне на механичните сили, които действат при стартиране от дълбока вода.

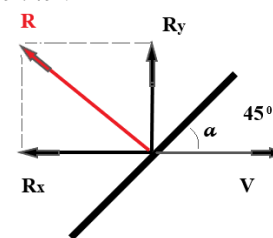
На Фигура 2 са показани основните сили, които действат върху кинематичната система и тяхното направление. Р- сила на тежестта; F - сила на натиск;  $R_1$  - реакция на опората. В първата подфаза на старта, когато е заета описаната поза реално действа единствено силата на тежестта на спортиста и водните ски (P). Ако своевременно не започне изтегляне от моторната лодка, състезателят ще потъне. В началното обучение упражнението е съпроводено с поддръжка от треньор, който контролира плаваемостта на състезателя и при потегляне го освобождава. В момента на ускорение, започват да действат и силите на натиск и ответната опорна реакция върху кинематичната верига. Ако позата беше константна или скиора се приеме за идеално твърдо тяло, тези сили нямаше да съществуват. В посочения случай, можем да ги разгледаме като частни вътрешни сили, опитвайки се да запазят местоположението на ОЦТ непроменено. Целта в началото на упражнението е да се запази относително стабилна позиция на тялото. Но при потегляне, възниква челно съпротивление между повърхността на скиите и ламинарния поток на флуида (водата). При задействането на теглителната сила (на буксирното въже), заедно със силата на тежестта (P), получаваме резултантна сила, която е в една и съща посока и направление със силата на натиск, който упражнява състезателя за да не промени параметрите на ъгловите позиции в ставните центрове, към този момент. На Графика 1 е представено направлението на действието на резултантната сила **R**, получена от събиране на силите  $R_x$  (сила на съпротивление) и  $R_y$  (подемна сила), чрез метода на паралелограма за редукция а двойки сили. Видно е, че резултантната сила R съвпада с проекцията на силата на натиск от кинетичната верига и преминава през проекцията на ОЦТ. Това е условие, при което няма наличие на генериране на въртящ момент около опорната точка на приложената сила (ходило).

Фигура 2. Сили действащи върху кинематичната верига на скиора. Р, сила на тежестта; F - сила на натиск; R - реакция на опората.



Изследване на автора

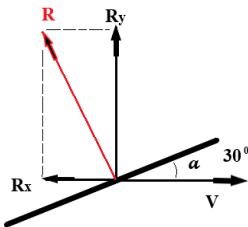
Графика 1. Подемна сила R, при ъгъл на атака на водните ски от 45°.



Изследване на автора

Втора подфаза 1б е показана на Фигура 03. Положение на тялото: главата по посока на движението, ръцете изпънати напред в лакътните стави, флексия между раменните стави от ъгъл от  $55^\circ$  градуса спрямо тялото, бедрата прибрани към туловището в тазобедрена флексия от  $80^\circ$  градуса, флексия в колянната става от  $80^\circ$  градуса, ходилото е в дорзална флексия от  $80^\circ$  градуса спрямо водните ски. Водните ски са под ъгъл  $25^\circ$ -  $30^\circ$  спрямо водната повърхност. На Графика 2 се вижда проекцията на резултантната сила  $R$ , която има възходящо

Графика 2. Подемна сила  $R$ , при ъгъл на атака на водните ски от  $30^\circ$ .

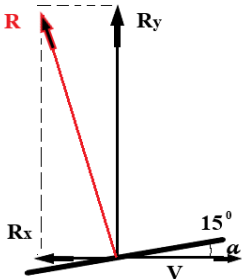


Изследване на автора

направление и минаваща през ОЦТ, придава подемна сила на тялото. С увеличаването на скоростта на теглене се увеличава количеството изместена вода, която увеличава подемната сила  $R_y$ . На Фигура 4 е представена кинематичната верига на скиора в подфаза 1в (излизане от водата). Положение на тялото: главата по посока на

движението, ръцете са напред тялото, лакътните стави, флексия в раменните стави от ъгъл от  $40^\circ$  спрямо туловището. Бедрата са прибрани към туловището в тазобедрена флексия от  $35^\circ$ , флексия в колянната става от  $20^\circ$  спрямо подбедрицата, ходилото е в дорзална флексия от  $85^\circ$  градуса спрямо водните ски. Водните ски са под ъгъл  $10^\circ$ - $15^\circ$  спрямо водната повърхност. По правило лактите трябва да са изпънати, но при начално обучение това е трудно постижимо. С усъвършенстване на изпълнение на елемента, двигателното умение се автоматизира и това се постига. Но трябва да отбележим, че старта от дълбока вода в морска акватория не винаги се изпълнява в тихи води.

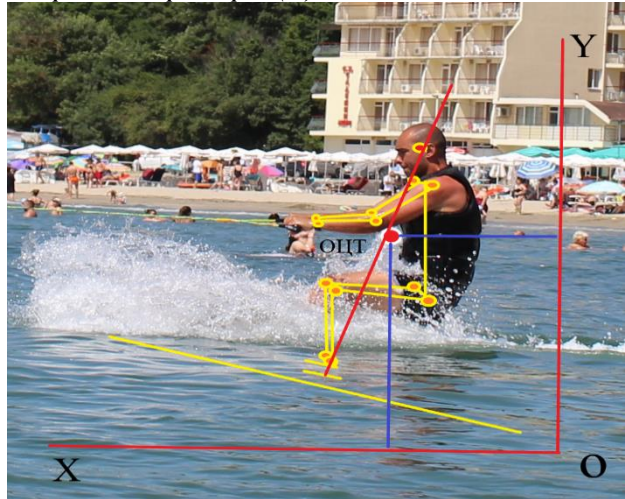
Графика 3. Подемна сила  $R$ , при ъгъл на атака на водните ски от  $15^\circ$ .



Изследване на автора

на основна позиция за водене на скиите, подемната сила има едно направление с резултантната и скиора се движи под миналния оптимален ъгъл на атака на скиите.

Фигура 03. Кинематична верига и местоположение на ОЦТ на скиора в във втора подфаза (1б).



Изследване на автора

Фигура 04. Кинематична верига и местоположение на ОЦТ на скиора в третата подфаза (1в).

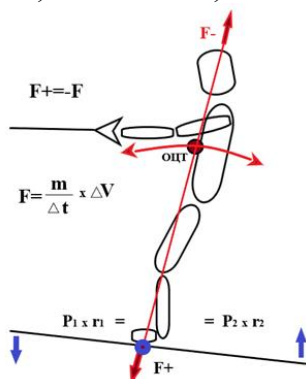


Изследване на автора

Наличието на вълнение от 1-2 бала води непостоянен хоризонтал на водната повърхност ето защо, леко флексирани лакътни стави играят ролята на шарнири, които поемат колебанията на силовите моменти тялото в основните равнини. Успешното изпълнение на старта изисква проява на високо ниво на нервно-мускулна координация при запазване на равновесие в динамична среда. Запазването на относително стабилна пространствена структура на позата се дължи на непрекъснатата обратна връзка, от промяната на скоростта и ОЦТ на скиора, и непосредственият управленчески отговор за транспозицията на сегментите на тялото. Което предполага движение в голяма част от ставните центрове. На Графика 3 се вижда, че в крайната подфаза 1в на излизане и заемане

Приложеният ъгъл на атака е от значение за аквапланинга, защото от него се определя контактната повърхност на скиите, а те са свързани с количеството подемна сила.

**Графика 4. Сила на натиск; подемна сила; лостова система от първи род.**



Изследване на автора

По-малкият ъгъл на атака предполага по-голяма площ и при константно тегло на масата на скиора, по-малък натиск върху водната повърхност и намалено триене. Силата на натиск може да бъде изразена чрез формулата **Силата =  $m/\Delta t \times \Delta v$** . Където: **F** – подемна сила ; **m** - маса на водата, преминала и избутана напред и надолу;  **$\Delta t$**  - промяна във времето (за секунда);  **$\Delta v$**  - промяна в скоростта (**v**) на водата, изместена надолу (Графика 4). От Нютоновата механика знаем, че на всяка сила действа сила със същата големина и противоположна посока – трети закон на Нютон от класическата механика (Landell-Mills, 2021). Механичната ос на скиите и приложната точка на действие на силите (**F= -F**) може да се опише като двурамнен лост от първи род в механиката. Опорната точка на лоста е приложната точка на силите, а двете рамена са съответно **r<sub>1</sub>** и **r<sub>2</sub>**. **P<sub>1</sub>** и **P<sub>2</sub>** са силите на натиск разпределени по дължината на скиите. Както знаем, условието за равновесие на лостова система от първи род е **P<sub>1</sub> x r<sub>1</sub> = P<sub>2</sub> x r<sub>2</sub>**. От тук следва, че всяко преместване на ОЦТ (виж Графика 4) би довело до промяна в това равенство и загуба на баланс. Това ще доведе до преобръщане на скиора в предна или задна посока.

#### 4. ДИСКУСИЯ

Според Mullins, (2007), баланс в една система има когато силите които и действат са с срещуположно направление и са изравнени (Pollock, Durward, Rowe, & Paul, 2000). Стабилност е способността да противодействаме на външните сили при постигане на балансирана поза. В разглеждания от нас случай, основна роля за запазване на динамична стабилност има проекцията на ОЦТ, и управлението на неговата транспозиция така, че придаде условие за равновесие в описаната лостова система (Графика 4). Запазване на статичната позиция на ОЦТ зависи от приложените сили в силовата верига бедра-туловище. Изследователи са измерили силата на ексензорите в лумбалния дял на съдтезатели и докладват за данни със стойности от 450 Nm въртящ момент (Leggett, Kenney, & Eberhardt, 1996), което като кинетична стойност, е най-висока от възможните за генериране. Въпреки, че добре овладеният балансиран старт във водните ски изглежда лесно и елегантно упражнение, силите на претоварване (G-force) стигат до 2,45 пъти по-голямо от теглото на тялото (Runciman, 2011). Ето защо Maslikah, Fachrezzy, & Nugroho, (2021) препоръчват прилагането на Core Muscle Strength and Stability Test за регистрация на статична сила на лумбалните и тазобедрени мускули на водните скиори. Освен статичната сила за представянето на спортистите трябва да се вземат под внимание и динамичните силови характеристики като сила, издръжливост, мускулна експлозивна сила, бързина и координация (Fachrezzy, Hermawan, Maslikah, Nugroho, & Sudarmanto, 2021).

#### 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализът на фазовата структура на „старт от дълбока вода“ ни даде възможност да опишем амплитудите на преместване на сегментите в кинематичната верига на скиора. Определихме местоположението на ОЦТ и неговото влияние върху стабилността и баланса на скиора при изпълнение на елемента „старт“. Определените от нас силови характеристики, въпреки че са кинетични, ни дадоха възможност да обясним причините за транспозицията на ОЦТ. В бъдещи наши изследвания, ще се насочим към използването на мобилни апарати за регистрация на силови характеристики при хоризонтални ускорения (Harper, McBurnie, Santos, Eriksrud, Evans, Cohen, Rhodes, Carling, & Kiely, 2022), които ще ни дадат възможност да направим

както кинематичен, така и кинетичен анализ на спортната техника, познати още като качествени и количествени биомеханични анализи (Teferi, & Endalew, 2020).

#### ЛИТЕРАТУРА

- Fachrezzy, F., Hermawan, I., Maslikah, U., Nugroho, H., & Sudarmanto, E. (2021). Profile Physical Fitness Athlete of Slalom Number Water Ski. *International Journal of Educational Research & Social Sciences*, 2(1), 34–40. <https://doi.org/10.51601/ijersc.v2i1.29>.
- Harper, D.J., McBurnie, A.J., Santos, T.D., Eriksrud, O., Evans, M., Cohen, D., Rhodes, D., Carling, C & Kiely, J. (2022). Biomechanical and Neuromuscular Performance Requirements of Horizontal Deceleration: A Review with Implications for Random Intermittent Multi-Directional Sports. *Sports Med* 52, 2321–2354 (2022). <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01693-0>
- Kanelov, I., & Mishev, M. (2024). PILOT STUDY: KINEMATIC ANALYSIS OF THE TECHNIQUE OF THE EXERCISE "BACK UPRISE TO MALTESE CROSS" ON RINGS IN THE MEN'S GYMNASTICS. *KNOWLEDGE-International Journal*, 67(6), 1157–1162. Retrieved from <https://ikm.mk/ojs/index.php/kij/article/view/7295>.
- Landell-Mills, N. (2021). Hydroplaning explained by Newtonian mechanics. *Independent Research*. <https://www.researchgate.net/publication/354844800>.
- Leggett, S. H., Kenney, K., & Eberhardt, T. (1996). Applied physiology of water-skiing. *Sports medicine* (Auckland, N.Z.), 21(4), 262–276. <https://doi.org/10.2165/00007256-199621040-00003>
- Maslikah, U., Fachrezzy, F., & Nugroho, H. (2021). Contribution core stability and strength to the performance athlete Slalom Number Water Ski in terms of gender Characteristics. *International Journal of Science, Technology & Management*, 2(3), 908-1006. <https://doi.org/10.46729/ijstm.v2i3.228>
- Mullins, N. (2007). Slalom Water Skiing: Physiological Considerations and Specific Conditioning. *Strength and Conditioning Journal* 29(4):p 42-54.
- Pollock, A. S., Durward, B. R., Rowe, P. J., & Paul, J. P. (2000). What is balance? *Clinical Rehabilitation*, 14(4), 402-406.
- Runciman, R.J. (2011). Water-skiing biomechanics: a study of intermediate skiers. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 225(4):231-239. doi:10.1177/1754337111403693.
- Silva, S., Ribeiro, F., Figueira, V., & Pinho, F. (2022). Methodological Considerations in the Kinematic and Kinetic Analysis of Human Movement among Healthy Adolescents: A Scoping Review of Nonlinear Measures in Data Processing. *Sensors* (Basel, Switzerland), 23(1), 304. <https://doi.org/10.3390/s23010304>.
- Teferi, G., & Endalew, D. (2020). Methods of Biomechanical Performance Analyses in Sport: Systematic Review. *American Journal of Sports Science and Medicine*, 8, 47-52.