

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

Technika rozloženého pohybového cyklu pod hladinou a její vliv  
na výkon u plaveckého způsobu prsa

Bakalářská práce

Autor: Jakub Březina, Tělesná výchova a geografie

Vedoucí práce: Mgr. Marek Polach

Olomouc 2020

## **Bibliografická identifikace**

**Jméno a příjmení autora:** Jakub Březina

**Název bakalářské práce:** Technika rozloženého pohybového cyklu pod hladinou a její vliv na výkon u plaveckého způsobu prsa

**Pracoviště:** Katedra Kinantropologie

**Vedoucí bakalářské práce:** Mgr. Marek Polach

**Rok obhajoby:** 2020

**Abstrakt:** Bakalářská práce se zabývá rozpoštěním jednotlivých typů rozložených pohybových cyklů pod hladinou a jejich vlivem na výkon u plaveckého způsobu prsa na mistrovství Evropy a mistrovství Světa. Práce se dále snaží poukázat na rozdílnost zkoumaných podvodních fází z pohledu statistky. Při zpracování dat se využilo kinematografické metody 2D záznamu a matematické analýzy. Zkoumaná data prokázala rozdílnost využití jednotlivých typů rozložených pohybových cyklů pod vodou napříč prsařskými disciplínami. Následně práce na základě dat odhalila i velký nepoměr mezi typem použitého rozloženého pohybového cyklu pod hladinou a pohlavím.

**Klíčová slova:** plavání, plavecký způsob prsa, výjezdy, výkonnost, statistika, mistrovství světa v plavání, mistrovství Evropy v plavání, video-analýza

Souhlasím s půjčováním bakalářské práce v rámci knihovních služeb.

## **Bibliographical identification**

**Author's first name and surname:** Jakub Březina

**Title of the bachelor thesis:** The breaststroke pull-out technique and its influence on the swimming performance

**Department:** Department of Kinantropology

**Supervisor:** Mgr. Marek Polach

**The year of presentation:** 2020

**Abstract:** The bachelor's thesis deals with the disposition of individual types of pull-out and their influence on the performance of breaststroke at the European Championships and the World Championships swimming events. The work also tries to point out the differences of the examined underwater phases from statistical point of view. Both 2D kinematics analysis and mathematical analysis were used for data processing. The researched data proved the difference in the use of individual types of the pull-out across breaststroke disciplines. Subsequently, the work based on the data collection revealed a large disproportion between the type of the pull-out used and also between both genders.

**Keywords:** swimming, breaststroke, performance, statistics, world swimming championships, European swimming championships, video-analysis

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně s odbornou pomocí Mgr. Marka Polacha. Všechny použité literární a odborné zdroje jsem uvedl v referenčním seznamu a v průběhu práce jsem se řídil zásadami vědecké etiky.

V Olomouci dne .....

Děkuji Mgr. Marku Polachovi za cenné rady a doporučení, které mi poskytl během zpracování mé bakalářské práce.

## Obsah

1	Úvod .....	9
2	Přehled poznatků .....	10
2.1	Charakteristika závodního plavání .....	10
2.1.1	Plavecký způsob prsa. ....	10
2.1.2	Vývoj plaveckého způsobu prsa. ....	11
2.2	Základní pojmy .....	12
2.2.1	Plavecký cyklus. ....	12
2.2.2	Prokluz.....	12
2.2.3	Plavecký krok. ....	12
2.2.4	Záběrová frekvence. ....	13
2.2.5	Efektivita záběru.....	13
2.2.6	Plavecký styl a plavecký způsob. ....	13
2.2.7	Pohyby horních končetin. ....	14
2.2.8	Pohyby dolních končetin. ....	14
2.2.9	Vzájemné načasování rukou a nohou. ....	14
2.2.10	Základní typy provedení prsového cyklu. ....	15
2.2.11	Start plaveckého způsobu prsa.....	16
2.2.12	Hnací síla u prsového výjezdu.....	16
2.2.13	Prsový obrátkový úsek.....	17
2.3	Faktory determinující plavecký výkon.....	18
2.3.1	Somatické předpoklady. ....	18
2.3.2	Kondiční předpoklady. ....	18
2.3.3	Flexibilita.....	18
2.3.4	Psychická příprava.....	19
2.3.5	Taktika a strategie.....	19

2.4	Energetické krytí v průběhu závodu .....	20
2.4.1	ATP-CP systém. ....	20
2.4.2	Anaerobní metabolismus. ....	20
2.4.3	Aerobní metabolismus. ....	21
2.5	Další faktory podmiňující výkon .....	22
2.5.1	Teplota vody jako modifikátor výkonu. ....	22
2.5.2	Odpor prostředí. ....	23
2.6	Jednotlivé sekce plaveckého závodu.....	24
2.6.1	Cyklické fáze závodu. ....	24
2.6.2	Acyklické fáze závodu a jejich vliv na výkon.....	24
3	Cíl práce a výzkumné otázky .....	29
4	Metodika.....	30
4.1	Podmínky získávání dat .....	32
4.1.1	Metody získávání a sběru dat. ....	32
4.2	Metody zpracování dat.....	34
4.3	Měřené parametry a důvod jejich zařazení .....	35
4.4	Rozdělení typů výjezdů.....	36
4.5	Metody vyhodnocení dat.....	37
5	Výsledky.....	38
5.1	Zhodnocení první části – výsledky MS.....	38
5.2	Zhodnocení druhé části – výsledky ME.....	43
5.2.1	Výsledky 50m prsa muži. ....	43
5.2.2	Statistické srovnání 50m prsa muži. ....	44
5.2.3	Výsledky 50m prsa ženy. ....	47
5.2.4	Statistické srovnání 50m prsa ženy. ....	47
6	Diskuze .....	50

7	Závěr.....	51
8	Souhrn.....	53
9	Summary.....	54
10	Referenční seznam.....	55



# 1 Úvod

Většina sportovních odvětví se zaměřuje na diagnostiku určitých pohybových segmentů napříč týmovými i individuálními sporty. U individuálních sportů patří plavání mezi nejvíce diagnostikované a zkoumané sportovní odvětví. Výzkumníci v oblasti závodního plavání po celém světě se především zaměřují na analýzu plavaných částí. Většina výzkumu tak vypovídá spíše o technické, rychlostní či silové části plaveckého záběru.

Bakalářská práce je tak specializovaná na část plaveckého závodu odehrávající se od startovního povelu po dvacetimetrovou hranici se zaměřením na podvodní fázi. Plavci závodící v prsařských disciplínách v posledních 16 letech dostali od mezinárodní plavecké federace FINA již dvě úpravy pravidel směřující k podvodní fázi. Právě startovní a obrátkové fáze reprezentují významnou část plaveckého závodu. Cílem práce je tedy zjistit, který z aktuálně využívaných typů podvodní fáze se používá napříč prsařskými disciplínami, a jakým způsobem zvolený typ podvodní fáze ovlivňuje výsledný čas závodníka.

Díky společnostem Umimplavat.cz a Spiideo bylo umožněno využít natočeného materiálu z prostředí Mistroství světa a mistrovství Evropy. K jejich diagnostice bylo využito specializovaného softwaru. Pro následnou interpretaci výsledků byla zvolena statistická metoda. Závody, které byly pro tuto práci zvoleny disponovaly stejným druhem videozáznamu. Ten byl nezbytný k zajištění podobných podmínek zkoumaného plaveckého sektoru.

V práci se vyskytuje několik anglických výrazů z důvodu velmi složitého či nepřesného překladu do češtiny. Tyto výrazy jsou částečně interpretovány.

## 2 Přehled poznatků

Následující kapitoly popisují plavecký způsob prsa jeho vývoj, historii a jednotlivé parametry ovlivňující zkoumanou část závodu nebo část závodu, která se svou charakteristikou podobá zkoumané oblasti. Dále kapitoly charakterizují nezbytné pojmy, jež se s danou problematikou pojí a vysvětlují další důležité skutečnosti.

### 2.1 Charakteristika závodního plavání

Závodní plavání je individuálním sportem a jeho stěžejním úkolem je překonat zavedené tratě určitým plaveckým způsobem (prsa, kraul, motýlek, znak) v co nejkratším čase. Plavání je sportem cyklickým. To znamená, že pohyby, které posouvají plavce vpřed, se stále opakují a tím vytvářejí hnací sílu (Hofer, Felgrová, Jasan, & Smolík, 2006). Pro úspěch v závodu je důležité, aby hlavní faktory posunu ve vodě, propulze a vnější faktory odporu vedly ke zkrácení výsledného času. To závodní plavce vede k neustálému zlepšování faktorů, které výsledný čas ovlivňují (McCullough et al., 2009).

#### 2.1.1 Plavecký způsob prsa.

Jedním ze závodních způsobů jsou prsa, která jsou považována za první vzniklý způsob. Díky tomu se stala i nejvíce využívaným způsobem širokou veřejností po celém světě (Hofer et al., 2006). Plavecký způsob prsa je odlišný od ostatních plaveckých způsobů tím, že horní končetiny zůstávají ve stálém kontaktu s vodou. Paže zůstávají v kontaktu s vodní hladinou jak ve fázi záběrové, tak ve fázi uvolnění (Julien Vantorre, Chollet, & Seifert, 2014; Post et al., 2016). Pravidla říkají, že lokty musí v jakékoliv fázi prsového cyklu zůstat v kontaktu s vodní hladinou. Průběh celého prsového cyklu začíná u horních končetin. Následuje postupné skrčování končetin dolních, které dosahuje svého maxima v době těsně před zahájením dopředného pohybu horních končetin směrem k hladině. Souhra prsového kopu a přenosu paží v před zapříčiní zvýšení kinetické energie. Následně se tělo plavce znovu dostane do splývavé polohy. (Hofer et al., 2006)

### **2.1.2 Vývoj plaveckého způsobu prsa.**

Plavecký způsob prsa položil základy všem dnešním plaveckým způsobům. První zmínky o tomto způsobu se objevily již ve středověku. Na počátku 20. století se plavecký způsob prsa stal prvním oficiálně uznaným závodním způsobem. Právě v průběhu 20. století plavecký způsob prsa prošel největšími změnami (Maglischo, 2003; Hofer et al., 2006). První proměnou prošel plavecký způsob prsa přibližně v polovině 30 let 20. století, kdy plavci z univerzity v Iowě zjistili, že pokud povedou záběr pažemi nad vodou, tak výrazně sníží čas přechodové fáze a zvýší rychlost. Většina tehdejších plavců tedy plavala prsa tak, že dolními končetinami provedli prsový kop a pažemi prováděli motýlkový záběr. Tento trend na konci 40. let položil základ plaveckému způsobu motýlek. Načež se v roce 1952 prsa zcela oddělila od motýlku (Post et al., 2016; Hofer et al., 2006). Dalším milníkem se stal rok 1956. Po oddělení motýlku od prsou, plavci nějaký čas zůstali u historické předlohy. Záhy však poupravili plavecký způsob prsa, když se snažili využívat plavání pod vodou v co nejdelším rozsahu závodu. V obavách o zdraví závodníků, že by se snažili uplavat čím dál delší sekce pod vodou, to v dalších letech vedlo k restrikcím. Pravidla se upravila tak, aby na každý provedený záběr protnul plavec hladinu hlavou a provedl tak nádech (Maglischo, 2003). Dalším významným krokem ve vývoji se stal rok 2004, kdy po Olympijských hrách v Athénách se do možností po odrazu od stěny po první protnutí hladiny hlavou závodníka (dále jen výjezd) přidal delfinový kop. Ten zvýšil efektivitu rozloženého prsového pohybového cyklu pod hladinou a měl tudíž efekt na délku výjezdu a jeho průměrnou rychlost. Nyní je tato technika povolena na startu a po každé obrátce. Elitní prsaři dokázali díky této úpravě pravidel výrazně posunout světový rekord na všech tratích (Post et al., 2016). Nejnovější pravidlo u prsou vešlo v platnost koncem roku 2014. Úprava proběhla v rámci delfinového kopu prováděného u výjezdu. Dříve se delfinový kop mohl použít pouze se souhrou horních končetin, které provedly kompletní záběr až ke stehnům. Nyní je možno provést delfinový kop nezávisle na horních končetinách (FINA, 2017).

## **2.2 Základní pojmy**

Všechny uvedené pojmy popisují určitou část pohybu ve vodě. Jedná se o základní informace z plavecké terminologie, které větší či menší mírou zasahují do dalších částí práce.

### **2.2.1 Plavecký cyklus.**

Plavecký cyklus je jedním ze základních plaveckých pojmů. Vyznačuje jakousi abnormalitou, kterou ostatní cyklické sporty nemají. Odlišnost od jiných cyklických pohybů je, že na jeden cyklus horních končetin nemusí připadat právě jeden cyklus končetin dolních. Způsob, kde na jeden záběr horních končetin může probíhat současně jeden pohyb dolních končetin jsou pouze prsa. Všechny ostatní způsoby se svým cyklem odlišují. Pokud vezmeme v úvahu kraul či znak, tak zde se vyskytuje střídavá práce dolních a horních končetin. Fungují tedy zcela nezávisle, načež frekvence kopání a záběrů se shodovat nemusí. Pro lepší měřitelnost plaveckého cyklu se za počátek určuje taková poloha horních končetin, kterou lze jednoznačně určit. Nejvíce se využívá první kontakt horní končetiny s vodní hladinou, popřípadě při jejím výstupu z vody (Hofer et al., 2006).

### **2.2.2 Prokluz.**

Nepostradatelnou součástí posunu ve vodě je prokluz. Ten udává informaci vzdálenosti při níž se posune ruka v průběhu záběru proti směru lokomoce (Hofer et al., 2006). Většinou se dává do spojitosti s efektivitou plavecké techniky. Čím je prokluz větší, tím se snižuje i počet záběrů nutných k překonání vzdálenosti. (Hofer et al., 2006)

### **2.2.3 Plavecký krok.**

Plaveckým krokem se značí vzdálenost, o kterou se plavec posune za jeden plavecký cyklus. Jeho hodnota tak vychází především z plavecké rychlosti, času a dráhy. Uplavaná vzdálenost se určuje na základě fyzikálního vzorce  $v = s \cdot t$ , která se dá vypočítat v libovolné cyklicky plavané fázi. (Hofer et al., 2006)

#### **2.2.4 Záběrová frekvence.**

Frekvence závisí především na hodnotách prokluzu a plaveckého kroku. Podle Hofer et al. (2006) je plavecká frekvence počet pohybových cyklů za minutu. Popřípadě lze uvádět plaveckou frekvenci i v jednotkách Hz jako počet cyklů za sekundu. V rámci plaveckých analýz se pracuje se záběrovou frekvencí vždy v souladu s dobou cyklu a jeho délkou, jež s frekvencí úzce souvisí. To, jak plavec upravuje či pracuje se svojí plaveckou intenzitou, se nejčastěji projevuje právě na záběrové frekvenci, která koreluje i s dobou cyklu a délkou plaveckého kroku. U elitních plavců může dosahovat nejrychlejší provedení plaveckého cyklu 0,8 – 0,9 sekundy což je ve frekvenci ekvivalent 66,6 -75 cyklů za minutu (Peaty, Morozov, Dressel) (Hofer et al., 2006).

#### **2.2.5 Efektivita záběru.**

Efektivita se při plavání snaží nejvíce poukázat na přenos energie do vodního prostředí vůči získanému kinetickému potenciálu plavce. Jakýkoliv proces přeměny energie na této planetě se nepřemění ze sta procent. U člověka se energie získaná potravou, která je následně přeměněna chemickým procesem na energii mechanickou je z velké části transformována na teplo. Právě u závodního plavání je efektivita záběru jeden z hlavních pilířů plaveckého výkonu. Vodní prostředí citelněji ovlivňuje výsledný čas a případné ztráty na rychlostech než u jiných sportů (Silveira et al., 2019). Maglischo (2003) popisuje, že pokud vezmeme v potaz průměrné hodnoty posunu a efektivitu záběru plavce, budou se hodnoty pohybovat okolo 14%. V konečném důsledku to znamená, že pouhý zlomek získané energie byl využit k dopřednému pohybu a zbytek byl přetvořen na teplo (Maglischo, 2003).

#### **2.2.6 Plavecký styl a plavecký způsob.**

Individuální zvládnutí plaveckého způsobu se nazývá plaveckým stylem. Pokud tedy poukážeme na plaveckou techniku jakéhokoliv plavce, vždy se odkazujeme směrem k jeho plaveckému stylu, ten je totiž jedinečný (Hofer et al., 2006). Plavecký způsob je obecnější k pojmu techniky. „Je pravidly vyhrazený pohyb člověka ve vodě“ (Hofer et al., 2006, p. 7).

### **2.2.7 Pohyby horních končetin.**

Schéma pohybů horních končetin u prsou se skládá ze čtyř částí, kterými jsou outswEEP, the catch, the insweep a release and recovery. Prsař tedy prvně provádí záběr, který je veden směrem od těla, společně s pažemi se i ruce vytáčí směrem ven (outswEEP). Druhá část (the catch) začíná v momentě, kdy se horní končetiny od sebe dostávají dále, než je šířka ramen. Zde záběr nabírá nejvíce vody a potenciální energie. Při třetí části (insweep) již paže směřují k tělu a vytváří hnací sílu. Tato část se skládá ze dvou polovin. V první polovině směřují paže pod tělo a ruce nadále zůstávají vytočeny ven od těla. V druhé polovině se ruce přetáčí směrem k tělu a společně s lokty se začínají přibližovat. V momentě, kdy se končetiny přiblíží co nejvíce k trupu je ukončena jejich hnací síla. V poslední části (release and recovery) se paže dostávají z pozice pod tělem a pokračují směrem k hladině v tomto momentu se začínají natahovat vpřed pro možnost dalšího záběru (Maglischo, 2003).

### **2.2.8 Pohyby dolních končetin.**

Vzor pohybu končetin dolních se skládá z pěti částí, kterými jsou recovery, the outswEEP, the catch, the insweep a lift and glide. Kop začíná ve fázi (recovery), kdy jsou nohy natažené, popřípadě v mírném pokrčení. Druhá fáze (the outswEEP) navazuje v momentě, kdy se chodidla začínají vytáčet směrem ven tak, aby vytvořila opěrnou plochu. Celá tato fáze probíhá při skrčování. Když skrčení dosáhne svého vrcholu, jsou již chodidla vytočena nejvíce od těla a začíná fáze třetí (the catch). Plavec ve třetí fázi začíná vytvářet hnací sílu. Ta vzniká z důsledku vytvoření opěrného místa v podobě chodidel, která za spoluúčasti odporu zformují dopředný pohyb. V další fázi (the insweep) prsař dokončí kop do natažených nohou. Následně se nohy znovu spojí a vytvoří společně s tělem a horními končetinami splývavou polohu (lift and glide), ve které prsař nechá působit vytvořené hnací síly (Maglischo, 2003).

### **2.2.9 Vzájemné načasování rukou a nohou.**

Timing neboli načasování, je z hlediska plavané prsové disciplíny důležitým faktorem správného využití hnacích sil. Běžně se vyskytují u závodních plavců tři formy vzájemného načasování kopu a záběru horních končetin. První forma se nazývá plynulá či nepřetržitá. Plavec téměř nevyužívá fázi splývání, popřípadě jen po velmi krátkou dobu. Způsobeno je to zahájením dalšího záběru ihned po tom, co se nohy dostanou k sobě. Závodníci tak u této formy nevyužívají plného potenciálu prsových cyklů. Pokud plavec čeká, než se nohy zase spojí k zahájení dalšího cyklu, ztrácí určitou část dopředné

rychlosti. Propady v jednotlivých cyklech na rychlosti tak jsou markantnější. Zpomalení u této varianty tak probíhají po delší časový úsek a propulzní síly nebudou plně zužitkovány. Další forma se nazývá splývavá. Plavec využívá po krátkou dobu rychlost získanou z kopu a záběru. Následující záběr tak nezačíná okamžitě. Plavec se ve fázi splývání pohybuje od dvou do čtyř desetin sekundy. Obecně je tato metoda doporučována při učení prsou. Poslední forma se nazývá „overlap timing“. Závodník začíná další záběr pažemi dříve, než se jeho nohy znovu spojí. Tato varianta načasování se jeví jako nejlepší volba z hlediska zmírnění ztrát na rychlosti. Redukuje se zde doba zpomalení mezi hnací silou kopu a začátkem hnací síly u horních končetin, díky tomu plavec nedosáhne takových propadů rychlosti v průběhu celého cyklu (Maglischo, 2003).

#### **2.2.10 Základní typy provedení prsového cyklu.**

V závodním plavání převládají především dvě různá provedení prsového cyklu. Prvním z nich je provedení klasické, kde plavec udržuje horizontální polohu těla. Boky zůstávají blíže k hladině v průběhu celého cyklu a plavec se zde nadechuje zvednutím hlavy. Popřípadě při výdechu hlavu sklání na vodní hladinu do splývavé polohy těla. V druhém případě se hlava a ramena zvedají od vodní hladiny výš a boky se noří hlouběji pod hladinu v průběhu nádechu (Maglischo, 2003). V závodním plavání se uplatňuje obzvláště druhá varianta (Hofer et al., 2006). Nejmarkantnějším rozdílem těchto dvou metod provedení je rozdílná výška ramen a boků při nádechu. Další fáze již probíhají stejným postupem. Výhody klasického provedení prsového cyklu plynou z vytváření celkově menšího hydrodynamického odporu kvůli využití lepší splývavé polohy těla na rozdíl od varianty druhé. Varianta druhá, nebo také vlnivá, také disponuje určitými klady. Jedním z nich je vytváření menšího čelního odporu při průběhu prsových kopů. Nohy se zde přibližují k tělu pod menším úhlem a vzniká zde tedy menší čelní odpor (Maglischo, 2003).

### **2.2.11 Start plaveckého způsobu prsa.**

Start u plaveckého způsobu prsa probíhá stejně jako u kraulu či motýlku skokem z bloku, nicméně po vstupu do vody se diametrálně odlišuje. Ostatní způsoby disponují možností libovolného počtu kopů pod vodou do hranice 15 metrů. Plavecký způsob prsa tohle neumožňuje. Podle pravidel FINA může plavec provést kompletní záběr pažemi až ke stehnům (dále jen zátah) a jeden delfínový kop, který se může vyskytovat před zátahem, nebo v jeho průběhu. Následován je jedním prsovým kopem společně s prsovým záběrem, který plavec využije k vymoření (FINA, 2017). Prsový start se jako jediný u pravidel FINA neomezuje na 15m délku výjezdu. Plavec tedy může udělat výjezd libovolně dlouhý. Povětšinou se výjezdy prodlužují s přibývajícím délkou tratě.

### **2.2.12 Hnací síla u prsového výjezdu.**

U většiny plaveckých způsobů se hnací silou po startu a obrátkách stávají výhradně nohy v podobě delfínového vlnění. Na základě poznatků Houel et al. (2013) by plavec po startu měl udržet splývavou polohu těla přibližně do šestimetrové vzdálenosti. Přibližně do této vzdálenosti je plavec schopen maximálně využít získanou kinetickou energii ze startu. Následně by měl pokračovat delfínovým vlněním. Při prsovém výjezdu platí, že je nutno maximálně využít rychlost získanou po startu při současné redukci čelního odporu (Julien Vantorre et al., 2014). Důvodem je pravidly omezený počet pohybů pod vodou (FINA, 2017). Z výsledků studie Vilas-Boas et al. (2010a) vyplývá, že prsaři mohou značně zlepšit možnosti splývavých fází při výjezdech. Například zrychlením přenosu horních končetin po provedení prsového zátahu tak, aby se nacházeli v přímém směru s dlaněmi přes sebe. To vede k celkově nižšímu čelnímu odporu.



### **2.2.13 Prsový obrátkový úsek.**

Obrátkový úsek lze dělit na několik fází (nájezd, obrat, fáze pod vodou) (S. Slawson, Conway, Justham, Le Sage, & West, 2010). Obecně se vyskytují v závodním plavání převážně dvojí provedení obrátek, a to uzavřená a otevřená. Uzavřená varianta se aplikuje v kraulových, znakových a polohových disciplínách. Plavec je u této varianty obratu veden ke kotoulu a doteku pouze chodidly. Forma otevřené obrátky se používá u prsou a motýlku, jelikož u obou těchto způsobů je záběr horních končetin veden současně. Rozdíly těchto způsobů v obrátkovém úseku jsou především během fáze pod vodou. Jako každá obrátková fáze i tato se skládá z více parametrů. První je samotný nájezd do obrátky, po kterém následuje současný dotek obou paží a samotný obrat, kde plavec navazuje odrazem od stěny. Po odrazu plavec využívá splývání. Následuje prsový zátah s delfinovým kopem a první záběrový cyklus, kterým se plavec dostává nad vodní hladinu. Tento typ obrátky je brán za složitější. Plavec si zde musí dávat pozor na více věcí. Například dohmat musí být proveden současně, ve stejné výši, a po celou dobu plavec musí udržet ramena v linii s hladinou vody (Maglischo, 2003).

## **2.3 Faktory determinující plavecký výkon**

Faktor „je každý projev funkce vlastnosti, schopnosti, dovednosti, vědomosti, stavu...“ (Lukášek, 2014, p. 4).

Výkon „je aktuální projev sportovní výkonnosti, je podmíněn řadou faktorů“. Jejich hierarchie zasahuje do funkčnosti a optimálního výkonu sportovce (Lukášek, 2014, p. 4).

Do jednotlivých faktorů dle Lukáška (2014) zahrnujeme somatické předpoklady, kondiční a psychickou přípravu, technickou dovednost a taktiku (p. 5).

### **2.3.1 Somatické předpoklady.**

Somatické předpoklady patří mezi důležité predikátory úspěšného sportovce, stojící nad jeho fyziologickými parametry. Studie Strzala et al. (2015) zjistila, že tyto atributy mají velký vliv právě v acyklických částech závodu, zejména při obrátkách. Podle propočtů by vyšší plavci měli výhodu v těchto částech závodu za předpokladu, že by se dokázali dobře odrazit od stěny. Poté by z odrazu získali vysokou dopřednou rychlost s nízkým koeficientem odporu, a současně načasovali optimální dopřednou rychlost v době vynoření (Strzala et al., 2015). Z výsledků somatických předpokladů Lätt et al. (2010) vyplynulo, že plavecká výkonost koreluje právě s tělesnou výškou, váhou kostí, minerální hustotou či délkou paží. Na rozdíl od procent tělesného tuku, který se pohyboval od 7,5 do 18,4 % tělesné hmotnosti a neměl zásadní vliv na absolutní výkon plavce.

### **2.3.2 Kondiční předpoklady.**

Mezi kondiční předpoklady patří vše, co spadá do pohybových schopností sportovce. Svěřenci jsou tréninkem vedeni k rozvoji schopností svého pohybového aparátu. Mezi tyto schopnosti patří silové, vytrvalostní, rychlostní nebo rozvoje rozsahu pohybu, ohebnosti a pružnosti (Lukášek, 2014).

### **2.3.3 Flexibilita.**

Flexibilita představuje významnou část vytvořené hnací síly (Hoover, Cortez, Tytell, & Fauci, 2018). Pokud vezmeme v úvahu rozsah pohybu v kotníku, který je základním kamenem pro efektivní kop, tak lepšího rozsahu pohybu a rychlosti kopání dosáhnou plavci, jejichž kotníky budou mít vyšší plantární flexi. Studie, která se zabývala těmito parametry, poměřovala jednotlivé trénované a netrénované jedince u kraulového kopu (McCullough et al., 2009). Žádná spojitost s vyšší rychlostí plavání však zjištěna nebyla.

#### **2.3.4 Psychická příprava.**

Náročná fyzická příprava vede závodníky ke zlepšení psychických vlastností. Zvyšuje se jejich odolnost zvládat stres a náročné tréninky spojené s požadavkem podaného výkonu při závodech. Sportovci s vysokou adaptací na tréninkové cykly zvládají lépe využít své schopnosti (Lukášek, 2014).

#### **2.3.5 Taktika a strategie.**

Taktika a strategie se nejvíce dává do souvislostí s adekvátní reakcí sportovce na události v průběhu závodu. Je to vědomé rozhodnutí plavce zareagovat na nastalou situaci. Tato skutečnost se dá pozorovat například u frekvence záběrů (Lukášek, 2014).

## **2.4 Energetické krytí v průběhu závodu**

Za jednotlivé chemické procesy je odpovědná svalová kontrakce. Plavecké závody jsou nejvíce spojovány s aerobní a anaerobní cestou získávání energie. Jednotlivá krytí v průběhu závodu se postupně nenahrazují, pouze se mění jejich priority. Využívány jsou však vždy všechny energetické zdroje (Maglischo, 2003).

### **2.4.1 ATP-CP systém.**

V prvních fázích závodu je hlavní energetickou složkou ATP-CP systém, který má zásoby pro 10–15 sekund svalové práce. Jen polovina z tohoto množství může být použita při konverzi ADP na ATP zapříčiněním kyseliny mléčné, která tento proces zpomalí. CP – kreatin fosfát umožňuje maximální výkony svalových vláken a dosahuje zásob na přibližně 4-6 sekund práce. Tento systém je aktivní po celou dobu závodu, pouze postupně snižuje vlastní energetické krytí ve svalech. Do patnácti sekund svalové práce je tento úbytek nejvyšší. Toto krytí má nejvyšší váhu v prvních momentech svalové práce (Maglischo, 2003).

### **2.4.2 Anaerobní metabolismus.**

Další složkou energetického krytí je anaerobní metabolismus. Přibližně po 5 sekundách závodu se stává majoritní energetickou složkou anaerobní metabolismus. Ten se skládá ze dvou složek. V první z nich se energie tvoří anaerobní cestou a uvolňuje energii rychleji. U fáze druhé účinkuje aerobní proces, který vytváří ATP, jež slouží jako palivo pro svaly. Dodáváno je však pomaleji než u anaerobního procesu. Při anaerobním získávání energie není zapotřebí kyslíku. Proces většinou začíná konverzí svalového glykogenu na glukózu. Procedura je aktivována enzymem fosforylázou. Po tomto kroku projde glukóza dalšími procesy, které z ní nakonec vytvoří kyselinu pyruvovou a fosfofenylpyruvát. Fosfofenylpyruvát se okamžitě mění v pyruvát. Celý tento proces zapříčiní pyruvát kináza. Následně jsou jednotlivé ionty vodíku uvolněny během procesu anaerobní glykolýzy z glukózy. Anaerobní fáze glykolýzy končí zformováním pyruvátu a iontů vodíku, které se mohou dále metabolizovat aerobní cestou. Volné radikály jako jsou ionty vodíku a pyruvát se zformují a vytvoří kyselinu mléčnou, která způsobí zvýšení PH ve svalech, což zapříčiní svalovou únavu. Vytváření molekul ATP tímto procesem je přibližně o polovinu pomalejší, než je tomu u ATP-CP. Sportovec zde již nedosahuje maximální svalové síly (Maglischo, 2003).

### **2.4.3 Aerobní metabolismus.**

Posledním systémem je aerobní metabolismus. Pokud je již k dispozici dostatek kyslíku, snižuje se produkce ATP anaerobní cestou a pyruvát s ionty vodíku vstoupí do aerobního procesu, kde mohou být dále metabolizovány k získávání energie. Co se týče efektivity je aerobní cesta nejméně efektivní, jelikož vytváří mnohem větší množství molekul ATP. Oproti získávání energie anaerobní cestou se aerobní vytvoří přibližně dvanáctinásobek molekul ATP. Avšak trvá přibližně dvakrát delší dobu tímto procesem získat energii pro pracující svaly než anaerobní cestou. Produktem tohoto systému je pouze oxid uhličitý a metabolická voda. Využívání tohoto procesu je ovlivněno pouze dostatkem kyslíku pro pracující svaly a jeho transportem. Priorita tohoto systému se zvyšuje s narůstající délkou tratě či zpomalením sportovce (Maglischo, 2003).

## **2.5 Další faktory podmiňující výkon**

Všechny faktory podílející se na celkovém podaném výkonu se nemusí nutně odvíjet pouze od fyziologických parametrů závodníka. Vyskytují se zde faktory, jež mají vliv na výkon, ale pro všechny závodníky jsou totožné. Obecně to je teplota vody či odpor vody. Eventuálně by se zde dalo zařadit na jaké dráze plavec závodí. Tento faktor se však těžko posuzuje.

### **2.5.1 Teplota vody jako modifikátor výkonu.**

Teplota vody může mít vliv na výkon závodního plavce. Pokud je voda příliš studená, tak organismus přechází k vazokonstrikci a snaží se držet krev co nejbližší hlavním orgánům směrem ke středu těla kvůli zachování tělesné teploty. Do svalů se tak dostane méně krve. To způsobí nedostatek živin a kyslíku pro náročnou, rychlou nebo silovou práci. Na druhé straně příliš teplá voda organismus přehřeje. Zvedne se tak celková teplota těla. Reakce organismu na tento stav je snížit přehřívání pomocí pocení. V teplé vodě je však tento proces méně účinný a může vést až ke svalovým křečím. U intervalového tréninku vede k vysoké únavě. Ideální teplota bazénu v podobě závodního prostředí je od 26 do 28 stupňů Celsia (Marcellino, 2019).

### 2.5.2 Odpor prostředí.

Fyzikální stav vody je určován dvěma veličinami: hustotou a tlakem. Na lidské tělo během jeho pohybu ve vodním prostředí působí řada sil gravitačních, hydromechanických a setrvačných. Hydrostatické síly mají vliv spíše u rekreačních plavců, což se týče vnějších brzdících či hnacích sil. Rychlost plavce kolem  $0,7 - 1,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  nejvíce zpomaluje velikost odporu, která s klesající polohou těla kvůli nízké rychlosti narůstá. Hydrodynamické síly působí na tělo plavce dvojitým způsobem. U končetin, které se podílejí pohybem dopředným jsou zdrojem propulze. U částí těla, jež se na pohybu těla nepodílejí, působí jako zdroj hydrodynamického odporu. Odpor prostředí se během závodu také mění. Jiný je během startu či výjezdu nebo během jednotlivých cyklů. Během acyklických úseků, tak na plavce působí odpor vodního prostředí pod hladinou. Zde je nejmarkantnější odpor tvarový. V cyklických částech při pohybu na hladině je hlavní složkou odpor vlnový. Celkově tak na plavce působí tři základní složky odporu: třecí, vlnový a tvarový. Obecně platí, že lepší proudnicový tvar mají ženy a mývají tak nižší koeficient odporu, což je dáno tvarem těla. Muži mají většinou více svalové hmoty v oblasti hrudníku. Disponují tudíž vyšší náběžnou hranou, která neodpovídá proudění laminárnímu ale turbulentnímu. U žen se naopak častěji vyskytuje více hmoty v oblasti hýždí, a proto ženská těla lépe odpovídají laminárním profilům (Hofer et al., 2006).

## **2.6 Jednotlivé sekce plaveckého závodu**

Plavecký závod se skládá z mnoha jednotlivých sekcí. Každá z těchto sekcí určitým způsobem ovlivňuje celkový podaný výkon. Obecně lze závod rozdělit na cyklické (plavané části) (Morais, Marinho, Arellano, & Barbosa, 2019) a acyklické úseky (start, obrátky, finiš). Tyto části lze dále podrobněji rozdělit na jednotlivé podskupiny, které lze v průběhu závodu sledovat (Maglischo, 2003).

### **2.6.1 Cyklické fáze závodu.**

S těmito fázemi je spojeno vše, co plavec musí opakovaně využít k dopřednému pohybu mezi startem, výjezdem a obrátkami (Morrison, 2007). Plavání jako takové spadá do kategorie cyklických sportů, jelikož se pohybová náplň stále opakuje, stejně jako tomu je u běhu či veslování. Z těchto částí závodu se dají získat data celkového technického provedení plaveckého stylu, data plaveckého kroku – jeho vzdálenosti, času provedení, frekvence, a údaje o propulzi (Maglischo, 2003; Hofer et al., 2006).

### **2.6.2 Acyklické fáze závodu a jejich vliv na výkon.**

Acyklické fáze pod i nad hladinou mají velký vliv na dosažený výkon, přestože cyklické fáze tvoří většinu plaveckého výkonu (Welcher, Hinrichs, & George, 2008). Zvláště v těchto částech plaveckého závodu se vyskytují nejvyšší naměřené rychlosti, které mnohdy rozhodují o úspěchu či neúspěchu (Tourny-Chollet, Chollet, Hogie, & Pappardopoulos, 2002). Důležitost jedné z těchto fází závodu demonstrovala studie Tor, Pease, & Ball (2015), která vzájemně porovnávala 3 trajektorie výjezdu po startu a doložila, že zvolená strategie má významný dopad na dosažený výkon. Podíl startovního úseku (startovní skok a výjezd) v celkovém výkonu se v závislosti na délce trati mění. V závodě na 50 m je to přibližně 25 %, na 100 m trati kolem 10 % z celkového času (Maglischo, 2003). U obrátkových úseků například u 200 m prsa tyto sekce mohou tvořit až jednu třetinu závodu (Blanksby, Simpson, Elliott, & McElroy, 1998). Podle Maglischo (2003) plavci, kteří se dovedou zlepšit na obrátkách, mohou zlepšit svůj absolutní výkon až o 80 setin sekundy ve 100 m závodě na krátkém bazéně. U delších tratí je zlepšení markantnější. Měření, které zprostředkovala studie od Veiga, Cala, Frutos, & Navarro (2014), poukazuje na rozdíly v úrovni dovednosti acyklických částí mezi regionální a národní kategorií. Plavci na národní úrovni dosahovali lepších výsledků v acyklických segmentech. Výjezdy, které realizovali byli delší a rychlejší. Čas, který trenéři se svými svěřenci stráví procvičováním startů, obrátek a dohmatů je nedostatečný, pokud by se plavec dokázal zlepšit na startu o pouhých 10 setin sekundy mohl by zlepšit svůj výkon



v závěru až o 20 setin (Maglischo, 2003). Z těchto důvodů je v současné době důležité se zaměřit na acyklické fáze jako důležitou součást tréninku (Vilas-Boas et al., 2010b). Technická analýza provedená v prostředí, které se co nejvíce blíží tomu závodnímu poskytuje trenérům a jejich svěřencům informace na základě kterých mohou být tyto dovednosti zdokonaleny (Hellard et al., 2008). Pro podrobnější analýzu se závod segmentuje na acyklické a cyklické fáze (Veiga, Cala, Mallo, & Navarro, 2013). Analýza se zpracovává pomocí kamerových systémů, poněvadž většina acyklických fází je doprovázena velmi špatnou pozorovatelností. Způsob této analýzy je časově náročný, protože je tvořen manuálně (S. E. Slawson, Conway, Justham, & West, 2010). Při aplikování inovativnějšího způsobu dochází ke zrychlení zpětné vazby mezi trenérem a svěřencem. Jeden ze způsobů je použití Passive Marker System, který funguje na systému kamer a led-diod. Program umí plavce zanalyzovat a dodat kvantitativně rychlejší měření s výsledky a bez potřeb manuální analýzy (S. E. Slawson et al., 2010).

#### **2.6.2.1 Závodní start.**

Start přesněji startovní úsek (startovní skok a výjezd) je první sekcí v závodě. Výsledný čas je startovním úsekem významně ovlivněn a jeho důležitost stoupá se zkracující se délkou plavané tratě. Zpravidla se analýza startovního úseku provádí k hranici patnácti metrů. Tato hranice určuje mezník daný pravidly mezi plaváním pod vodou a klasickým cyklickým pohybem (Tor et al., 2015). Celý startovní úsek se dále dělí do menších subjednotek, které samostatně dokáží lépe objasnit, co se během celé startovní sekvence děje (Julien Vantorre et al., 2014). Stejně jako obrátky či plavecké způsoby prošly i starty určitým vývojem. Poslední z nich se datuje k roku 2010. FINA v tomto roce zavedla možnost startovat z bloku upraveného tak, aby odrazová plocha v zadní části bloku byla vyvýšená. Vyvýšená pozice zadní části bloku slouží k využití plného potenciálu atletického startu (Julien Vantorre et al., 2014). Dříve se startovalo dvojitým způsobem. Prvním z nich byl start s nohama vedle sebe. Později se přidal atletický způsob startu.

##### *2.6.2.1.1 Fáze na bloku.*

Jestliže startovní úsek rozdělíme na menší jednotky, tak fáze na bloku je úplným základem. Elitní závodníci se v této sekci nejvíce zaměřují na určitý kompromis mezi rychlou reakcí a silou impulsu, který jsou za tak krátký moment schopni vytvořit (J. Vantorre, Seifert, Fernandes, Vilas Boas, & Chollet, 2010). Podle studie Valvassori, Mezêncio, De Arruda, & Soncin (2017), která se zaměřovala na důležitost této fáze startu

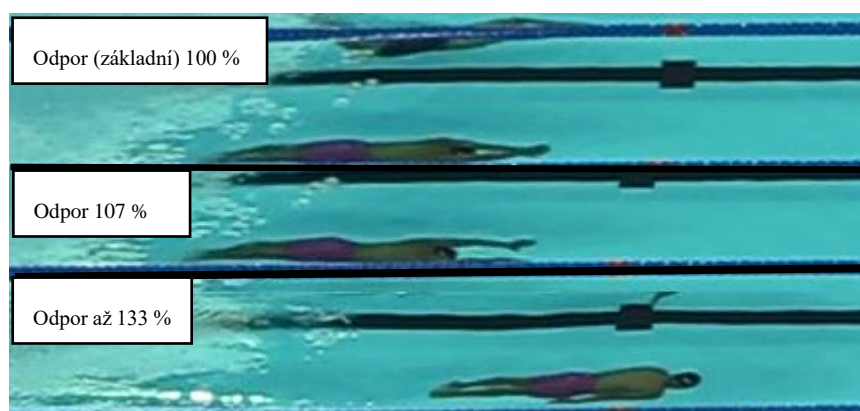
z pohledu celého závodu vyplývá, že jsou při startu z bloku celkově rychlejší muži než ženy. A nejlepší startovní reakcí ze všech plaveckých způsobů disponuje znak. Podíl z celkového výkonu se mění na základě délky plavané disciplíny. Z výsledků této studie Valvassori et al. (2017) taktéž vyplývá, že na 50m sprint může tato část závodu činit kolem 3 % z celkového času. V závodech mohou i drobnosti znamenat úspěch či neúspěch, proto je i fáze na bloku nedílnou součástí plaveckého výkonu. Nejvíce jsou tyto rozdíly patrné právě u sprinterských tratí (Julien Vantorre et al., 2014).

#### *2.6.2.1.2 Fáze letu a vstupu do vody.*

Po fázi na bloku následuje fáze letová. Zde se plavec následkem impulsu vyvolaným startovní reakcí dostává po krátkou dobu do fáze letu, která v průměru trvá kolem tří desetin sekund (J. Vantorre, Seifert, Fernandes, Vilas Boas, et al., 2010). Jak je již zmíněno korelace mezi fází na bloku a letovou je nesporná (Maglischo, 2003; J. Vantorre, Seifert, Fernandes, Vilas Boas, et al., 2010). To je dáno především zvolenou strategií a přípravou plavce. Zvolená strategie má počátek ve fázi, kdy je závodník na bloku. Ta se následně uplatňuje během části fáze letové. Celkovou trajektorii letu tak mění jak síla impulsu, tak práce horních končetin. U některých plavců se při odrazu horní končetiny dostávají za tělo a jak se plavec přibližuje k vodní hladině, tak se spojují. Druhou letovou formou je spojení horních končetin ihned po odrazu. Tělo je u této formy rychleji srovnáno do ideální polohy (J. Vantorre, Seifert, Fernandes, Boas, & Chollet, 2010). Při fázi vstupu do vody, kde horní končetiny začínají protínat hladinu se začínají projevovat další parametry kvalitního startu. Příkladem může být drobná rotace směrem dovnitř s cílem ovlivnit úhel vstupu do vody či zužitkování vysoké horizontální rychlosti. V závislosti na vytvořeném čelním odporu může plavec snížit zpomalení na vstupu do vodního prostředí (J. Vantorre, Seifert, Fernandes, Boas, et al., 2010; Bartlett, 2007). Velikost čelního profilu plavce při přechodu letové fáze do fáze vstupní musí odpovídat co nejmenšímu prostoru. Závodník by měl proletět co nejmenším vstupním bodem, jež zapříčiní zmenšení hydrodynamického odporu (J. Vantorre, Seifert, Fernandes, Boas, et al., 2010). Na základě studie J. Vantorre, Seifert, Fernandes, Vilas Boas, et al. (2010) se plavci na mezinárodní úrovni nejvíce odlišují od trénovaných jedinců regionální úrovně celkovou délkou letové fáze. Avšak dle výsledků má nejvyšší vliv na podaný výkon u startovního úseku to, co se děje pod vodou.

### 2.6.2.1.3 Fáze splývání.

Poslední částí startovního úseku je splývání a přechod do prvního záběrového cyklu. Počátkem této fáze se považuje doba, kdy hlava vstupuje pod vodní hladinu (Julien Vantorre et al., 2014). Plavec se v této fázi snaží využít získanou horizontální rychlost z letové fáze. V této části závodu je potřebné setrvat jen po nezbytně nutnou dobu. Pokud plavec nevyužije tento úsek maximálně, může se připravit o cenné desetiny sekund (Julien Vantorre et al., 2014). Studie Sanders & Byatt-Smith (2001) upozornila na možné výhody správně provedeného splývání po startu či odrazu u obrátky. Zjistila, že plavec by neměl započít pohyb dolních končetin do doby, než maximalizuje užitek ze startu. Důvody jsou šetření energie a snížení čelního odporu. Jestliže plavecká rychlost v této části neklesne přibližně na  $1,9 - 2,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , tak pro většinu plavců není delfinové vlnění či prsový zátah dostatečně účinný. Faktory ovlivňující fázi splývání jsou zejména otázkou způsobeného odporu plavcem. Co se odporu vody týče, je zde pro závodníka důležitější spíše tvar těla než jeho celková plocha. Studie Julien Vantorre et al. (2014) poukazující na změnu tvaru přední náběžné hrany změnou polohy horních končetin zjistila, že pokud jsou paže vzpažené přibližně na šíři ramen, nebo vzpažené a spojené s dlaněmi přes sebe, může se touto drobnou změnou náběžné hrany těla snížit celkový odpor až o 7 % ve prospěch varianty s dlaněmi přes sebe. Pokud je využito takovýchto poznatků právě u prsových výjezdů, tak se správně zvládnuté splývání podle Vilas-Boas et al. (2010a) může lišit v rozdílech čelního odporu až o 33% (Obrázek 1). Rozdíl v odporu je zde nejvíce patrný mezi klasickým splýváním, kde jsou horní končetiny spojeny nad hlavou, a po provedení zátahu, kdy se nacházejí horní končetiny u stehen. Zde je nárůst čelního odporu nejmarkantnější.



Obrázek 1. Rozdíly v odporu vodního prostředí na základě polohy horních končetin

#### *2.6.2.1.4Vzdálenost výjezdu.*

Vlastnost, která se převážně u výjezdu řeší, je jeho vzdálenost. Na té se podílí několik parametrů. Například jeho průměrná rychlost, jednotlivé fáze splývání, letová fáze, vstupní fáze či možnosti hnacích sil. Pravidla taktéž hrají určitou roli v možnostech výjezdu. Za optimální načasování protnutí hladiny se považuje takové, kde plavec využil délky výjezdu danou pravidly, a zároveň si zachoval optimální dopřednou rychlost pro zahájení plaveckého způsobu. Vzdálenost výjezdu se nepochybně mění napříč plaveckými disciplínami. Faktor, který rovněž ovlivňuje základní parametry výjezdu je jeho samotná trajektorie. Plavec volí především takovou trajektorii, která nejlépe odpovídá jeho předpokladům. Pokud plavec těží především z výjezdů, může zvolit zanoření hlubší a využít tak plný potenciál delfinového vlnění, či prsového zátahu. U kratšího výjezdu plavec naopak může zužítkovat maximální potenciál svého plaveckého stylu. Další parametry jsou již somatického charakteru či technické proveditelnosti plavce samotného (Maglischo, 2003).

### **3 Cíl práce a výzkumné otázky**

Cílem práce je posoudit rozložení a vliv dvou typů provedení prvního záběrového cyklu pod hladinou na průběh závodu v prsařských disciplínách.

VO 1: Který typ provedení prvního záběrového cyklu pod hladinou je výhodnější v závodě na 50m prsa?

VO 2. Jaké jsou nejdůležitější parametry ovlivňující výsledný čas v disciplíně 50m prsa od plaveckého startu do protnutí hladiny?

## 4 Metodika

Výzkum byl záměrně rozdělen na dvě samostatné části. První část se zaměřila na využití jednotlivých typů výjezdu u všech prsařských disciplín. Výzkumný soubor zde byl složen z 8 finalistů obou pohlaví v závodech 50, 100 a 200 m prsa na Mistrovství světa v plavání na 25 m bazénu (2018) i 50 m bazénu (2019) (dále jen MS) (Tabulka 1). V některých disciplínách bylo rovněž dosaženo světového rekordu na dané trati.

V druhé části práce byla detailně analyzována disciplína 50m prsa. Vzhledem k tomu, že význam startovního úseku roste se zkracující se délkou tratě (Maglischo, 2003), byl právě u této disciplíny předpoklad nejvyšší variability typu výjezdu. Pro tuto část práce bylo využito záznamů všech závodníků a závodnic z Mistroství Evropy na 25 m bazénu v Glasgow 2019 v disciplíně 50m prsa (dále jen ME). Tento soubor čítá 80 nejlepších dosažených výsledků z rozplaveb, semifinále a finále.

Tabulka 1

*Přehled somatických vlastností výzkumného souboru z MS v (Hangzhou a Gwangju)*

		Trať	50 m	100 m	200 m	
Bazén	25 m	Muži	Váha (kg) M ± SD	89,17± 6,61	84,20± 2,86	77,75± 7,29
			Výška (cm) M ± SD	190,33± 6,39	186,83± 2,85	185,00± 4,47
			Věk (roky) M ± SD	28,83± 4,88	26,38± 3,11	25,60± 1,50
	50 m	Ženy	Váha (kg) M ± SD	60,83± 6,66	89,17± 6,27	66,13± 4,81
			Výška (cm) M ± SD	171,83± 5,47	190,33± 5,65	172,00± 5,14
			Věk (roky) M ± SD	25,67± 2,55	28,83± 2,40	26,50± 3,14
Bazén	25 m	Muži	Váha (kg) M ± SD	85,29± 3,65	82,75± 5,80	78,75± 6,22
			Výška (cm) M ± SD	190,86± 2,41	190,00± 2,82	186,75± 4,76
			Věk (roky) M ± SD	27,86± 5,02	25,25± 1,39	24,25± 2,99
	50 m	Ženy	Váha (kg) M ± SD	65,40± 4,36	62,86± 4,25	62,14± 3,44
			Výška (cm) M ± SD	171,60± 4,92	173,71± 5,14	173,43± 5,82
			Věk (roky) M ± SD	26,40± 2,87	23,71± 2,31	24,14± 2,74

*Poznámka:* M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka

## **4.1 Podmínky získávání dat**

Pro první část práce bylo využito videozáznamů finálových závodů prsařských disciplín. Záznamy byly pořízeny na dvou posledních MS na 25m bazénu (Hangzhou 2018) a na 50m bazénu (Gwangju 2019) (obrázek 2). Pro druhou část práce byly použity videozáznamy získané z ME na 25m bazénu (Glasgow 2019) v disciplíně 50m prsa. Z důvodu překážek (reklamní bannery) v optickém poli kamery nebylo možno analyzovat závodníky na drahách 0 a 9 (pouze ME). Z tohoto důvodu nebyly tito závodníci do statistického souboru zařazeni.

### **4.1.1 Metody získávání a sběru dat.**

Pro získání dat byla použita metoda kinematografického 2D videozáznamu. Všechny finálové závody z MS v Hangzhou na 25 m bazénu a MS v Gwangju na 50 m bazénu byly natočeny za stejných podmínek s využitím stejného typu statické videokamery CANON XA35. Kamera byla po celou dobu všech závodů umístěna na stejném místě na tribuně, ve vzdálenosti zhruba 100 m od bazénu, ve výšce nad hladinou bazénu cca 30 m. Umístění kamery odpovídalo podmínkám vybrané kinematografické metody a optická osa kamery byla kolmá k rovině analyzovaného pohybu (podélnému okraji bazénu) (Obrázek 2). Pro závody na 50m bazénu byly využity 2 kamery stejného typu CANON XA35. Obě kamery byly synchronizovány a umístěny tak, že každá z nich snímala jednu polovinu bazénu, stejně jako v případě MS na 25m bazénu. V případě ME v Glasgow byly záznamy pořízeny společností Spiideo, která se specializuje na záznam plaveckých sportů.



Záznam finálových závodů (MP4, Full HD 1920x1080, 50 snímků/s) byl následně importován do počítače a dále zpracován pomocí specifického softwaru pro analýzu závodu (Dartfish – verze 10.0). Záznamy od společnosti Spiideo dosahují stejných parametrů videozáznamu. Pro zahájení analýzy ve stejném okamžiku u všech závodů byl použit synchronizační světelný signál z oficiální časomíry závodu. Výsledné časy závodníků byly dostupné na oficiálních webových stránkách soutěže (LEN, 2019; FINA, 2018; FINA, 2019).

Vzdálenost jednotlivých závodních úseků byla určena referenčním značením závodního bazénu na jednotlivých plaveckých drahách. Pro ověření přesnosti těchto vzdáleností, bylo rovněž provedeno jejich kontrolní přeměření.

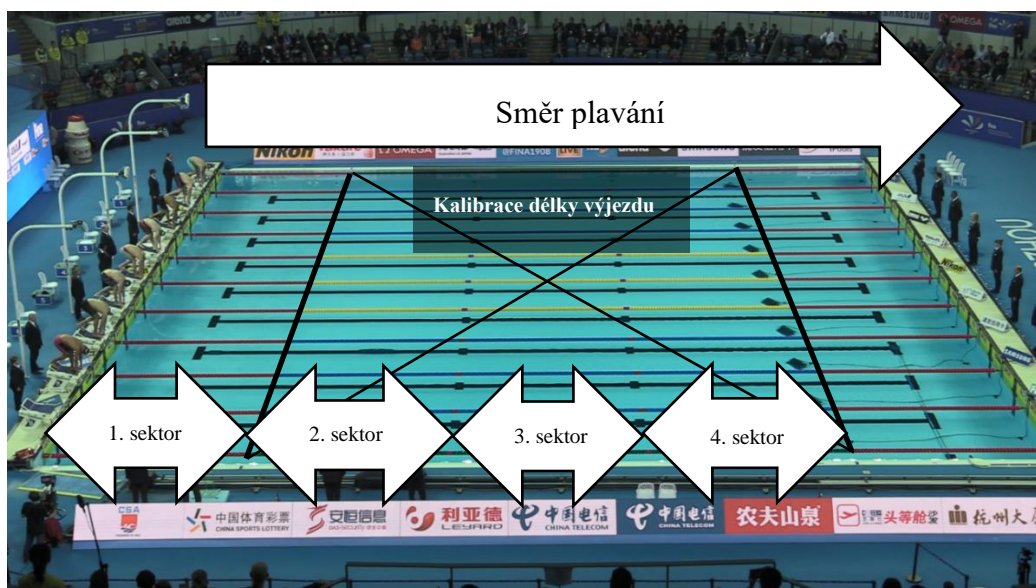


Obrázek 2. Umístění kamery při analýze MS Hangzhou 2018

## 4.2 Metody zpracování dat

Všechny závody byly zpracovány v programu Dartfish. Specializací tohoto programu je video-analýza, která disponuje možností měření časových jednotek v setinách až tisícinách sekund. Plavecké závody po celém světě jsou měřeny s přesností na setiny sekund. V případě měření, analýzy a diagnostiky plaveckého startu a výjezdu společně s prvním záběrem, je nutné měřit v malém časovém horizontu, jelikož tělo se zde pohybuje nejrychleji v průběhu závodu a je vystaveno největším rozdílům v rychlosti. Například prvních 5 m závodu, který zahrnuje startovní reakci, letovou fázi a část splývavé fáze v průměru dosahuje 1,3 sekundy u mužů a 1,45 sekundy u žen, z toho polovina tohoto času je čas reakce na zvukový podnět. Tudíž i milisekundy zde znamenají desítky centimetrů.

Pro zpracování a následnou analýzu dat byly jednotlivé závodní sektory rozděleny následovně (Obrázek 3):



Obrázek 3. Znárodnění měřených sektorů a kalibrace MS Hangzhou 2018

- 1. sektor 0-5 m po stratu
- 2. sektor 5-10 m po stratu
- 3. sektor 10-15 m po startu
- 4. sektor 15-20 m po startu

### 4.3 Měřené parametry a důvod jejich zařazení

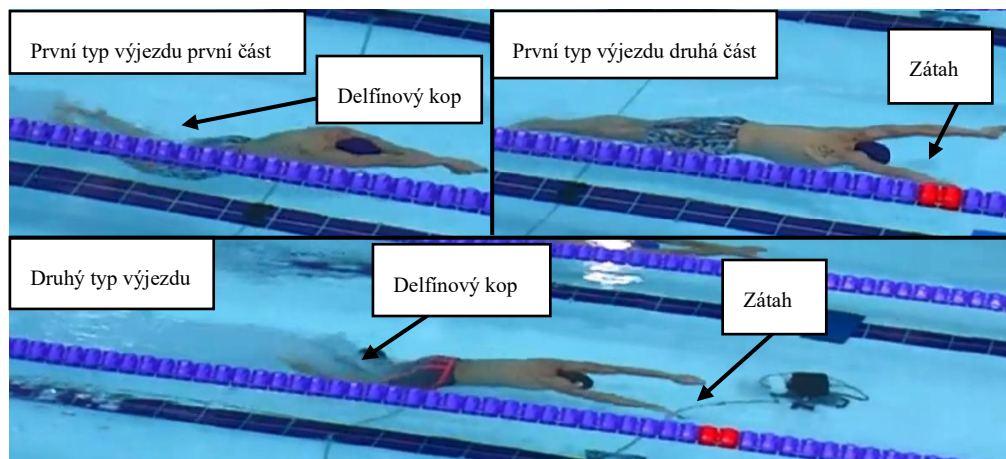
Parametry použité v rámci měření byly vybrány pro jejich snadnou pozorovatelnost a možnosti dalšího srovnání. Významným parametrem pro tuto práci byl údaj o typu prováděného výjezdu, který byl získán pozorováním. Dále práce obsahuje všechny měřitelné úseky od 5 m, kde začíná značení bazénu, až po 20m hranici. U většiny plaveckých způsobů se měří výjezdová fáze do 15 m, avšak u prsou se vyskytuje několik jedinců, kteří jsou schopni překročit tuto hranici pod vodou. Efekt výjezdu se tak počítal až do vzdálenosti 20 m. Dalším parametrem byla délka výjezdu. S jejím určením pomohl speciální nástroj programu Dartfish. Tento nástroj je schopen ve správném nastavení vypočítat délku výjezdu z kamerového záznamu. Dalším údajem o výjezdu byla doba trvání (t). Z té následně mohla být dopočítána průměrná rychlost výjezdu. Posledním měřeným údajem byl čas prvního započatého plaveckého kroku. Zbývající parametry se týkají průměrné rychlosti v určitých částech celého dvacetimetrového úseku, které byly dopočítány za pomoci vzorce  $s = v \cdot t$ . Měřené proměnné, které se v rámci práce vyskytují, by měly podrobně mapovat celý proces výjezdu závodníka od jeho startu po klasické cyklické plavání. Vzhledem k nízké poloze umístění kamery na bazénu, tak nebylo umožněno zjistit více parametrů napříč startovním polem.

- typ provedení záběrového cyklu pod hladinou
- rychlost a čas na jednotlivých úsecích
- vzdálenost do protnutí hladiny
- čas do protnutí hladiny
- čas a vzdálenost prvního záběrového cyklu

Čas na jednotlivých úsecích byl určen protnutím hlavy na jednotlivých úsecích (Polach, Thiel, & Svozil, 2019)

#### 4.4 Rozdělení typů výjezdů

Jelikož hlavním předmětem zkoumání byl zvolený typ výjezdu a jeho efekt vzhledem k celkovému dosaženému času, tak byla všechna měření v této práci rozdělena do dvou datových sad. V rámci pravidel jsou umožněny dvě varianty provedení výjezdu. První varianta povoluje závodníkům realizovat po odrazu od stěny jeden delfinový kop, který nemusí být proveden současně s pohybovým cyklem horních končetin. Při druhé variantě je plavci umožněno provést po odrazu od stěny jeden delfinový kop současně s jedním pohybovým cyklem horních končetin, který končí u steh. Do první varianty provedení byly započítáni všichni závodníci, kteří provedli a dokončili delfinový kop před zahájením pohybového cyklu končetin horních. Druhá varianta sjednocuje všechny závodníky, kteří jakoukoliv část delfinového kopu zasáhli do prvního pohybového cyklu horních končetin (Obrázek 4).



Obrázek 4. Schéma prvného a druhého využívaného typu výjezdu

## 4.5 Metody vyhodnocení dat

Všechna data z MS byla převedena do průměru hodnot. V tomto případě nezáleželo na zvoleném typu výjezdu. Byl zde pouze zjišťován poměr využití jednotlivých typů výjezdů. Následně byla spočtena směrodatná odchylka, rozptyl a medián. U vyhodnocení ME byly všechny hodnoty přiřazeny k zvolenému typu výjezdu. Statistický soubor se tak rozdělil na čtyři části. Nejdříve se rozčlenil soubor na muže a ženy. Dále se dělil podle zvoleného typu výjezdu na první a druhou variantu. Celý soubor byl následně podroben testu Shapiro-Wilkovy normality dat, který se potvrdil. U všech měřených parametrů z ME byl posléze určen průměr a zjištěna směrodatná odchylka, rozptyl a medián. Pro získání lepší představy o důležitosti zvolených parametrů byla provedena korelace u vzdálenosti protnutí hladiny, času a rychlosti výjezdu. V dalším kroku se zjišťovala důležitost rozdílu mezi naměřenými hodnotami u první a druhé varianty výjezdu. Provedena byla pomocí Studentova t-testu nezávislých proměnných v programu Statistica (verze 13.0).

## 5 Výsledky

Zpracování výsledků se skládalo ze dvou částí. První část se zabývala celkovým poměrem jednotlivých typů výjezdů napříč prsařskými disciplínami. Druhá část byla zaměřena na podrobnější analýzu disciplíny 50 metrů prsa z ME v Glasgow 2019. Nejvyšší variabilita výsledků a použitého typu výjezdu se očekávala právě u sprinterských disciplín, kde start hraje významnější roli na podílu celkového podaného výkonu. Proto byla disciplína 50 m prsa podrobněji zkoumána.

### 5.1 Zhodnocení první části – výsledky MS

Účelem zhodnocení všech prsařských disciplín u elitních plavců bylo vymezit u jaké trati je nejvyšší míra variability použitého typu výjezdu. Celkově bylo změřeno 12 finálových rozplaveb mužů a žen z MS Hangzhou 2018 na krátkém bazénu a MS Gwangju 2019 na dlouhém bazénu. Výsledky potvrdily, jaký typ prsového výjezdu elitní plavci využívají po startu u dané disciplíny. Muži na 200m trati využívali pouze první variantu typu výjezdu (Tabulka 2). Na 100m trati již plavci použili oba typy výjezdů (Tabulka 3). Avšak při 100m a 200m trati nebyl statistický soubor rovnoměrně rozložen, a nebyl tak vhodný pro další analýzu závislosti použitého typu výjezdu. Mužů, kteří při stometrové trati využili prvního typu výjezdu bylo 62,5-87,5 % z celého sledovaného souboru. Padesátimetrová trať již byla rozložena rovnoměrněji (Tabulka 4). Využití typu prsového výjezdu se u nejkratší tratě dokonce obrátilo. Více závodníků u této krátké tratě využívalo spíše variantu současného kopnutí a zátahu a to o 12,5 % případů. Diagnostika závodů žen vykazovala určité podobnosti s mužskou částí u dvěstěmetrové a stometrové tratě. V případě 200m prsa byla jediná odchylka použitého typu výjezdu pouze u dlouhého bazénu. Žádná další závodnice se již nelišila zvoleným typem výjezdu a všechny volily variantu s delfinovým kopem provedeným před zátahem (Tabulka 2). Stometrová trať se stejně jako u mužů ve zvoleném typu výjezdu již lišila. Závodnice v 25 % případů aplikovaly po startu možnost výjezdu varianty současného kopu a zátahu (Tabulka 3). Startovní pole bylo podobně jako u mužů nej rovnoměrněji rozloženo až na 50 m prsa. Rozdílem oproti mužské části startovního pole byl poměr rozdělení typu zvoleného výjezdu. Žen, které využily typ výjezdu současného, bylo oproti mužům přibližně o 40 % méně (Tabulka 4).

Další analýza parametrů výjezdu také ukázala, že plavci a plavkyně při 200m tratích využívají po delší dobu plavání pod hladinou. Průměrně tak pod hladinou muži stráví o 16 % více času, než u padesátimetrové tratě u žen je to 15 %. Plavci taktéž zkracují vzdálenost výjezdu v závislosti na délce plavané tratě. U dvěstěmetrové tratě je výjezd delší oproti stometrové o 5,5 % u mužů a o 2,8 % u žen. V případě padesátimetrové tratě je tento rozdíl už 7,5 % u mužů a 6,5 % u žen. Další porovnávanou hodnotou byla rychlost výjezdu. S tím, jak se zkracovala délka výjezdu společně s časem, tak plavci byly nuceni využít povolených pohybů v kratším časovém úseku. To vedlo k vyšším naměřeným rychlostem u kratších tratí. Průměrně tak byl výjezd u mužů na padesátimetrové trati vůči dvěstěmetrové rychlejší o 10 % u žen 8 %. Důležitým aspektem u rychlosti výjezdu napříč všemi měřeními závodníky byla velmi malá směrodatná odchylka. Ta se pohybovala u všech závodníků přibližně ve stejné rovině. Svého maxima odchylka dosahovala u finále 200m prsa a to  $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  na 25metrovém bazénu, v dalších případech se pohybovala na hranici  $0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Pro zhodnocení návaznosti acyklické fáze pod hladinou a cyklické nad hladinou byly měřeny hodnoty prvního záběrového cyklu. Ten se v jednotlivých disciplínách výrazně měnil. Změna byla způsobena jinou potřebou plavce a přizpůsobení jeho plavecké rychlosti v závislosti na délce závodu. Z naměřených hodnot vychází, že svou roli pro délku plaveckého kroku sehrála i samotná délka plaveckého bazénu. Především u mužů na 200 m a 100 m lze vyzorovat významný rozdíl v době plaveckého kroku mezi dlouhým a krátkým bazénem, který činí přibližně 12 %. Všechny uvedené parametry se určitou měrou podílí na celkovém podaném výkonu u výjezdu i výsledného času v závodě.

Tabulka 2

Srovnání všech měřených parametrů z disciplíny 200 m prsa na MS v (Gwangju a Hangzhou)

Parametry	200m prsa			
	50m bazén		25m bazén	
	Muži M ± SD	Ženy M ± SD	Muži M ± SD	Ženy M ± SD
Čas na 5 m (s)	1,33± 0,06	1,51± 0,06	1,41± 0,04	1,57± 0,07
Rychlost v 5 m (m.s <sup>-1</sup> )	3,76± 0,17	3,32± 0,13	3,54± 0,11	3,19± 0,14
Čas na 10 m (s)	1,95± 0,14	2,50± 0,12	2,05± 0,12	2,56± 0,20
Čas 0–10 m (s)	3,29± 0,15	4,00± 0,15	3,46± 0,16	4,13± 0,26
Rychlost v 10 m (m.s <sup>-1</sup> )	2,57± 0,19	2,01± 0,09	2,45± 0,15	1,97± 0,15
Čas na 15 m (s)	3,19± 0,14	3,77± 0,16	3,01± 0,13	3,67± 0,19
Čas 0–15 m (s)	6,47± 0,24	7,77± 0,19	6,47± 0,28	7,79± 0,21
Rychlost v 15 m (m.s <sup>-1</sup> )	1,57± 0,07	1,33± 0,06	1,67± 0,07	1,37± 0,08
Čas na 20 m (s)	3,03± 0,12	3,56± 0,07	3,23± 0,08	3,55± 0,06
Čas 0–20 m (s)	9,50± 2,50	11,33± 0,24	9,70± 2,50	11,34± 0,20
Rychlost v 20 m (m.s <sup>-1</sup> )	1,65± 0,07	1,41± 0,03	1,55± 0,04	1,41± 0,02
Čas výjezdu (s)	6,35± 0,55	6,08± 0,75	6,22± 0,71	5,82± 0,47
Délka výjezdu (m)	14,85± 1,21	12,83± 0,90	14,80± 1,30	12,19± 0,79
Rychlost výjezdu (m.s <sup>-1</sup> )	2,34± 0,06	2,12± 0,11	2,39± 0,21	2,10± 0,08
Čas kroku (s)	1,62± 0,21	1,55± 0,17	1,44± 0,16	1,53± 0,14
Délka kroku (m)	2,67± 0,35	2,18± 0,24	2,24± 0,27	2,15± 0,17
Typ prsového zátahu	100 % P	87,5 % P / 12,5 % D	100 % P	100 % P
Dosažený čas (s)	127,40± 0,78	143,69± 1,86	122,39± 1,30	119,22± 0,59

*Poznámka:* M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, P – první použitý typ výjezdu, D – druhý použitý typ výjezdu



Tabulka 3

Srovnání všech měřených parametrů z disciplíny 100 m prsa na MS v (Gwangju a Hangzhou)

Parametry	100m Prsa			
	50m bazén		25m bazén	
	Muži M ± SD	Ženy M ± SD	Muži M ± SD	Ženy M ± SD
Čas na 5 m (s)	1,27± 0,04	1,47± 0,09	1,35± 0,05	1,48± 0,07
Rychlost v 5 m (m.s <sup>-1</sup> )	3,94± 0,12	3,41± 0,21	3,72± 0,15	3,39± 0,16
Čas na 10 m (s)	1,99± 0,13	2,41± 0,09	1,93± 0,12	2,41± 0,11
Čas 0–10 m (s)	3,26± 0,12	3,88± 0,14	3,28± 0,14	3,89± 0,16
Rychlost v 10 m (m.s <sup>-1</sup> )	2,53± 0,16	2,08± 0,08	2,60± 1,60	2,08± 0,09
Čas na 15 m (s)	3,02± 0,15	3,64± 0,12	2,90± 0,11	3,51± 0,09
Čas 0–15 m (s)	6,28± 0,22	7,52± 0,12	6,18± 0,24	7,40± 0,18
Rychlost v 15 m (m.s <sup>-1</sup> )	1,66± 0,08	1,38± 0,05	1,73± 0,06	1,43± 0,04
Čas na 20 m (s)	3,01± 0,14	3,38± 0,10	3,05± 0,10	3,35± 0,12
Čas 0–20 m (s)	9,29± 0,21	10,91± 0,18	9,22± 0,22	10,75± 0,18
Rychlost v 20 m (m.s <sup>-1</sup> )	1,67± 0,08	1,48± 0,04	1,64± 0,06	1,49± 0,05
Čas výjezdu (s)	5,85± 0,32	5,57± 0,42	5,40± 0,42	5,35± 0,23
Délka výjezdu (m)	14,37± 0,86	12,39± 0,54	13,69± 0,97	11,95± 0,37
Rychlost výjezdu (m.s <sup>-1</sup> )	2,46± 0,06	2,23± 0,08	2,54± 0,07	2,23± 0,06
Čas kroku (s)	1,24± 0,13	1,20± 0,14	1,11± 0,10	1,13± 0,07
Délka kroku (m)	2,05± 0,20	1,77± 0,16	1,81± 0,14	1,69± 0,11
Typ prsového zátahu	87,5 % P / 12,5 % D	75 % P / 25 % D	62,5 % P / 37,5 % D	75 % P / 25 % D
Dosažený čas (s)	58,71± 0,64	66,30± 0,68	56,56± 0,44	64,63± 0,65

*Poznámka:* M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, P – první použitý typ výjezdu, D – druhý použitý typ výjezdu

Tabulka 4

Srovnání všech měřených parametrů z disciplíny 50 m prsa na MS v (Gwangju a Hangzhou)

Parametry	50m Prsa			
	50m bazén		25m bazén	
	Muži M ± SD	Ženy M ± SD	Muži M ± SD	Ženy M ± SD
Čas na 5 m (s)	1,27± 0,03	1,38± 0,03	1,36± 0,04	1,46± 0,06
Rychlost v 5 m (m.s <sup>-1</sup> )	3,94± 0,11	3,63± 0,09	3,67± 0,12	3,44± 0,14
Čas na 10 m (s)	1,85± 0,11	2,34± 0,10	1,87± 0,07	2,33± 0,10
Čas 0–10 m (s)	3,12± 0,12	3,72± 0,11	3,23± 0,08	3,79± 0,15
Rychlost v 10 m (m.s <sup>-1</sup> )	2,71± 0,17	2,14± 0,10	2,68± 0,10	2,15± 0,10
Čas na 15 m (s)	2,96± 0,12	3,62± 0,09	2,91± 0,14	3,52± 0,12
Čas 0–15 m (s)	6,08± 0,20	7,34± 0,18	6,14± 0,15	7,30± 0,22
Rychlost v 15 m (m.s <sup>-1</sup> )	1,69± 0,07	1,38± 0,03	1,72± 0,08	1,42± 0,05
Čas na 20 m (s)	2,68± 0,09	3,15± 0,09	2,93± 0,08	3,25± 0,09
Čas 0–20 m (s)	8,76± 0,20	10,49± 0,18	9,07± 0,14	10,55± 0,24
Rychlost v 20 m (m.s <sup>-1</sup> )	1,87± 0,06	1,59± 0,05	1,71± 0,05	1,54± 0,05
Čas výjezdu (s)	5,31± 0,22	5,13± 0,18	5,26± 0,26	5,03± 0,14
Délka výjezdu (m)	13,82± 0,52	11,79± 0,48	13,61± 0,64	11,62± 0,40
Rychlost výjezdu (m.s <sup>-1</sup> )	2,60± 0,07	2,30± 0,05	2,59± 0,04	2,31± 0,05
Čas kroku (s)	0,95± 0,04	0,98± 0,11	0,98± 0,03	0,98± 0,10
Délka kroku (m)	1,78± 0,06	1,56± 0,16	1,67± 0,07	1,51± 0,14
Typ prsového zátahu	50 % P / 50 % D	87,5 % P / 12,5 % D	37,5 % P / 62,5 % D	75 % P / 25 % D
Dosažený čas (s)	26,68± 0,27	30,49± 0,47	25,88± 0,23	29,83± 0,47

Poznámka: M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, P – první použitý typ výjezdu, D – druhý použitý typ výjezdu

## 5.2 Zhodnocení druhé části – výsledky ME

V druhé části se analýza zaměřila na rozdíly jednotlivých typů použitých výjezdů napříč startovním polem u mužů a žen v disciplíně 50m prsa.

### 5.2.1 Výsledky 50m prsa muži.

Do celého statistického souboru bylo zařazeno 40 závodníků. U každého závodníka se započítal pouze nejlepší naměřený čas bez ohledu na typ provedení výjezdu nebo fázi závodu (rozplavby, semifinále, finále). Celý statistický soubor byl u mužů rovnoměrně rozložen. Dvacet závodníků provedlo první variantu výjezdu a druhá polovina souboru provedla druhou variantu výjezdu. Naměřené časy v průběhu trati poukazovaly, že druhý typ provedení výjezdu se jeví jako výhodnější. Celkově však druhá varianta dosahovala kratších výjezdů v průměru o 65 centimetrů a byl zde spočítán i větší rozptyl, což znamená větší nestabilitu provedení (Tabulka 6). V rychlosti výjezdu byla první varianta pomalejší o  $0,04 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Čas provedení výjezdu byl však delší, což znamená vyšší využití energie získané startem (Tabulka 5). V návaznosti prvního cyklu započatého po výjezdu byly lepší ti závodníci, kteří využili variantu druhou. Při stejném času kroku se dokázali posunout o delší úsek. Plavci, kteří využili druhé zmíněné techniky, taktéž dosahovali v průměru lepších celkových časů napříč celým startovním polem. Avšak závodníci, kteří dosáhli nejlepších naměřených časů, využili první typ provedení výjezdu. Vzhledem k velmi malým rozdílům napříč oběma podobami výjezdu se nedá jednoznačně říci, která varianta je v rámci výjezdu a celkového podaného výkonu u mužů výhodnější v závodě na 50m prsa.

### 5.2.2 Statistické srovnání 50m prsa muži.

Pro preciznější porovnání obou typů výjezdů se u vybraných parametrů řešila další statistická srovnání pomocí korelačních koeficientů a Studentova t-testu. Korelace byla zjišťována u parametrů času, délky a rychlosti výjezdu k celkovému dosaženému času závodníka. Korelace délky výjezdu a dosaženého času dosahovala středně silné závislosti -0,40. V případě rychlosti a výsledného času vyšla hodnota -0,64, to je označováno za silnou korelační závislost obou proměnných. Pro závodníky byly tak oba tyto parametry významným faktorem, kterým byl ovlivněn vlastní celkový podaný výkon. Významněji však ovlivňuje celkový podaný výkon u mužů rychlost provedeného výjezdu. Čas výjezdu dosáhl korelačního koeficientu 0,22, což je slabá kladná závislost. Pro lepší posouzení vzájemného ovlivnění obou proměnných a porovnání obou typů výjezdů byl proveden Studentův t-test nezávislých proměnných. Test odhalil významnou odchylku ze všech naměřených dat pouze u dvou proměnných. Těmi se staly délka výjezdu a čas výjezdu ( $p < 0,001$ ). Význačným rozdílem mezi použitím výjezdu první či druhé varianty se stala především jeho délka a čas strávený pod hladinou.

Tabulka 5

Průměrné hodnoty a jejich směrodatné odchylky z ME v Glasgow k prvnímu typu výjezdu u mužů

Parametry	50m Prsa		
	Muži provádějící první typ výjezdu		
	Průměr M ± SD	var(X)	Med.
Čas na 5 m (s)	1,37± 0,04	0,002	1,36
Rychlost v 5 m (m.s <sup>-1</sup> )	3,66± 0,11	0,013	3,68
Čas na 10 m (s)	2,00± 0,15	0,022	2
Čas 0–10 m (s)	3,37± 0,17	0,028	3,38
Rychlost v 10 m (m.s <sup>-1</sup> )	2,51± 0,18	0,033	2,5
Čas na 15 m (s)	3,16± 0,16	0,026	3,14
Čas 0–15 m (s)	6,53± 0,30	0,092	6,45
Rychlost v 15 m (m.s <sup>-1</sup> )	1,59± 0,08	0,007	1,59
Čas na 20 m (s)	3,03± 0,10	0,011	3,03
Čas 0–20 m (s)	9,55± 0,36	0,128	9,52
Rychlost v 20 m (m.s <sup>-1</sup> )	1,65± 0,05	0,003	1,65
Čas výjezdu (s)	5,40± 0,33	0,106	5,37
Délka výjezdu (m)	13,26± 0,76	0,571	13,3
Rychlost výjezdu (m.s <sup>-1</sup> )	2,46± 0,15	0,023	2,43
Čas kroku (s)	0,96± 0,09	0,008	0,95
Délka kroku (m)	1,59± 0,16	0,027	1,55
Dosažený čas (s)	27,29± 0,96	0,917	27,29

Poznámka: M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, var(X) – rozptyl, Med. - medián

Tabulka 6

Průměrné hodnoty a jejich směrodatné odchylky z ME v Glasgow k druhému typu výjezdu u mužů

Parametry	50m Prsa		
	Muži provádějící druhý typ výjezdu		
	Průměr M ± SD	var(X)	Med.
Čas na 5 m (s)	1,35± 0,07	0,004	1,35
Rychlost v 5 m (m.s <sup>-1</sup> )	3,70± 0,18	0,031	3,7
Čas na 10 m (s)	1,95± 0,14	0,019	1,96
Čas 0–10 m (s)	3,31± 0,19	0,035	3,29
Rychlost v 10 m (m.s <sup>-1</sup> )	2,58± 0,18	0,033	2,55
Čas na 15 m (s)	3,18± 0,19	0,036	3,17
Čas 0–15 m (s)	6,49± 0,35	0,124	6,41
Rychlost v 15 m (m.s <sup>-1</sup> )	1,58± 0,09	0,009	1,58
Čas na 20 m (s)	2,98± 0,08	0,006	2,97
Čas 0–20 m (s)	9,47± 0,39	0,154	9,37
Rychlost v 20 m (m.s <sup>-1</sup> )	1,68± 0,04	0,002	1,68
Čas výjezdu (s)	5,06± 0,28	0,078	5,01
Délka výjezdu (m)	12,61± 0,65	0,417	12,77
Rychlost výjezdu (m.s <sup>-1</sup> )	2,50± 0,14	0,019	2,51
Čas kroku (s)	0,96± 0,06	0,004	0,96
Délka kroku (m)	1,62± 0,09	0,009	1,62
Dosažený čas (s)	27,01± 0,97	0,942	26,71

Poznámka: M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, var(X) – rozptyl, Med. - medián

### **5.2.3 Výsledky 50m prsa ženy.**

Naměřené výsledky u žen byly od těch mužských odlišné v mnoha parametrech. Celý statistický soubor čítal taktéž 40 závodnic. Ženy využívají především varianty první, takže tento soubor nebyl rovnoměrně rozdělen. První variantu provedení zvolilo 30 žen. Pouze 10 žen zvolilo druhou variantu. Ženy, které zvolily druhou techniku, postupovaly do finálové části závodu procentuálně častěji přibližně o 13,33 % (Tabulka 8). Na rozdíl od mužů průměrné hodnoty první varianty provedení od druhé se vyznačovaly vyšší výkonností ve většině případech. Závodnice, které využívaly první variantu výjezdu, dosahovaly obecně lepších výsledků ve všech úsecích napříč 20m měřeným horizontem, vyjma prvních 5 m (Tabulka 7). Plavkyně taktéž dosahovaly delších výjezdů a výsledný čas byl také nižší. Celková charakteristika výjezdu se od mužské lišila i výsledným rozptylem a směrodatnou odchylkou, která nevykazovala větší výkyvy vůči zvolenému typu výjezdu. Nicméně celkově mohou být výsledné hodnoty zkreslené kvůli nerovnoměrnému rozložení statistického souboru.

### **5.2.4 Statistické srovnání 50m prsa ženy.**

Data závodnic byla taktéž podrobena přesnějšímu statistickému srovnání. Korelační koeficienty závislosti byly provedeny stejně jako u mužů na čas, délku a rychlost výjezdu oproti výslednému času. Závodnice se v tomto srovnání od závodníků taktéž významně lišily. V rámci délky výjezdu a celkového času byla vypočtena korelace -0,36, což značí slabou závislost. Rychlost výjezdu v závislosti na celkovém čase vyšla -0,80, která se interpretuje jako velmi silná závislost. Korelace času výjezdu na výsledném čase dosáhla stejného koeficientu jako u mužské části startovního pole, tedy 0,22 slabé kladné závislosti. U plavkyň tedy výsledná korelace ukazovala na větší důležitost rychlosti provedení samotného výjezdu než jeho délky. Stejně jako u mužů i zde byl proveden Studentův t-test nezávislých proměnných mezi oběma typy výjezdů. Test u naměřených parametrů však nezaznamenal žádnou významnou souvislost mezi použitým typem výjezdu a jeho délkou, rychlostí či časem, tak jak tomu bylo u mužů.

Tabulka 7

Průměrné hodnoty a jejich směrodatné odchylky z ME v Glasgow k prvnímu typu výjezdu u žen

Parametry	50m Prsa		
	Ženy provádějící první typ výjezdu		
	Průměr $M \pm SD$	var(X)	Med.
Čas na 5 m (s)	1,52± 0,07	0,005	1,52
Rychlost v 5 m ( $m \cdot s^{-1}$ )	3,30± 0,15	0,023	3,29
Čas na 10 m (s)	2,47± 0,31	0,095	2,36
Čas 0–10 m (s)	3,99± 0,35	0,123	3,88
Rychlost v 10 m ( $m \cdot s^{-1}$ )	2,05± 0,20	0,041	2,12
Čas na 15 m (s)	3,73± 0,13	0,017	3,74
Čas 0–15 m (s)	7,72± 0,43	0,188	7,64
Rychlost v 15 m ( $m \cdot s^{-1}$ )	1,34± 0,05	0,002	1,34
Čas na 20 m (s)	3,35± 0,15	0,024	3,30
Čas 0–20 m (s)	11,07± 0,55	0,302	10,94
Rychlost v 20 m ( $m \cdot s^{-1}$ )	1,50± 0,07	0,005	1,52
Čas výjezdu (s)	5,32± 0,34	0,113	5,28
Délka výjezdu (m)	11,55± 0,68	0,467	11,55
Rychlost výjezdu ( $m \cdot s^{-1}$ )	2,17± 0,10	0,010	2,18
Čas kroku (s)	1,05± 0,12	0,015	1,04
Délka kroku (m)	1,57± 0,17	0,030	1,58
Dosažený čas (s)	31,12± 1,35	1,831	30,79

Poznámka: M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, var(X) – rozptyl, Med. - medián



Tabulka 8

*Průměrné hodnoty a jejich směrodatné odchylky z ME v Glasgow k druhému typu výjezdu u žen*

Parametry	50m Prsa		
	Ženy provádějící druhý typ výjezdu		
	Průměr $M \pm SD$	var(X)	Med.
Čas na 5 m (s)	1,53± 0,09	0,008	1,52
Rychlost v 5 m ( $m \cdot s^{-1}$ )	3,28± 0,17	0,030	3,29
Čas na 10 m (s)	2,52± 0,29	0,084	2,39
Čas 0–10 m (s)	4,05± 0,32	0,101	3,93
Rychlost v 10 m ( $m \cdot s^{-1}$ )	2,01± 0,21	0,046	2,09
Čas na 15 m (s)	3,73± 0,18	0,031	3,72
Čas 0–15 m (s)	7,78± 0,38	0,146	7,78
Rychlost v 15 m ( $m \cdot s^{-1}$ )	1,34± 0,06	0,004	1,34
Čas na 20 m (s)	3,37± 0,12	0,015	3,35
Čas 0–20 m (s)	11,15± 0,47	0,218	11,09
Rychlost v 20 m ( $m \cdot s^{-1}$ )	1,48± 0,05	0,003	1,49
Čas výjezdu (s)	5,17± 0,38	0,144	5,13
Délka výjezdu (m)	11,30± 0,67	0,454	11,36
Rychlost výjezdu ( $m \cdot s^{-1}$ )	2,19± 0,09	0,007	2,2
Čas kroku (s)	1,03± 0,10	0,011	1,00
Délka kroku (m)	1,53± 0,15	0,022	1,49
Dosažený čas (s)	31,27± 1,27	1,620	31,05

*Poznámka: M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, var(X) – rozptyl, Med. - medián*

## 6 Diskuze

Ve výsledcích práce bylo rozebráno několik důležitých parametrů, které se určitou částí podílí na výsledném čase závodníka. Nejdůležitějším zjištěním této práce byl celkový nepoměr použití jednotlivých typů výjezdu v jednotlivých tratích. Tato skutečnost byla nejspíše důsledkem vnímání určitého typu výjezdu samotným plavcem. Plavci u 200m tratě používali téměř výhradně jen jeden typ výjezdu. Závodníci pravděpodobně předpokládali, že tento rozložený pohybový cyklus není tak energeticky náročný a jejich rychlost bude v rámci výjezdu lépe rozložena. Zkracování tratě postupně poměr srovnalo a patrně vedlo plavce k úpravě využití typu výjezdu. U kratších tratí se tak nejspíše vyplatil rychlejší výjezd nežli delší.

Celkové výsledky, které vyšly u mužské části statistického souboru z ME, jsou z určité části ovlivněny neúčastí všech elitních plavců nejvyšší výkonnostní úrovně (např. Adam Peaty nebo Cameron van der Burgh – mistři světa v disciplíně 50m prsa). Ovlivnění výsledků mohlo být způsobeno i nezapočítáním určitých výsledků. Do práce byly zařazeny pouze nejlepší výsledky. Avšak někteří plavci a plavkyně použili jiný typ výjezdu v určitých fázích závodu (rozplavby, semifinále, finále). Pokud by tedy plavec postoupil až do finále, ale pokaždé využil jiný typ výjezdu s tím, že ve finále podal kvalitnější čas, mohl data více naklonit k jedné či druhé variantě. U ženské části startovního pole se zjistilo, že ženy celkově méně využívají typu výjezdu, kde byl současně prováděn delfinový kop a zátah horními končetinami. Ženy pravděpodobně nedokážou využít tohoto typu výjezdu kvůli slabším horním končetinám. Pro nepoměr jednotlivých typů výjezdů byl celkově nejspíše ženský soubor více ovlivněn statistickým srovnáním.

## 7 Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo posouzení rozložení a vlivu dvou typů provedení prvního rozloženého záběrového cyklu pod hladinou na průběh závodu v prsařských disciplínách.

Z výsledků bylo zjištěno, že prsařský výjezd po startu je významným faktorem ovlivňující celkový průběh závodu. Význam této části závodu klesá s narůstající délkou tratě. Závodníci a závodnice ve většině případů na 200 m prsa aplikovali pouze typ výjezdu s delfínovým kopem provedeným před prvním pohybovým cyklem horních končetin. U 100m tratě již několik plavců využilo druhý typ výjezdu s delfínovým kopem provedeným současně s cyklem horních končetin. Pro celkovou analýzu těchto tratí však nebyl dostatek závodníků využívající druhý typ výjezdu. Tato skutečnost vedla k tomu, aby byl vliv zvoleného typu výjezdu posuzován pouze u 50 m disciplíny, kde se statistický soubor v obou typech výjezdu vyrovnal.

Zjištěný vliv na zvolený typ výjezdu u průměrných hodnot a směrodatných odchylek nebylo možné přesně posoudit. Rozdíly v jednotlivých parametrech byly povětšinou malé. Až při důkladnější statistické analýze byla zjištěna spojitost mezi zvoleným typem výjezdu a výsledným časem závodníka. Tato spojitost byla zjištěna pouze u mužů a týkala se parametrů vzdálenosti výjezdu a času stráveného pod vodou. U žen se žádný ze získaných parametrů nepotvrdil jako stěžejní hybatel výsledného času v kontextu použitého typu výjezdu. Muži celkově více využívali dobu plavání pod vodou a dosahovali delších výjezdů. Celkově je tak pro muže parametr výjezdu důležitější než pro ženy.

VO 1: Který typ provedení prvního záběrového cyklu pod hladinou je výhodnější v závodě na 50m prsa?

Z výsledků práce není možno přesně určit, který ze dvou možných typů provedení je výhodnější. Plavci využívající první typ výjezdu jsou schopni provést delší výjezd, avšak vůči druhému typu jsou tyto výjezdy pomalejší. V případě druhého typu výjezdu plavci dosahovali průměrně kvalitnějších výsledných časů. Úspěšnější však byli celkově závodníci využívající první typ výjezdu.

VO 2. Jaké jsou nejdůležitější parametry ovlivňující výsledný čas v disciplíně 50m prsa od plaveckého startu do protnutí hladiny?

Nejdůležitějšími zkoumanými parametry, které nejvíce ovlivňovali finální čas byly rychlost a vzdálenost výjezdu. Výsledné korelační koeficienty u zmíněných parametrů potvrdily spojitost s finálním časem. Nejvyšších hodnot se dosáhlo u ženské části zkoumaného pole.

Bylo zjištěno, že pro plavkyně je důležitější průměrná rychlost výjezdu nežli jeho vzdálenost. Tato skutečnost vychází jak z výpočtu koeficientu, tak z menšího rozptylu kolem průměru. Ženy obecně dosahovaly kratších výjezdů než mužská část statistického souboru. Ze zjištěných výsledků je také možno vyčíst, že čím je vzdálenost výjezdu kratší, tak klesá jeho možnost ovlivnit výsledný čas. U průměrné rychlosti výjezdu se však závislost zvyšuje, což značí jeho větší důležitost na konečném ovlivnění výsledného času.

Mužská část startovního pole strávila pod hladinou více času než ženy, což v konečném důsledku znamenalo, že výjezd více ovlivnil celkový podaný výkon. Zjištěná závislost průměrné rychlosti výjezdu nebyla tak vysoká jako u žen, i tak byla stále nejzásadnějším parametrem výjezdu podle závislosti. U mužů byla tedy méně důležitá samotná rychlost výjezdu, ale více důležitý byl celkový projev výjezdu. Muži tedy museli v celkovém ohledu výjezdu dbát na více parametrů nežli ženská část analyzovaného souboru. Výsledný čas byl tak u mužů ovlivněn více parametry než u žen.

Závislost času výjezdu dosáhla stejného koeficientu jak u mužů, tak u žen, avšak na základně slabé závislosti nebyla podstatným parametrem pro výkon.

## 8 Souhrn

Bakalářská práce zkoumá zvolené parametry jednotlivých typů výjezdů. Zabývá se jejich vysvětlením a snaží se popsat statistický vztah mezi zvoleným typem výjezdu a výsledným časem. Dále se pokouší zjistit využití jednotlivých typů výjezdů napříč sledovanými tratěmi.

V syntéze poznatků se práce snaží co nejvěrněji popsat plavecký způsob prsa a všechny jeho sub-sekce, které mohou mít na výsledný čas vliv. Mezi tyto sub-sekce spadají jednotlivé části celého závodu, antropologické faktory či faktory fyzikálního charakteru.

Posléze je vysvětlena metoda, kterou byly jednotlivé záznamy závodů pořízeny, diagnostikovány a statisticky analyzovány. V části výsledků práce se pojednává o zjištěných statistických datech jednotlivých parametrů, výsledcích jejich analýzy a dále pak o jevech, které působily v průběhu závodu.

Práce se poté přesouvá k diskuzi, kde popisuje zjištěné významné parametry a pravděpodobné důvody získaných výsledků a jejich možné ovlivnění zvoleným statistickým souborem. V závěru práce je popsáno, co vybrané parametry v rámci závodu způsobují a co znamenají.

## 9 Summary

The bachelor's thesis examines the selected parameters of individual types of pull-out. It deals with their explanation and tries to describe the statistical relationship between the selected type of pull-out and the final time. It also tries to find out the use of individual types of pull-out across the monitored breaststroke disciplines.

In the synthesis of knowledge, the work tries to describe as accurately as possible the breaststroke and all its sub-sections that may affect the final time. These sub-sections include individual parts of the whole swimming race, anthropological, physical and other factors of swimming performance.

Further, there is a description of the method used to acquire a recording of individual races then diagnosed and statistically analyzed. One of the subsections of the work's results is referring about acquired statistical data of the individual parameters and the results of their analysis as well as about the phenomena that are at function during the race.

Furthermore, the work moves to the discussion, where are described the significant parameters and probable reasons of obtained results and their possible changes by the influence of the selected statistical file. At the end of the work, there is a description of the selected parameters.

## 10 Referenční seznam

- Bartlett, R. (2007). *Introduction to Sports Biomechanics Analysing Human Movement Patterns* (2. vyd.). New York: Taylor & Francis e-Library.
- Blanksby, B. A., Simpson, J. R., Elliott, B. C., & McElroy, K. (1998). Biomechanical Factors Influencing Breaststroke Turns by Age-Group Swimmers. *Physical Therapy, 14*(2), 180–189. <https://doi.org/10.1123/jab.14.2.180>
- FINA. (2017). *FINA Swimming Rules 2017-2021*. Získáno z [https://www.fina.org/sites/default/files/2017\\_2021\\_swimming\\_12092017\\_ok\\_0.pdf](https://www.fina.org/sites/default/files/2017_2021_swimming_12092017_ok_0.pdf)
- FINA. (2018). *Results Book*. Získáno z <https://www.omegatiming.com/File/000112010CFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF22.pdf>
- FINA. (2019). *Results Book*. Získáno z <https://www.omegatiming.com/File/0001130107FFFFFFFFFFFFFFFFFFFF22.pdf>
- Hellard, P., Dekerle, J., Avalos, M., Caudal, N., Knopp, M., & Hausswirth, C. (2008). Kinematic measures and stroke rate variability in elite female 200-m swimmers in the four swimming techniques: Athens 2004 Olympic semi-finalists and French National 2004 Championship semi-finalists. *Journal of Sports Sciences, 26*(1), 35–46. <https://doi.org/10.1080/02640410701332515>
- Hofer, Z., Felgrová, I., Jasan, L., & Smolík, P. (2006). *Technika plaveckých způsobů* (2. vyd.). Praha: Univerzita Karlova v Praze.
- Hoover, A. P., Cortez, R., Tytell, E. D., & Fauci, L. J. (2018). Swimming performance, resonance and shape evolution in heaving flexible panels. *Journal of Fluid Mechanics, 847*, 386–416. <https://doi.org/10.1017/jfm.2018.305>
- Houel, N., Elipot, M., André, F., Hellard, P., Houel, N., Elipot, M., ... Hellard, P. (2013). *Influence of Angles of Attack , Frequency and Kick Amplitude on Swimmer ' s Horizontal Velocity During Underwater Phase of a Grab Start*. 29(1), 49–54. <https://doi.org/10.1123/jab.29.1.49>
- Lätt, E., Jürimäe, J., Mäestu, J., Purge, P., Rämson, R., Haljaste, K., ... Jürimäe, T. (2010). Physiological, biomechanical and anthropometrical predictors of sprint swimming performance in adolescent swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine, 9*(3), 398–404. Získáno z <https://search.proquest.com/docview/2295570162?accountid=16730>

- LEN. (2019). *Results Book*. Získáno z [http://glasgow2019.microplustiming.com/export/NU\\_Glasgow2019/NU/pdf/Book.pdf?v=155951](http://glasgow2019.microplustiming.com/export/NU_Glasgow2019/NU/pdf/Book.pdf?v=155951)
- Lukášek, M. (2014). Specializace Plavání. Získáno z <http://www.fsps.muni.cz/impact/specializace-2-plavani/>
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming Fastest* (2. vyd.; M. Barnard & L. Hambly, Ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Marcellino, N. (2019, květen 8). How different water temperatures affects swimmers. *University Wire*, s. 3–5. Získáno z <https://search.proquest.com/docview/2221358191?accountid=16730>
- McCullough, A. S., Kraemer, W. J., Volek, J. S., Solomon-Hill, G. F., Hatfield, D. L., Vingren, J. L., ... Maresh, C. M. (2009). Factors affecting flutter kicking speed in women who are competitive and recreational swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 2130–2136. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31819ab977>
- Morais, J. E., Marinho, D. A., Arellano, R., & Barbosa, T. M. (2019). Start and turn performances of elite sprinters at the 2016 European Championships in swimming. *Sports Biomechanics*, 18(1), 100–114. <https://doi.org/10.1080/14763141.2018.1435713>
- Morrison, B. J. (2007). *The relationship between drag, metabolic energy expenditure, aging, and stroke rate in swimming* (Arizona State University). Získáno z <https://search.proquest.com/docview/304896965?accountid=16730>
- Polach, M., Thiel, D., & Svozil, Z. (2019). Obrátky jako jeden z důležitých faktorů plaveckého výkonu. *Tělesná kultura*, 42(1), 9–13. <https://doi.org/10.5507/tk.2019.006>
- Post, W., Armbruster, D., Estate, T. F., Bay, G., Wi, G. B., Huff, C., ... Armbruster, D. (2016, duben 8). The evolution of the breaststroke. *University Wire*, s. 8–11. Získáno z <https://search.proquest.com/docview/1779324385?accountid=16730>
- Sanders, R. H., & Byatt-Smith, J. (2001). Improving Feedback on Swimming Turns and Starts Exponentially. *Biomechanics Symposia*, 91–95.



- Silveira, R. P., Soares, S. M., Zacca, R., Alves, F. B., Fernandes, R. J., Castro, F. A. de S., & Vilas-Boas, J. P. (2019). A biophysical analysis on the arm stroke efficiency in front crawl swimming: Comparing methods and determining the main performance predictors. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(23). <https://doi.org/10.3390/ijerph16234715>
- Slawson, S., Conway, P., Justham, L., Le Sage, T., & West, A. (2010). Dynamic signature for tumble turn performance in swimming. *Procedia Engineering*, *2*(2), 3391–3396. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2010.04.163>
- Slawson, S. E., Conway, P. P., Justham, L. M., & West, A. A. (2010). The development of an inexpensive passive marker system for the analysis of starts and turns in swimming. *Procedia Engineering*, *2*(2), 2727–2733. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2010.04.058>
- Strzala, M., Stanula, A., Głab, G., Glodzik, J., Ostrowski, A., Kaca, M., & Nosiadek, L. (2015). Shaping physiological indices, swimming technique, and their influence on 200m breaststroke race in young swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, *14*(1), 110–117. <https://doi.org/1303-2968>
- Tor, E., Pease, D. L., & Ball, K. A. (2015). Comparing three underwater trajectories of the swimming start. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *18*(6), 725–729. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.10.005>
- Tourny-Chollet, C., Chollet, D., Hogie, S., & Pappardopoulos, C. (2002). Kinematic analysis of butterfly turns of international and national swimmers. *Journal of Sports Sciences*, *20*(5), 383–390. <https://doi.org/10.1080/026404102317366636>
- Valvassori, R., Mezêncio, B., De Arruda, A. F. S., & Soncin, R. (2017). Influence of block time in the final 50 and 100 meter swimming events classification. *Journal of Physical Education and Sport*, *17*(4), 2593–2598. <https://doi.org/10.7752/jpes.2017.04295>
- Vantorre, J., Seifert, L., Fernandes, R. J., Boas, J. P. V., & Chollet, D. (2010). Kinematical profiling of the front crawl start. *International Journal of Sports Medicine*, *31*(1), 16–21. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1241208>
- Vantorre, J., Seifert, L., Fernandes, R. J., Vilas Boas, J. P., & Chollet, D. (2010). Comparison of grab start between elite and trained swimmers. *International*

*Journal of Sports Medicine*, 31(12), 887–893. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1265150>

- Vantorre, Julien, Chollet, D., & Seifert, L. (2014). Biomechanical analysis of the swim-start: A review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(2), 223–231. Získáno z <https://search.proquest.com/docview/2295531877?accountid=16730>
- Veiga, S., Cala, A., Frutos, P. G., & Navarro, E. (2014). Comparison of starts and turns of national and regional level swimmers by individualized-distance measurements. *Sports Biomechanics*, 13(3), 285–295. <https://doi.org/10.1080/14763141.2014.910265>
- Veiga, S., Cala, A., Mallo, J., & Navarro, E. (2013). A new procedure for race analysis in swimming based on individual distance measurements. *Journal of Sports Sciences*, 31(2), 159–165. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.723130>
- Vilas-Boas, J. P., Costa, L., Fernandes, R. J., Ribeiro, J., Figueiredo, P., Marinho, D., ... Machado, L. (2010a). Determination of the drag coefficient during the first and second gliding positions of the breaststroke underwater stroke. *Journal of Applied Biomechanics*, 26(3), 324–331. <https://doi.org/10.1123/jab.26.3.324>
- Vilas-Boas, J. P., Costa, L., Fernandes, R. J., Ribeiro, J., Figueiredo, P., Marinho, D., ... Machado, L. (2010b). Determination of the drag coefficient during the first and second gliding positions of the breaststroke underwater stroke. *Journal of Applied Biomechanics*, 26(3), 324–331. <https://doi.org/10.1123/jab.26.3.324>
- Welcher, R. L., Hinrichs, R. N., & George, T. R. (2008). Front- or rear-weighted track start or grab start: Which is the best for female swimmers? *Sports Biomechanics*, 7(1), 100–113. <https://doi.org/10.1080/14763140701683247>