

## QUALITATIVE BIOMECHANICAL ANALYSIS OF THE "START" ELEMENT IN SPORT MOTOCROSS

**Iliya Kanelov**

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

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

**Nikolay Martinov**

Southwest University "Neofit Rilski", Faculty of Public Health, Health Care and Sports, Blagoevgrad, Bulgaria, [bpopova@yahoo.com](mailto:bpopova@yahoo.com)

**Abstract:** The purpose of this research is to analyze the fundamentals of kinematic structures in the starting element of motocross (Dirt Bike). To analyze the dynamic structures of movements, such as starting acceleration, linear velocity, criteria for the optimality of starting acceleration as the main factor for successful ranking in the competition. To determine the influence of the Center of Gravity of the pilot, on the successful control of the kinematic structures of the element of starting, to achieve a rational launching technique. We used the cinematic method (cyclogram analysis) to make a biomechanical analysis of the kinematic parameters of the "start" element in motocross. We shot photographic material, which is necessary for the analytical determination of the General Center of Gravity of the racer and the sports device (motorcycle). We determined the trajectory of the CG movement and the phases of the "start" element in the accelerating linear motion. The subject of research is the change in the kinematic parameters of the movements when performing a "start" in motocross. Participants in the research are six motocross racers, height  $178.7 \pm 7.47$  cm, weight  $79.17 \pm 9.36$  kg, age  $32.17 \pm 8.84$  y. ( $M \pm SD$ ), BMI of  $24.7$  kg/m<sup>2</sup>. We used a Go Pro HERO11 Black Cinematic 5.3K60 + 2.7K240 camera to capture the stills. Graphic processing was done with PAINT 3D program, Windows 10. For the statistical analysis of the data, we used GraphPad Prism version 3.0 software. In motocross, the simplified technical inventory leads to greater mobility and precise control of the machine in the specifics of the race track. That is why we hope to clarify some kinesiological regularities transferred to the „pilot-motorcycle“ system. Accurate and precise description of the movement and definition of its main task. The competitor's position is seated, semi-seated or semi-standing depending on the acceleration phases at the start. The palms are in a grip on the handlebars. The feet are placed on the foot pegs. The torso is bent forward. The movement is translational and follows the relief of the race track. We have identified five main phases of starting in motocross: 1) body positioning phase; 2) phase of the acceleration; 3) phase of the maximum acceleration; 4) phase of the maximum speed; 5) phase of occupying position for a corridor. For the successful performance of the competitor, an important point in the start is to avoid rolling, the loss traction and begin to slide, rear drive wheel in the starting position. The optimal range of linear acceleration at which the rear wheel will not lose traction was determined, namely from  $a = 2.77$  m/s<sup>2</sup> to  $12.96$  m/s<sup>2</sup>. We also determined the rear wheel load of  $166.62$  kg when accelerating from a standstill. This shows that the overload is about  $76$  kg more than the pressure that the rear wheel takes at rest. The load data of front wheel load show values of  $38.78$  kg on launch acceleration, which is a reduction in ground reaction force of around  $50$  kg. After evaluating the kinematics of the motocross riding posture, we found that the rider's upright posture gave the deceptive impression of lowering the overall center of gravity, when in fact it was the exact opposite. In fact, the rider's semi-upright position increases the height of the Center of Gravity and gives more precise control over the handling of the dynamic rider-motorcycle system.

**Keywords:** biomechanical analysis, motocross, phases, dynamic stability, center of gravity

## КАЧЕСТВЕН БИОМЕХАНИЧЕН АНАЛИЗ НА ЕЛЕМЕНТА „СТАРТ“ В СПОРТНИЯ МОТОКРОС

**Илия Канелов**

Югозападен Университет "Неофит Рилски", Факултет по педагогика,

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

**Николай Мартинов**

Югозападен Университет "Неофит Рилски", Факултет по Обществено здраве, здравни грижи и спорт, Благоевград, България, [bpopova@yahoo.com](mailto:bpopova@yahoo.com)

**Абстракт:** Целта на това изследване е да анализираме основите на кинематични структури при елемента „старт“ от мотокроса. Да анализираме динамичните структури на движенията, като стартово ускорение,

линейна скорост, критерии за оптималност на стартовото ускорение като основен фактор за успешно класиране в състезанието. Да определим влиянието на общия център на тежестта на пилота, върху правилното управление на кинематичните структури на старта, за постигане на рационална стартова техника. Ние използвахме кинематографичния метод (анализ на циклограми) за да направим биомеханичен анализ на кинематичните параметри на елемента „старт“ в мотокроса. Заснехме снимков материал, който е необходим за аналитично определяне на Общия център на тежестта на спортиста и спортния уред (мотоциклет). Определихме траекторията на движение на ОЦТ и фазите на елемента „старт“ при ускорително линейно движение. Предмет на изследване са промяната в кинематичните параметри на движенията при изпълнение на „старт“ в мотокроса. Контингент на изследването са шест състезатели по мотокрос, височина  $178,7 \pm 7,47$  см., тегло  $79,17 \pm 9,36$  кг., години  $32,17 \pm 8,84$  г. ( $M \pm SD$ ), BMI of  $24.7 \text{ kg/m}^2$ . За заснемането на фотокадрите използвахме камера Go Pro HERO11 Black Cinematic 5.3K60 + 2.7K240. Графичната обработка е извършена с програма PAINT 3D, Windows 10. За статистическия анализ на данните използвахме софтуер GraphPad Prism version 3.0. В мотокроса, опростеният технически инвентар води до по-голяма мобилност и прецизно управление на машината в спецификата на състезателното трасе. Ето защо се надяваме да изясним някои кинезиологични закономерности пренесени върху системата пилот-мотоциклет. Точно и прецизно описание на движението и определянето на основната му задача. Позицията на състезателя е седнала, полуседнала или полуизправена в зависимост от фазите на ускорението при старта. Дланите са в захват на кормилните дръжки. Ходилата са поставени на степенките. Торсът е приведен напред. Движението е транслационно и следва релефа на трасето. Определихме пет основни фази на стартирането в мотокроса: 1) фаза на позициониране на тялото; 2) фаза на ускорението; 3) фаза на максималното ускорение; 4) фаза на максимална скорост; 5) фаза на заемане на позиция за коридор. За успешното представяне на състезателя, важен момент в стартирането е да се избегне превъртане на задното задвижващо колело на стартовата позиция. Беше определен оптималния диапазон на линейно ускорение при което няма да превърти задното колело, а именно от  $a=2,77 \text{ m/c}^2$  до  $12,96 \text{ m/c}^2$ . Определихме и натоварването на задно колело от  $166,62$  кг при стартово ускорение от място. Това показва, че претоварването е с около  $76$  кг по-голям от натискът, който поема задното колело в покой. Данните за натоварване на предно колело показват стойности от  $38,78$  кг при стартово ускорение, което е намаляване на опорната реакция с около  $50$  кг. След оценка на кинематиката на позата при управление на кросов мотор установихме, че изправената стойка на пилота, дава измамното усещане за понижаване на общия център на тежестта, като всъщност е точно обратното. Всъщност, полуизправената позиция на състезателя, повишава височината на ОЦТ и дава по-прецизен контрол върху управлението на динамичната система състезател-мотоциклет.

**Ключови думи:** биомеханичен анализ, мотокрос, фази, динамична устойчивост, център на тежестта

## 1. ЦЕЛ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Целта на това изследване е да анализираме основите на кинематични структури при елемента „старт“ от мотокроса. Да анализираме динамичните структури на движенията, като стартово ускорение, линейна скорост, критерии за оптималност на стартовото ускорение като основен фактор за успешно класиране в състезанието. Да определим влиянието на общия център на тежестта на пилота, върху правилното управление на кинематичните структури на старта, за постигане на рационална стартова техника. Ние използвахме кинематографичния метод (анализ на циклограми) за да направим биомеханичен анализ на кинематичните параметри на елемента „старт“ в мотокроса.

## 2. МЕТОДОЛОГИЯ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

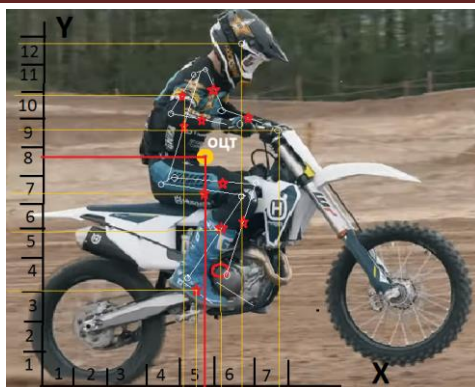
Целта на настоящото изследване е, чрез използване на кинематографичния метод (циклограми), да се направи качествен биомеханичен анализ на кинематичните параметри на елемента „старт“ в мотокроса. Контингент на изследването са шест състезатели по мотокрос, височина  $178,7 \pm 7,47$  см., тегло  $79,17 \pm 9,36$  кг., години  $32,17 \pm 8,84$  г. ( $M \pm SD$ ), BMI of  $24.7 \text{ kg/m}^2$ . Обект на изследването е техниката на изпълнение на „старта“ в мотокроса. Предмет на изследване са промяната в кинематичните параметри на движенията при изпълнение на „старт“ в мотокроса

Определяне на реферирана методика за качествен биомеханичен анализ на движението;

Описание на движението. Точно и прецизно описание на главните фази движението. Определяне на механичните оси и кинематичните вериги, които изграждат (отворени или затворени).

Заснемане на снимков материал за аналитично определяне на ОЦТ на спортиста и спортния уред (мотоциклет);

Определянето на Общия център на тежестта по аналитичния метод се извършва по следния алгоритъм:



**Фигура 1. Определяне на местоположение на ОЦТ по X и Y.**

➤ Определяне на частни центрове на тежестта (ЧЦТ) на отделните звена на кинематичната верига на определена спортна поза (снимки).

➤ Измерваме дължината на надлъжната ос в мм и я умножаваме със съответния коефициент на звеното – (K) и получаваме положението на Частичен теглови център.

➤ След намирането на ЧЦТ се измерват на координатите им стойности в mm (X,Y). След което се сумират всички стойности за  $\Delta X$  и  $\Delta Y$  и се получават средните стойности ( $\Sigma$ ). Получените данни се нанасят на кинематограмата и се определя ОЦТ (Kanelov, 2021).

Общият център на тежестта на мотоциклета е определен по методиката на Greg, 2015.

Анализ на траекторията на движение на ОЦТ при постапаталното движение;

Обработка на данните и графично представяне на данните от изследването чрез софтуер Prizm 3.0.

➤ Технически пособия – използвахме камера GoPro HERO11 Black Cinematic 5.3K60 + 2.7K240

➤ Статистически методи - Средна аритметична величина (X) при  $n < 30$ ; стандартно отклонение – (SD); коефициент на вариация (CV) са изчислени с софтуер GraphPad Prism version 3.0.

### 3. РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗСЛЕДВАНЕТО

**Антропометрични показатели.** По наши наблюдения няма установен антропометричен профил на състезатели в този спорт, както и публикации в световните база данни. Единствената публикация, в която испански учени публикуват (Sánchez-Muñoz C et al., 2011) данни за антропометричния на състезатели се отнася за шосеен мото спорт. Едно изследване обаче, в сферата мотокроса и ендурото, показва сходен на нашия контингент състезатели с антропометричен профил - възраст  $32,33 \pm 8,76$  години, ръст  $175,47 \pm 6,39$  cm и тегло  $76,80 \pm 9,18$  kg Sanna al., 2017.

В мотокроса, приоритет имат овладените технически умения за командване на машината, която предполага висока степен на проява на моторен контрол и координация на манипулациите.

Резултатите показват средна възраст от 32,17 и стандартно отклонение от 8,84 години, което води до голям коефициент на вариация от 27.49 %. (Таблица 1)

**Таблица 1. Резултати от измерване на антропометрични параметри**

	Възраст (г)	Ръст (см)	Тегло (кг)
<b>Mean (X)</b>	32,17	178,7	79,17
<b>SD</b>	8,841	7,474	9,368
<b>CV</b>	27.49%	4.18%	11.83%
<b>BMI</b>		24.7 kg/m <sup>2</sup>	

Това показва, че възрастта не е еднородна и не е критерий за успех. В резултатите за ръста, прави впечатление стандартното отклонение от 7,47 см, но средната стойност е 178,7 см. Теглото е със средна стойност от 79,17 кг и отклонение 9,37. Коефициентът на вариация е 11.83 %, което е в синхрон с нашите наблюдения за превеса на техническите качества на състезателя спрямо физическите. Въпреки това, Индексът на телесна маса (BMI) е 24.7 kg/m<sup>2</sup>, който резултат е в нормата, но клони към леко по-пълно или масивно телосложение, склонно към напълняване (първа степен). Световната здравната организация

определя физическата годност за извършване на активна мускулна работа, която води до успех, в референтни стойности за BMI между 18,5-24,9 кг/м<sup>2</sup>, (Kanelov, et al. 2019).

### Резултати от биомеханичния анализ на стартирането в мотокроса

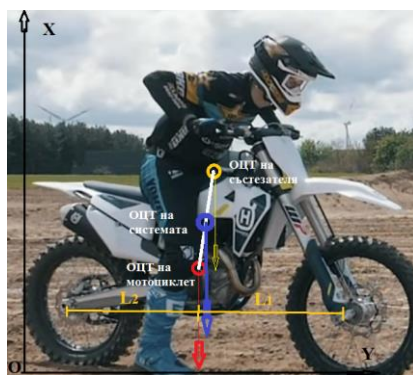
Позицията на състезателя е седнала, полуседнала или полуизправена в зависимост от фазите на ускорението при старта. Дланите са в захват на кормилните дръжки. Ходилата са поставени на степенките. Торсът е приведен напред (виж Фигура 04).

#### Определихме пет фази на стартирането в мотокроса:

**Фаза 1.** Мотоциклетът е ориентиран по посока на стартовата бариера, а пилота е върху него, но не и върху степенките му. Ходилата на пилота са здраво стъпнали на земята в непосредствена близост до двигателя, пред степенките на мотоциклета. Това позволява пренасянето на ОЦТ на системата, която е сбор от двата центъра на тежестта (на пилота и на мотоциклета) в по-предна позиция.

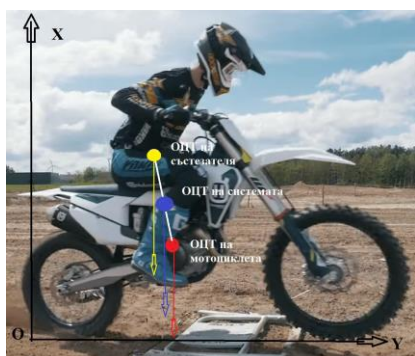
Това позволява пренасянето на ОЦТ на системата, която е сбор от двата центъра на тежестта (на пилота и на мотоциклета) в по-предна позиция. Единствената фаза при която ОЦТ на състезателя се намира в предното междуосие на мотоциклета (разстоянието между проекцията на ОЦТ на машината до оста на предното колело L1, Фигура 02.).

Фигура 02. Фаза (1) първа при стартиране в мотокроса



Торса е силно преведен напред над кормилото на мотоциклета. Лактите, силно свити сочат назад нагоре и са прибрани покрай гръдния кош. Мускулите, които поддържат това положение са *m. biceps brachii* и флексорите на пред мишницата : *m. flexor carpi radialis*, *m. flexor carpi ulnaris*, *m. brahioradialis*.

**Фаза 2.** Фаза на ускорение. С потеглянето на мотоциклета инертните сили упражняват натиск върху тялото на пилота в обратна на движението посока, което води до пренасяне на тялото в по-задна позиция, което променя позицията ОЦТ също в по-задна позиция Фигура 06 (Cossalter, V., Peretto, M., & Bobbo, S. 2009).



Фигура 3. Втора (2) фаза на старта - фаза на ускорение



Фигура 04. Трета фаза на старта - фаза на максимално ускорение

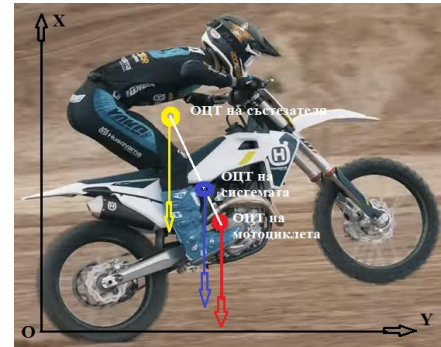


**Фигура 05.** Четвърта фаза на старта – фаза на максимална скорост

стартовете в мотокроса много зрелищни и почти винаги са свързани с падания на участници. Поради този факт ще разгледаме и страничните команди подавани от пилотите с цел да бъде задържан мотоциклета в права линия. Най-честата е изнасяне на раменния пояс встрани.

**Фаза 4.** Фаза на достигане на максимална скорост. Максималното усвояване на полезното действие между мощност (обороти) на мотоциклета и сцепление на двигателното колело е следствие от максимално изнесения назад ОЦТ на пилота.

**Фаза 5.** Това е фазата, в която променяме посоката от права в право - ляво или в право - дясно без да губим скоростта си. Това е моментът в който се подготвяме за влизане в първи завой и заемане на челна позиция. Пилотът се изправя върху мотоциклета, като с това цели облекчаването му, т.е. по-лекото поемане на неравностите по пистата и от там по-висока скорост и по-лесно преминаване в съседни коловози Фигура 06. Ъгълът между торса и бедрата трябва да бъде по-малък от 45 градуса. Това е положението при което имаме максимална екстензия на долни и горни крайници.



**Фигура 06.** Пета фаза на старта – фаза на заемане на позиция за коридор

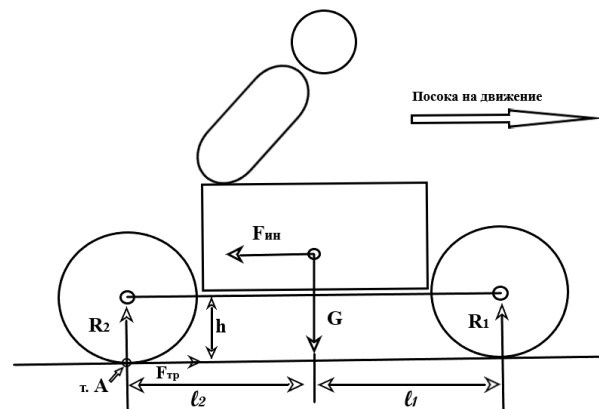
#### Условие за максимално ускорение ( $a$ ) при потегляне без загуба на контакт на предно колело

За успешното представяне на състезателя, важен момент в стартирането е да се избегне превъртане на задното задвижващо колело на стартовата позиция. Това ще доведе до неминуема загуба на време за начало на стартовото ускорение. На Фигура 7 са представени параметрите, които описват линейното ускорение.

$$(1) \quad a = \frac{l_2}{h} g \quad a = \frac{74}{56} \cdot 9,8 \quad a = 12,96 \text{ м/с}^2$$

Максималното ускорение, при което все още мотоциклът е на две колела, е равно  $a=12,96 \text{ м/с}^2$

Тези резултати определят и тактиката на мотоциклетиста, който, ако е участник в състезание, ще се стреми да стартира с оптимално ускорение. Форсирането двигателя трябва да е такова, че ускорението му да достигне до стойността  $a=12,96 \text{ м/с}^2$ , при която натоварването на задната ос е оптимално, но това да не доведе до превъртане на колелото.



**Фигура 7.** Графично представяне на системата на мотоциклета, колела, реакция на опорните им точки  $R_1$  и  $R_2$ ,  $F_{гр}$ ,  $G = mg$ ,  $F_{ин} = ma$ ,  $m$ ,  $A$ ,  $l_1$  и  $l_2$  междуосието,

Приблизителната оценка за относителна тежест на предното и задното динамично тегло (кг) може да се определи от надлъжното ускорение и стойностите за междуосието и положението на центъра на тежестта чрез следните формули:

$$(2) \text{ Front Weight} = \text{Total Weight} * \frac{WB-x}{WB} - \text{Total Weight} * \frac{h}{WB} * \text{Long. Accel.}$$

$$(3) \text{ Rear Weight} = \text{Total Weight} * \frac{x}{WB} + \text{Total Weight} * \frac{h}{WB} * \text{Long. Accel.}$$

Където:  $WB$  = междуосие;  $x$  = проекция на ОЦТ на мотоциклета, измерена от предната ос;  $h$  = височина на ОЦТ на мотора и състезателя;  $\text{Long. Accel.}$  = линейното ускорение;  $\text{Total Weight}$  = общата теглова маса на състезателя и мотоциклета;  $\text{Front Weight}$  = относителна тежест (кг) при ускорение на предно колело;  $\text{Rear Weight}$  = относителна тежест (кг) при ускорение на задно колело

Като използваме тези формули и приложим наши данни за параметрите на ОЦТ, общата маса на системата (мотоциклет и пилот), дължината на междуосието можем да намерим относителната тежест на предното и задното колело при стартиране от статична позиция:

Резултатът показва, натоварване на предно колело = **38,78** кг при стартово ускорение. Това води до облекчение на опорната реакция с около **50** кг.

При изчисленията за товара на задното колело, е логично да очакваме претоварване на задната ос.

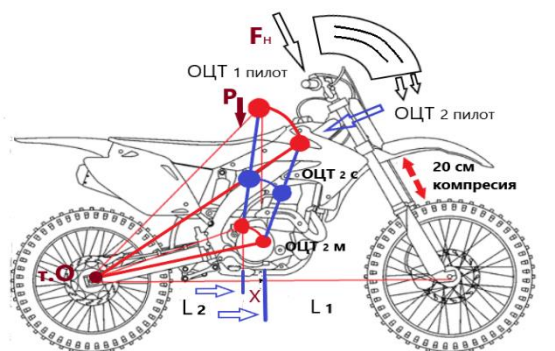
Получените данни за натоварване на задно колело са от **166, 62** кг при стартово ускорение от място. В този случай претоварването е с около **76** кг над натискът който поема задното колело в покой. Въпреки това, предполагаме че, при зададеното от нас ускорение, задната гума няма да превърти и да изгубим оптимално добър старт. Подобни данни са получили и специалистите от лабораторията на DataMC.org (D'Artibale, E., Neville, J. & Cronin, J., 2020), които използват специализиран софтуеър за оценка на възможността за превъртане на задно колело (Anti-squat geometry), като за предно колело тежестта е 43,73 кг., а за задното 203,54 кг.

#### Възможност за въздействие върху дължината на междуосието на мотоциклета

На Графика 01 сме представили модел при който, чрез промяна на геометрията и преместването на общият център на тежестта на пилота, може да се окаже въздействие на стабилността на мотоциклета при

старт. Това става възможно чрез подвижността в окачването на предното колело. При натиск приложен върху кормилото  $F_n$  и силата на тежестта  $P$  на ОЦТ на пилота, амортизьорът на телескопичната вилка (Cossalter, al., 2014) може да се компресира до 20 см, в следствие на което, ОЦТ на пилота ще се премести напред и надолу. При положение че, ОЦТ на системата се намира между ОЦТ на машината и ОЦТ на пилота, означава че ще се получи ъглово преместване от 6-8 градуса. Ъгловата ротация се осъществява около  $m$  или задната ос на колелото. Знаем, че средата на междуосието се бележи от проекцията на ОЦТ на мотоциклета, по вертикала, като определя дължината на  $L_1$  и  $L_2$ , от която дължина ( $L_2$ ) зависи приложеният натиск към колелата (виж горните формули). По този начин  $L_2$  повишава дължината си ( $L_2 + x > L_1$ ) спрямо тази на  $L_1$ , което ще увеличи натиска върху задната гума (D'Artibale, E., Laursen, PB., Cronin, JB. 2018).

$$\begin{aligned} \text{Предно колело} &= \text{Общо тегло} \times \frac{Mo-x}{Mo} - \text{Общо тегло} \times \frac{h}{Mo} \times \text{Ускорение} \\ \text{Задно колело} &= \text{Общо тегло} \times \frac{x}{Mo} + \text{Общо тегло} \times \frac{h}{Mo} \times \text{Ускорение} \\ \text{Предно колело} &= 180 \text{ кг} \times \frac{148 \text{ см} - 74 \text{ см}}{148 \text{ см}} - 180 \text{ кг} \times \frac{63 \text{ см}}{148 \text{ см}} \times 2,77 \text{ м/с}^2 \\ \text{Задно колело} &= 180 \text{ кг} \times \frac{74 \text{ см}}{148 \text{ см}} + 180 \text{ кг} \times \frac{63 \text{ см}}{148 \text{ см}} \times 2,77 \text{ м/с}^2 \end{aligned}$$



Графика 01. Графично представяне на ъгловото преместване на местоположението на ОЦТ на пилота, ОЦТ на системата и ОЦТ на мотоциклета след приложена сила, около задната ос на колелото

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За успешното представяне на състезателя, важен момент в стартирането е да се избегне превъртане на задното задвижващо колело на стартовата позиция.

Само при първа фаза ОЦТ на пилота е пред останалите два центъра на тежестта (на системата мотоциклет-пилот и на мотоциклета).

Възможно е въздействие върху дължината на междуосието на мотоциклета, чрез целенасочено преместване на ОЦТ на системата за генериране на оптимален натиск на задно задвижващо колело.

Изправената стойка на пилота, дава измамното усещане за понижаване на общия център на тежестта, като всъщност е точно обратното. Повишава височината на ОЦТ и дава по-прецизен контрол върху динамичната система.

Натоварването на задното колело в нашето изследване е 166, 62 кг, което е с 76 кг повече от стандартните 90 кг, но въпреки това няма да има превъртане и загуба на двигателна сила.

Натоварването на предното колело е от 38,78 кг, като е натискът е олекотен с 51, 22 кг, но въпреки това няма да загуби контакт с трасето.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Adachi, H., & Adachi, E. (2015). "Using KINECT to measure joint movement for standing up and sitting down," 2015 9th International Symposium on Medical Information and Communication Technology (ISMICT), Kamakura, Japan, pp. 68-72, doi: 10.1109/ISMICT.2015.7107500.
- Cossalter, V., Peretto, M., & Bobbo, S. (2009). Investigation of the influences of tyre–road friction and engine power on motorcycle racing performance by means of the optimal manoeuvre method, . IMechE Vol. 224 Part D: J. Automobile Engineering, DOI: 10.1243/09544070JAUTO1312
- Cossalter, V., Lot, R., & Massaro, M. (2014). Motorcycle dynamics. *Modelling, Simulation and Control of Two-Wheeled Vehicles*, 1-42.
- D'Artibale, E., Neville, J., & Cronin, J. (2020). Inertial stresses of national and international motorcycle circuit racing riders, *International Journal of Sports Science & Coaching*, 15, (5-6) <https://doi.org/10.1177/1747954120941162>; <https://orcid.org/0000-0002-6494-2051>
- D'Artibale, E., Laursen, P.B., & Cronin, J.B. (2018). Human performance in motorcycle road racing: a review of the literature. *Sports Med*; 48: 1345–1356.
- Greg, D. (2015). Calculating Motorcycle Center of Mass. [Online] Available at: <http://www.me.unm.edu/~starr/moto/cm.pdf> [Accessed 16 May 2019].
- Kanelov, I., Goceva, L., & Nikolov, B. (2019). Influence of anthropometric indices on the physical performance on 12-14 year olds, *International Journal Scientific Papers, Skopje, Vol.34., No. 2., p.p. 563-569. ISSN 2545 – 4439.*
- Kanelov, I. (2021). BIOMECHANICAL QUALITATIVE ANALYSIS OF KAYAK ROWING TECHNIQUE IN INITIAL TRAINING OF STUDENTS. *KNOWLEDGE - International Journal*, 49(5), 1077–1083. Retrieved from <https://ikm.mk/ojs/index.php/kij/article/view/4524>
- Sanna, I., Pinna, V., Milia, R., Roberto, S., Olla, S., Mulliri, G., & Crisafulli, A. (2018). Hemodynamic Responses during Enduro-Motorcycling Performance. *Front. Physiol.* 8:1062. doi: 10.3389/fphys.2017.01062
- Sánchez-Muñoz, C., Rodríguez, M. A., Casimiro-Andújar, A. J., Ortega, F. B., Mateo-March, M., & Zabala, M. (2011). Physical Profile of Elite Young Motorcyclists *Int J Sports Med*; 32: 788 – 793. DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0031-1279722>