

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Porovnání parametrů měření pohybu horních končetin na
suchu a ve vodě**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce

Mgr. Daniel Jurák, Ph.D.

Vypracoval

Josef Kružík

Praha, prosinec 2020

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré informační zdroje a literaturu, které byly pro tuto práci použity. Zároveň souhlasím se zveřejněním diplomové práce v tištěné i elektronické podobě. Dále prohlašuji, že tato práce, ani její podstatná část, nebyla použita k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne 5. 11. 2019 .

Bc. Josef Kružík

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení

Fakulta

Datum vypůjčení

Podpis

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu diplomové práce, Mgr. Danielu Jurákovi, Ph.D., za odborné vedení, rady a připomínky k mé práci. Poděkování patří i nejbližší rodině, zejména mé ženě a její mamince.

Abstrakt

Název práce: Porovnání parametrů měření pohybu horních končetin na suchu a ve vodě.

Cíl práce: Cílem práce je porovnat vybrané parametry plaveckého výkonu a techniky získaných v 25m bazénu, v bazénu s protiproudem (Flum) a na izokinetickém trenažéru Biokinetic.

Metody: Data, se kterými se pracuje v diplomové práci, byla získána pomocí přímého měření v plaveckém bazénu, ve Flumu a pomocí plaveckého trenažéru Biokinetic. Ke sběru dat byly využity tenzometry SmartPaddles. Data byla následně vyhodnocena softwarem Trainsense a zpracována do tabulek a grafů.

Výsledky: Na základě výsledků můžeme konstatovat, že největší výkon (W) byl vždy podán na izokinetickém brzdícím trenažéru. Největší rozdíl mezi průměrnými výkony horních končetin (HK) byl u pravé ruky při kraulu, kdy ruka na Biokineticu (257 N) podala 701 % výkonu pravé ruky v bazénu (42,53 N). Výsledky průměrné síly propulze HK u motýlku v bazénu byly u pravé ruky 19,08 N, u levé ruky 17,21 N. U motýlku v protiproudu dosáhly síly 13,68 N pro pravou ruku, 11,93 N pro levou ruku. Při kraulu proband generoval pravou rukou 12,66 N a levou rukou 13,96 N. Při plavání ve Flumu byly hodnoty sil pro pravou ruku 18,99 N a pro levou ruku 15,63 N. Při plaveckém způsobu motýlek bylo dosaženo vyšších hodnot propulze v bazénu a u kraulu byly vyšší hodnoty v protiproudu. Rozdíly v technice plavání byly největší v dosahovaných hloubkách záběru. Odchylka v hloubkách záběru u plaveckého způsobu motýlek dosahovala až 0,21 m. U plaveckého způsobu kraul byl největší průměrný rozdíl v hloubce záběru 0,40 m. Dále se lišily záběry v délkách pohybu ve směru plavání a ve vychylování pohybu ruky do stran. Tyto rozdíly však nebyly tak velké jako rozdíly v hloubkách.

Klíčová slova: plavecká technika, horní končetiny Smart Paddles, Biokinetic, Flum, síla, výkon

Abstract

Title: Comparison of parameters for measuring the movement of the upper limbs on land and water.

The Aim: The aim of this work is to compare selected parameters of swimming performance and technique, obtained in a 25m pool, in a pool with countercurrent (Flum) and on a biokinetic simulator Biokinetic.

The Methods: The data used in the diploma thesis were obtained by direct measurements in the swimming pool, in Flum and by means of the Biokinetic swimming simulator. SmartPaddles were used to collect data. The data were then evaluated by Trainsense software and processed into tables and graphs.

The Results: Based on the results, we can state that the highest power (W) was always delivered on the Biokinetic. The biggest difference between the average performances of upper limb was in the right hand during the crawl, when the hand on the Biokinetic (257 N) gave 701% of the performance of the right hand in the pool (42.53 N). The results of the average force of the upper limb propulsion for Butterfly in the pool were 19.08 N for the right hand and 17.21 N for the left hand. For Butterfly in the Flum were 13.68 N for the right hand and 11.93 N for the left hand. During the crawl, the proband generated 12.66 N with the right hand and 13.96 N with the left hand. When swimming in Flum, the force values for the right hand were 18.99 N and for the left hand with 15.63 N. In the butterfly we achieved higher levels of propulsion in the pool and higher levels in the Flum for the crawl. The differences in swimming technique were greatest in the depth of the stroke phase. The difference in the depth of the stroke phase for the butterfly was 0.21 m. For the crawl, the greatest average difference in the depth of the stroke was 0.40 m. Furthermore, the length of motion differed in the direction of the swim and in the deflection of the hand movement to the sides. However, these differences were not as large as the differences in depths.

Keywords: swimming technique, upper limbs Smart Paddles, Biokinetic, Flum, strength, power

Obsah

1 ÚVOD.....	9
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	10
2.1 Biomechanika plavání.....	10
2.1.1 Hydrostatické síly	10
2.1.2 Hydrodynamické síly	13
2.1.3 Propulsní síly	14
2.1.4 Odporové síly.....	16
2.2 Technika plaveckých způsobů	18
2.2.1 Technika plaveckého způsobu kraul.....	20
2.2.2. Technika plaveckého způsobu motýlek.....	26
2.3 Charakteristika plaveckého výkonu.....	31
2.3.1 Charakteristiky plaveckého výkonu kraul	36
2.3.2 Charakteristiky plaveckého výkonu motýlek	37
2.4 Diagnostika plavecké techniky	38
2.4.1 Metody diagnostiky plavecké techniky	40
3 CÍL, ÚKOLY A VÝZKUMNÉ OTÁZKY.....	46
3.1 Cíl práce.....	46
3.2 Úkoly práce.....	46
3.3 Výzkumné otázky	46
4 METODIKA	47
4.1 Výzkumný soubor.....	47
4.2 Metody sběru dat	47
4.3 Organizace a průběh měření	51
5 VÝSLEDKY A DISKUSE	55
5.1 Výsledky měření - motýlek.....	55

5.2 Motýlek Biokinetic	64
5.3 Výsledky měření - kraul	65
5.4 Kraul Biokinetic.....	74
6 ZÁVĚR	78
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	80
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	84
SEZNAM TABULEK:	85
SEZNAM GRAFŮ:	85
SEZNAM SCHÉMAT:.....	86
SEZNAM PŘÍLOH:	87

1 ÚVOD

Plavání je realizováno v prostředí, které pro dosažení určité výkonnostní úrovně, vyžaduje dlouhodobou adaptaci. Tento adaptační proces je spojen nejen s osvojením záběrových pohybů jednotlivých plaveckých technik, ale především s osvojením základních plaveckých dovedností.

V průběhu sportovní kariéry se kromě plavecké techniky plavec učí trénovat a také závodit. Postupně se zvyšováním technické úrovně, tělesné kondice a dalších faktorů ovlivňujících plavecký výkon, je důležité kontrolovat úroveň techniky a celkovou připravenost pro zvládnání vyšších tréninkových objemů. V tomto případě v plaveckém tréninku využíváme kontrolní mechanismy, které zpřístupňují plavci a trenérovi důležité informace o realizovaném tréninku.

Do kontrolních mechanismů řadíme různé plavecké testy, které například hodnotí úroveň vytrvalosti, rychlosti a plaveckou techniku. Plaveckou techniku můžeme kontrolovat natočením na video, pomocí záznamu silových parametrů v průběhu záběrů horních a dolních končetin a v současnosti i pomocí silových tenzometrů, které lze umístit přímo na prsty rukou, a které zaznamenávají křivku záběru a sílu záběru ve všech sledovaných rovinách.

Cílem naší práce bude, pomocí tenzometrů Smart Paddles získat parametry plaveckého výkonu (rychlost, frekvenci záběrů, celkový čas, délku záběru, křivky záběrů, sílu záběrů) z plaveckého testu na 50 m v plaveckém bazénu a v bazénu s protiproudem. Dalším cílem bude porovnat výsledky měření v bazénu a bazénu s protiproudem a zhodnotit kvalitu analýzy vzhledem k nabízeným možnostem vyhodnocovacího softwaru.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

2.1 Biomechanika plavání

Abychom mohli pochopit techniku jednotlivých plaveckých způsobů, je zapotřebí seznámit se s fyzikálními zákonitostmi, které jsou spojeny s pohybem plavce ve vodě. K podrobnému poznání těchto fyzikálních zákonitostí sloužilo a slouží studium biomechaniky pohybu ryb a ptáků (Čechovská, Miler, 2008).

Plavec se při svém pohybu ve vodě snaží zaujmout ideální splývavou polohu. Zaujetí ideální polohy je základní plavecká dovednost, celý pohyb ve vodě se řídí Newtonovy zákony:

1) *Zákon setrvačnosti.*

Každé těleso setrvává v klidu nebo rovnoměrném přímočarém pohybu dokud není přinuceno změnit tento stav působením jiné síly nebo jiného tělesa.

2) *Zákon síly*

Zrychlení tělesa je přímo úměrné síle a nepřímo úměrné hmotnosti tělesa.

3) *Zákon akce a reakce*

Každá akce vyvolá stejnou reakci opačného směru anebo dvě tělesa na sebe působí silami stejné velikosti, ale opačného směru.

(Motyčka, 1991, s. 22)

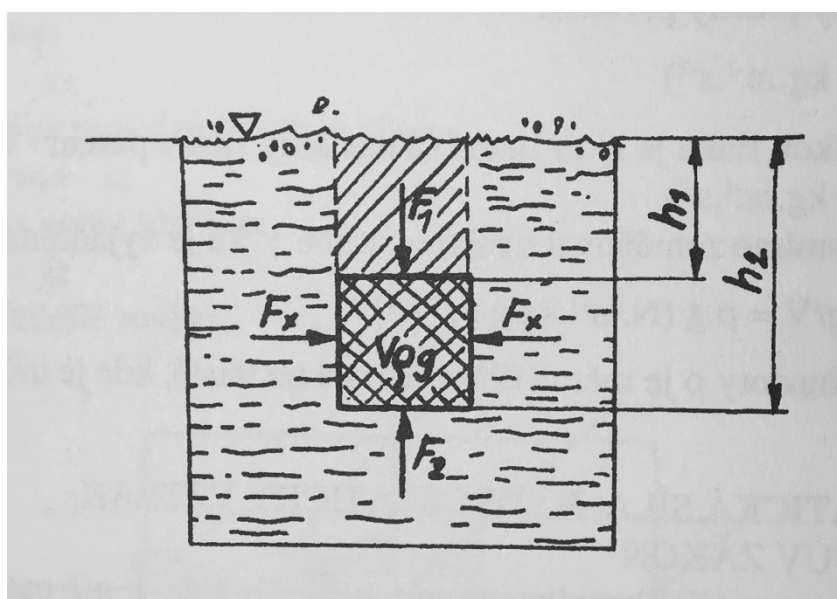
2.1.1 Hydrostatické síly

Hydrostatika popisuje zákonitosti souvisejících se vznášením a zaujetím vodorovné polohy ve vodě. Mezi dvě základní hydrostatické síly, které ovlivňují plavání ve vodě, řadíme hydrostatický tlak a hydrostatický vztlak. Hydrostatický tlak se s narůstající hloubkou zvyšuje a působí kolmo na povrch tělesa. Pokud se plavec pohybuje na hladině, je hydrostatický tlak malý a trénovaný plavec si působení této síly neuvědomuje. Ale i přesto, že je tlak na hladině vody malý, tak i tak může znemožňovat výuku základních plaveckých dovedností (Čechovská, Miler, 2008). Podle Hofera et al. (2016) se s účinky hydrostatického tlaku obeznámí každý plavec.

Hydrostatické síly (tlak a vztlak) ovlivňují krevní oběh, krevní tlak a respiraci plavce. Způsobují nižší srdeční frekvenci a prohlubují dýchání (Heller, 2018).

Hydrostatický tlak působí na tělo plavce tak, že zmenšuje objem hrudníku, břicha a ovlivňuje odtok žilní krve k srdci. Změny můžeme pozorovat na srdeční činnosti nebo dýchání. Tlak vody nám znesnadňuje vdech a výdech do vody. Díky překonávání tohoto tlaku jsou posilovány dechové funkce (Čechovská, Novotná, Milerová, 2003).

Hydrostatický vztlak je spojený s Archimédovým zákonem. Obvyklá formulace Archimédova zákona: „Tělo ponořené do kapaliny je nadlehčováno vztlakovou silou, rovnající se tíze kapaliny tělesem vytlačené. Působíště hydrostatické vztlakové síly je v těžišti objemu (geometrickém středu objemu) vytlačené kapaliny“ (Hofer et al., 2016, s. 16).



Obrázek 1 Vznik hydrostatického vztlaku (Hofer et al., 2016)

Hydrostatický vztlak zásadně ovlivňuje plovatelnost těla. Na plavce ponořeného ve vodě působí tíha těla G v plavcově těžišti hmotnosti T a hydrostatický vztlak F_{st} v geometrickém středu objemu těla C vytlačené vody. Výsledný rozdíl mezi těmito silami má vliv na plovatelnost těla plavce. Důležitým bodem v této problematice je vzájemný vztah hustoty vody ρ a lidského těla (těla plavce) ρ_{pl} (Hofer et al., 2016).

Rovnice pro vypočtení výsledné síly (Hofer et al., 2016)

$$F = F_{st} - G = \rho \cdot g \cdot V - \rho_{pl} \cdot g \cdot V = g \cdot V \cdot (\rho - \rho_{pl})$$

ρhustota vody ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

ρ_{pl}hustota těla plavce ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

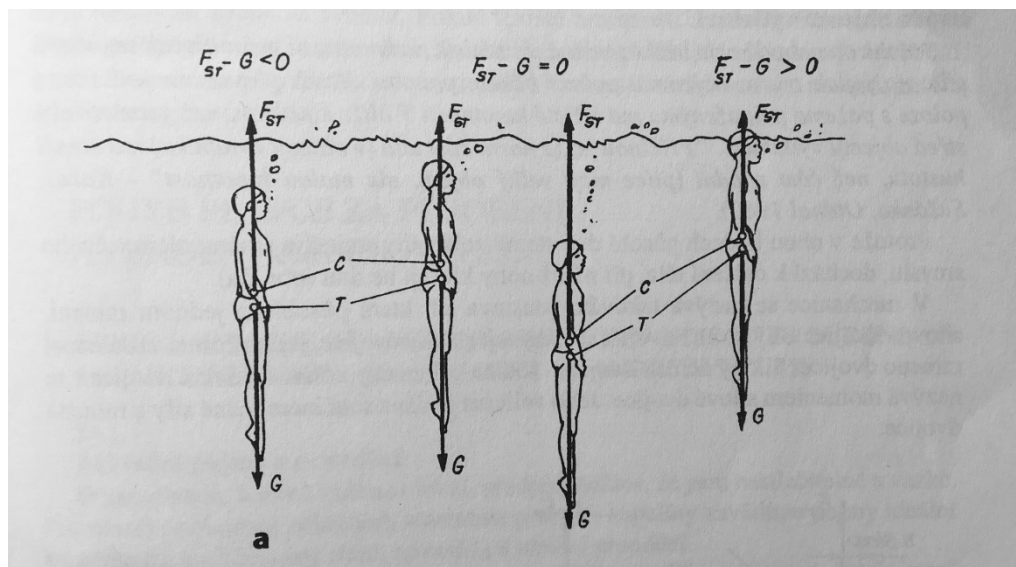
Vobjem těla plavce ponořeného pod vodní hladinou (m^{-3})

F_{st}hydrostatická vztlaková síla (N)

Gtíha těla plavce (N)

ggravitační zrychlení ($m \cdot s^{-2}$)

Hustota těla ρ_{pl} se odvíjí převážně od složení těla. Skladba těla se liší u žen a mužů, dále záleží na věku plavce (Čechovská, Miler, 2008, Hofer et al., 2016).



Obrázek 2 Působení hydrostatického vztlaku a tíhy na plovatelnost plavce ve vodě (Hofer et al., 2016)

Obrázek 2 znázorňuje výsledný působící směr při porovnání tíhy těla G a hydrostatickým vztlakem F_{st} . Z obrázku a z rovnice vyplývá, že mohou nastat 3 varianty plovatelnosti těla.

a) Tíhová síla plavce je větší než hydrostatický vztlak, to je způsobeno hustotou těla plavce, která je vyšší než hustota vody. Plavec klesá ke dnu.

b) Tíhová síla plavce a hydrostatický vztlak je v rovnováze, plavec se volně vznáší ve vodě. Tento stav je dán shodnou hustotou těla plavce ρ_{pl} a vody ρ .

c) Třetí variantou je vznášení těla na hladině. Vztlaková síla je větší než tíhové působení těla, tedy hustota těla plavce je menší než hustota vody ($\rho_{pl} < \rho$).

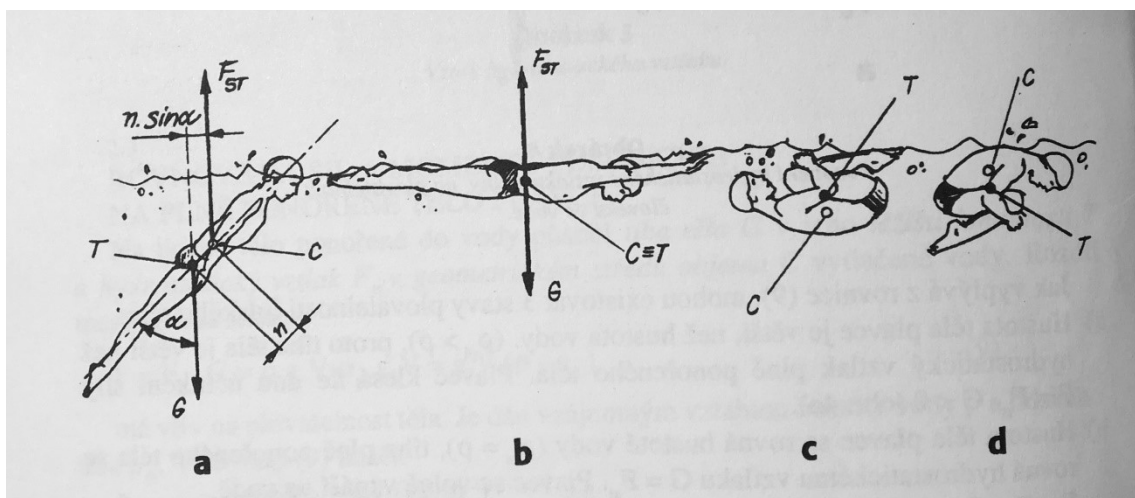
(Hofer et al., 2016)

Z obrázku 2 je vidět, že stejný jedinec se může buďto potápět, volně se vznášet ve vodě, nebo vznášení na hladině. Tento stav může jedinec ovlivnit množstvím vdechnutého vzduchu do plic.

Autorky Čechovská, Novotná, Milerová (2003) uvádějí, že pokud na suchu jedinec váží 60 kg, tak po potopení do vody, jeho váha bude kolem 6 kg. Člověk potopený ve vodě tedy váží zhruba desetinu hmotnosti.

Jak je uvedeno výše, na vznášení těla má vliv rozdíl mezi hustotou těla a vody. Poloha těla ve vodě je však ovlivněna umístěním těžiště hmotnosti T a geometrickým středem objemu výtlačku C . Poloha těchto bodů není běžně totožná a je závislá na hmotnosti jednotlivých částí těla, tvaru, objemu a poloze během plavání (Hofer et al., 2016).

Z obrázku 3 je vidět odlišné umístění těžiště hmotnosti T a geometrického středu objemu výtlačku C . Díky tomu plavec zaujímá rozdílné polohy ve vodě.



Obrázek 3 Vliv umístění těžiště na polohu plavce ve vodě (Hofer et al., 2016)

Podle autorů Ružbarský a Turek (2006) se v populaci nachází 5 % lidí, kterým jejich skladba těla nedovolí vznášet se na hladině. Hustota těla těchto jedinců je vyšší než hustota vody. Je potřeba připomenout, že hustota vody není vždy stejná. Například v mořské slané vodě bude vztlaková síla větší než vztlaková síla ve vodě sladké.

Podle Counsilmana (1974) ovlivňuje splývavost těla: stavba těla plavce, velikost kostí, rozvoj svalstva, rozložení váhy, relativní množství tukových tkání, kapacita plic atd. Všechny zmíněné faktory ovlivňují splývavost a polohu těla ve vodě.

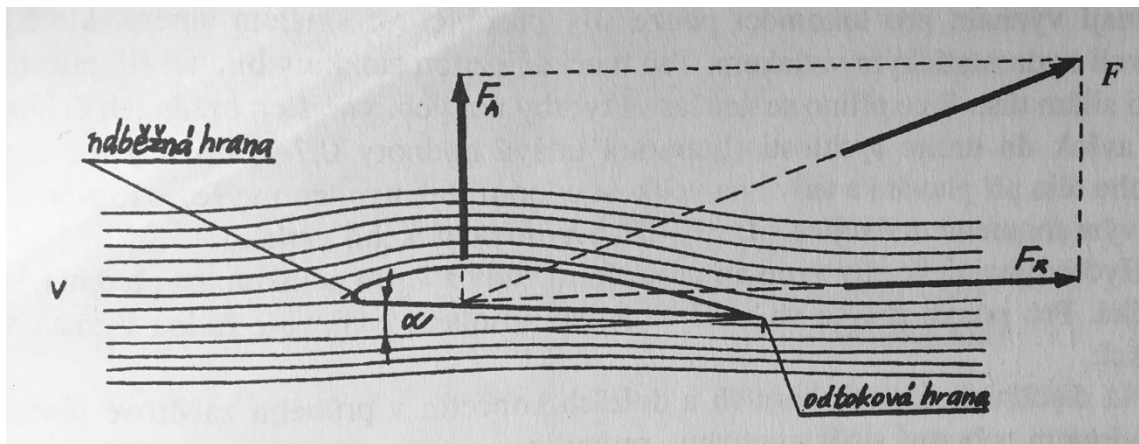
2.1.2 Hydrodynamické síly

Hydrodynamika se zabývá a popisuje problematiku pohybu člověka ve vodě. Z pohledu techniky plavání jsou informace o hydrodynamických silách velmi důležité a cenné. V plavání jsou hydrodynamické síly ty síly, které plavce pohánějí vpřed a naopak síly, které plavce brzdí.

Hydrodynamický vztlak

Hydrostatický vztlak působí na pohybující se těleso ve vodě. Podmínkou vzniku tohoto vztlaku je rozdílná rychlost obtékání vody kolem tělesa. V místech, kde voda obtéká tělo plavce v hydrodynamické poloze po delší dráze, má voda vyšší rychlost a v těchto místech vzniká podtlak. Naopak v místech, kde obtékání vody probíhá pomalejší rychlostí, vzniká přetlak. Vhodným nastavením segmentů těla, lze velikost hydrodynamického vztlaku ovlivnit (Čechovská, Miler, 2008).

Autoři Hofer et al. (2016) vysvětlují vznik hydrodynamického vztlaku na příkladu křídla (obrázek 4). Pokud je křídlo ponořeno do proudící kapaliny pod určitým úhlem náběhu α , tak jsou částice kapaliny na spodní straně povrchu tělesa brzděny. Vůči okolnímu prostředí zde vzniká přetlak, spodní strana křídla je nazývána tlaková. Částičky kapaliny, které se pohybují po horní straně křídla, putují po delší dráze než částičky kapaliny, které obtékají křídlo po druhé straně, jejich proudnice se zhušťují. Na vrchní straně křídla vzniká podtlak, je zde nižší tlak oproti okolí. Díky rozdílným tlakům vzniká sací síla na horní straně křídla. Klíčovým faktorem pro výslednou vztlakovou sílu je geometrický tvar tělesa a jeho úhel náběhu.



Obrázek 4 Vznik hydrostatického vztlaku na křídle (Hofer et al., 2016)

2.1.3 Propulsní síly

Plavec při záběrech horních a dolních končetin působí na částice vody. Díky tomuto působení se plavec posouvá vpřed, vznikají hnací síly. Tyto hnací síly (propulsní) vznikají díky Newtonovým zákonům. Jedinec při plavání se snaží vytvořit optimální hydrodynamickou sílu, která směřuje do směru pohybu a stává se hnací silou plavce. Přitom se snaží, aby tato síla byla generována po co nejdelší dobu s co nejmenším úsilím (Hofer et al., 2016).

Maglischo (2016) poukazuje na složitost vysvětlení vzniku plavecké propulze. Uvádí, že v současné době máme pouze teorie, podle kterých můžeme vysvětlit vznik plavecké propulze.

Postupný pohyb ve vodě je zajištěn aktivním pohybem horních a dolních končetin a to při vzájemném působení svalové síly a hydrodynamických sil. Toto vzájemné působení dává vzniknout propulsní síle. Jedná se o výslednici všech sil uvádějící tělo plavce do pohybu (Ružbarský, Turek, 2006).

Jurák in Čechovská, Miler (2019) ve své práci uvádí, že pro plaveckou lokomoci je charakteristické přerušované působení propulsních sil. Velikost propulsních sil musí být dostatečně velká k překonání odporu vodního prostředí. Plavecké způsoby využívají různé kombinace záběrových pohybů jak horních tak dolních končetin. Každý záběrový pohyb je charakteristický odlišnou frekvencí pohybu, odporem vodního prostředí a rychlostí pohybu, a to přispívá k variabilitě plaveckých výkonů. Plavecká technika je pak efektivnější pokud se neobjevují velké výkyvy rychlosti.

Hnací síly vznikající horními končetinami

Podstatnou hnací složkou při plavání je pohyb horních končetin, nejefektivnější při záběru jsou pohyby ruky a předloktí. Výjimkou je plavecký způsob prsa, při kterém vytvářejí hlavní hnací sílu dolní končetiny. Nelze to však aplikovat obecně, záleží na konkrétním individuálním stylu plavce.

Během 60. let minulého století odborníci zabývající se plaváním hledali vysvětlení, jak objasnit pohyb plavce ve vodě. Stále panovalo přesvědčení, že pohyb horních končetin plavce pod hladinou je stejný jako pohyb pohánějícího kola u parníku. Až na základě odborných prací se ukázalo, že záběr horních končetin probíhá po esovité křivce. Bylo tedy vyvráceno, že by plavci zabírali po přímce vzad. K vysvětlení esovité dráhy záběru je vhodné využít Newtonův třetí zákon akce a reakce. Tento Newtonův zákon nám říká, že každá akce vyvolá reakci opačným směrem. V případě plavání akce (opora ruky o vodu), vyvolá reakci a to pohyb těla v opačném směru působení opory (Jurák, 2019).

“Reakce odporu vody na dlaň definovaná jako „reakce opory“ je dominantní hnací silou plavce a prostřednictvím celého řetězce segmentů horní končetiny se přenáší na trup plavce a vede jej do pohybu vpřed“ (Hofer et al., 2016, s. 33).

K tomu, aby byla výsledná hnací síla horních končetin co nejvyšší, uvádí Hofer et al. (2016) tyto podmínky:

- 1) Optimální tvar ruky (prsty a dlaň), který by se měl přizpůsobit co nejvíce tvaru křídla.
- 2) Vytvářet výslednici sil ve směru plavání po co nejdelší dráze.
- 3) Docílit optimálního úhlu náběhu ruky α . Pokud ruka vykonává pohyb palcem vpřed, úhel α by měl kolísat mezi $45 - 60^\circ$, při pohybu malíčkem vpřed v rozmezí $55 - 70^\circ$.

Hnací síly vznikající dolními končetinami

Při práci dolních končetin se předpokládá, že nejvýznamnější částí dolních končetin při vzniku hydrodynamického vztlaku, je distální část - noha. Stehno ani bérce nejsou příliš vhodné pro vznik vztlaku. Je to dáno kuželovitými tvary těchto částí těla. Při jejich pohybu a to bez ohledu na plavecký způsob, vzniká odpor vody. Avšak i tato reakční síla, kterou lze nazvat „reakce opory“, může vytvářet hnací složku. Podmínky pro vznik propulze u dolních končetin, při plaveckém způsobu kraul, jsou podobné i u ostatních plaveckých způsobů. Trajektorie pohybu nohy při kraulu, znaku a motýlku má tvar sinusoidy. Výslednou rychlost nohy si můžeme představit jako součet tří obvodových rychlostí obecných rotačních pohybů (stehno vůči kyčelnímu kloubu, bérce vůči kolennímu kloubu a nohy vůči hlezennímu kloubu) a postupné rychlosti kyčelního kloubu. Hlavní hnací síla vniká při pohybu nohy směrem dolů (Hofer et al., 2016).

2.1.4 Odporové síly

Při pohybu tělesa v prostředí, například ve vzduchu či v kapalině, těleso překonává odpor prostředí. Odporová síla působí proti směru pohybu. Čím větší bude rychlost tělesa (v našem případě plavce), tím větší bude odpor prostředí (Janura, Janurová, 2007).

Jak už bylo zmíněno výše, čím vyšší bude rychlost, tím větší bude odpor. Autoři Čechovká, Miler (2008) uvádějí, že odpor ve vodě roste s druhou mocninou rychlosti. Pokud tedy zvýšíme rychlost dvojnásobně, tak odpor bude čtyřikrát vyšší.

Celkový odpor vodního prostředí, který působí proti směru pohybu plavce, nazýváme hydrodynamický odpor. Velikost této síly se bude lišit podle toho, zda plavec plave na hladině, nebo pod hladinou. Celkový odpor vody při pohybu na hladině lze sestavit součtem tří základních složek: třecí odpor, vlnový odpor a tvarový odpor.

Třecí odpor vzniká mezi tělem plavce a obtékající vodou. Velikost ovlivňuje povrch, plocha a tvar těla, vliv má i střih a materiál plavek. Brzdící síly se projevují pouze ve vrstvě přiléhající k povrchu těla. Tuto vrstvu nazýváme tzv. mezní vrstvou.

V mezní vrstvě je rychlost proudění odlišná a vzrůstá od nuly při povrchu těla do maximální hodnoty ve vnějším nerozrušeném proudu. Vrstva, o které se bavíme, je kolmá vzdálenost od povrchu těla, v níž rychlost proudu dosahuje 95 – 99 % rychlosti vnějšího proudu. Proudění v mezní vrstvě rozlišujeme na laminární proudění a turbulentní proudění.

U laminárního proudění dochází k menšímu odporu tření. Jedná se o ustálené proudění kapaliny, u kterého mezi sousedními vrstvami přecházejí jen molekuly (mikroskopické částice). Makroskopické částice se mezi vrstvami nemísí, pouze se vůči sobě posouvají ve vrstvách rovnoběžných se směrem proudu.

Turbulentní proudění je značně složitější a dochází u něj k většímu třecímu odporu. Mezi sousedními vrstvami kapalin dochází k mísení mikroskopických a makroskopických částic. Na velikost odporu tření, má velký vliv jaký druh proudění se bude vyskytovat v mezní vrstvě.

Autoři Papić et al. (2020) poukazují na důležitost tvaru trupu při plavání. Například prohnutí plavce v pase a vysazení pánve vzad může mít za následek změnu proudění v bederní oblasti. To vše má za následek zvýšený hydrodynamický odpor.

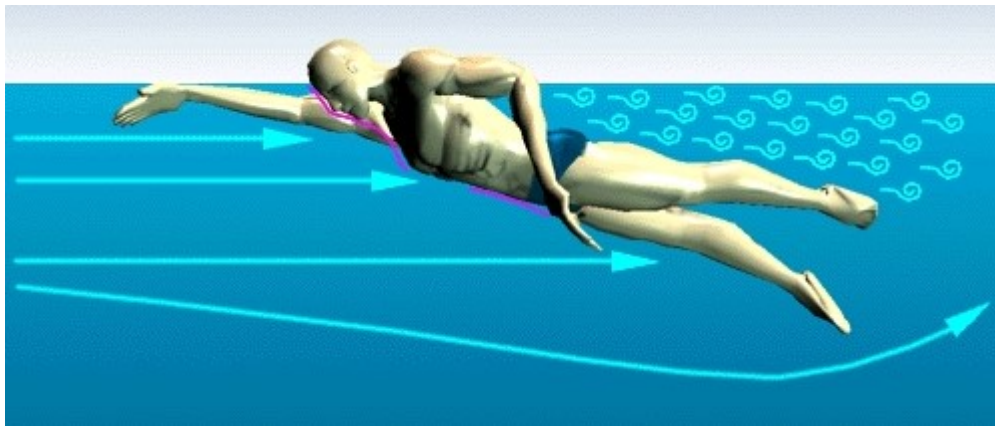
Třecí odpor ovlivňuje tvar tělesa. Nejvýhodnější tvar je tzv. proudnicový. Z živočišné říše s tímto tvarem můžeme zmínit rychlé ryby, z technických těles křídla letadel. Pokud bychom porovnali mužské a ženské tělo ve splývavé poloze, zjistíme, že ženské tělo je bližší profilu laminárním profilům leteckých křídel než tělo mužů. Ženské tělo má nižší odpor, tedy lepší tvar těla pro plavání (Hofer et al., 2016).

Vlnový odpor je ovlivněn tím, jak moc dokáže plavec sladit plavecké pohyby do jednoho celku. Plavec s nedokonalou technikou zpravidla vytváří větší množství vln a to vede k většímu vlnovému odporu. Jedinec s lepší technikou vytváří méně vln a odpor je tudíž nižší. Při plavání pod hladinou je vlnový odpor menší. Toho využívají plavci při delších výjezdech po startu a obrátkách. Díky nižšímu odporu dosahují vysoké rychlosti plavání.

Hofer et al., (2016) uvádějí odporové síly, které vznikají u plaveckého pohybu více do detailu. Hned v počátcích upozorňují, že odpor se bude lišit podle toho, zda plavec plave na hladině, nebo pod hladinou.

To, že při plavání pod hladinou vzniká menší odpor než na hladině, zmiňuje i autor Motyčka (1991).

Tvarový odpor je důležitý jak pro brzdící sílu, tak pro sílu hnací. Nejmenší tvarový součinitel odporu má těleso ve tvaru kapky a naopak největší součinitel odporu má dutá polokoule, která je nastavená výdutí ve směru pohybu plavce. Vznik tvarového odporu se vysvětluje pomocí obtékání lodního trupu se zaobleným tvarem zádě. Na zádi lodi můžeme pozorovat odtržení mezní vrstvy, které je spojené s mohutným zvířeným proudem kapaliny. Za tělesem vzniká tzv. Kármánova řada vírů. To se projeví jako odpor, který nazýváme vírový nebo v našem případě tvarový. Na obrázku 5 je znázorněno, jak za tělesem plavce vzniká zvířený proud kapaliny.



Obrázek 5 Odporů působící na plavce (Osness, 2000)

Indukovaný odpor je brzdící síla, která vzniká při plavání pod hladinou. Pokud se plavec pohybuje pod hladinou, odpadá ze tří složek odporu odpor vlnový. Místo něj však na těle plavce vzniká nový odpor a to odpor indukovaný. Bude-li se však plavec pohybovat pod hladinou s úhlem náběhu, při kterém budou rozdíly mezi přetlakovou a podtlakovou stranou trupu minimální, bude i výsledný indukovaný odpor minimální. Ve výsledku bude indukovaný odpor natolik nízký, že bude oproti třecímu a tvarovému odporu zanedbatelný. Tím můžeme zdůvodnit, proč je plavání pod vodou rychlejší než na hladině.

2.2 Technika plaveckých způsobů

V každém sportovním odvětví řeší sportovec konkrétní pohybový úkol, a to od těch jednodušších až po mnohem složitější. Technikou se rozumí vhodný způsob řešení pohybového úkolu. Technika je prováděna v souladu s možnostmi sportovce s ohledem na biomechanické zákonitosti a neurofyziologické mechanismy řízení pohybu. Pracuje se i s předpoklady sportovce, tedy s kondičními, somatickými a psychickými předpoklady. V průběhu času se technika měnila a vyvíjela, což vedlo k vzestupu sportovní výkonnosti. Sportovci a trenéři se snažili vymyslet a vypilovat svoji techniku k dokonalosti. Byly

zkoušeny nové techniky provedení pohybu a rozvíjeli to, co vedlo k růstu výkonnosti. Technické provedení nejlepších sportovců bylo napodobováno ostatními. K nalezení nejlepší techniky se postupem času začaly využívat nové postupy, např. biomechanická analýza sportovního pohybu, poznatky anatomie, fyziologie a mnohé další obory (Dovalil, 2012).

V plaveckém výkonu je jeden z nejdůležitějších faktorů, pro podání kvalitního plaveckého výkonu technika.

„Technikou plavání se rozumí taková struktura pohybů, která umožňuje dosáhnout nejlepšího výkonu daným plaveckým způsobem při nejmenších ztrátách. Proto se na sportovní technice požaduje, aby byla zdůvodněná, racionální, účinná“ (Hoch et al., 1983, s 24).

Technika plavání vychází ve svých hrubých rysech z pravidel, které v současné době definují čtyři plavecké způsoby: prsa, motýlek, znak a volný způsob. Kromě toho jsou zde zahrnuty starty, obrátky a štafetové předávky (Hoch et al., 1983).

Jedním z hlavních úkolů teorie, která se zabývá plaveckou technikou, je zkoumání její účinnosti a efektivity. Efektivnost techniky se posuzuje podle získaných dat o plavecké lokomoci. Tato data se následně porovnávají s nomogramy. Takto se dá odhadovat efektivita sportovní techniky v celku, avšak ztrátová oblast je zatím nepoznaná (Hofer et al., 2016).

Je potřeba brát v potaz individuální zvládnutí techniky, která se projevuje individuálním stylem. Ve stylu se uplatňují individuální rysy a charakteristiky sportovce, proto styl chápeme jako projev jedinečnosti (Hofer et al., 2016; Perič, Dovalil, 2010).

Některé parametry pro posouzení efektivnosti techniky podle Hofera et al. (2016) jsou:

- Frekvence pohybů: Počet pohybových cyklů za jednotku času.
- Prokluz: Vzdálenost, o kterou se posune ruka při záběru proti směru lokomoce.
- Plavecký krok: Jedná se o vzdálenost, kterou jedinec překoná ve směru plavání v průběhu jednoho cyklu plaveckých pohybů.

Podle autorů Alan M. Nevill et al. (2020) existují pro plavání společné tělesné znaky, které jsou důležité pro celkový výkon a efektivní techniku plavání. Mezi některé tyto

společné znaky patří: široká ramena, méně tuku, velké rozpětí paží, kratší nohy a velké předloktí.

2.2.1 Technika plaveckého způsobu kraul

V tělovýchovné teorii a praxi, do které řadíme i plavání, představuje technika nástroj, který pomáhá plnit pohybový úkol ve sportu. Pohybový úkol v plavání spočívá v překonání určité vzdálenosti a to daným plaveckým způsobem v co nejkratším čase. Technika plavání v hrubých rysech vychází z pravidel plavání, která nám určují čtyři a zároveň jediné plavecké způsoby: kraul, znak, prsa, motýlek.

Historie plaveckého způsobu kraul sahá do starobylého Egypta. Svědčí o tom různá zobrazení plavajícího člověka, která se z té doby dochovala. Lidé se pravděpodobně snažili napodobovat pohyby plavajících zvířat. Nelze tedy mluvit o kraulu, který známe dnes, spíše bychom tento plavecký styl nazvali „puďl“ či „čubička“. Důležité však je, že se jedná o střídavé záběry horních končetin. Velký rozvoj techniky kraul je spojen s obnovením novodobých olympijských her. V roce 1896 na I. olympijských hrách byla zařazena pouze disciplína „plavání“, kde byla stanovena pouze délka trati, jež má být překonána. V té době nejrychlejší plavci využívali techniku trudgeonu. Tato plavecká technika je předchůdcem dnešního plaveckého způsobu kraul. V průběhu let bylo využíváno mnoho podob technik a stylů, díky kterým mohla současná podoba plaveckého způsobu kraul vzniknout. V současné době je kraul nejrychlejším plaveckým způsobem (Hofer et al., 2016).

Plavecký způsob kraul je nejrychlejší a nejefektivnější plavecký způsob. Při kraulu lze nejlépe využít svalovou sílu i kladně působící síly vodního prostředí. Kraul je velmi efektivní plavecký způsob na rozdíl od prsou či motýlku, při kterých vznikají vyšší odporové síly (Heller, 2018).

Provedení plavecké techniky se mezi jednotlivými plavci liší. Velký rozdíl je v technice sprintera a technice vytrvalce. Dále, každý plavec má svůj specifický styl plavání.

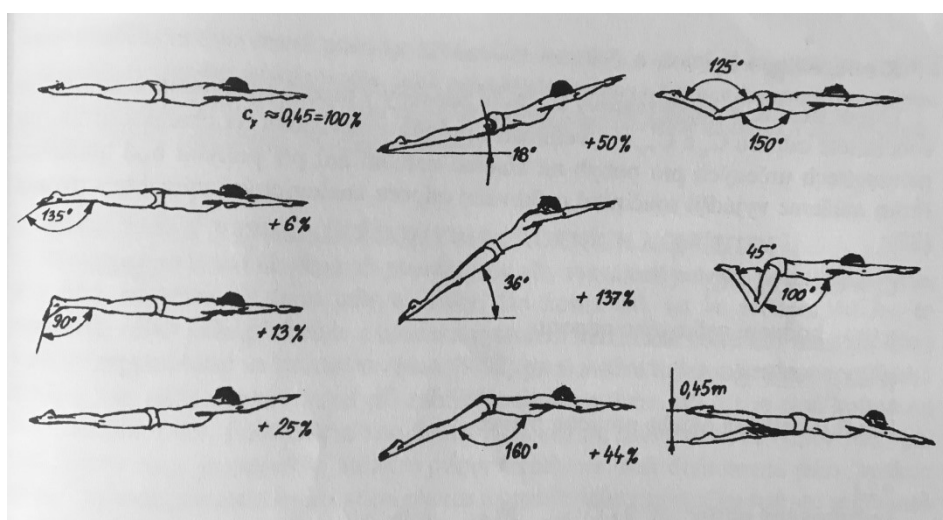
Poloha těla

Poloha těla plavce je velmi významná pro výslednou propulsi. Plavec se snaží zaujmout výhodnou polohu pro záběr a zároveň by jeho poloha měla vytvářet co nejmenší odpor. Technika kraul je svojí polohou těla nejvíce blízká hydrodynamické poloze (Čechovská, Miler, 2019).

Tělo plavce se na hladině nachází v mírně šikmé poloze, ramena jsou mírně výš než boky. Nejnižší se nachází spodní část hrudníku. Samotná šikmá poloha se během plavání mění, rozhodujícím faktorem je rychlost. Při pomalém plavání může úhel mezi hladinou a tělem plavce činit až 10° . Naopak při rychlém plavání může být tento úhel 0° . Hladina je rozrážena temenem hlavy a při provádění výdechu plavec hledí pod hladinu šikmo vpřed (Čechovská, Miler, 2019; Hofer et al., 2016).

Fleischmann (2011) ve své práci poukazuje na rozdíl v poloze těla plavce sprintera a vytrvalostního plavce. Podle autora plavci vytrvalci mají výše položené tělo na hladině a tudíž menší odpor vody a nemusí vynaložit tolik energie k udržení těla na hladině.

Z obrázku 6 můžeme vidět, jak se procentuálně zvyšuje celkový odpor plavce při zvyšujícím se úhlu náběhu. Čím větší je úhel náběhu, tím větší je celkový odpor při plavání.



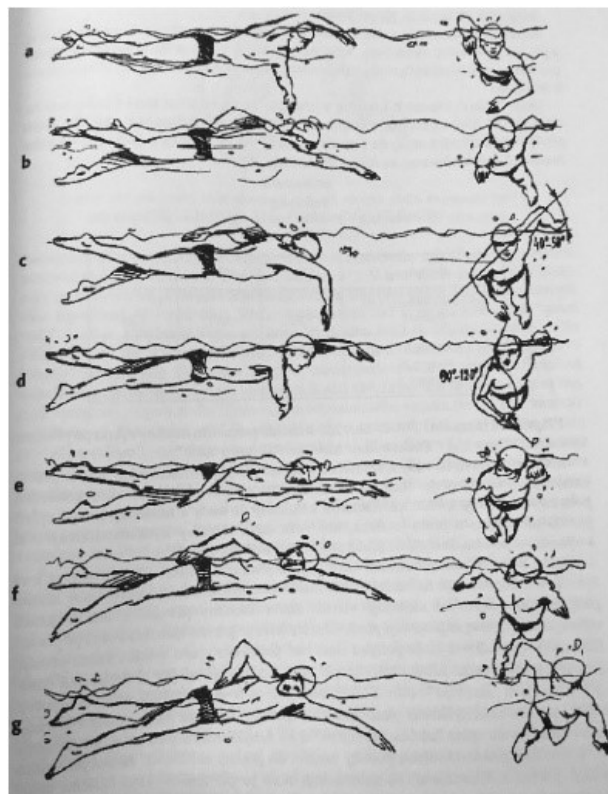
Obrázek 6 Závislost celkového odporu na velikosti úhlu náběhu (Hofer et al., 2016)

Při poloze těla u plaveckého způsobu kraul nesmíme zapomenout na otáčení těla kolem své podélné osy. Toto otáčení bylo v minulosti bráno jako chyba, postupem času se však došlo k závěru, že tato rotace má zásadní vliv na celkovou rychlost plavání. Do rotace těla kolem své podélné osy je zapojené celé tělo od ramen až k chodidlům, přitom větší úhel vychýlení je dosahován v ramenní ose. Mezi odborníky panuje neshoda, zda vychýlování přirozeně vychází z pohybu plavce, nebo zda plavec provádí tuto rotaci vědomě. Během rotace je důležité, aby tělo bylo vytažené a zpevněné tak, aby se nevychylovalo do stran (Čechovská, Miler 2019).

Jurák (2019) poukazuje na to, že rotace ramen, trupu, pánve a nohou do strany při pohybovém cyklu, přispívá k mediolaterálním pohybům ruky během záběrové fáze.

Tento fakt vede autora k tomu, že narůstá odpor na zabírajících plochách ruky. Odborníky bylo dále zjištěno, že rotace trupu nejenže zvyšuje výkon, ale snižuje riziko vzniku syndromu tzv. bolavého ramene.

Maglischo (2003) stejně jako ostatní autoři (Čechovská, Miler, 2019; Hofer et al., 2016; Jurák 2019; Colwin, 1999) uvádí, že plavec by měl při plavání zůstat co nejvíce v horizontální poloze. Autor uvádí několik chyb, kterých se plavci dopouštějí při zaujetí správné polohy těla. Jedna z chyb je zaklánění hlavy. Hlava plavce by měla být v prodloužení těla. Jako další chybu uvádí příliš hluboké kopání dolních končetin. Je potřeba nalézt kompromis mezi hloubkou kopání a velikostí propulsní síly. Dále je uveden laterální směr pohybu těla, tedy boční vychylování těla. Je potřeba, aby se boky a dolní končetiny zbytečně nevychylovaly. Tento problém se vyskytuje u plavání plaveckých způsobů, při kterých se střídají záběrové segmenty, tedy kraul a znak.



Obrázek 7 Kraul - kinogram plavce (Hofer et al., 2016)

Obrázek 7 nám ukazuje jednotlivé klíčové body plavecké techniky kraul. Z obrázku můžeme vidět, jak se mění horizontální poloha plavce (změna úhlu náběhu) a vychylování těla plavce podél podélné osy těla.

Pohyb horních končetin

Rozhodující pro vytvoření výsledné hnací síly jsou horní končetiny. Pažemi je prováděn střídavý pohyb, který je realizován po uzavřené křivce. Horní končetiny pracují střídavě, během jednoho cyklu pohybů horních končetin provede plavec jeden cyklus levou a jeden cyklus pravou končetinou a vše probíhá v určité časové posloupnosti. Délky cyklů horních končetin závisí na délce plavaného úseku a na individuálním stylu daného plavce. Pokud se prodlužuje trať, prodlužuje se i doba cyklu (t_c). Celý cyklus se popisuje v několika klíčových bodech techniky: zasunutí ruky do vody, přípravná, přechodná, záběrová fáze, dokončení pohybu pod hladinou a vytažení paží z vody, přenos paží nad hladinou (Hofer et al., 2016; Čechovská, Miler, 2019).

Přípravná fáze záběru začíná ve chvíli, kdy ruka vstupuje do vody. Ruka vstupuje v pořadí prsty, předloktí a loket. Poté se celá paže postupně natahuje ve směru plavání. Brooks (2011) uvádí, že je důležité v této fázi, aby se plavec vytáhl z ramene a neuspěchal začátek samotného záběru. Důležité je počkat na správný moment.

Při záběrové fázi přechází paže z natažení do fáze, kdy se končetina postupně začíná ohýbat v loketním kloubu. Tento pohyb je doprovázen vnitřní rotací ramene a elevací lopatky. Tato poloha záběrové ruky je nazývána „poloha vysokého lokte“ (Hofer et al., 2016; Brooks, 2011). Loket plavce by neměl poklesnout pod úroveň dlaně a ramene. Pokud loket klesne níže, dochází ke špatnému pákovému efektu, záběr není efektivní a dochází k „prokluzu“ ruky (Colwin, 1999).

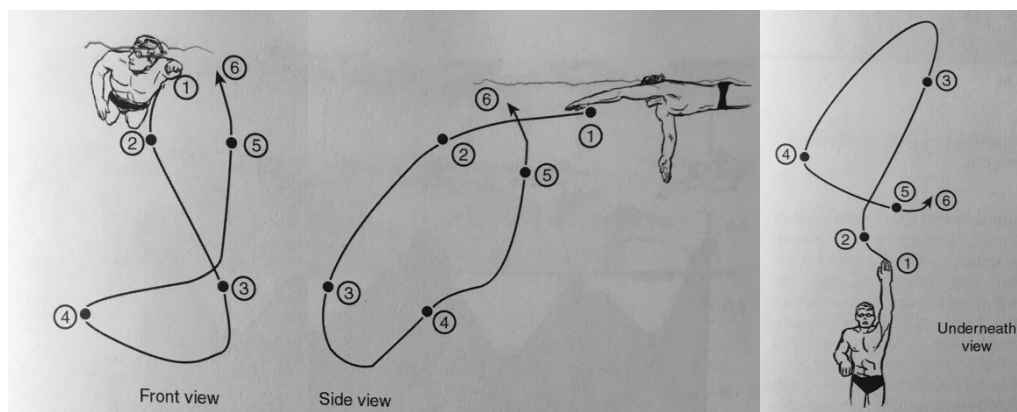
Aby byl záběr co nejefektivnější, musí být prováděn po co nejdelší dráze. Plavci často vytahují ruku příliš brzy, tím zkracují záběr a technika není tolik efektivní. Je důležité, aby ruka plavce během záběrové fáze, zaujala polohu vysokého loktu. V tu chvíli by měl plavec cítit odpor vody na dlani, vnitřní straně předloktí a vnitřní straně horního ramene. Plavec musí být zároveň trpělivý. Segmenty těla je potřeba vhodně nastavit, aby byl cítit odpor a až poté může být prováděn efektivní záběr. Rychlost pohybu paže by neměla být stále stejná, ale naopak, rychlost pohybu by se měla stupňovat (Brooks, 2011). Na to, že by záběr neměl probíhat stále stejnou rychlostí, poukazuje i Colwin (1992).

Autor Laughlin (2013) tvrdí, že pouhé prodloužení záběru nemusí vést ke zlepšení efektivnosti práce horních končetin. Podle autora, je mnohem důležitější, o jakou vzdálenost se tělo posune vpřed během záběru. To samozřejmě neplatí jen pro plavecký způsob kraul, ale pro všechny plavecké způsoby.

V literatuře se můžeme setkat s dělením záběrové fáze na fázi přitažení (insweep) a fázi odtlačení (upsweep). Přitažení je moment, kdy plavcova ruka zaujímá polohu vysokého lokte. Odtlačení je fáze, kdy ruka dokončuje záběr a rameno se vrací zpět do vodorovné polohy (Hofer et al., 2016; Maglischo, 2003).

Průběh trajektorie horních končetin

Ve 20. století se předpokládalo, že optimální záběr horních končetin z hlediska hnací síly musí probíhat proti směru lokomoce plavce. Dalším předpokladem bylo, že ruka (distální část paže) musí při záběrové fázi zaujímat polohu, při níž je dlaň v pravém úhlu na směr pohybu ruky. Pozdější provedené filmové záznamy, které byly provedeny na špičkových plavcích, však tyto předpoklady nepotvrdily (Hofer et al., 2016; Maglischo 2003).

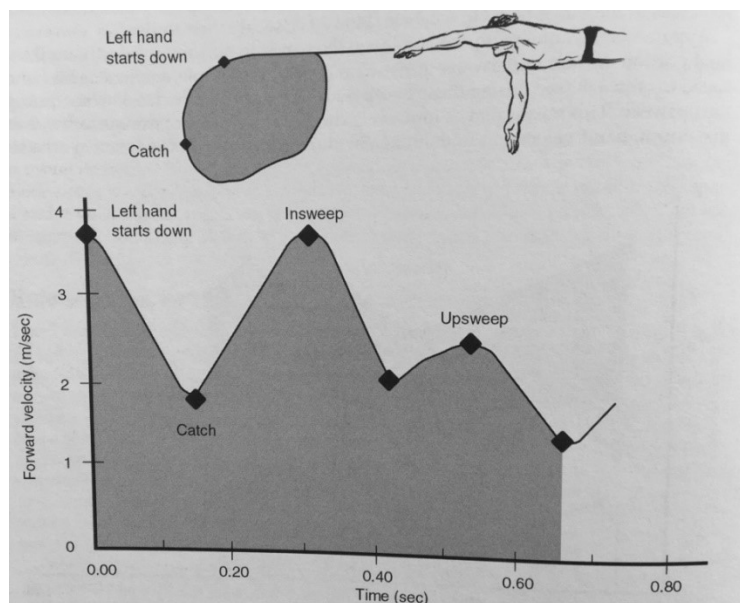


Obrázek 8 Kraul - trajektorie záběru horních končetin (Maglischo, 2003)

Na obrázku 8 jsou znázorněny trajektorie záběru horních končetin z různých úhlů pohledu. Jednotlivá čísla nám značí fáze záběru:

- 1–2 vstoupení ruky do vody a fáze natažení (přípravná fáze),
- 2–3 zachycení vody (přechodná fáze),
- 3 chycení vody (přechodná fáze),
- 3–4 přitažení (záběrová fáze),
- 4–5 odtlačení (záběrová fáze),
- 5–6 ukončení záběru a vytažení ruky (fáze vytažení).

Z grafického záznamu trajektorie je zřejmé, že záběr horních končetin není prováděn jen proti směru lokomoce, ale trajektorie ruky se v průběhu záběru mění. Ruka se pohybuje proti směru lokomoce, do stran a dokonce i ve směru lokomoce (velké brzdné účinky).

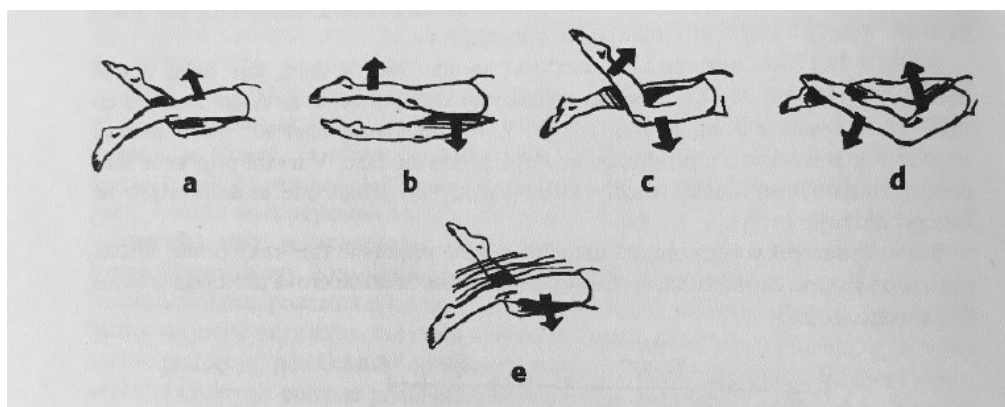


Obrázek 9 Dopředná rychlost v průběhu záběrové fáze (Maglischo, 2003)

Z obrázku 9 lze dobře vidět, jak se mění dopředná rychlost v jednotlivých fázích záběru. Vidíme, že kroulový záběr dosahuje dvou maxim, a to ve fázi přitažení (insweep) a ve fázi odtlačení (upsweep). V těchto fázích dosahuje dopředná rychlost nejvyšších hodnot.

Pohyb dolních končetin

Práce dolních končetin je charakteristická střídavým vlnivým kmitáním v rozsahu do 50 cm. Špičky chodidel jsou propnuté a směřují k sobě. Samotný pohyb dolních končetin vychází z kyčelního kloubu. Kolenní kloub nevykonává aktivní práci, naopak v hlezenním kloubu je pohyb prováděn v plném rozsahu. Pohyb bérců je vždy opožděný a navazuje na pohyb stehien. Dá se říci, že pohyb dolních končetin je jakýmsi vlnivým pohybem, který se podobá pohybu ryb. Ovšem lidská anatomie umožňuje napodobit pohyb ryb jen částečně. Pro správnou a efektivní práci dolních končetin je důležitý velký rozsah a uvolněnost v hlezenním kloubu. Podle počtů kopů připadajících na jeden pohybový cyklus horních končetin rozlišujeme: šestiúderový kroul, dvouúderový kroul či čtyřúderový kroul. Počet kopů se liší podle délky plavané trati. Šestiúderový kroul plavci uplatňují na tratích 50 – 200 metrů, naopak při delších tratích řada plavců využívá práci nohou v menší míře a uplatňuje dvouúderový kroul. Dokonce je řada plavců a trenérů, která zpochybňovala význam propulsní síly nohou při kroulu. (Hofer et al., 2016; Čechovská, Miler, 2008)



Obrázek 10 Kraul - pohyb dolních končetin (Hofer et al., 2016)

Z obrázku 10 můžeme vidět střídavé záběry (kmitání) pravé a levé nohy. V bodě b je dobře vidět uvolnění a velký rozsah hlezenního kloubu. Při provádění kopů není noha zpevněná v jedné rovině, ale celá noha se postupně ohýbá a je zapojován kyčelní, kolenní a hlezenní kloub.

Dýchání

V plavání je dýchání úzce spjato s pohybem horních končetin. Při plaveckém způsobu kraul začíná plavec nadechovat ve chvíli, kdy paže na straně nádechu již záběr ukončila a je vytahována z vody. Druhá paže se nachází v přípravné fázi, nebo v přechodné fázi. Vdech ústy je krátký a silný v těsné blízkosti vodní hladiny. Hlava je mírně vytočena na stranu vdechu (Hofer et al., 2016).

2. 2. 2. Technika plaveckého způsobu motýlek

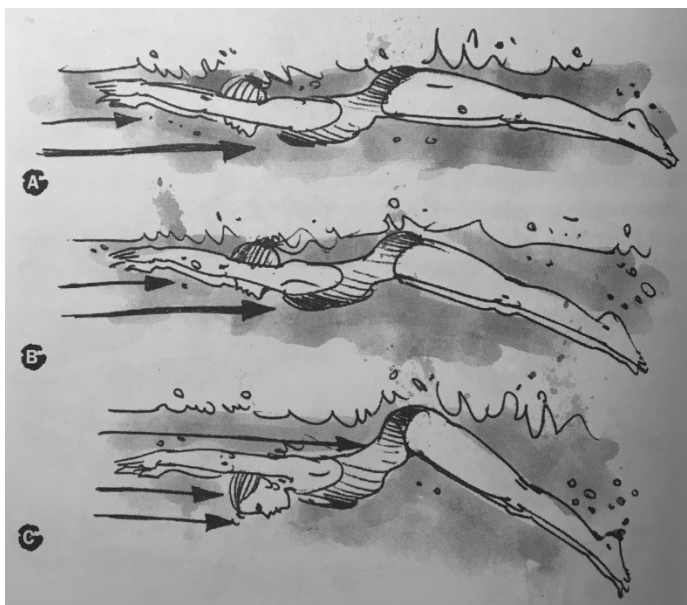
Plavecký způsob motýlek je jeden z nejmladších plaveckých způsobů. Historie vzniku sahá do třicátých let dvacátého století. Udává se, že první podnět ke vzniku motýlku dal německý prsař E. Rademacher. Tento plavec začal při plaveckém způsobu prsa dotahovat záběr horními končetinami až ke kyčlím a následný přenos vpřed provedl nad hladinou. Postupem času vznikla nová plavecká technika motýlek. I přes vznik nové plavecké techniky plavali prsaři a motýlkáři pospolu. Až po Olympijských hrách v roce 1952 v Helsinkách byl v pravidlech vymezen nový plavecký způsob motýlek (Hofer et al., 2016).

Plavecký způsob motýlek je druhý nejrychlejší plavecký způsob po kraulu. Motýlek je koordinačně náročný a klade i vysoké nároky na tělesnou zdatnost. Vzhledem k vlnivému pohybu těla se vžil pro tento plavecký způsob název delfín. V pravidlech však zůstává název motýlek (Čechovská, Miler, 2008).

Poloha těla

U motýlka je velmi důležitá pohyblivost v oblasti páteře a dobrá kondice břišních a zádočných svalů. Z těchto důvodů je motýlek považován za neobtížnější plavecký způsob. Poloha těla při motýlku není stálá, ale mění se pravidelně v závislosti na pohybových cyklech. Úhel mezi podélnou osou těla a hladinou se mění v závislosti na rychlosti plavání, rozsahu záběru dolních končetin a efektivitě záběru dolních končetin. Význam při poloze těla hraje i rozsah pohybů ramen a hlavy ve vertikálním směru. Pokud je tento rozsah příliš velký, zvyšuje se tvarový a vlnový odpor plavce (Hofer et al., 2016).

Na obrázku 11 je znázorněn vertikální pohyb plavce. Podle autorů Čechovská, Miler (2008) je optimální rozsah pohybu znázorněn pod písmenkem B (obrázek 11). Pokud se na obrázek podíváme, uvidíme síly působící proti směru plavání. U písmenka C jsou tyto brzdící síly největší, a proto se takovýto rozsah pohybu nevyplatí. Naopak u obrázku A jsou brzdící síly shodné s obrázkem B, ale poloha těla na obrázku B je efektivnější, protože plavec udělá efektivnější kop, díky většímu rozsahu pohybu, při zachování nízké hodnoty brzdící síly.



Obrázek 11 Motýlek - vertikální rozsah pohybu (Čechovská, Miler, 2008)

Úskalím při plaveckém způsobu motýlek je fáze přenosu paží, kdy není vytvářen výrazný impulz pro plavání vpřed. Vzniká tzv. mrtvý prostor, kdy plavec ztrácí rychlost (Brooks, 2011; Richards, 2008)

Motýlek je tradičně považován za velmi náročný plavecký způsob, při kterém je potřeba velké svalové úsilí a vytrvalost. Avšak Richards (2008), ve své publikaci uvádí, že

vědecké důkazy tuto zažitou představu plně nepodporují. Úsilí potřebné k plavání rychlého motýlka je podobné jako u jiného plaveckého způsobu.

Pohyb horních končetin

Oproti kraulu zabírají při motýlku horní končetiny symetricky a současně. Jako začátek pohybového cyklu je brán moment, kdy jsou obě ruce v předpažení. Během jednoho pohybového cyklu je proveden záběr pod hladinou a přenos paží nad hladinou zpět do polohy k začátku dalšího pohybového cyklu. Pohyb horních končetin je podobný jako pohyb horních končetin u kraulu (Hofer et al., 2016; Čechovská Miler, 2008).

Hofer et al. (2016) rozlišuje u motýlka tyto fáze práce horních končetin: přípravná a přechodná, záběrová, vytažení a fáze přenosu.

Přípravná a přechodná fáze

Poté co se paže přenesou vzduchem vpřed, tak vstupují do vody přibližně v šíři ramen a začíná přípravná fáze. Při této fázi jsou dlaně vytočeny mírně vně, takže ruce pronikají do vody palcovou hranou. Ruce pronikají do vody palcovou hranou z důvodu nižšího odporu. Paže plavce jsou v loktech mírně ohnuté. Mírné ohnutí paží v loktech umožňuje plavci lépe zvládnout přechod od zanoření paží k přípravné fázi a poté k přechodné fázi. Poté co se dlaně dostanou pod hladinu, pokračují v pohybu vně a směřují mírně vpřed, paže se zároveň natahují. Když ruce překročí šířku ramen, paže se pohybují vpřed, dolů a vně od středu těla. Pohyb je veden po kruhové dráze, ruce se začínají ohýbat v loktech (Hofer et al., 2016).

Záběrová fáze

Po vstupu rukou do vody dochází ke zpomalování rychlosti pohybu horních končetin, než jsou připravené provést začátek záběru. Stejně jako u kraulu se tento bod nazývá uchopení. Následuje fáze přitažení, ruce směřují dovnitř k podélné ose těla, vzad a nahoru. Dochází k vnitřní rotaci ramenních kloubů, ohýbání loketních kloubů a elevaci lopatek (Hofer et al., 2016; Colwin, 1992; Čechovská, Miler, 2008; Hannula, Thornton 2012). V okamžiku, kdy ruka protíná svislou rovinu proloženou osou ramenní, úhel mezi paží a předloktím dosahuje v rozmezí 120 až 90 stupňů. Při první fázi záběru tvoří náběhovou stranu palcová strana.

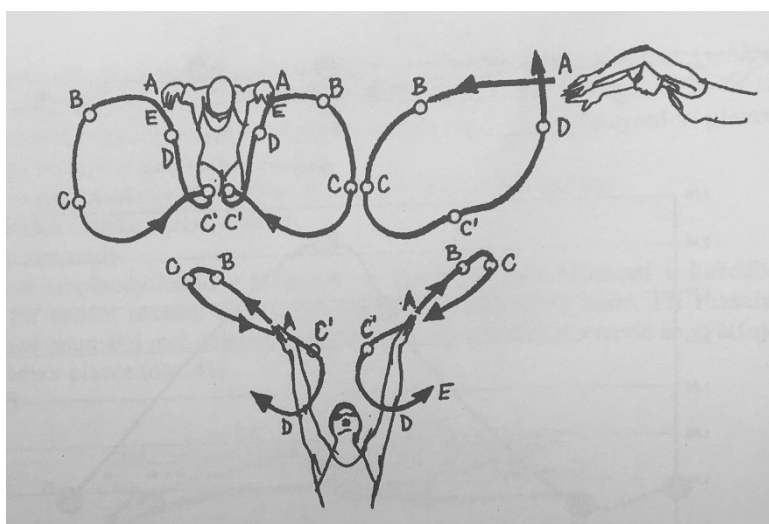
Během druhé části záběru se mění náběhové hrany, voda začíná nabíhat přes malíkovou stranu. Ruce jsou nejbližší u sebe a jejich dráha pohybu se mění na pohyb vně do podélné

osy těla. Plavec tlačí ruce vzad, ven a vzhůru a do úrovně steh. Během fáze odtlačení se ruce natahují v loketních kloubech.

Stejně jako u kraulu se rychlost v průběhu záběru mění. Nejvyšší rychlost při motýlku dosahují horní končetiny v poslední části odtlačování. V tento moment se rovněž plavec pohybuje nevyšší rychlostí (Hofer et al., 2016; Čechovská, Miler, 2008; Colwin, 1992).

Vytažení a fáze přenosu

Po dokončení záběrové fáze se uvolněné paže dostávají z vody nad hladinu. Nejprve z vody vystupují lokty a poté ruce. Ruce jsou vytočeny dovnitř a palce směřují k hladině, lokty jsou ohnuté a narovnávají se až ve fázi přenosu. Během přenosu horních končetin vpřed jsou paže uvolněné a ramena vystupují mírně z vody (Hofer et al., 2016).



Obrázek 12 Motýlek - dráhy záběru (Hofer et al., 2016)

Obrázek 12 ukazuje trajektorii záběru horních končetin. Písmena AB znázorňují přípravnou fázi, BC přechodnou fázi, CC' přitažení, C'D odtlačení, DE fázi vytažení. Z obrázku 12 je dobře patrná esovitá trajektorie záběru a změny v pohybu rukou v horizontální a vertikální rovině. Délka záběru se mění s měnící se rychlostí plavání.

Pohyb dolních končetin

Pohyb delfinových nohou je určitou podobou kraulového kopu. Rozdíl je však v tom, že nohy zabírají současně a v kolenou jsou více pokrčené. Hnací síla je vytvářena v průběhu kopu, kdy pohyb nohou směřuje dolů. Největší plochou opory jsou vnější nártý a dolní část holeně. Pohyb vychází z křížové oblasti a kyčelního kloubu. Kop směrem dolů je vykonáván aktivně a vede k vyzdvižení pánve a snížení hrudníku. Fáze kopu směřujícího nahoru je vykonávána s menším úsilím, časově je delší, přičemž se pánev snižuje a

hrudník se zvedá. Velmi důležité pro práci nohou je pohyb pánve (Macejková, Benčuriková, 2014).

Jednotlivé fáze záběru dolních končetin při motýlku rozlišuje Hofera et al. (2016) na fázi vzestupnou a fázi dolů. Vzestupná fáze začíná ve chvíli, kdy jsou obě dolní končetiny natažené, a pánev je na hladině. Dolní končetiny jsou natažené v kolenních kloubech, následuje extenze v kyčelních kloubech a nohy pokračují směrem nahoru, dokud nedosáhnou nejvyššího bodu své dráhy. Dále následuje fáze dolů, která je započata flexí v kyčelních kloubech. Při pokračování v pohybu se kolena mírně ohýbají. Ohnutí v kolenou nastává přirozeně jako výsledek tlaku vody na záběrové oblasti nohou i jako reakce na předchozí kmitavý pohyb pánve. Poté se dolní končetiny v důsledku rychlé, dynamické extenze natahují v kolenních kloubech. Konečná fáze pohybu končící v nejnižším bodě je zakončena ploutvovitým pohybem nártů směřujících směrem dolů do dorzální flexe.

Při motýlkovém kopu je důležitá mobilita a uvolněnost kotníku. Na konci pohybu vzniká ploutvovitý pohyb nártů, který výrazně ovlivňuje velikost vytvořené propulsní síly (Macejková, Benčuriková, 2014; Hofer et al., 2016).

Delfínová technika se vyznačuje sinusoidou, tedy pravidelnou křivkou, tvořenou pohybem kotníků. Pohyb dolních končetin je shodný pod hladinou i při hladině. Rozdíl je však ve vynaloženém úsilí. Pokud je pohyb dolních končetin vykonáván na hladině, je maximální svalové úsilí vynaloženo na záběr nohama směrem dolů. Jestliže delfínové vlnění provádíme pod hladinou, je svalové úsilí rozloženo rovnoměrně mezi obě záběrové fáze. V posledních letech se ukazuje, že je rychlejší a efektivnější delfínového vlnění pod hladinou.

Tvar výsledné sinusoidy při vlnění se odvíjí od velikosti propulsní síly, rychlosti plavce a dráze pohybu kotníků ve svislé rovině. Pokud bude vyšší relativní svislá rychlost kotníků nohou (při stejné dráze) a menší postupná rychlost, tím více bude příkrý tvar sinusoidy a naopak. Při vlnění musí také plavec volit optimální velikost amplitudy kmitu v kotnicích. Nesmí být příliš malá, ani příliš velká, ale taková, aby vznikla největší propulsní síla (Hofer et al., 2016).

Souhra horních a dolních končetin

Při hodnocení souhry horních a dolních končetin je potřeba brát v úvahu jednotlivé síly, díky kterým se pohybují segmenty těla po sinusoidě vpřed. Pohyby jednotlivých částí těla

se nesmějí navzájem rušit, ale měly by se navzájem podporovat. První kop dolních končetin začíná před vstupem paží do vody a pokračuje až do zanoření paží. Druhý motýlkový kop je prováděn během fáze odtlačování horních končetin, tudíž druhý kop podporuje záběr horních končetin (Hofer et al., 2016).

Dýchání

Provádění nádechu při motýlku je poměrně obtížné. Vdech by neměl narušit plaveckou souhru. Samotný nádech začíná při fázi přitahování, kdy se hlava mírně zvedá. Ve fázi odtlačování se již plavcova hlava dostává nad úroveň hladiny a je proveden vdech, který je ukončen v první polovině přenosu paží. Při provádění vdechu se nacházejí ústa co nejbližší k hladině. Na konci přenosové fáze je již čelo ponořené ve vodě (Hofer et al., 2016).

2.3 Charakteristika plaveckého výkonu

Sportovní výkony se uskutečňují ve specifických pohybových činnostech, jejichž obsahem je řešení úkolů, které jsou vymezeny pravidly daného sportu, a jedinec v nich usiluje o maximální uplatnění svých výkonových předpokladů. Tyto činnosti, které jsou ovlivňované vnějšími podmínkami provedení, reprezentují určité požadavky na organismus a osobnost člověka (Jansa, Dovalil a spol., 2007).

Sportovní výkon je průběh i výsledek dané činnosti ve sportovním odvětví či disciplíně, reprezentuje aktuální možnosti sportovce. Sportovní výkon se řadí k základním kategoriím sportu i tréninku a snaha dosahovat maximálních výkonů je jejich charakteristickým rysem. Z pohledu dělení rozlišujeme relativně maximální a absolutně maximální výkony. Relativně maximální chápeme z pohledu maximálního výkonu daného sportovce. Jedná se o výkony, které jsou nejvyšší vzhledem ke schopnostem a možnostem konkrétního jedince (osobní maximum). Za absolutně maximální výkony se považují počiny, které tvoří rekordy oddílů, kraje, státu, kontinentu, světa, olympijských her atd. Oba typy mají svou společnou hodnotu, i když poněkud odlišnou (Dovalil kol., 2008).

Podle Procházky a Macejkové (2003) je sportovní výkon ve své vnitřní podstatě určen faktory, které mají vnitřní organizaci, strukturu. Struktura je dynamickou jednotkou, při které nejen celost a samostatnost jednotlivých částí, ale především jejich optimální hierarchie komplexně určují sportovní výkon.

Důležitou pozornost však nezasluhuje jen výčet jednotlivých faktorů a jejich uspořádání ve struktuře výkonu, ale také jejich vzájemná interakce v rámci celého systému. Strukturní modely sportovního výkonu nám pak pomáhají identifikovat důležité komponenty soutěžního výkonu a na straně druhé nám pomáhají integrovat výkonnostní předpoklady, které hrají roli při realizaci sportovního výkonu (Hohmann, Lames, Letzelter, 2010).

Díky vrozeným dispozicím, prostředí a záměrnému tréninku se postupně vytváří struktura psychofyzických předpokladů k různým typům sportovních činností. Je potřeba chápat tento komplex jako celek, který je složen z dílčích vzájemně propojených částí. Za jedny z nejdůležitějších složek struktury sportovního tréninku, považuje, Dovalil a kol. (2012) těchto pět faktorů:

- Somatické faktory – jedná se o konstituční znaky jedince, které jsou spjaty s příslušným sportovním výkonem.
- Kondiční faktory – jedná se o soubor pohybových schopností.
- Technické – souvisejí se specifickými sportovními dovednostmi a jejich technickým provedením.
- Taktické – jde o tvořivé jednání sportovce („činnostní myšlení“, paměť, vzorce jednání jako taktické řešení).
- Psychické – zahrnují kognitivní, emoční, a motivační procesy aplikované v řízení a regulaci jednání, které vycházejí z osobnosti sportovce.

Každý sportovní výkon, z pohledu jeho struktury, charakterizuje jak počet, tak i uspořádání jednotlivých faktorů (schéma 1). U některých výkonů může dominovat převážně jeden faktor. Jiné výkony mohou být postaveny naopak na existenci většího zastoupení faktorů, které jsou pro úroveň daného výkonu nezastupitelné (Dovalil a kol., 2012).

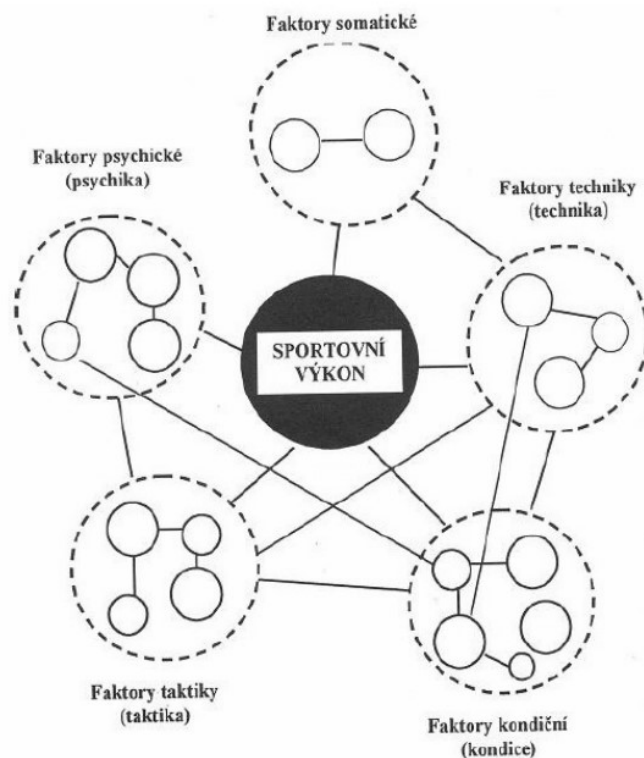


Schéma 1 Struktura sportovního výkonu (Dovalil a kol., 2012)

Schéma 2 nám podrobněji znázorňuje jednotlivé předpoklady, které ovlivňují plavecký výkon. Pokud se podíváme na schéma 1 a schéma 2, zjistíme, že obě schémata obsahují 5 základních faktorů (kondiční, taktické, psychické, somatické, technické), které jsou pro výkon klíčové. Schéma 2 následně rozpracovává zmíněných 5 základních faktorů pro sportovní výkon.

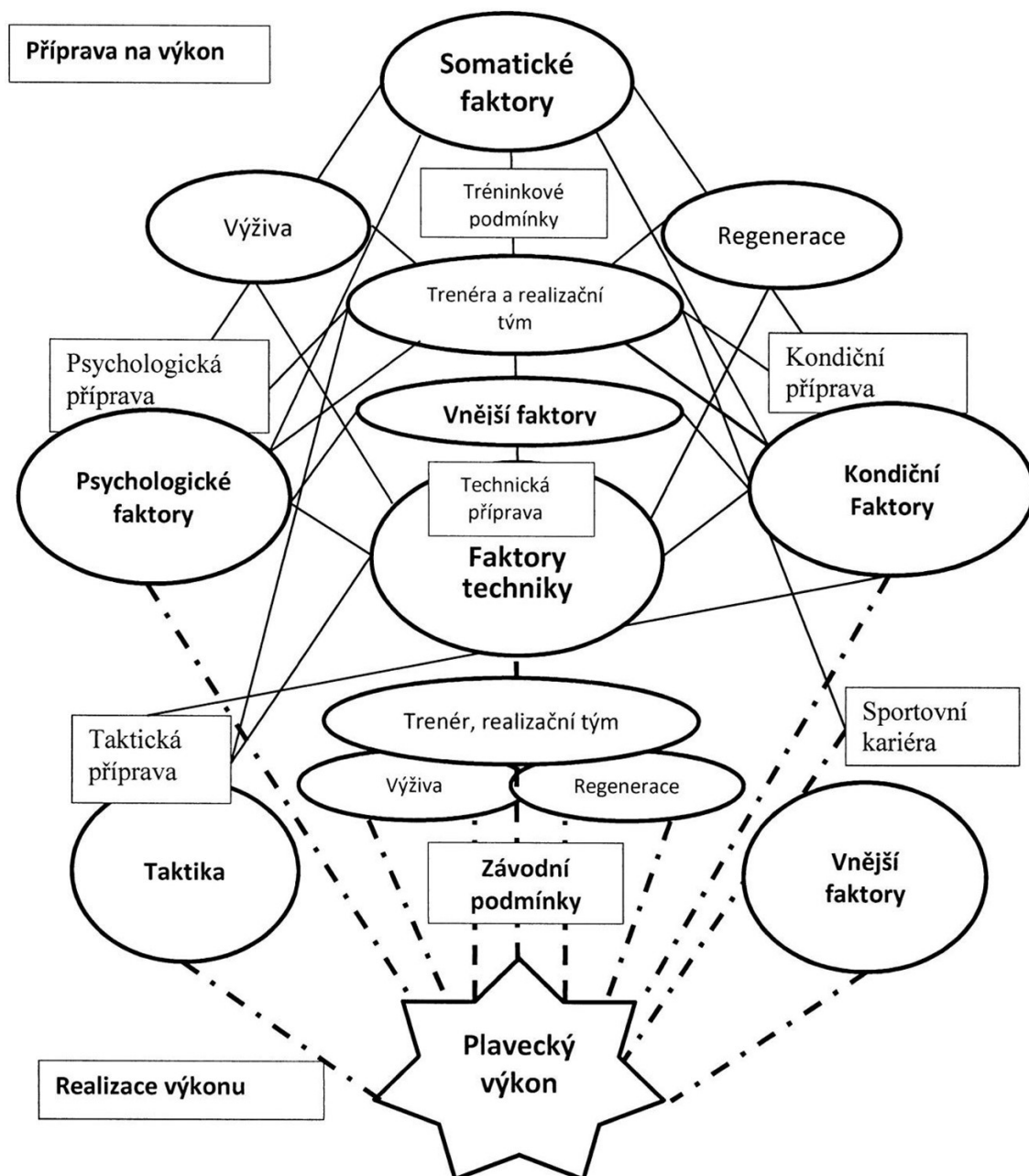


Schéma 2 Struktura předpokladů ovlivňujících plavecký výkon (Pokorná, Čechovská, 2009 in Jurák, 2018)

Charakter výkonu ve sportovním plavání ve velké míře ovlivňují změny organizačního řádu a pravidel plavání. Rozhodující je i v jakém bazénu se soutěž koná, buďto na krátkém (25 m) nebo dlouhém (50 m). V bazénovém plavání se závodí od padesátimetrového sprintu ve všech disciplínách až po nejdlejší kraulařské disciplíny 800 m a 1 500 m. Variabilita plaveckého výkonu je velmi pestrá a různé disciplíny vyžadují jiné pojetí taktiky při soutěži a výrazné změny v plavaném tréninku (Pokorná, Čechovská, 2009).

Plavání je sport, u kterého je charakteristické cyklické zatěžování velkých svalových skupin. Vzhledem k velké variabilitě plaveckých disciplín jsou kladeny vysoké nároky na aerobní i anaerobní kapacitu organismu. Z pohledu pohybové struktury se jedná o sport s vysokou standardizací a malou variabilitou pohybové činnosti. Plavání využívá čtyři základní závodní způsoby (motýlek, znak, prsa a volný způsob) a disciplínu polohový závod s využitím všech plaveckých způsobů v přesně stanoveném pořadí. Disciplíny se plavou v rozmezí 50 až 1500 m (Lukášek, 2014). Plavecký výkon je determinován mnoha participujícími faktory, které však mají různou váhu. Role a váha jednotlivých faktorů se mění v závislosti na čase, z čehož vyplývá nemožnost vytvoření univerzálního schématu. Procházka a Macejková (2003) popisují plavecký výkon z pohledu tří složek faktorů – somatických, motorických a psychických. S podobným náhledem se setkáváme i u Lukáška (2014) (tabulka 1).

Tabulka 1 Struktura plaveckého výkonu (Lukášek, 2014)

Motorická kapacita	Somatické předpoklady	Psychické schopnosti
60 %	20 %	20 %
vytrvalost 50 %	plovatelnost těla 40 %	houževnatost 70 %
síla 30 %	délka končetin 30 %	bojovnost 15 %
obratnost 20%	výška, hmotnost 30 %	vůle 15 %

V závodním plavání rozlišujeme plavce:

Sprinter se zaměřuje na disciplíny od 50 do 100 metrů. Má velké zastoupení rychlých svalových vláken a jeho svalový objem bude ze všech plavců největší. Plavci sprinteři dokáží vyvinout vyšší sílu při záběrech horních a dolních končetin. Během sprintu zaujímají vysokou polohu na hladině, ale pouze po omezený čas. Rozložení svalových vláken je v poměru 55 – 60 % rychlých a 40 – 45 % pomalých. Toto zastoupení se liší oproti běžcům sprinterům. Ti dosahují většího zastoupení rychlých svalových vláken (Fleischmann, 2011).

Plavec na střední tratě (Středotrat'ář) plave tratě od 200 do 400 metrů, rychlá a pomalá vlákna jsou v rovnováze. Všeobecně tito jedinci nebudou dosahovat výbušnosti sprinterů, ale jejich sprinterská rychlost bude dostatečná pro zahájení závodu v závodním tempu i pro rychlý finiš (Maglischo, 2003).

Vytrvalec se specializuje na tratě dlouhé 800 až 1 500 metrů. Svalová vlákna jsou rozložena v poměru 66 % pomalá svalová vlákna a 34 % rychlá svalová vlákna. Tito plavci jsou z pravidla lehčí, mají lehké kosti a menší svalový objem. Díky tomu vytrvalci snáze zaujmou vyšší polohu na hladině, mají tedy nižší odpor při plavání a zároveň jim stačí méně energie k udržení těla a nohou na hladině (Hannula, Thornton, 2001; Fleischmann, 2011).

Plavci se od sebe neliší jenom stavbou těla, ale je potřeba brát v potaz také fyziologické charakteristiky zatížení. Autoři Gransgruber, Cacek (2008) ve své publikaci rozlišují tři skupiny energetického krytí:

- 1) Na tratích do 50 metrů převažuje anaerobní získávání energie (ATP-CP 65 % : LA 30 % : O₂ 5 %).
- 2) Na tratích do 200 metrů je poměr energetického krytí přibližně vyrovnaný (ATP-CP 10 % : LA 50 % : O₂ : 40 %).
- 3) Na delších tratích (1 500 m) převládá aerobní získávání energie (ATP-CP 2 – 5 % : LA 20 % : O₂ : 70 – 80 %).

2.3.1 Charakteristiky plaveckého výkonu kraul

Autor Hejkalová (2017) odkazuje na Maglischo (2015), který poukazuje na rozdílnou závodní techniku sprinterů a vytrvalců. Podle autora plavci na krátké tratě zabírají téměř bez esovité křivky pod hladinou s téměř napnutou paží. Paže se během záběru krčí jen minimálně. Hlavními záběrovými plochami jsou předloktí a mírně rozevřené dlaně.

Dalším rozdílem v technice kraul vytrvalců a sprinterů je frekvence nádechů. Autoři Brtník, Čechovská in Čechovská, Miller (2019) uvádějí dva důvody, proč je výhodné omezit provádění nádechu. Pokud plavec provádí nádech, vzniká na opačné straně nádechu menší propulsní síla ruky. Dále se při provádění nádechů zvyšuje odpor těla a to i přes dokonalé provedení. Proto plavci, specializující se na sprinterské disciplíny, omezují počet provedených nádechů. Na frekvenci dýchání upozorňuje i Maglischo (2003). Osmi letí a mladší plavci by měli trénovat plavání 25 yd (22,86 metrů) bez nádechu. Teenageři a starší navyšují trénovanou vzdálenost na 50 yd (45,72 metrů). Na závěr dodává, že ideální počet nádechů při závodě na 50 yd (45,72 metrů), jsou 2 – 3 nádechy.

Další autor, který se zabýval rozdílnými technikami v plaveckém způsobu kraul, je Fleischmann (2011). Ten ve své komparační analýze porovnával kraulařskou techniku

sprinter a vytrvalce a v práci dospěl k těmto výsledkům: sprinter provádí záběr horních končetin po kratší dráze, po kratší dobu. Loket plavce je méně pokrčen, záběr je tedy prováděn ve větší hloubce. Naopak záběr vytrvalostního plavce trvá delší dobu než záběr sprintera a při jednom cyklu záběru uplave dálkař větší vzdálenost.

V tabulce 2 je vidět, že čím větší je plavaná vzdálenost, tím delší je plavecký krok a doba pohybového cyklu. Naopak frekvence pohybových cyklů se snižuje. Na rozdílnou frekvenci záběrů poukazují i jiní autoři (Hofer et al., 2016; Heller, 2018, aj.).

Tabulka 2 Základní parametry lokomoce mužů v disciplínách volným způsobem (Brtník, Čechovská in Čechovská, Miler, 2019)

Parametry	50 m	100 m	200 m	400 m	1500 m
Délka plaveckého kroku [m]	1,9	2,3	2,3	2,4	2,4
Frekvence pohybových cyklů [počet cyklů.min-1]	60	51	44	40	38
Čas cyklu [s]	1,0	1,18	1,36	1,5	1,58

m – metry, s – sekundy

Jak již bylo uvedeno v kapitole Technika plaveckého způsobu kraul, je mezi kraulaři rozdíl v intenzitě práce dolních končetin. V kapitole bylo zmíněno využívání dvouúderového, čtyřúderového a šestiúderového kraulu. Hofer et al. (2016) rovněž zmiňuje experiment Gordona (1964), který měřil brzdící síly při určitých rychlostech tažení plavce. V prvním případě se nechal jedinec pouze táhnout a v druhém případě plavec kopal dolními končetinami a to maximálním úsilí. Bylo zjištěno, že při nízkých rychlostech tažení byla práce končetin velmi efektivní. Naopak čím více se zvyšovala rychlost, práce dolních končetin ztrácela na významnosti. Dolní končetiny přispívali propulsní silou až do rychlosti 2,38 m/s.

Adrian aj. (1967) in Hofer et al. (2016) porovnávali spotřebu kyslíku. Plavci v experimentu měli dosáhnout stejné rychlosti plavání, jednou pomocí horních končetin a podruhé pomocí dolních končetin. Ukázalo se, že při plavání pouze dolními končetinami, byla spotřeba kyslíku cca čtyřnásobně větší. Ukazuje se tedy, že kraulové nohy přispívají poměrně malou propulsní silou, při velké spotřebě kyslíku. Důležitost dolních končetin pro vytrvalce je tedy menší oproti sprinterovi, neboť ten uhrazuje vydanou energii z velké části až po výkonu.

2.3.2 Charakteristiky plaveckého výkonu motýlek

U plaveckého způsobu motýlek je nejviditelnější rozdíl v technice při provádění nádechu. Plavci se nadechují do směru plavání, nebo do strany. Jedná se však o individuální

preferenci plavce (Hofer et al., 2016). Rozdílnou techniku nádechu zmiňuje i Maglischo (2003), který dále rozebírá frekvenci nádechů. Autor vychází z předpokladu, že při provádění záběrů se snižuje rychlost, proto sprinterům doporučuje provádět méně nádechu. Nejvíce užívaná frekvence nádechu na 100 metrové trati, kterou Maglischo (2003) uvádí, je jeden nádech na dva pohybové cykly pažemi, tedy vzor 1 a 1. Jedná se o kompromis mezi spotřebou kyslíku a rychlostí plavání. Na delší 200 metrové trati se už plavci nadechují mnohem častěji. Pokud se však podíváme na profesionální plavce, zjistíme, že každý plavec dýchá jinak. Dokonce i jedinci, kteří plavou 100 m trať nadechují na každý pohybový cyklus.

Dalším rozdílem v technice jsou frekvence záběrů, kdy jedinec, který plave kratší trať má vyšší frekvenci pohybových cyklů, oproti plavci, který plave delší úsek. Odlišnost je i v délce plaveckého kroku, sprinteři mají kratší a vytrvalci delší plavecký krok (Hofer et al., 2016).

Na závěr této kapitoly bych rád poukázal na tzv. čisté plavání. Jedná se o označení části tratě, jež není ovlivněna starty a obrátkami. Tento pojem je spojen se všemi plaveckými způsoby. Start a obrátky jsou velmi důležitou částí výsledného plaveckého výkonu. Největší význam startu je na 50-ti metrových tratích. Naopak význam obrátek je významnější při delších tratích. Starty a obrátky se mohou podílet až 40-ti procenty na plaveckém výkonu (Hofer et al. 2016).

Šťastný (2016b) zjišťoval, jaké průměrné rychlosti plavci dosáhnou bez startu a obrátky na 50 m kraul. Dosažená rychlost, se porovnála s maximálním výkonem na 50 metrů volný způsob. Měření bylo prováděno v 25 metrovém bazénu. Průměrná hodnota plavců je 87,46 % z maxima v prvním úseku a v druhém úseku 83,47 % z maxima. Jako maximum plavce byl brán osobní rekord na 50 m volný způsob, tedy včetně startu a obrátky.

Turetskij (2001) uvádí, že start a obrátky se podílejí až 30 % na celkovém výkonu při disciplíně 100 m volný způsob. Dále poukazuje na skutečnost, že plavci v těchto 30 % dosahují vyšší rychlosti než je průměrná rychlost plavání v čistém plavání.

2.4 Diagnostika plavecké techniky

Diagnostická činnost trenéra je významnou součástí trenérské práce a je důležitá ve vztahu k technické vyspělosti svěřence. Ve všech etapách tréninku trenér neustále

pozoruje, hodnotí a koriguje technické parametry plavecké lokomoce. Je známo, že nesprávné pohybové návyky při dlouhé fixaci se velmi těžko odstraňují. Špatné technické návyky se stávají limitujícím faktorem k podávání maximálních individuálních výkonů (Pokorná, Havránek, 2010).

Hodnocení plavecké techniky je limitující pro maximální výkon plavce. Hodnocení může být prováděno formou expertního nebo kvantitativní hodnocení (kinematickou analýzou záznamu pohybu) (Čechovská, 2006).

V trenérské praxi se nejčastěji setkáváme s expertním hodnocením, které je založeno na analýze pohybového stereotypu, tedy úrovně zvládnutí pohybových dovedností. Toto hodnocení je prováděno v modelových nebo reálných podmínkách daného výkonu. Výhodou expertního hodnocení je možnost jeho realizace v autentických podmínkách sportovního výkonu. Expertní hodnocení je významné z hlediska kultivace techniky pohybu. Je potřeba, aby hodnotitel znal klíčové body (uzle) pohybu a byl kompetentní k hodnocení. Dále je potřeba zjištěné informace o technice aplikovat do samotného tréninku, kdy je potřeba správně pracovat s technikou jedince a umět ji posouvat k lepším výkonům (Bunc, 2003).

Předmětem hodnocení techniky jsou pro trenéra především parametry pohybů těla plavce, jsou to polohy a pohyby těla a pohyb jednotlivých segmentů. Vše je posuzováno vzhledem k hladině, směru plavání i k sobě navzájem. Vztahy jsou určovány pomocí časoprostorových souřadnic a úhlů. Parametry, které se zjišťují u plavecké lokomoce, jsou časové a prostorové informace o pohybu plavce ve vodě. Jsou to: rychlost plavání, doba pohybového cyklu, frekvence pohybových cyklů a plavecký krok (Pokorná, Havránek, 2010).

V současné době můžeme díky moderním technologiím zjišťovat mnohem více informací, které se týkají plavecké techniky.

Analýzu pohybu je možné provádět kvalitativní, nebo kvantitativní analýzou. Při kvalitativní metodě hodnotíme pohyb slovně, tedy bez měření konkrétních fyzikálních veličin. Záleží tedy na odbornosti, zkušenosti a znalostech o pohybu, které pozorovatel má. Při této analýze není potřeba drahého měřicího vybavení. Klasickým příkladem tohoto hodnocení je vizuální zhodnocení reálného pohybu nebo pořízeného záznamu. Přesto, že tato metoda je účinná, neumožňuje nám získat číselné hodnoty o pohybu. K získání matematických dat slouží metoda kvantitativní, jejíž podstatou je získání

číselných dat o pohybu (fyzikální veličiny). Aby tato data mohla být naměřena je potřeba disponovat materiálním zařízením pro získávání dat (Janura, Zahálka, 2004).

2.4.1 Metody diagnostiky plavecké techniky

Plavecký krok

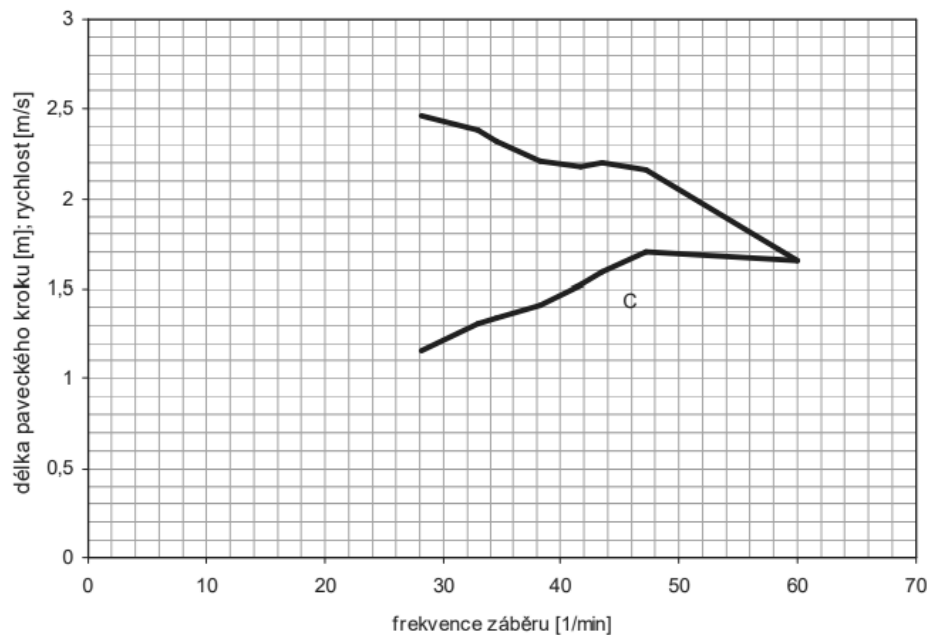
Pokud hovoříme o plaveckém kroku, máme na mysli vzdálenost, která je překonána plavcem ve směru plavání, v průběhu jednoho pohybového cyklu. Mezi odbornou veřejností je známo, že jedinec s účinnější technikou zdolá svojí trať s menším počtem záběrů, má tedy delší plavecký krok. Obecně může být brán plavecký krok jako kritérium plavecké techniky.

Pokud se zvyšuje rychlost plavání, narůstá frekvence záběrů, přičemž se délka kroku poněkud zkracuje. Tento trend setrvává až do určité hranice intenzity. Pokud je tato hranice překročena, frekvence záběru může stále růst, ale dochází k neúměrnému zkracování záběrů. Rychlost plavání přestává růst, někdy může dojít i ke snížení. Překročení této hranice je spjato s velkým výdejem energie. Proto je důležité nalézt optimální poměr mezi délkou a frekvencí záběru (Hofer et al., 2016).

Diagnostiku plaveckého kroku můžeme provádět v 25 ti metrovém nebo 50 ti metrovém bazénu. Je však za potřebí, vyznačit 10 m úsek, v kterém budou zjišťovány sledované veličiny. Je důležité, aby jedinec ve vyznačeném úseku plaval rovnoměrnou rychlostí. Veličiny, které se zaznamenávají, jsou: čas strávený ve vymezeném úseku a frekvence pohybových cyklů. Testovaná situace je provedena opakovaně (např. 6krát), plavec je vždy odpočatý. S každým měřeným úsekem je zvyšována rychlost plavání, poslední úsek je absolvován maximální rychlostí. Ke změření potřebných údajů jsou využity: digitální ruční stopky a speciální frekvenční stopky. Ze získaných údajů se následně vypočítá rychlost plavání a délka plaveckého kroku. Závislost naměřených veličin na frekvenci pohybových cyklů je zaznamenána pomocí grafického zpracování (Graf. 1) (Pokorná, 2010).

Vzorec pro výpočet plaveckého kroku je $k = v \cdot 60 \cdot f^{-1}$ (k...délka plaveckého kroku; v...rychlost; f...frekvence).

Graf 1 Závislost délky plaveckého kroku a rychlosti na frekvenci záběrů (Pokorná, 2010)

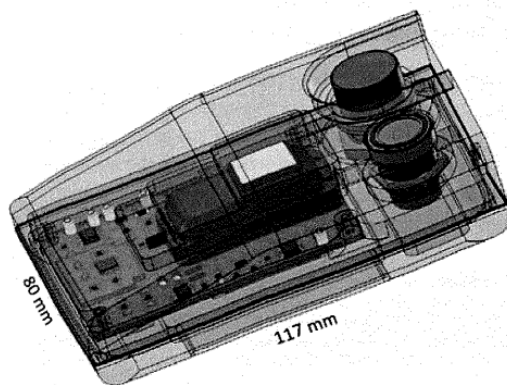


Analýza pohybových cyklů pomocí videozáznamu v plavání

V plavecké praxi se nejčastěji setkáváme s diagnostikou techniky pomocí videozáznamu. Jedná se o kvalitativní analýzu techniky plavce. Plavec je natočen při průběhu plavání a poté následuje rozbor natočeného videa. K rozboru videa se využívají počítačové software např. Kinovea, Dartfish. Nespornou výhodou této metody je její cena, kdy trenérovi postačí zakoupit kameru. Další investice záleží na rozhodnutí trenéra, tedy zda si pořídí placený software na zpracování videa, nebo se spokojí s volně dostupnou alternativou.

Akcelerometrický systém

Jedním z příkladů akcelerometrických systémů je zařízení CIREN (obrázek 13), které se skládá z tříosého akcelerometru, gyroskopu, magnetometru a integrovaného záznamníku dat. Sensory jsou umístěny v pouzdře, které je vodotěsné (IP68) a má rozměry 117 x 80 x 33 mm. Zařízení dokáže zaznamenat okamžitou rychlost plavání a z dat lze vyčíst frekvence záběrů (Puel, Seifert, Hellard, 2014).

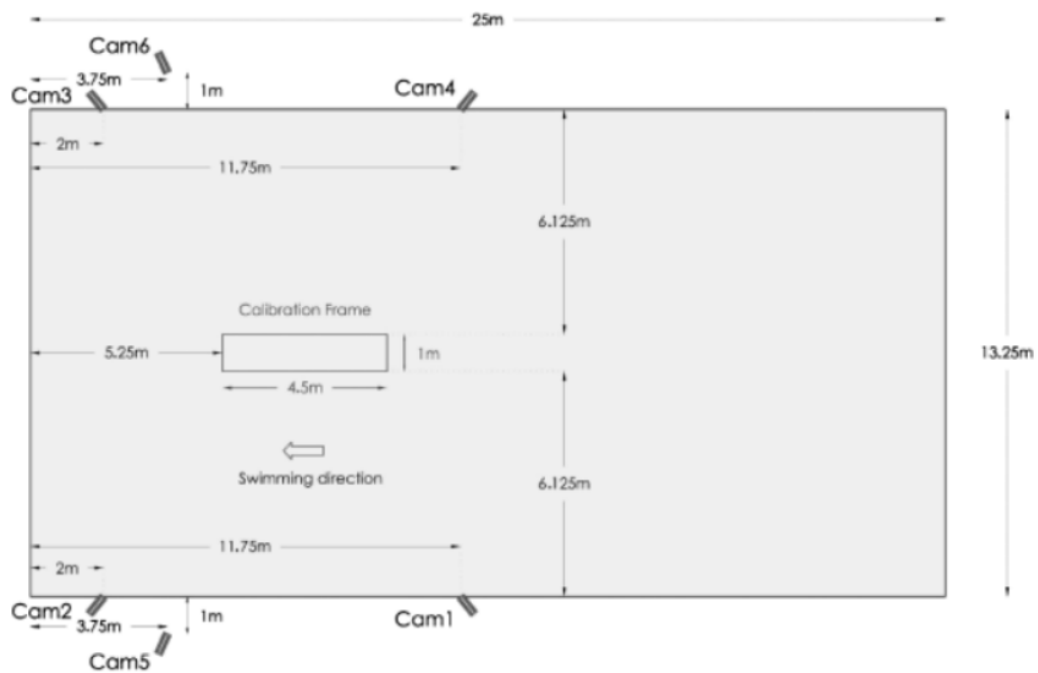


Obrázek 13 Podoba prototypu CIREN (Puel, Seifert, Hellard, 2014)

3D diagnostika a analýza

3D kinematická analýza funguje na principu synchronizovaných videokamer. Prostor, v kterém se plavec pohybuje, musí být přesně kalibrovaný. Snímání jedince probíhá pouze v tomto kalibrovaném prostoru (Obrázek 14). Tato metoda dosahuje validních výsledků. Mezi výhody této metody patří vyhodnocení techniky plavání v trojrozměrném prostoru, výpočet rychlosti plavce a jednotlivých segmentů. Dále je možné pomocí této metody sestavit model pohybu jedince s možností vyhodnocení důležitých úhlů segmentů těla, které jsou důležité pro vyhodnocení a korekci techniky.

Mezi nevýhody této metody patří náročná příprava měření, složitější vyhodnocování a malý prostor, v kterém je plavec zabírán. Problémy jsou dále spojené s vytvářením bublin během plavání, které znemožňují zachytit záběry segmentů těla. Také je potřeba, aby všechny kamery snímaly současně (Šťastný, 2016a).

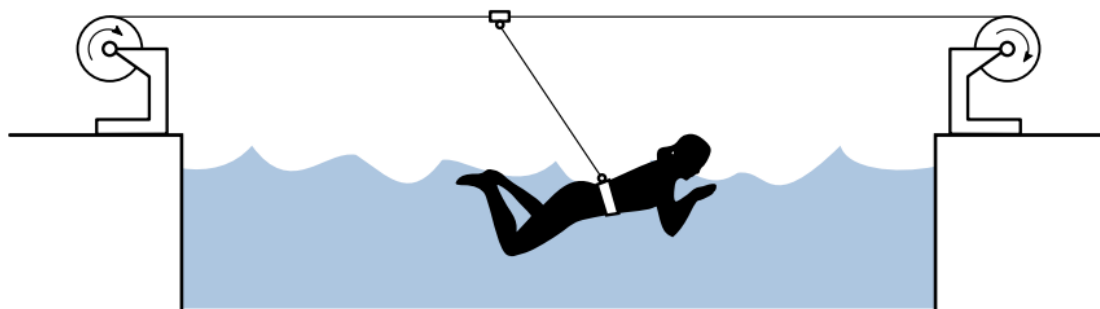


Obrázek 14 Pozice kamer a kalibrační prostor (Psycharakis, Naemi, Connaboy, McCabe, Sanders, 2010)

Tachograf

Tachograf je zařízení, které umožňuje měřit a vyhodnocovat rychlosti a zrychlení přímočarého pohybu plavců se synchronním videozáznamem. Zařízení je synchronizované s videozáznamem ze tří podvodních kamer. Vyhodnocování nasbíraných dat je prováděno v softwaru SwimDataViewer. Z naměřených dat je vypočítána střední rychlost, účinnost plavecké techniky, variační koeficient, procentuální poměr dosažené rychlosti z osobního maxima jedince, frekvence záběrů a kopů a jiné proměnné (Šťastný, 2016a; Motyčka, 2018).

Plavec je k tachografu připevněn pomocí bederního pásu vyrobeného z nepružného materiálu, který je určen pro potřeby měření. Měřený jedinec si pomocí karabinky připekne k pásu lanko, které je propojeno s celým systémem. Plavec je tak propojen s ocelovým lankem, které směřuje z jednoho tachografu do druhého napříč celým bazénem, viz obrázek 15. Při plavecké lokomoci se hýbou ocelová lanka a tachografy zaznamenávají daný pohyb.



Obrázek 15 Schéma tachografu (Kumpán, 2016)

Smart Paddle

Smart Paddles je nová technologie, která pomáhá trenérům sbírat data o plaveckém výkonu svých svěřenců. Technologie pochází z Finska a stále se zdokonaluje a vylepšuje. Následující pasáž je věnována popisu této technologie.

Senzory Smart Paddles jsou cca 4 cm dlouhé a 2 cm široké a k plavci jsou přichyceny gumičkou podobně jako plavecké packy (obrázek 16). Senzory sbírají data v průběhu plavání. Následně jsou data pomocí mobilní aplikace nahrána na server, kde jsou vyhodnocena a uložena.



Obrázek 16 Smart Paddles (smartpaddle.trainese.com, 2020)

Vývoj a vznik Smart Paddles

Měření během výkonu je velmi dobrým zdrojem dat pro efektivní trénink a kvalitní práci se sportovci. Například v cyklistice jsou sportovci neustále monitorováni a v reálném čase se jim dostávají informace, kolik wattů zrovna cyklista generuje. V plavání je však velmi problematické měřit sílu, kterou plavec zrovna vytváří. Vystávají tedy otázky, na které je třeba hledat odpovědi: Kolik energie spotřebuje plavec během jednoho záběru? V jakém směru je energie vynakládána? Jaký to má vliv na výkon plavce? Na tyto otázky se snaží najít odpověď tým finských expertů, který přišel s nápadem vyrobit Smart Paddles. V plavání často monitorujeme naplavané metry a intenzitu tréninku, ale otázka efektivity plavání je zanedbaná.

Na vývoji Smart Paddles se podílejí bývalí inženýři firmy Nokia. Samotný produkt Smart Paddles vytvořili v průběhu 3 let. Senzory pracují na principu tenzometru, který zaznamenává tlaky vyvíjené plavcem na destičky. Dále senzory zaznamenávají, kterým směrem síla působí. Po dokončení plavání jsou data pomocí bluetooth přenesena do chytrého telefonu, který naměřená data nahraje na server (Schwenke, 2020).

Využití

Získaná data mohou sloužit k zefektivnění tréninku, zlepšení techniky a k porovnávání svěřence s ostatními plavci. Za pouhých 6 měsíců fungování bylo nasbíráno 12 000 datových souborů od plavců různé výkonnosti. Firma vyrábějící Smart Paddle spolupracuje s plaveckými týmy Kanady, USA, České republiky a Švédska (Schwenke, 2020). Do roku 2019 bylo již získáno 25 000 souborů dat (bechamp-swim.com/smart-paddles, 2020).

Smart Paddles zaznamenává: čas plavání, čas záběrů, počet temp, rychlost temp, silový profil, směr síly, o jakou složku síly se jedná, trajektorii záběrů z několika úhlů pohledu (bechamp-swim.com/smart-paddles, 2020).

Smart Paddles mohou využívat jak profesionální plavci, tak kondiční plavci, kteří touží využívat nejmodernější technologie. Tato technologie je využitelná jak pro plavce, tak pro triatlonisty. Pokud však triatlonista bude chtít využívat tuto technologii, je pořád vázán na chytrý telefon či tablet a internetové připojení, což může být ve volném terénu problém.

Je také potřeba dodat, že pro měření plaveckého způsobu prsa je Smart Paddles nespolehlivý nástroj, dokonce se dá říct nefunkční. Je to dáno tím, že se zde kříží síly generované pažemi a síly generované dolními končetinami. Dochází tak ke zkreslení naměřených údajů. Podle dostupných informací výrobci pracují na odstranění této chyby.

3 CÍL, ÚKOLY A VÝZKUMNÉ OTÁZKY

3.1 Cíl práce

Cílem práce je porovnat vybrané parametry plaveckého výkonu a techniky, získaných v 25m bazénu, v bazénu s protiproudem (Flum) a na izokinetickém trenažéru Biokinetic.

3.2 Úkoly práce

K vypracování této diplomové práce byly vytyčeny tyto úkoly:

1. Zorientování se v problematice Smart Paddles.
2. Studium a rešerše literatury.
3. Vytvoření obsahu práce.
4. Vytvoření teoretické části práce.
5. Příprava měření.
6. Realizace výzkumu.
7. Analýza dat.
8. Vyhodnocení výsledků.
9. Zpracování závěru práce v závislosti na cíli práce a stanovených výzkumných otázkách.

3.3 Výzkumné otázky

1. Jsou hodnoty výkonu HK získané testem na Biokineticu srovnatelné s hodnotami výkonu HK v bazénu a ve Flumu?
2. Jaký je rozdíl mezi trajektorií pohybu HK ve Flumu a v plaveckém bazénu?
3. Bude provedení celkové plavecké techniky ve Flumu odlišné od provedení celkové plavecké techniky v bazénu?
4. Je možné tenzometr Smart Paddles použít v různých typech bazénů?
5. Je velikost propulsních sil HK v plaveckém testu jiná ve Flumu a v bazénu?

4 METODIKA

4.1 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor tvořil jeden proband. Hlavním kritériem pro výběr plavce byla aktivní nebo bývalá plavecká kariéra. Vybraný jedinec musel být plnoletý a před měřením byl obeznámen, jak bude testování probíhat a dobrovolně bez nátlaku podepsal informovaný souhlas EK FTVS (příloha č. 2). Na základě seznámení se s informovaným souhlasem a podepsáním tohoto dokumentu byl jedinec zařazen do prováděné pilotní studie. Na konci výzkumu bude tento dobrovolník obeznámen s výsledkem této práce.

Vybraný proband se od svých 8 let věnoval plavání. Svoji kariéru strávil v plaveckém oddíle KPS Kladno. V tomto klubu se plaveckému sportu věnoval na špičkové úrovni. V mládežnických kategoriích se stal medailistou na Mistroství České republiky. Dále byl zařazen do plaveckých výběrů. Plavání se naplno věnoval po celou dobu studia na základní a střední škole. Po přechodu na vysokou školu se proband začal více věnovat trenérské činnosti.

4.2 Metody sběru dat

Pro sběr dat byla využita technologie Smart Paddles, která nám umožnila získat jednotlivé parametry plavecké lokomoce v prostředí bazénu a Flumu. Při testování na suchu byl použit přístroj Biokinetic. Získaná data byla následně zanesena do tabulek a byla mezi sebou porovnávána.

Biokinetic

Biokinetic je plavecký treňažér, který pracuje na principu izokinetického brždění. Pomocí tohoto zařízení můžeme diagnostikovat silové předpoklady horních končetin. Druh testu se volí podle potřeb testovaného jedince. Při testování se nastavuje velikost odporu, který bude jedinec překonávat, dále je stanoven typ testu. Test se provádí buď na čas, nebo na počet pohybových cyklů. Nejvíce se sportovci testují na počet záběrů. Biokinetic má nastaveny tyto možnosti 5, 25 a 100 záběrů. Výstupem z testování je počet záběrů, frekvence záběrů, čas záběrů, délka záběrů HK a průměrný výkon na jeden záběr (FTVS, 2020; Ústní sdělení Zelenka UK FTVS, 2020).

V této práci budeme pracovat s těmito daty:

- Počet pohybových cyklů za 1 minutu.
- Průměrný výkon na jeden záběr.
- Průměrná dráha záběru jedné HK.
- Průměrný čas na jeden záběr.

Bazén s protiproudem (Flum)

Plavecký bazén s protiproudem, neboli Flum, je zařízení, které umožňuje nepřerušovaný plavecký pohyb proti proudu tekoucí vody. Plavec či trenér si mohou nastavit rychlost protiproudu a tím ovlivňovat náročnost podávaného výkonu. Tento plavecký trenažér je dlouhý 6 metrů, široký 2,5 metrů a hluboký 1,2 metrů. Jedna strana plaveckého trenažéru je tvořena průhledným sklem, díky tomu je možné provádět video analýzu pohybu. Proud vody je obstaráván hřídelemi, které generují plynulý tok vody bez zbytečných bublin. Podle výrobce je rozsah rychlosti proudící vody od 0,5–2,5 m/s (Kouba, 2010).

Výhodou tohoto zařízení je, že vytvořený proud vody působí po celé ploše šířky bazénu do hloubky 40 cm a ne jen bodově, jako je tomu v komerčních protiproudových bazénech s jedním motorem. V tomto případě je možné realizace nepřerušovaného plaveckého pohybu při konstantní rychlosti (Ústní sdělení Jurák UK FTVS, 2020).

Plavecký bazén

Pro realizaci měření byl zvolen bazén v Tyršově domě, který využívá FTVS k výuce plavání. Pro probanda to bylo známé prostředí, tudíž nebyl vystresovaný z neznámého prostředí.

Délka bazénu je 25 metrů a je uspořádán do 5 plaveckých drah, které jsou vymezeny plaveckými lajnami. Teplota vzduchu se pohybuje kolem 27°C a voda je ohřívána na teplotu okolo 26 °C (Česká obec sokolská, 2020).

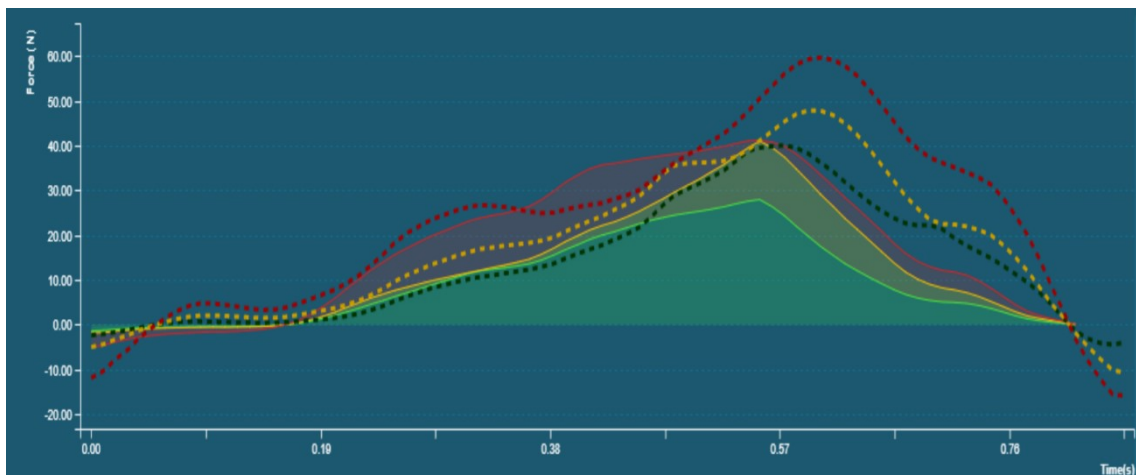
Samotná realizace měření proběhla v krajní dráze. Plavec měl celou dráhu sám pro sebe a v jeho blízkosti se nepohyboval nikdo, kdo by ho limitoval v podání maximálního výkonu.

Smart Paddles

V předchozí části práce jsme představili technologii Smart Paddles. V tomto oddíle bychom se více zaměřili na popis, co jednotlivé grafy a tabulky představují a jak můžeme výsledná data interpretovat. Jeden z hlavních parametrů, které Smart Paddles měří, je

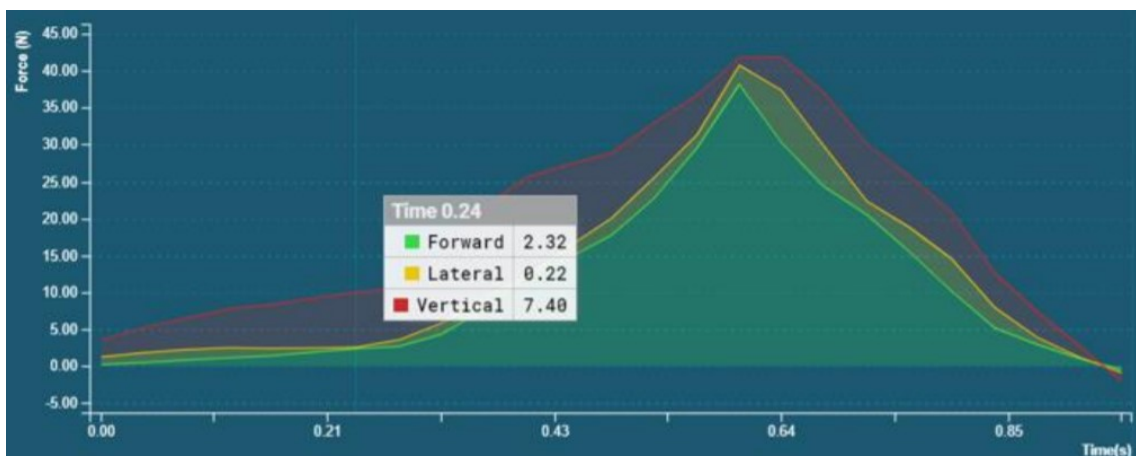
propulsní síla, která je v grafech vyjádřena třemi barvami. Zelenou je vždy zachycena výsledná propulsní síla. Jedná se o sílu, která pohání plavce vpřed. Žlutou barvou je zaznamenána horizontální síla (laterální) a červeně síla vertikální. Všechny získané hodnoty jsou zprůměrovány a zaneseny do grafů.

Na obrázku 17 jsou zaznamenány síly, které generoval plavec během plavání. Plná čára reprezentuje pravou ruku a přerušovaná levou. Z obrázku můžeme vidět, jak každá ruka generuje jiné hodnoty sil (newton). Je patrné, že levá ruka dosahuje vyšších hodnot propulsní síly, oproti pravé ruce. Dalším rozdílem mezi oběma rukama je průběh křivky propulsní síly. Můžeme pozorovat, že pravá dosáhne vrcholu propulsní síly a poté začíná poměrně rychle klesat. U levé ruky klesá tato síla pomaleji. Takto bychom mohli porovnávat i ostatní síly a následně vysvětlovat, proč plavec vytváří takovéto hodnoty jednotlivých sil.



Obrázek 17 Ukázka záznam sil ze Smart Paddles (Analysis Starter Guide, 2020)

Pokud bychom kurzorem myši popojížděli po křivkách sil, viděli bychom konkrétní hodnoty vytvořených sil i s časem záběru, viz obrázek 18.



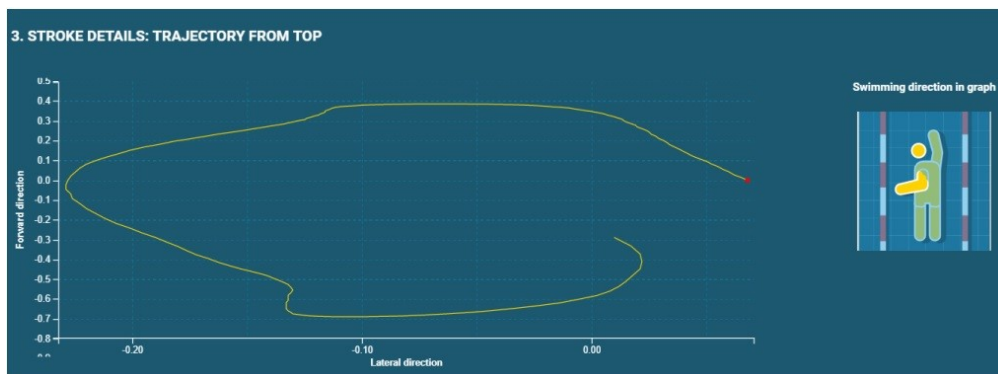
Obrázek 18 Záznam sil Smart Paddles (SmartPaddle Data Explained, 2020)



Obrázek 19 Porovnání impulsu sil jednotlivých záběrů (SmartPaddle Data Explained, 2020)

Obrázek 19 ukazuje impuls síly plavce během jednotlivých záběrů (graf znázorňuje pouze jednu ruku). Jsou zde vidět rozdíly mezi jednotlivými záběry. Tyto výkyvy mohou být způsobeny prováděným nádechem nebo můžou značit problém s udržení polohy těla. Rozdíl v kolísání těchto sil se projevuje na kolísání rychlosti. Plavec tedy stále zrychluje a zpomaluje a to ho stojí zbytečné úsilí. Ideální by bylo, kdyby plavec nevykazoval žádné výkyvy.

Tato technologie dále dokáže vykreslit trajektorii záběru plavce. Na dalších obrázcích bude prezentováno, v jakém formátu jsou informace vyobrazeny. Jedná se o další ukazatel, který zaznamenává techniku plavce a pomáhá ji zlepšovat. Obrázek 20 nám ukazuje trajektorii levé ruky z pohledu shora. Smart Paddles dále vykresluje křivku z bočního a zadního pohledu.



Obrázek 20 Trajektorie záběru levé HK pohled ze shora (SmartPaddle Data Explained, 2020)

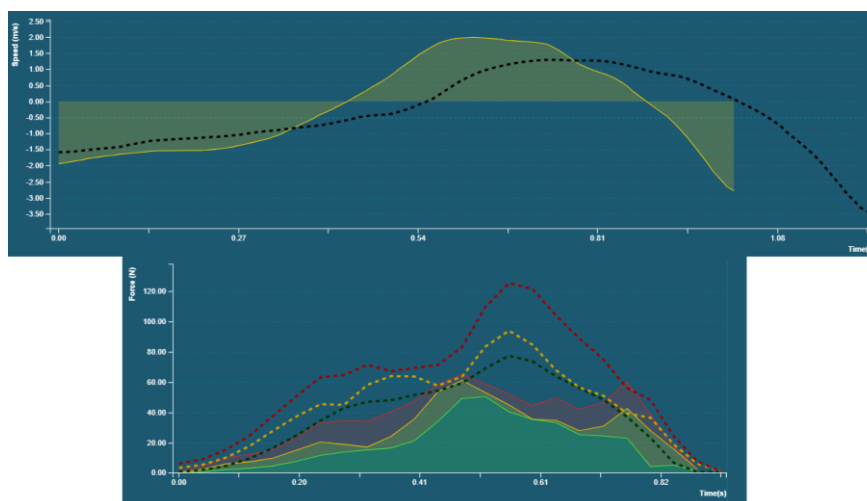
Smart Paddles disponuje i dalšími funkcemi. Toto je jen krátký přehled o tom, které funkce budou trenéři pravděpodobně nejvíce využívat ve své trenérské praxi.

Samotné používání Smart Paddles není technicky složité. Jediné, co je potřeba k jeho použití, je chytrý telefon či tablet a připojení k internetu. K tomu, aby trenér mohl propojit senzory s chytrým telefonem/tabletem, je potřeba vytvořit účet na webových stránkách výrobce.

Výhodou této technologie je možnost synchronizace s videem. Je však zapotřebí vlastnit software, který dokáže propojit data ze Smart Paddles s videem. Program, který tuto funkci podporuje, je například Dartfish. Do budoucna by bylo dobré, kdyby se k získaným datům dala přidat srdeční frekvence.

Při provádění této práce nebylo využito synchronizace videa s daty ze Smart Paddles. V práci budeme pracovat s těmito proměnnými: s počtem záběrů, se záběrovou silou, s dobou trvání záběru, s délkou záběru, s trajektorií záběru a s celkovým výkonem.

Na obrázku 21 jsou prezentovány grafy, které budou použity v této práci. Horní polovina obrázku znázorňuje rychlost záběrů ruky pod hladinou. Spodní část znázorňuje generované síly HK (vertikální, horizontální, propulsní). Plné linie zanesené v grafech budou v této práci zastupovat prostředí bazénu a přerušované linie prostředí Flumu.



Obrázek 21 Ukázka záznamů linií v grafu (plné linie bazén, přerušované Flum)

4.3 Organizace a průběh měření

Testování probanda bylo realizováno na dvou místech. První část měření se odehrávala v Tyršově domě na 25 metrovém bazénu. Úkolem probanda bylo podat maximální výkon na 50 m kraul a 50 m motýlek. Mezi měřenými úseky měl plavec dostatek času, aby zregeneroval a mohl i v druhém měřeném úseku podat maximální výkon. Před samotným měřením proběhlo rozcvičení a rozplavání probanda. Nejprve bylo realizováno rozcvičení celého těla na suchu, s hlavním zaměřením na horní končetiny. K rozcvičení byl využit dynamický strečink. Po rozcvičení na suchu se jedinec přesunul do bazénu, ve kterém proběhlo 8 minutové rozplavání. Proband plaval nízkou intenzitou, převážně kraulem. Následovaly rychlé sprinty pro aktivaci rychlých svalových vláken. Po odplavání rychlých úseků si proband odpočinul. Jakmile byl jedinec zregenerovaný, přistoupili jsme

k samotnému měření. Bylo důležité, aby byl proband odpočatý a připraven na testování. Mezi každým měřeným úsekem měl proband 5 minut na regeneraci. Samotné měření probíhalo v krajní dráze a měřený jedinec měl celou dráhu sám pro sebe. Plavec nezačínal měřený úsek startovním skokem. Oba měřené úseky byly zahájeny z vody odrazem od stěny bazénu.

Druhá část měření se odehrávala v Pedagogicko-výzkumné laboratoři KPS FTVS UK. Zde proběhlo měření na plaveckém trenažeru (Biokinetic) a v bazénu s protiproudem (Flum). Cílem bylo, v těchto podmínkách simulovat maximální výkon na 50 m kraul a 50 m motýlek a to na Biokineticu a ve Flumu.

Stejně jako na bazénu, tak i v laboratoři měl proband vyhrazený čas na rozcvičení a rozplavání. Nejprve proběhlo rozcvičení na suchu, kdy byl proveden dynamický strečink těla se zaměřením na horní končetiny. Následně se proband přesunul na Biokinetic, kde proběhlo 8 minutové rozcvičení. Na konci 8 minutového rozcvičení přišly na řadu krátké a rychlé úseky, kdy proband aktivoval rychlá svalová vlákna. Po odpočinku následovalo měření na Biokineticu. Pro měření na Biokineticu byl zvolen test na 20 pohybových cyklů. Test na 20 pohybových cyklů byl vybrán z důvodu podobnosti výkonu na 50 metrů kraul a motýlek při plavání v bazénu. Velikost odporu jsme stanovili na základě diskuze s vedoucím práce. Zvolili jsme stupeň odporu 3, aby proband dokázal podat maximální výkon po dobu 20 záběrů. Nejprve byl proveden test na plavecký způsob kraul a po odpočinku byl realizován test na plavecký způsob motýlek. Mezi jednotlivým měřením na Biokineticu měl proband čas na regeneraci 5 minut.

Poté následovalo měření ve Flumu. Proband měl opět vymezen čas na rozplavání v časovém rozsahu 5 minut. Tento čas sloužil jak pro rozplavání jedince, tak pro jeho adaptaci na prostředí Flumu. Ke konci tohoto vymezeného času byl proband v protiproudu vystaven krátkým úsekům, při kterých měl plavat maximálním úsilím.

Velikost odporu v protiproudu byla nastavena tak, aby plavec plaval maximálním úsilím po dobu, která odpovídala plavání v bazénu. Pro plavecký způsob motýlek a kraul jsme nastavili rychlost proudu, která odpovídala rychlosti plavání 1,8 až 1,9 m/s.

Při všech měřeních byl přítomen vedoucí, který obsluhoval Smart Paddles a stopky. S měřeními na Biokineticu nám pomáhal technik, který toto zařízení obsluhuje.

Průběh testu v bazénu:

1. Měřená vzdálenost byla 50 metrů (2 délky bazénu.)
2. První byl měřen úsek 50 metrů kraul, poté 50 metrů motýlek.
3. Před samotným měřením jsme museli aktivovat měřící zařízení Smart Paddles. Senzory byly spárovány s mobilním telefonem pomocí technologie Bluetooth. Následovalo seznámení plavce se Smart Paddles, které si plavec nasadil a vyzkoušel ve vodě.
4. Po nasazení senzorů proběhlo finální zkontrolování, zda jsou senzory spárovány s telefonem.
5. Start měřeného úseku probíhal z vody. Proband si sám zvolil, kdy začne plavat. Jakmile proband vystartoval, zahájilo se měření.
6. Poté, co plavec doplaval měřený úsek, vyndal ruce z vody, aby mohlo dojít k načtení dat do aplikace.
7. Po absolvování kroulového úseku měl jedinec čas na odpočínutí a vyplavání (5 minut).
8. Jakmile byl proband připraven k dalšímu měření, byl proveden test na 50 metrů motýlek a to ve stejném režimu, jako v předchozím testu.

Průběh testu na Biokineticu:

1. Rozcvičení na suchu a následně na Biokineticu.
2. Při rozcvičení na Biokineticu byl nastaven stupeň odporu pro testování na hodnotu 3, tento stupeň zátěže byl stejný pro oba plavecké způsoby.
3. Poté následoval test na 20 pohybových cyklů plaveckým způsobem kraul.
4. Regenerace probanda 5 minut.
5. Po regenerace byl realizován test na 20 pohybových cyklů plaveckým způsobem motýlek.

Průběh testu v protiproudu:

1. Po rozcvičení a následném rozplavání ve Flumu proběhlo nasazení senzorů na probandovy ruce.
2. Velikost odporu ve Flumu byla nastavena podle výkonosti plavce. Pro plavecký způsob motýlek a kraul byla nastavena rychlost proudu, která odpovídá rychlosti plavání kolem 1,8 až 1,9 m/s.
3. Bylo provedeno spárování senzorů s mobilním telefonem.

4. Jakmile byly Smart Paddles připraveny k použití, byl realizován test. Proband měl za úkol plavat maximální rychlostí po dobu, která odpovídala času jeho maximálního výkonu v bazénu.
5. Zahájení měřeného úseku si plavec volil sám.
6. Časová délka úseku byla měřena pomocí stopek a konec testu byl proveden zvukovým signálem.
7. Průběh měření byl stejný pro oba dva plavecké způsoby kraul a motýlek.

5 VÝSLEDKY A DISKUSE

5.1 Výsledky měření - motýlek

První hodnotou, kterou z výsledků testování Smart Paddles budeme prezentovat, je frekvence záběrů. V bazénu nám vychází průměrná frekvence záběrů za minutu na 50,56 a ve Flumu na 46,33 záběrů za minutu pro pravou a levou ruku. Vyšší počet záběrů za minutu byl dosažen při plavání v bazénu. To, že v bazénu bylo dosaženo vyšší frekvence záběrů, může souviset s rozdílnými podmínkami ve Flumu. Ve Flumu se plavec neodráží od stěny bazénu, proud vody tlačí plavce vzad, hloubka proudící vody se nachází jen ve 40 centimetrech od hladiny a navíc, při nedodržení určité vzdálenosti od přední hrany bazénu, proudící voda vytváří vlnu se zpětným proudem, která plavce „nasává“.

Mezi další parametry, které tenzometry měří, je impuls síly. Vyššího impulsu síly (IS) bylo dosaženo v bazénu, kdy hodnota IS byla 40,84 Ns pro pravou a 41,81 Ns pro levou ruku. V protiproudu byly naměřené hodnoty nižší a to 35 Ns na pravé ruce a 30,69 Ns na levé ruce. Při hodnocení IS je důležitá nejen velikost impulsu, ale rovněž jeho směr, který nám říká, kolik % z celkového impulsu síly (efektivita záběru) je směřováno do výsledné propulse. Hodnota efektivity záběru v bazénu byla u pravé ruky 55,45 % a u levé 48,88 %. Ve Flumu byla efektivita pravé ruky nižší a dosahovala 50,61 %, u levé ruky byla efektivita vyšší a dosahovala 50,34 %. Všechny výsledky vidíme v tabulce 3. Vysvětlení, proč má levá ruka vyšší efektivitu záběru v protiproudu, je následující. Při plavání v bazénu generovala probandova levá ruka velké síly do horizontálního a vertikálního směru záběru. Velkých hodnot dosahoval hlavně vertikální směr, což zřejmě ovlivnilo celkovou efektivitu záběru. Přesné hodnoty vidíme v grafu 3. Z dalších výsledků vyplývá, že u pravé ruky je záběr v bazénu efektivnější než záběr ve Flumu, což zřejmě souvisí s generováním záporných sil ve všech sledovaných směrech v konečné fázi záběru (graf 2). Levá ruka se při plavání v protiproudu dostala také do záporných hodnot sil, ale tyto síly nebyly tak velké, jako u pravé ruky v bazénu.

Dalším hodnoceným parametrem je průměrná síla propulse. Na základě vyhodnocení jsme zjistili, že síla propulse v bazénu na pravé ruce byla 19,08 N a 17,21 N na levé ruce. V protiproudu byly hodnoty následující - pro pravou ruku 13,68 N a pro levou 11,93 N. Vyšší průměrná propulse byla dosažena v bazénu a to pro obě ruce. Síla propulse nám vlastně říká, jak velká síla v newtonech pohání plavce vpřed. V tomto případě si ale

musíme uvědomit, že tenzometry jsou umístěny na prstech obou rukou a ne na dlaních, kde výsledná síla propulze může být větší.

Tabulka 3 Parametry plavecké lokomoce motýlek. Data jsou prezentována v průměrných hodnotách.

	HK	Frekvence záběrů minuta (F)	Impuls síly (Ns)	Efektivita záběrů (%)	Síla propulze (N)
MOTÝLEK (BAZÉN)	pravá	50,56	40,84	55,45	19,08
	levá	50,56	41,81	48,88	17,21
MOTÝLEK (FLUM)	pravá	46,33	35,00	50,61	13,68
	levá	46,33	30,69	50,34	11,93

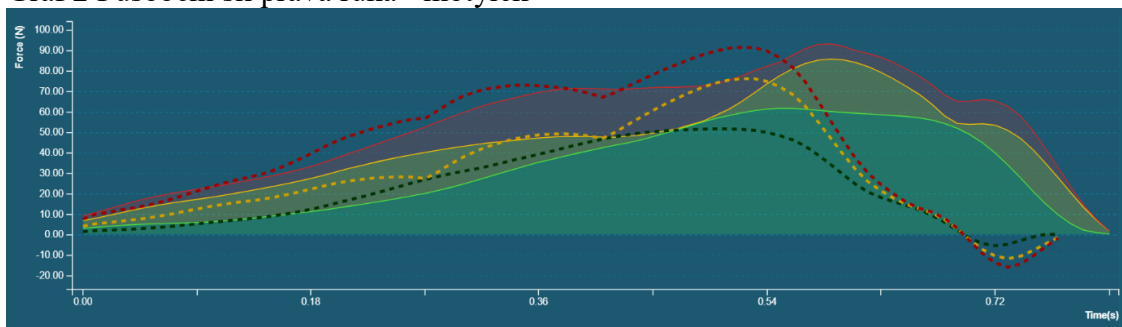
HK – horní končetina, Ns – newton sekunda, % - procenta, N – newtony

Součástí vyhodnocení techniky záběrového pohybu HK je i podrobná analýza prezentována v grafech. Jednotlivé grafy znázorňují směr záběru s trajektoriemi, ve kterých byla generována síla (N). Jak jsme se již zmiňovali, tenzometr byl umístěn na pravé a levé ruce plavce a zaznamenával působení sil v průběhu záběru. V porovnávání se vždy zaměříme na pravou ruku a poté na levou ruku.

Graf 2 nám ukazuje, jak velkou silou (N) a jakým směrem zabírala pravá ruka u plaveckého způsobu motýlek. Z grafu je vidět, že proband v bazénu (plná čára) vytvořil větší průměrnou propulsní sílu (19,08 N) než ve Flumu (přerušovaná čára) (13,68 N). Průměrné maximum propulsní síly bylo nejvyšší v bazénu (64,65 N), kdežto hodnota maxima z protiproudu dosahovala 51,67 N.

Při porovnání průběhu velikosti síly záběru pravé HK vidíme, jak se od sebe jednotlivé křivky záběru liší. Na Grafu 2, který popisuje síly generované v bazénu, vidíme méně vrcholů, naopak hodnoty získané z protiproudu mají více vrcholů, tudíž ve Flumu docházelo k větším změnám působení sil. Co je však zajímavé, že výsledná propulsní síla rostla v obou případech téměř lineárně i přesto, že ostatní síly se svým průběhem lišily. To, že průměrná propulsní síla rostla lineárně, znamená, že daná technika je na dobré úrovni.

Graf 2 Působení sil pravá ruka - motýlek



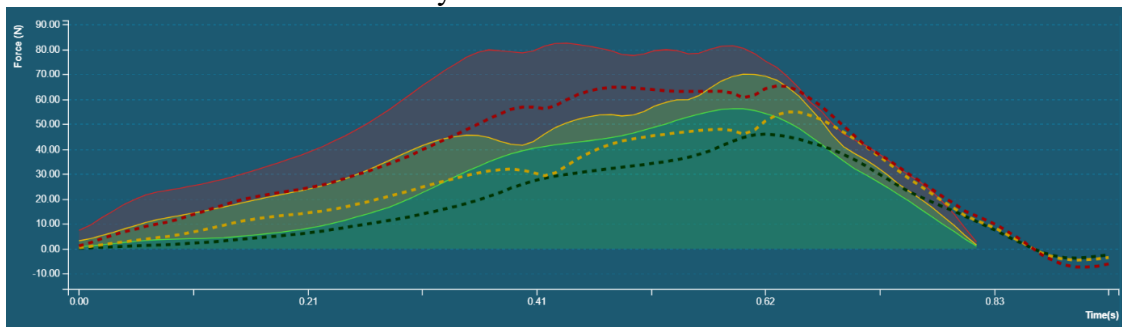
Plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum, osa X – čas (s), osa Y – síla (N).

Pokud se zaměříme na konec záběru pravé ruky, vidíme, že hodnoty propulsní síly ve Flumu jsou záporné a to ve všech směrech sil (horizontální, laterální, výsledná propulze). Z toho vyplývá, že proband v poslední fázi záběru v protiproudu vykonával pohyb paží proti směru lokomoce. Stejný jev můžeme vidět v grafu 3, který znázorňuje průběh síly levé ruky. Při plavání v bazénu se hodnoty sil do záporných čísel nedostaly.

Na základě výsledků bychom se mohli domnívat, že efektivita techniky motýlku v bazénu byla vyšší než ve Flumu. Ovšem tuto domněnku vyvrací průměrný počet záběrů za minutu, který je naopak nižší v protiproudu. Jak bylo zmíněno výše, je možné, že se plavec dostal do zpětného proudu, který měl vliv na nižší frekvenci záběrů. Při porovnání působení sil levé ruky u plaveckého způsobu motýlek graf 3, pozorujeme rozdíl v průběhu jednotlivých křivek sil. Zatímco u pravé ruky se křivky sil mění, mají více vrcholů, ve Flumu je to u levé ruky opačně. Podobné však jsou průměrné hodnoty propulsní síly.

Zároveň pravá i levá ruka, má nejvyšší průměrnou maximální propulsní sílu v bazénu 56,54 N. V protiproudu se hodnota sil, pohybuje kolem 55,9 N. Průměrná maximální propulsní síla v bazénu je 17,21 N a v protiproudu 11,93 N. Na základě těchto výsledků bychom se mohli domnívat, že plavání v protiproudu, při stejné rychlosti jako v bazénu, vyžaduje méně propulsních sil než v bazénu, ale to zase vyvrací zjištění, že síly působící v horizontálním a vertikálním směru jsou vyšší v bazénu než ve Flumu. Velký rozdíl v dosažených silách je hlavně ve vertikálním směru. Vysoké hodnoty horizontální a vertikální síly, jak již bylo zmíněno výše, se následně projevují v efektivitě záběru levé ruky v bazénu. Čím vyšší zastoupení v generovaných silách budou mít složky horizontální a vertikální síly, tím nižší bude efektivita záběru.

Graf 3 Působení sil levá ruka motýlek

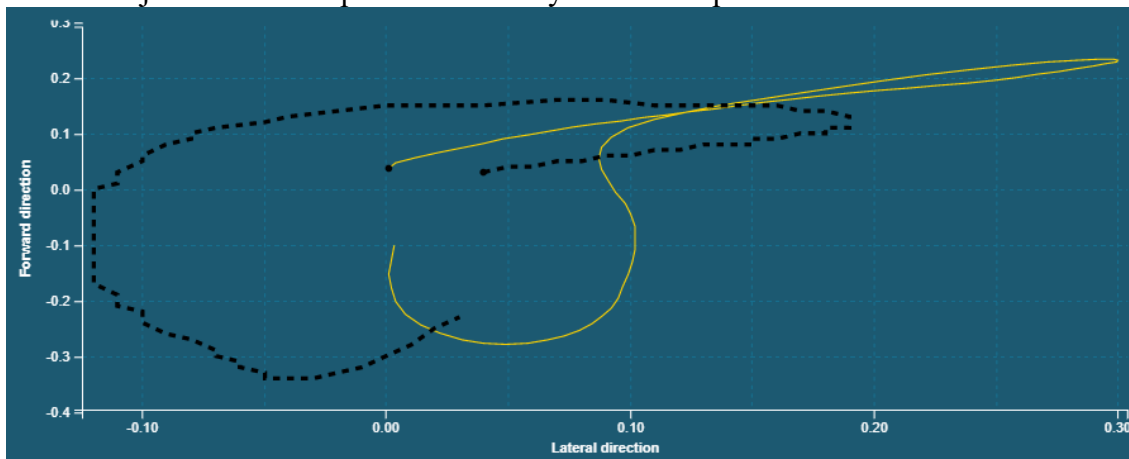


Plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum, osa X – čas (s), osa Y – síla (N).

V dalším porovnávání výsledků plavecké techniky v bazénu a ve Flumu se zaměříme na hodnocení trajektorie záběru, která je vlivem odlišných podmínek velice zajímavá.

V grafu 4 vidíme trajektorie záběru pravé ruky v bazénu a protiproudu z pohledu shora. Plná čára představuje křivku záběru v bazénu a to v přípravné, přechodné a první části záběrové fáze - přitažení, která směřuje víc směrem vpravo od bodu přechodu prstů pod hladinu, je patrné u plné čáry představující záběr pravé ruky v bazénu. Zajímavé je rovněž porovnání druhé části fáze záběru – odtlačení, kdy plná křivka má opačný směr než křivka přerušovaná ve Flumu. Křivka záběru v bazénu ukazuje, že druhá část záběrové fáze byla vedena kolem trupu než pod trupem, jak je obvyklé.

Graf 4 Trajektorie záběru pravé HK u motýlku – horní pohled

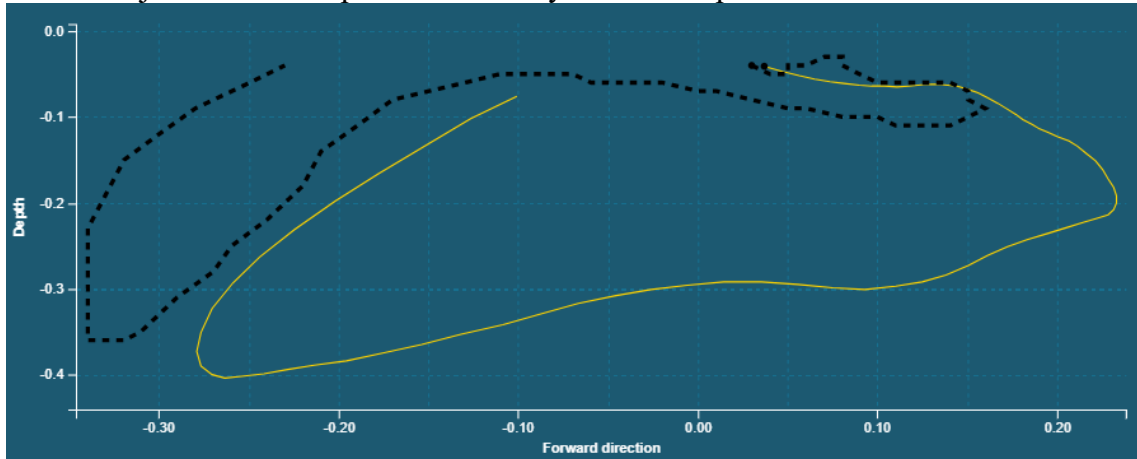


Plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum, osa X – laterální směr, osa Y – dopředný směr.

Graf 5 zachycuje trajektorie záběru v bazénu a ve Flumu z bočního pohledu. První rozdíl, který uvedeme, je pohyb ruky ve fázi přípravy na záběr. Přípravná fáze je charakteristická pohybem ruky ve směru lokomoce plavce, což je v tomto případě v pořádku. Z křivek je patrné, že délka přípravné fáze v protiproudu je kratší než přípravná fáze v bazénu. Kratší přípravná fáze ve Flumu ukazuje na vliv protiproudu, který nutí plavce k rychlejšímu přesunu ruky do fáze přechodu a záběru. Délka záběru jak ve Flumu, tak i v bazénu, je

stejná. Zajímavá je hloubka záběru ve fázi přitažení, která je v protiproudu podstatně menší než v bazénu. V druhé fázi záběru, ve fázi odtlačení, se hloubka záběru ve Flumu přibližuje hloubce záběru v bazénu, což je patrné z grafu 6, který ukazuje pohled zezadu.

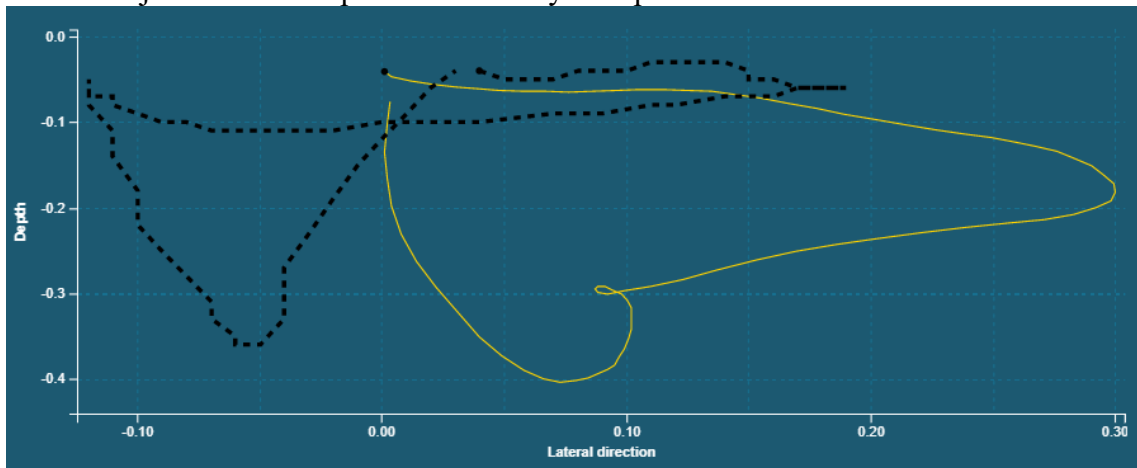
Graf 5 Trajektorie záběru pravé HK u motýlku – boční pohled



Plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum, osa X – dopředný směr, osa Y – hloubka.

Graf 6 jen potvrzuje vše, co již bylo zmíněno o trajektorii pravé ruky při plaveckém způsobu motýlek. Celková doba trvání záběru pravé ruky v bazénu je 0,81 s a ve Flumu 0,77 s.

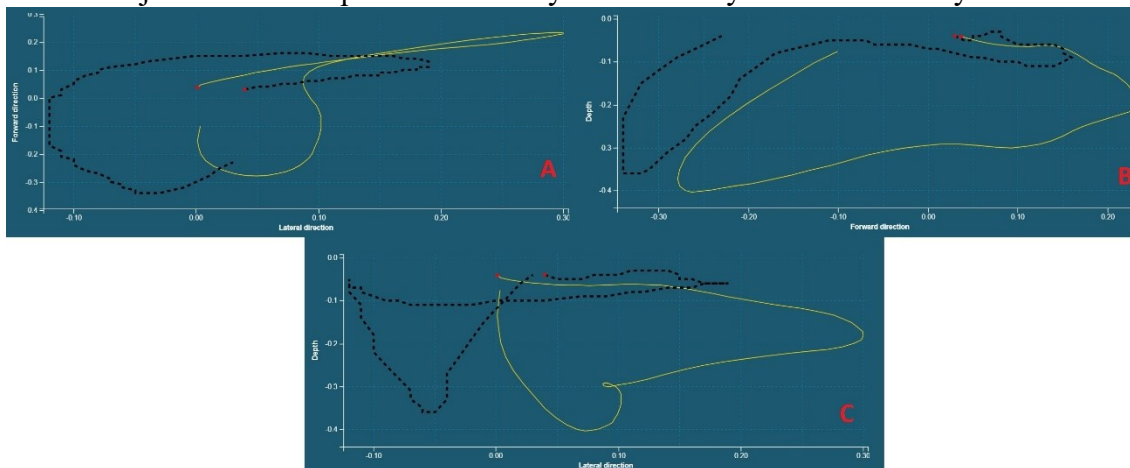
Graf 6 Trajektorie záběru pravé HK u motýlku – pohled zezadu



Plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum, osa X – laterální směr, osa Y – hloubka.

V grafu 7 vidíme všechny trajektorie pohybu pravé HK ve sledovaných rovinách v průběhu motýlkového záběru.

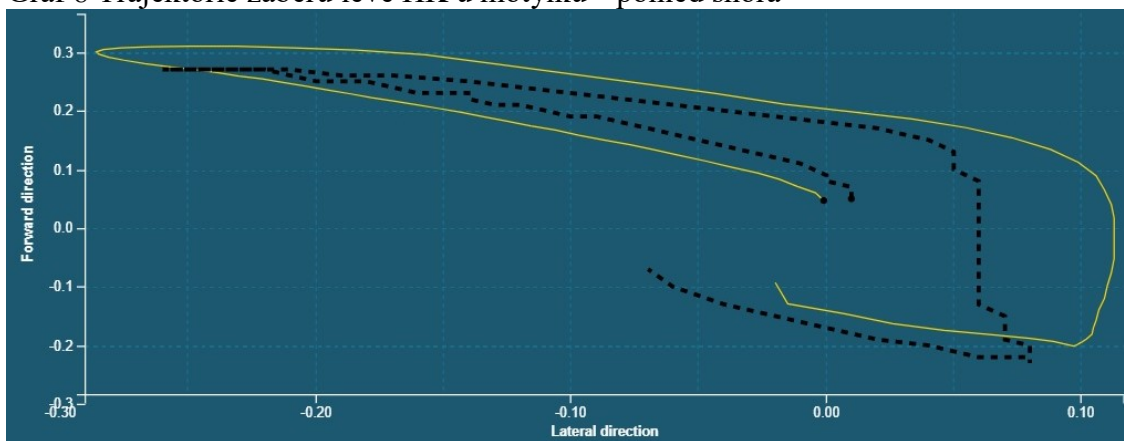
Graf 7 Trajektorie záběru pravé HK u motýlku – všechny sledované roviny



A horní pohled, B boční pohled, C zadní pohled, plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum.

Graf 8 ukazuje trajektorie záběru levé ruky v bazénu a ve Flumu z pohledu shora. Při porovnání trajektorií pravé a levé ruky je zřejmé, že trajektorie levé ruky nevykazují takový rozdíl, jako u trajektorií ruky pravé. Trajektorie v přípravné, přechodné a v první části záběrové fáze jsou skoro totožné. Menší rozdíly jsou patrné ve fázi odtlačení, kdy ruka ve Flumu směřuje hloub a méně k ose těla, zatímco záběr v bazénu je veden víc směrem k ose těla a v menší hloubce.

Graf 8 Trajektorie záběru levé HK u motýlku – pohled shora

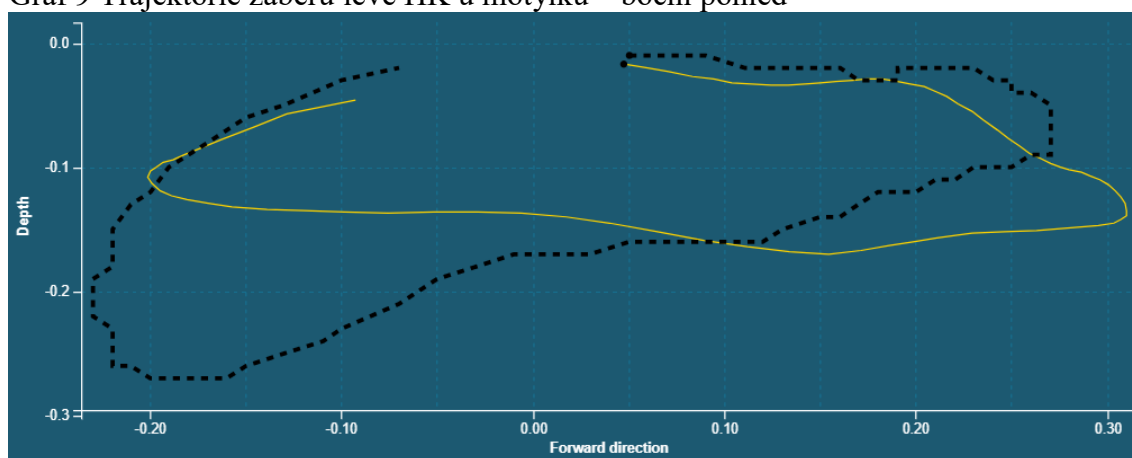


Plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum, osa X – laterální směr, osa Y – dopředný směr.

V grafu 9 vidíme rozdíly v hloubce záběru levé ruky, kdy pohyb ruky v protiproudu ve fázích přípravy, přechodu a v části přitažení je proveden v menší hloubce než v bazénu. V druhé fázi záběrové části - odtlačení, ruka směřuje do větší hloubky než v bazénu. Při srovnání trajektorií levé paže, kdy všechny roviny ukazují, že druhá fáze záběru je vždy vedena níže než při záběru v bazénu, bychom mohli nabýt dojmu, že proband se snažil tlačit trup směrem k hladině. Po srovnání hloubky záběru pravé paže v bazénu a v protiproudu, je to naopak. Na základě porovnání všech trajektorií bychom mohli napsat,

že proband plaval tak, že levá paže byla v průběhu záběru ve Flumu zanořena hlouběji než v bazénu a naopak. Když ale srovnáme hloubku zanoření pravé a levé ruky ve Flumu a v bazénu, zjistíme, že proband zabíral levou rukou v bazénu v menší hloubce než rukou pravou. Z toho bychom mohli usuzovat, že plavání ve Flumu nutilo probanda upravit hloubku záběru levé ruky, což by mělo mít pozitivní vliv na jeho techniku záběru. Při podrobnější kontrole hloubky zanořených HK ve Flumu vidíme, že levá ruka stále není v takové hloubce, jako se nachází pravá ruka při záběru v bazénu. V tomto případě dochází k asymetrii HK v průběhu záběru, což může mít negativní vliv na celkový výkon plavce.

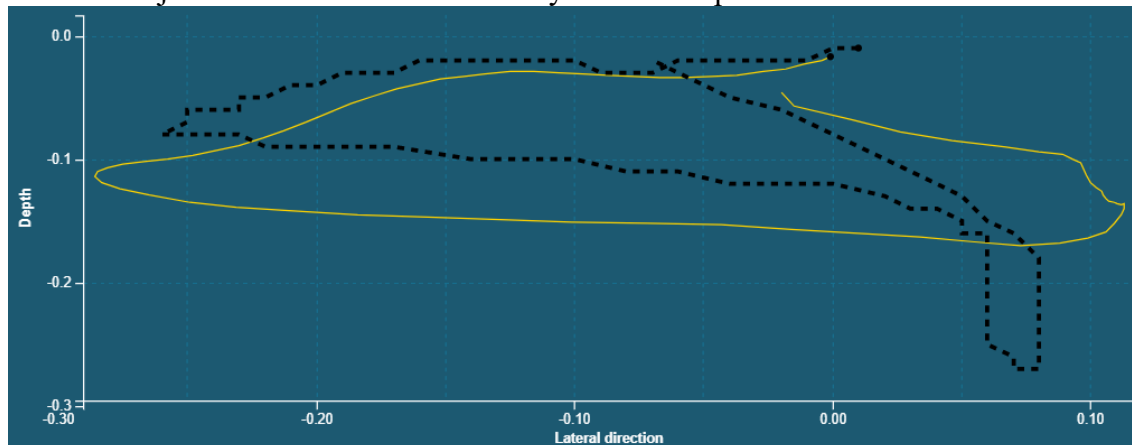
Graf 9 Trajektorie záběru levé HK u motýlku – boční pohled



Plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum

V grafu 10 vidíme, že fáze přípravy a přechodu na záběr je vedena v menší hloubce a po kratší dobu než v bazénu, tak jako první část záběrové fáze. Postupně se ruka zanořuje více, až dosáhne maximální hloubky. Celková doba trvání záběru levé ruky v protiproudu byla změřena na 0,93 s. Celková doba trvání záběru levé ruky v bazénu je 0,81 s.

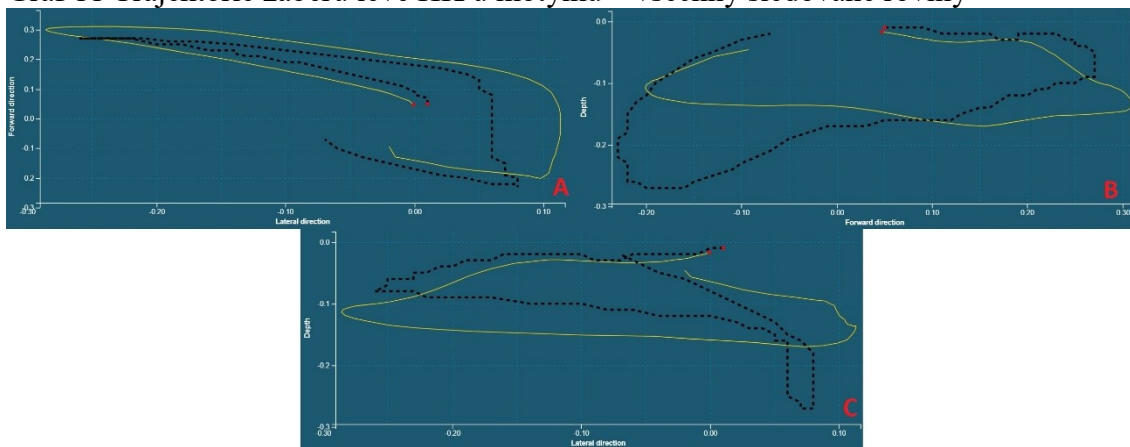
Graf 10 Trajektorie záběru levé HK u motýlku – zadní pohled



Plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum, osa X – laterální směr, osa Y – hloubka.

V grafu 11 vidíme všechny trajektorie pohybu levé HK ve sledovaných rovinách v průběhu motýlkového záběru.

Graf 11 Trajektorie záběru levé HK u motýlku – všechny sledované roviny



A horní pohled, B boční pohled, C zadní pohled; plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum.

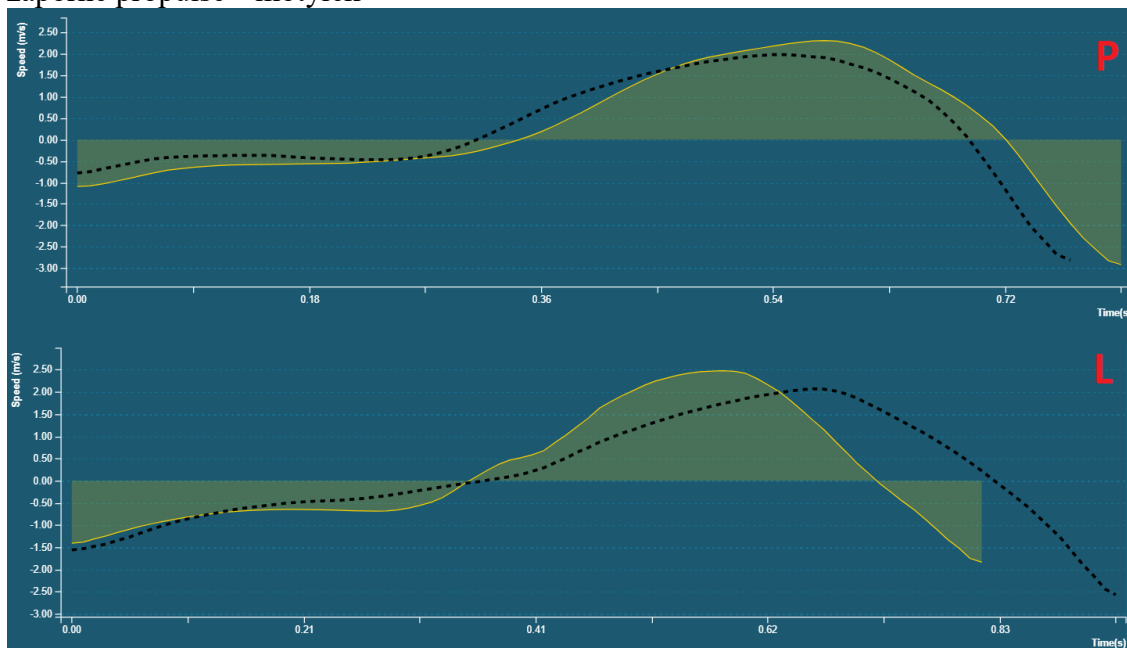
V grafu 12 vidíme křivky rychlosti pohybu rukou v propulsní a nepropulsní fázi záběru. Plusové hodnoty značí fázi záběru, která posouvá plavce vpřed. Záporné rychlosti reprezentují dobu, kdy paže vytváří převážně odpor. Na základě výsledků vidíme, že propulsní fáze pravé ruky v bazénu trvá stejně dlouho jako v protiproudu 0,38 s, avšak propulsní fáze levé ruky v protiproudu je znatelně delší.

Nesrovnalosti v pohybu levé ruky ve Flumu a v bazénu jsme již analyzovali výše. V tomto případě můžeme porovnat i délku trvání propulze a velikost síly, která byla v průběhu záběru generována. Výsledky v grafu 12 potvrzují naše zjištění ohledně asymetrie pohybu levé ruky. Celková doba trvání záběru levé ruky ve Flumu byla 0,93 s, zatímco v bazénu trvala jen 0,81 s.

Dalším zajímavým výsledkem jsou celkové hodnoty síly záběru, kdy v bazénu proband aplikoval více svalové síly v propulsní fázi než ve Flumu. Domníváme se, že tyto rozdíly mohou být způsobeny proudem vody, který se pohybuje zároveň s pohybem ruky v záběrové fázi, čímž opora plochy ruky a předloktí o vodu není využita v takové míře, jako při plavání v bazénu. Z toho vyplývá, že velikost svalové síly by měla být vždy nižší ve Flumu než v bazénu a rovněž se domníváme, že velikost svalové síly by měla být stejná jak pro pravou, tak i levou ruku. Není-li tomu tak, pak usuzujeme, že v našem případě kvalita přenosu svalové síly levé ruky do opory o vodu jak v bazénu, tak i ve Flumu, je nižší. Domníváme se, že kdyby proband v průběhu záběru HK zrychloval, hodnoty propulsní síly by se zvýšily.

Zajímavá je rovněž hodnota efektivity záběru, která příliš nesouvisí s velikostí aplikované síly, ale spíše s dobou působení síly v průběhu propulsní fáze. Když se podíváme na výsledky levé ruky ve Flumu, tak vidíme, že síla propulse a rychlost záběru je nejnižší, ale celková doba trvání propulsní fáze je ze všech rukou nejvyšší (tabulka 4).

Graf 12 Porovnání rychlosti pohybu pravé a levé ruky pod hladinou a velikost kladné a záporné propulse – motýlek



P pravá ruka, L levá ruka; plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum, osa X – čas (s), osa Y – rychlost (m/s).

Tabulka 4 Parametry záběru HK v průběhu záběru pod hladinou – motýlek. Data jsou prezentována v průměrných hodnotách.

	HK	efektivita záběru (%)	síla propulse (N)	čas v + (s)	čas v - (s)	rychlost ruky (m/s)	celkový čas záběru (s)
MOTÝLEK (BAZÉN)	pravá	55,45	19,08	0,38	0,43	1,47	0,81
	levá	48,88	17,21	0,36	0,45	1,51	0,81
MOTÝLEK (FLUM)	pravá	50,61	13,68	0,38	0,39	1,36	0,77
	levá	50,34	11,93	0,45	0,48	1,26	0,93

HK – horní končetina, N – newton, s – sekundy, m/s – metry za sekundu, čas v + – čas strávený v propulsní fázi záběru, čas v - – čas strávený v nepropulsní fázi záběru

5.2 Motýlek Biokinetic

Při srovnávání výkonu v testu na Biokineticu s plaváním ve Flumu a v bazénu jsme pracovali s těmito údaji: průměrný počet záběru za minutu, průměrná délka záběru (m), průměrný výkon na záběr (W).

Při porovnání naměřených hodnot ve wattech je výkon, který podal proband na Biokineticu, neporovnatelný s výkonem v protiproudu a v bazénu. Na Biokineticu byl naměřen výkon pravé ruky 259 W a levé 263 W. Při plavání v bazénu činil výkon 49,05 W pravá a 46,13 W levá ruka. Ve Flumu byly naměřeny hodnoty 34,98 W pravá a 32,98 W levá ruka.

Rozdílné výsledky mezi hodnotami svalového výkonu na Biokineticu, Flumu a bazénu vycházejí z podmínek, které jsou následující: na trenažéru plavec může fixovat dolní končetiny (DK) o oporu, která je součástí vybavení nebo při velmi razantním výkonu bývá proband fixován i druhou osobou. Dále se proband svým trupem opírá o pevnou podložku, která mu umožňuje vyvinout maximální sílu proti tažnému zařízení, které snímá svalovou sílu HK.

I když jsou výsledky silového výkonu velmi rozdílné, některé souvislosti můžeme porovnat. Podíváme-li se na výsledný výkon pravé a levé ruky vidíme, že levá ruka, která v bazénu a ve Flumu vykazuje nižší silový výkon, na suchu naopak převyšuje silový výkon ruky pravé. V analýze výsledků z Flumu a bazénu jsme se domnívali, že síla HK bude zřejmě stejná, a že problém by mohl být s korektní technikou a provedením záběru. V tomto případě bychom mohli říci, že tomu tak je. Silový výkon levé HK na suchu není omezen odporem vodního prostředí, není ovlivněn pohybovým stereotypem a paradoxně výsledek ukázal, že je „silnější“ než ruka pravá.

Další porovnávanou hodnotou je průměrná délka záběru, která je nejdelší v bazénu, tento výsledek se dal očekávat a rozdíl v délkách záběru je značný. V bazénu činí průměrná délka záběru 1,92 m pro pravou a levou ruku, ve Flumu je průměrný záběr obou rukou dlouhý 0,94 m, na Biokineticu činí průměrná délka pravé ruky 1,22 m a levé 1,23 m. K těmto různým výsledkům můžeme podat následující vysvětlení. V realizaci záběru v bazénu zřejmě dochází k plnému využití délky HK a splývání (setrvačnosti). Ve Flumu je situace jiná, domníváme se, že plavec je v průběhu záběrových pohybů ovlivňován protiproudem, který snižuje možnost využití splývání (setrvačnosti) a rovněž by celkovou délku záběru mohlo ovlivnit plavání na místě. Z analýzy pohybového cyklu pod hladinou

rovněž víme, že v porovnání s pohybem v bazénu plavec zkracoval fázi přípravy, což by mohlo, zároveň s „upravením“ křivky záběrové fáze, ovlivnit celkovou délku záběru.

Poslední hodnotou je průměrný počet záběrů za minutu. Nejvyšší hodnotu frekvence měl proband na Biokineticu 55,4 záběru za minutu. Poté následoval bazén s 50,56 a Flum s 46,33 záběry za minutu. Výslednou frekvenci na trenažeru můžeme objasnit tím, že si plavec na tomto stroji nemusel hlídat techniku, tudíž zabíral co nejrychleji po přímé trajektorii. Kdežto ve vodě plavec zabírá po esovité dráze a snaží se efektivně „opřít“ o vodu, rychlost záběru nemusí být za každou cenu co nejvyšší. Nízká frekvence záběrů za minutu ve Flumu by ukazovala na delší záběrovou fázi, ale v našem případě je to naopak, délka záběru je krátká a frekvence HK nižší. V tomto případě se domníváme, že by frekvence a délka záběrů HK mohla být ovlivněna nižší rychlostí protiproudu.

Tabulka 5 Naměřené hodnoty motýlek. Data jsou prezentována v průměrných hodnotách.

	Frekvence záběrů/ minuta (F)	délka záběru (m)	výkon na záběr (W)
bazén pravá	50,56	1,92	49,05
bazén levá	50,56	1,92	46,13
Flum pravá	46,33	0,94	34,98
Flum levá	46,33	0,94	32,98
Biokinetik pravá	55,40	1,22	259,00
Biokinetik levá	55,40	1,23	263,00

m – metry, W – wattly

5.3 Výsledky měření - kraul

V prezentaci výsledků se přesouváme k plaveckému způsobu kraul. Bohužel výkon Flumu nám nedovolil, aby proband podal maximální výkon při tomto plaveckém způsobu. První hodnotu, kterou budeme prezentovat, je stejně jako u motýlku, průměrný počet záběrů za minutu. Při plavání v bazénu vychází průměrná frekvence záběru za minutu na 45,42 pravou a 45,13 záběrů levou rukou. Ve Flumu činily hodnoty frekvence 35,04 pravá a 35,15 záběrů za minutu levá ruka. Vyšší počet záběrů za jednu minutu byl dosažen při plavání v bazénu.

Dalším prezentovaným parametrem je průměrný impuls síly (IS). Vyššího IS bylo dosaženo v protiproudu, kdy hodnota IS byla 55,18 Ns pro pravou a 54,18 Ns pro levou ruku. V bazénu byly naměřené hodnoty nižší a to 32,29 Ns na pravé ruce a 38,77 Ns na levé ruce. Při hodnocení IS, jak již bylo zmíněno výše, je důležitá nejen velikost impulsu,

ale rovněž jeho směr a doba působení, která nám říká, kolik % z celkového impulsu síly (efektivita záběru) je směřována do výsledné propulse. V grafu 13 vidíme, že dosažení vyššího IS ve Flumu je zřejmě způsobeno celkovou délkou realizace záběru.

V tabulce 6 vidíme hodnotu efektivitu záběru v bazénu a ve Flumu. Efektivita záběru v bazénu u pravé ruky byla 51,88 % a u levé ruky 47,78 %. V protiproudu byla efektivita záběru pravé ruky 58,94 % a levé ruky 49,29 %. Jak pravá, tak levá ruka měla vyšší hodnoty efektivitu ve Flumu než v bazénu. Z výsledků jsou patrné velké rozdíly mezi efektivitou záběru pravé a levé HK v bazénu a ve Flumu. Stejně jako v analýze motýlku se i zde domníváme, že proband není schopen v záběru ve Flumu plně využít svalovou sílu své levé HK. Rovněž se domníváme, že hodnoty IS, ale i efektivitu záběru, mohou být ovlivněny již zmiňovanou délkou trvání záběru ve Flumu (grafy 16 a 20, tabulka 7).

Dalším hodnoceným parametrem je průměrná síla propulse. Na základě získaných dat jsme zjistili, že síla propulse v bazénu na pravé ruce byla 12,66 N a 13,96 N na levé ruce. V protiproudu byly získané hodnoty následující pro pravou ruku 18,99 N a pro levou 15,63 N. Síla propulse přímo souvisí s pohybem plavce vpřed a příčinou rozdílných hodnot zaznamenaných ve Flumu a v bazénu může být již zmiňovaná doba trvání záběru, která byla ve Flumu delší.

Tabulka 6 Parametry plavecké lokomoce kraul. Data jsou prezentována v průměrných hodnotách.

	HK	Frekvence záběrů/ minuta (F)	Impuls síly (Ns)	Efektivita záběrů (%)	Síla propulse (N)
KRAUL (BAZÉN)	pravá	45,42	32,29	51,88	12,66
	levá	45,13	38,77	47,78	13,96
KRAUL (FLUM)	pravá	35,04	55,18	58,94	18,99
	levá	35,15	54,18	49,29	15,63

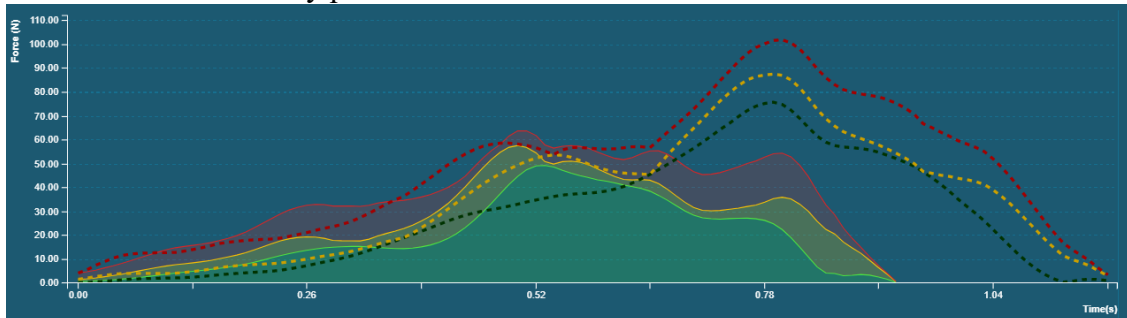
HK – horní končetina, Ns – newton sekunda, % – procenta, N – newtony

Při porovnání průběhu velikosti síly a celkové doby záběru pravé, ale i levé HK, vidíme, jak se od sebe jednotlivé křivky záběru liší. V grafu 13 a 14 je patrný rozdíl v zapojení svalové síly HK do propulse. Domníváme se, že pravá i levá HK ve Flumu setrvaly delší dobu v přípravné fázi záběru. Zajímavá je následná analýza záběrové fáze pravé a levé HK ve Flumu v porovnání s pravou a levou HK v bazénu. Velikost propulse v záběrové fázi pravé ruky ve Flumu a v bazénu má jeden vrchol. Naopak, velikost propulse v záběrové fázi pravé a levé ruky ve Flumu a v bazénu má vrcholy dva. Z toho vyplývá, že během záběrové fáze pravé ruky proband zabírá postupně se zvyšujícím úsilím, kdy

nejvyšší propulsní síly dosáhne ve fázi odtlačení. Levá ruka má vrcholy dva, což znamená, že plavec rozložil propulsní síly do fáze přitažení a odtlačení. Podíváme-li se na křivku propulsní síly, můžeme vidět, jak tato síla v první fázi záběru ve Flumu roste lineárně, zatímco v bazénu je nárůst do maximálních hodnot strmější.

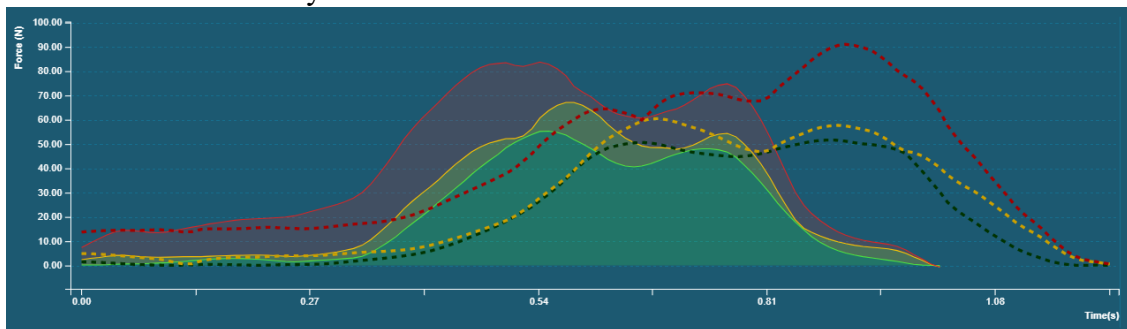
V grafu 13 můžeme také pozorovat, že časová délka záběru je v obou prostředích velmi odlišná. V bazénu činil čas záběru pravé ruky 0,93s a ve Flumu 1,17 s.

Graf 13 Generované síly pravá ruka kraul



Plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum, osa X – čas (s), osa Y – síla (N)

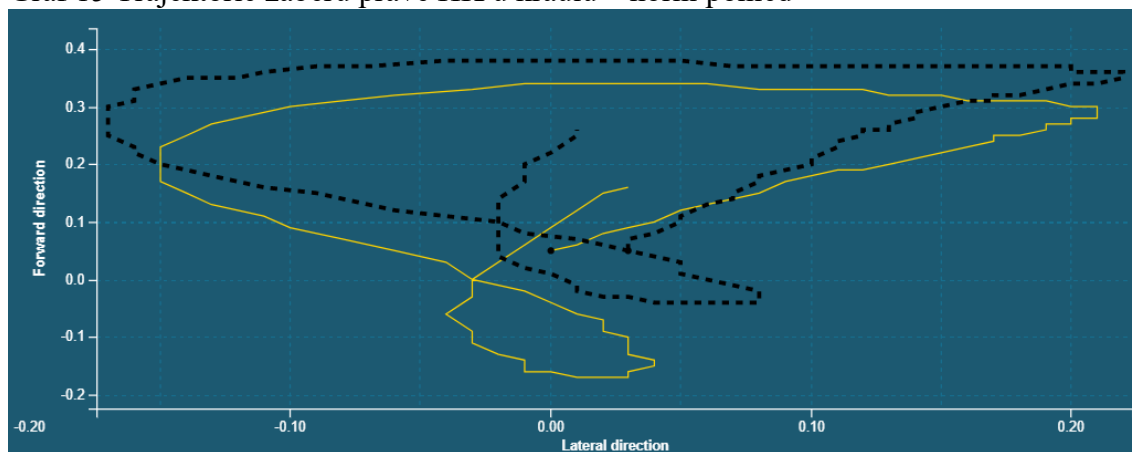
Graf 14 Generované síly levá ruka kraul



Plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum, osa X – čas (s), osa Y – síla (N)

V grafu 15 vidíme trajektorie záběru pravé ruky v bazénu a ve Flumu z pohledu shora. Při porovnání trajektorií pravé a levé ruky je zřejmé, že trajektorie nevykazují velký rozdíl. Trajektorie v přípravné, přechodné a v první části záběrové fáze jsou skoro totožné. Rozdíly nalezneme v záběrové fázi, která je delší v protiproudu. Dále jsou patrné malé rozdíly na konci záběrové fáze (fáze přitažení), kdy ruka v protiproudu směřuje více doleva. Poslední výraznější rozdíl, je vidět v konečné fázi záběru, kdy ruka ve Flumu končí záběr dále před bodem průchodu prstů pod hladinu.

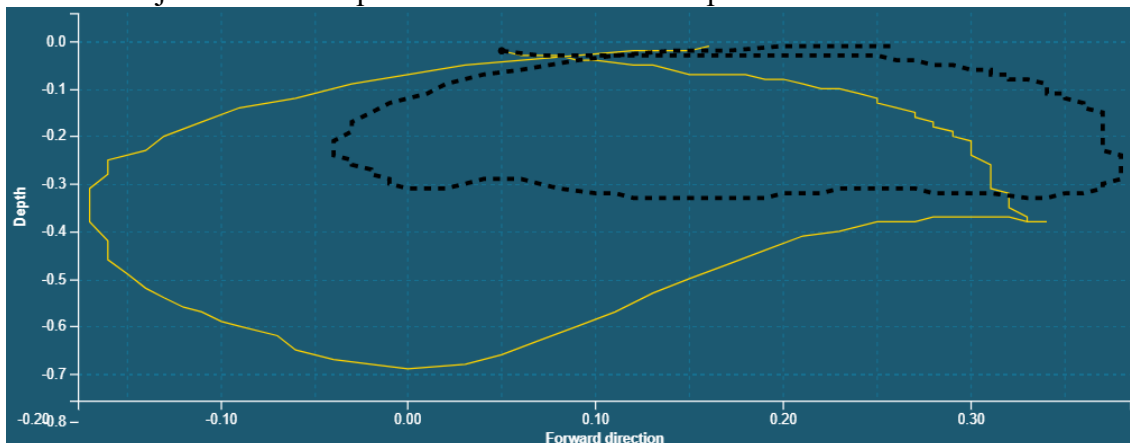
Graf 15 Trajektorie záběru pravé HK u kraulu – horní pohled



Plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum, osa X – laterální směr (m), osa Y – dopředný směr (m).

Graf 16 zachycuje trajektorie záběru pravé ruky v bazénu a ve Flumu z bočního pohledu. První rozdíl, který uvedeme, je pohyb ruky ve fázi přípravy na záběr. Přípravná fáze je stejně jako u motýlka charakteristická pohybem ruky ve směru lokomoce plavce, což je v tomto případě v pořádku. Z křivek vidíme, že přípravná fáze ve Flumu byla delší než přípravná fáze v bazénu. Dále můžeme pozorovat, že ruka v přechodné fázi se v bazénu pohybuje více do hloubky. Delší přípravná fáze je ovlivněna proudem vody ve směru záběru, plavec mohl setrvávat déle ve skluzu. Zajímavá je hloubka záběru v části přitažení a odtlačení, která je v bazénu podstatně větší než ve Flumu. Rozdíly v hloubkách záběru jsme zaznamenali i v analýze trajektorií u techniky motýlek. Domníváme se, že problém bude stejný, to znamená, že proband zabírá nesouměrně jak u motýlku, tak i u kraulu. Pravá paže je v průběhu záběru zřejmě natažená více než paže levá, způsobeno by to mohlo být i větší rotací trupu na pravou stranu. V tomto případě bychom mohli připustit, že se jedná o určitý pohybový stereotyp, který by mohl souviset s průběhem fáze nádechu a výdechu. Naučený stereotyp souvisí především s kraulovou technikou, kterou se plavec naučil dřív a následně tuto chybu mohl implementovat do motýlkové techniky. Posledním velmi významným rozdílem je závěrečná část fáze odtlačení, která je v případě bazénu hlouběji a mnohem dál za místem vstupu prstů do vody, což by ukazovalo na problém, který jsme popsali. Úhel pokrčení probandovy pravé paže je zřejmě menší než u paže levé nebo proband v průběhu záběru více rotoval na levou stranu.

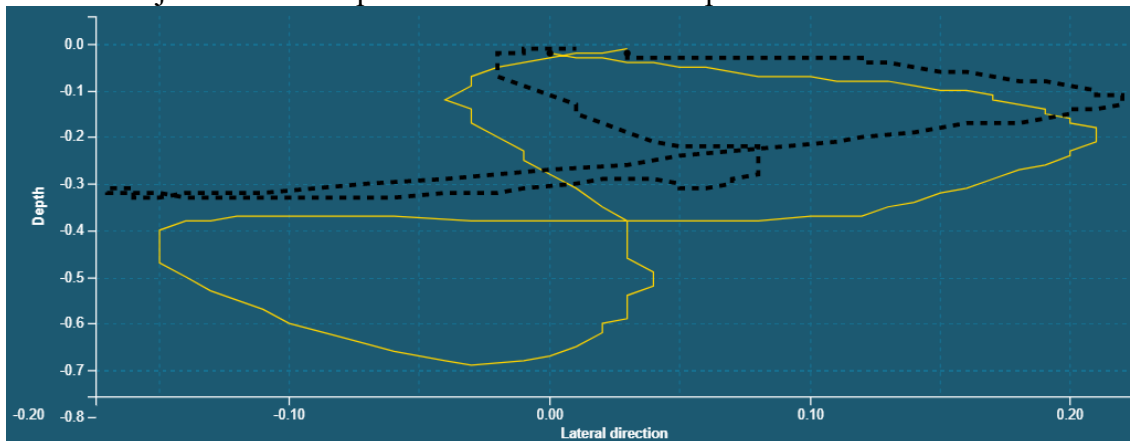
Graf 16 Trajektorie záběru pravé HK u kralu – boční pohled



Plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum, osa X – dopředný směr (m), osa Y – hloubka (m).

Graf 17 jen potvrzuje vše, co již bylo zmíněno o trajektorii pravé ruky při plaveckém způsobu kralu. Celkový čas záběru pravé ruky v bazénu je 0,93 s a ve Flumu 1,17 s.

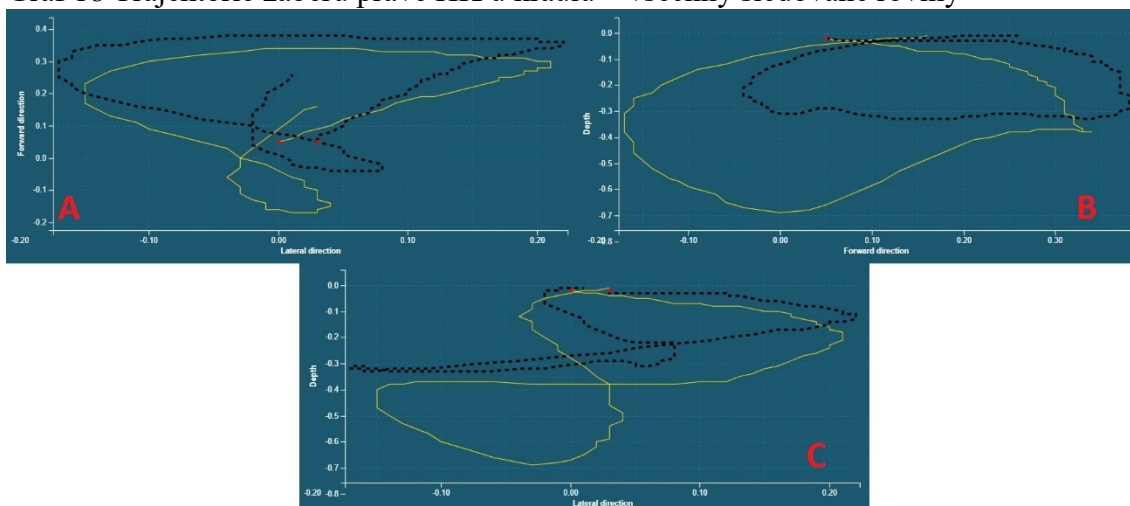
Graf 17 Trajektorie záběru pravé HK u kralu – zadní pohled



Plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum, osa X – laterální směr (m), osa Y – hloubka (m).

V grafu 18 vidíme všechny trajektorie pohybu pravé HK ve sledovaných rovinách v průběhu kralového záběru. Velký rozdíl je patrný v hloubce zanoření, kde trajektorie záběru pravé HK ve Flumu je provedena v menší hloubce.

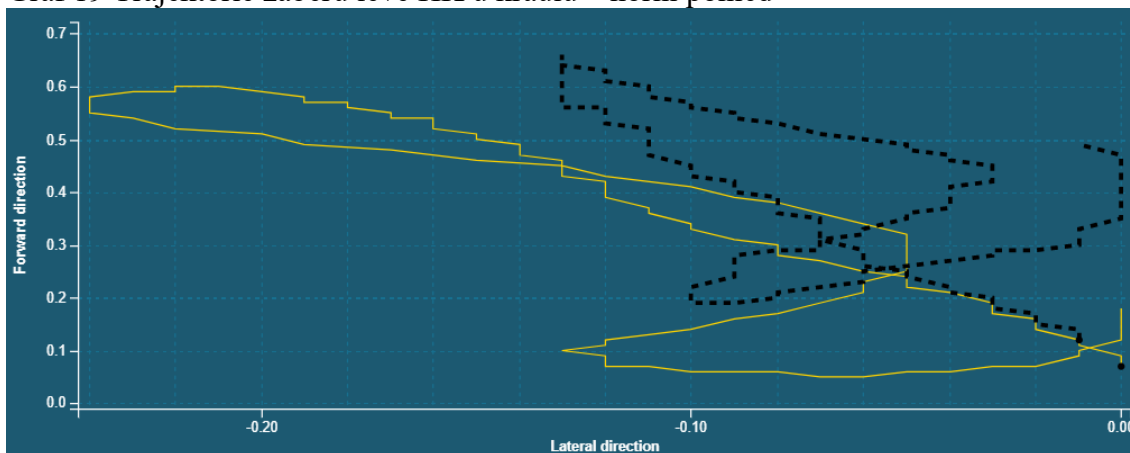
Graf 18 Trajektorie záběru pravé HK u kralu – všechny sledované roviny



A horní pohled, B boční pohled, C zadní pohled; plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum

Graf 19 ukazuje trajektorie záběru levé ruky v bazénu a ve Flumu z pohledu shora. Při porovnání trajektorií pravé a levé ruky je zřejmé, že trajektorie levé ruky vykazují větší rozdíl oproti trajektoriím pravé ruky kralu. Trajektorie v přípravné a přechodné části záběrové fáze jsou odlišné. Největší rozdíl pozorujeme ve směru ruky v bazénu, která směřuje více do levé strany než ruka ve Flumu. Ve fázi odtlačení jsou si trajektorie velmi podobné, můžeme však pozorovat rozdíl v tom, že ruka v protiproudu se pohybuje před bodem vstupu prstů do vody.

Graf 19 Trajektorie záběru levé HK u kralu – horní pohled

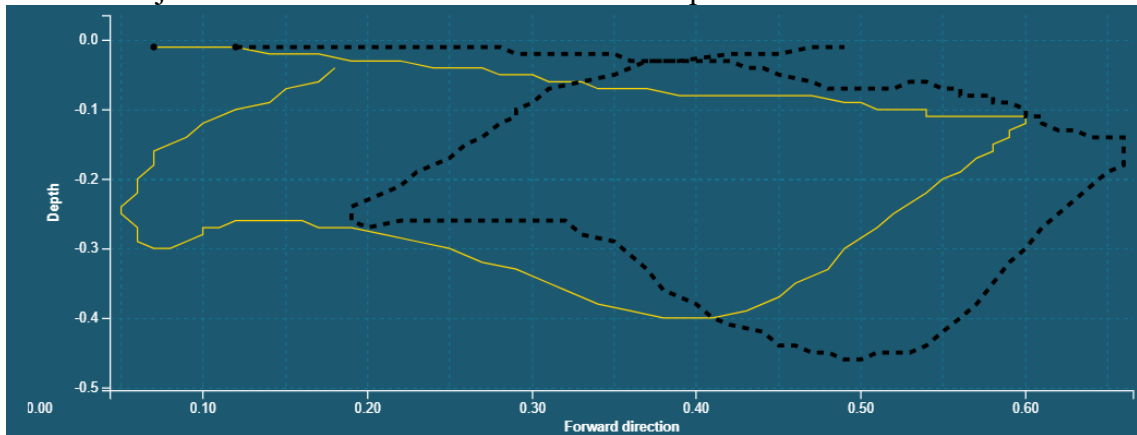


Plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum, osa X – laterální směr (m), osa Y – dopředný směr (m).

Graf 20 vykresluje trajektorie záběru levé ruky v bazénu a ve Flumu z bočního pohledu. Při porovnání trajektorií pravé a levé ruky je zřejmé, že trajektorie levé ruky nevykazují takový rozdíl jako u trajektorií ruky pravé. Trajektorie v přípravné, přechodné a záběrové fázi si jsou svým průběhem skoro totožné. Rozdíl je v délce přípravné fáze, která je v protiproudu delší. Přechodná fáze a části záběrové fáze přitažení a odtlačení mají velmi podobný průběh. Rozdíl je v délce přechodné fáze, která je ve Flumu kratší. Délka fáze

přitažení je podobná, rozdíl vidíme ve fázi odtlačení, kdy ruka v bazénu vykresluje pomyslnou vlnku. Co se týče hloubky záběru, je fáze přitažení v protiproudu prováděna ve větší hloubce než v bazénu. Ve fázi odtlačení se hloubky trajektorií srovnávají. Poslední úsek trajektorie zaznamenává fázi vytažení, který je v případě Flumu delší.

Graf 20 Trajektorie záběru levé HK u kraulu – boční pohled

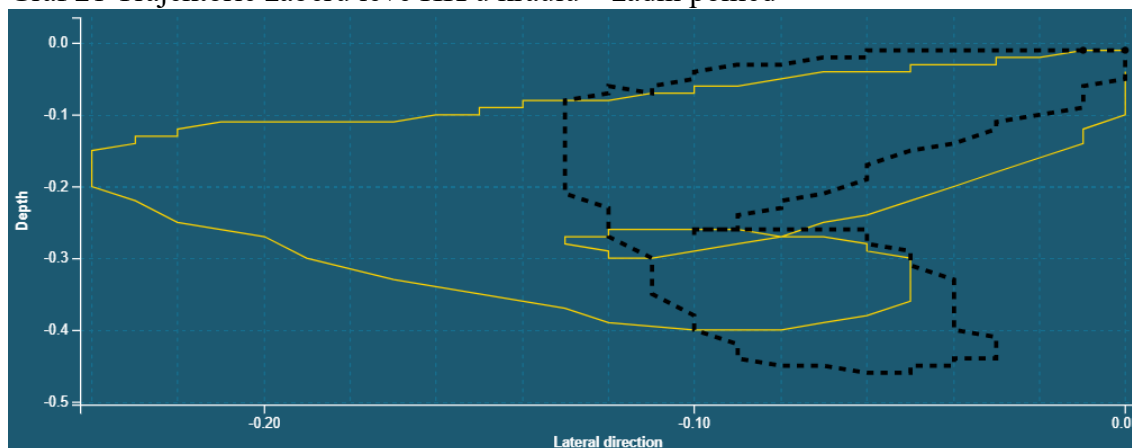


Plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum, osa X – dopředný směr (m), osa Y – hloubka (m).

Graf 21 nám ukazuje trajektorii v komplexnějším pohledu, můžeme zde vidět, jak ruka v bazénu v přechodné fázi směřuje velmi významně do levé strany, zatímco ve Flumu tomu tak není. Dále můžeme pozorovat, že ruka ve Flumu ve fázi přitažení směřovala do větší hloubky než záběr v bazénu.

Problém hloubky v záběrové fázi v bazénu a ve Flumu jsme se snažili vysvětlit výše, jak v analýze pohybu HK u motýlku, tak i u pravé paže v technice kraul. Srovnáme-li nejnižší hloubku zanoření HK v záběrové fázi v bazénu u kraulu, tak zřetelně vidíme, že pravá HK je zanořena hlouběji (kolem 69 cm) než levá (kolem 40 cm). Porovnáme-li hloubku zanoření HK v záběrové fázi v bazénu s hloubkou zanoření HK v záběrové fázi ve Flumu, vidíme, že rozdíly v hloubkách jsou v protiproudu menší. Levá ruka je zanořena v hloubce 46 cm a pravá ruka v hloubce 33 cm. Jak jsme již psali výše, domníváme se, že plavání ve Flumu u obou plaveckých způsobů má určitý korekční vliv na pohybový stereotyp, který je patrný v plavání v bazénu. Z pohledu času záběru je záběr levé ruky v protiproudu delší, hodnota času je 1,21 s, v bazénu je čas záběru 1,01 s.

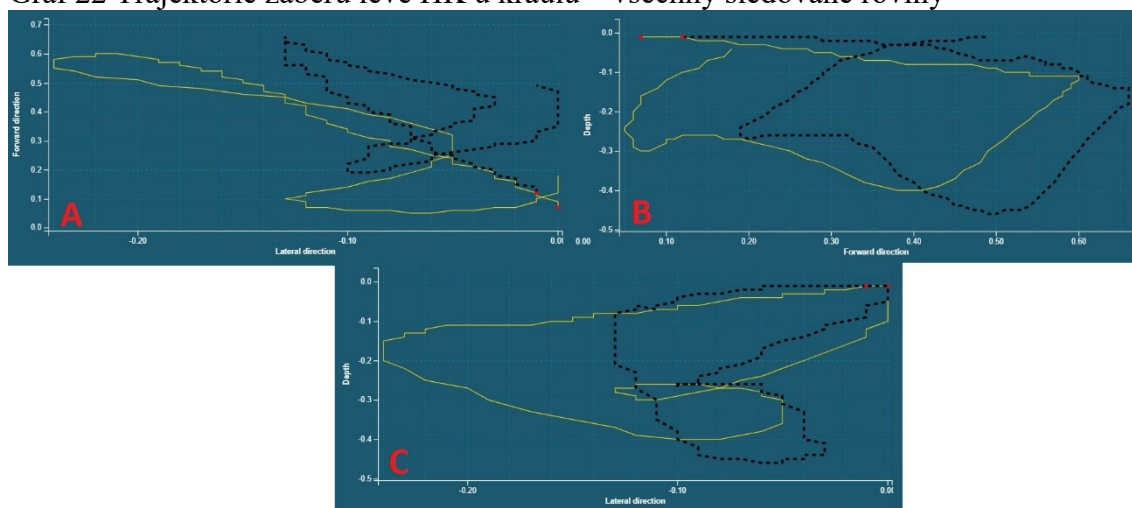
Graf 21 Trajektorie záběru levé HK u kraulu – zadní pohled



Plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum, osa X – laterální směr (m), osa Y – hloubka (m).

V grafu 22 vidíme všechny trajektorie pohybu levé HK ve sledovaných rovinách v průběhu kroulového záběru. U levé HK zase vidíme, že záběr ve Flumu je proveden hloub než v bazénu.

Graf 22 Trajektorie záběru levé HK u kraulu – všechny sledované roviny



A horní pohled, B boční pohled, C zadní pohled; plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum

Graf 23 ukazuje křivky rychlosti pohybu rukou v propulsní a nepropulsní fázi záběru. Stejně jako u motýlku, tak i zde, značí kladné hodnoty propulsní fázi záběru, která posouvá plavce vpřed. Záporné rychlosti reprezentují dobu, kdy paže vytváří převážně odpor. Na základě výsledků vidíme, že propulsní fáze záběru pravé a levé ruky ve Flumu trvaly déle než propulsní fáze v bazénu. Hodnota času propulsní fáze v protiproudu je pro pravou ruku 0,50 s a pro levou ruku 0,47 s. V bazénu bylo dosaženo pro pravou ruku 0,35 s a pro levou 0,45 s.

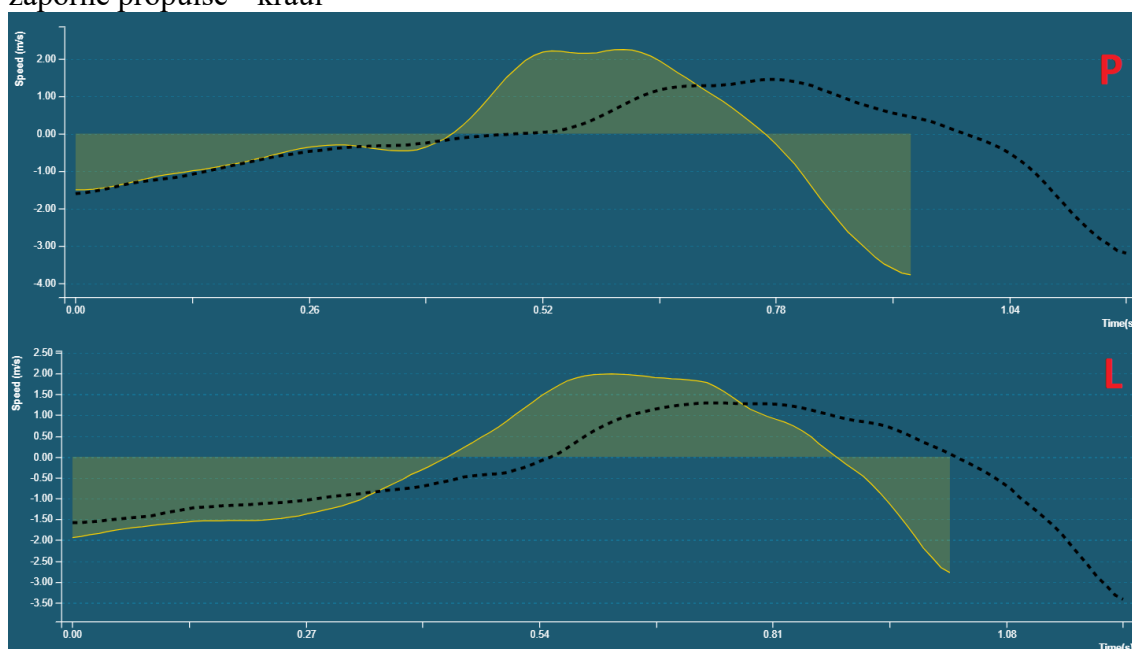
Při pohledu na průměrné rychlosti a časy záběru vidíme, že plavec při plavání v bazénu prováděl z hlediska času kratší záběry, ale rychlost pohybu byla vyšší než v protiproudu.

Celkové doby záběru v bazénu jsou pro pravou 0,93 s a pro levou 1,01 s. Ve Flumu je čas záběru pro pravou ruku 1,17 s a pro levou 1,21. Rychlosti záběru v bazénu pro pravou ruku jsou 1,49 m/s, pro levou 1,30 m/s. V protiproudu dosahovala průměrná rychlost pravé ruky 0,85 m/s a levé ruky 0,92 m/s. Z grafu 23 je dobře viditelné, jak ruce v bazénu dosahují vyšších rychlostí záběru v propulsní fázi.

Záběry prováděné v protiproudu nedosahují tak vysokých rychlostí, ale oproti záběru z bazénu setrvávají ruce déle v propulsní fázi, rovněž jsou záběry v protiproudu efektivnější. Pravá ruka dosahuje 58,94 %, levá ruka 49,29. V bazénu je efektivita pravé ruky 51,88 % a levé ruky 47,78 %. V popisu nesmíme vynechat hodnoty časů v nepropulsní fázi záběru. Delší časový úsek setrvaly ruce v nepropulsní fázi HK ve Flumu. Hodnoty těchto parametrů jsou v protiproudu pro pravou 0,67 s a pro levou ruku 0,74 s. V bazénu bylo dosaženo těchto hodnot - pro pravou ruku 0,58 s a pro levou ruku 0,56 s.

V analýze záběru u motýlku jsme se domnívali, že velikost síly v propulsi bude ve Flumu vždy nižší z důvodů proudění vody, která se pohybuje zároveň s pohybem ruky v záběrové fázi. V analýze kralové techniky tomu tak ale není. Hodnoty propulsní síly jsou ve Flumu vyšší než v bazénu, tím pádem neplatí naše domněnka, že velikost svalové síly by měla být vždy nižší ve Flumu než v bazénu. V tomto případě bychom mohli říci, že velikost propulze souvisí spíše s délkou působení propulze, než s její dosaženou maximální hodnotou (Graf 23 a tabulka 7).

Graf 23 Porovnání rychlosti pohybu pravé a levé ruky pod hladinou a velikost kladné a záporné propulse – kraul



P pravá ruka, L levá ruka; plná čára – bazén, přerušovaná čára – Flum; osa X – čas záběru (s), osa Y – rychlost záběru (m/s)

Tabulka 7 Parametry záběru HK v průběhu záběru pod hladinou – kraul. Data jsou prezentována v průměrných hodnotách.

	HK	efektivita záběru (%)	síla propulse (N)	čas v + (s)	čas v - (s)	rychlost ruky (m/s)	celkový čas záběru (s)
KRAUL (BAZÉN)	pravá	51,88	12,66	0,35	0,58	1,49	0,93
	levá	47,78	13,96	0,45	0,56	1,30	1,01
KRAUL (FLUM)	pravá	58,94	18,99	0,50	0,67	0,85	1,17
	levá	49,29	15,63	0,47	0,74	0,92	1,21

HK – horní končetina, N – newton, s – sekundy, m/s – metry za sekundu, čas v + – čas strávený v propulsní fázi záběru, čas v - – čas strávený v nepropulsní fázi záběru

5.4 Kraul Biokinetic

Stejně jako u motýlku budeme při srovnávání výkonu v testu na Biokineticu s plaváním ve Flumu a v bazénu pracovat s těmito údaji: průměrný počet záběru za minutu, průměrná délka záběru (m), průměrný výkon na záběr (W). Při porovnání naměřených hodnot ve watech je výkon, který podal proband na Biokineticu, neporovnatelný s výkonem v protiproudu a v bazénu. Na Biokineticu byl naměřen výkon pravé ruky 257 W a na levé ruce 246 W. Při plavání v bazénu činil výkon 36,65 W pravá a 42,53 W levá ruka. Ve Flumu byly naměřeny hodnoty 51,25 W pravá a 43,67 W levá ruka.

Rozdílné výsledky mezi hodnotami svalového výkonu na Biokineticu, Flumu a v bazénu vycházejí stejně jako u motýlku z podmínek, které jsou následující: na trenažeru plavec může fixovat DK o oporu, která je součástí vybavení nebo, při velmi razantním výkonu, bývá proband fixován i druhou osobou. Dále se proband svým trupem opírá o pevnou podložku, která mu umožňuje vyvinout maximální sílu proti tažnému zařízení, které snímá svalovou sílu HK.

Pokud porovnáme hodnoty výkonu mezi kraulem a motýlkem (tabulka 5 a tabulka 8), zjistíme, že hodnoty u motýlku a kraulu jsou odlišné. U motýlku byl nejnižší výkon HK dosažen ve Flumu, naopak u kraulu jsou nejnižší hodnoty v prostředí bazénu. Shodu v získaných parametrech nalezneme u pravé HK, která v protiproudu dosáhla vyššího výkonu než levá a to jak u motýlku, tak u kraulu. Je zajímavé, že pravá HK ve Flumu dosáhla vyššího výkonu než levá ruka a to i přesto, že záběrová fáze pravé HK ve Flumu byla prováděna v menší hloubce, kde je rychlost proudící vody nejvyšší.

U vyhodnocení levé HK si připomeňme trajektorie záběru, které byly velmi podobné. Největší rozdíl byl ve vychýlení záběru v bazénu do levé strany. Usuzujeme, že podobné trajektorie záběru v obou prostředích vedou k tomu, že má proband velmi blízké hodnoty podaného výkonu (W).

Další porovnávanou hodnotou je průměrná délka záběru, která je nejdelší v protiproudu, avšak rozdíl v délkách není tak velký jako u motýlku. V bazénu činí průměrná délka záběru 1,21 m pro pravou a 1,20 m pro levou ruku. Ve Flumu je průměrný záběr pravé ruky 1,29 m a levé ruky 1,21 m a na Biokineticu činí průměrná délka pravé ruky 1,20 m a levé 1,07 m. Je zajímavé porovnat časy záběru (tabulka 7) a délky záběru (tabulka 8). Mohli bychom usuzovat, že čím delší bude čas záběru, tím delší bude samotný záběr pod hladinou, ale ze získaných dat tuto možnost nemůžeme potvrdit.

Tabulka 8 Naměřené hodnoty kraul. Data jsou prezentována v průměrných hodnotách.

	Frekvence záběrů/ minuta (F)	délka záběru (m)	výkon na záběr (W)
bazén pravá	45,42	1,21	36,65
bazén levá	45,13	1,20	42,53
Flum pravá	35,04	1,29	51,25
Flum levá	35,12	1,21	43,67
Biokinetic pravá	52,90	1,20	257,00
Biokinetic levá	52,90	1,07	246,00

m – metry, w – wattly

Odpovědi na výzkumné otázky

1. Jsou hodnoty výkonu HK získané testem na Biokineticu srovnatelné s hodnotami výkonu HK v bazénu a ve Flumu?

Hodnoty podané na Biokineticu jsou z hlediska výkonu ve wattech nesrovnatelné s podaným výkonem ve Flumu a v bazénu. Například při kraulu u levé ruky je tento rozdíl mezi bazénem a trenažérem 220,35 wattů. Pokud bychom to vztáhli na procenta, podala při kraulu pravá ruka na Biokineticu 701 % výkonu pravé ruky z bazénu. Tyto rozdíly jsou velké a je tomu tak i pokud bychom porovnali prostředí Flumu a Biokineticu (tabulka 5 a 8). Plavec není schopný v bazénu a protiproudu podat stejný výkon jako na trenažéru. Zřejmě je to způsobeno podmínkami Flumu, které neumožňují vytvořit tak velkou oporu při záběru jako na Biokineticu. To platí pro oba zkoumané plavecké způsoby.

Trenažér však může výborně sloužit pro rozvoj svalové síly. Nesmíme si však myslet, že pokud plavec podá vynikající výkon na Biokineticu, bude to znamenat výborný výkon v bazénu. V bazénu totiž vstupuje do hry technika plavání.

2. Jaký je rozdíl mezi trajektorií pohybu HK ve Flumu a v plaveckém bazénu?

Trajektorie horních končetin se v obou prostředích lišila.

U plaveckého způsobu motýlek byla velmi odlišná hloubka záběru a to hlavně u pravé ruky, kdy průběh záběru ve Flumu probíhal v nižší hloubce. Rozdíl mezi hloubkami záběru dosahoval až 0,21 m. V konečné fázi záběru ruka dosahovala podobných hloubek v obou prostředích, v bazénu 0,40 m a v protiproudu 0,36 m. Hloubka záběru však byla odlišná jak u pravé, tak u levé ruky. Další významný rozdíl byl u pravé ruky v bazénu, kdy se ruka v záběrové fázi nedostala úplně pod trup těla, zatímco levá ruka v bazénu ano a taktéž obě ruce ve Flumu. Dále byl delší pohyb ruky ve směru plavání, v prostředí bazénu a to v přípravné a přechodné fázi záběru. Pravá ruka v prostředí bazénu urazila v těchto fázích záběru 0,23 m ve směru plavání a v protiproudu 0,16 m. Levá ruka v bazénu vykonala pohyb dlouhý 0,31 m proti směru a v prostředí Flumu 0,27 m dlouhý pohyb ve směru plavání.

U plaveckého způsobu kraul byl záběr v obou prostředích velmi podobný. Největší odlišnost byla v hloubce záběru pravé ruky, kdy rozdíl mezi záběrem v bazénu a Flumu dosahoval rozdílu až 0,40 m. Další výrazný rozdíl byl u levé ruky, která v prostředí bazénu zabírala příliš do levé strany. Rozdíl ve vychýlení

záběru levé ruky mezi bazénem a protiproudem je 0,12 m. Plavecký způsob kraul však musíme brát s rezervou kvůli již zmíněné rychlosti plavání.

3. Bude provedení celkové plavecké techniky ve Flumu odlišné od provedení celkové plavecké techniky v bazénu?

Celkové provedení techniky v prostředí Flumu je odlišné. Největší rozdíl byl pozorován v hloubkách záběru a vychylování trajektorie záběru do stran viz otázka 2. Odlišné jsou i délky pohybů HK proti směru plavání.

Rozdílné hodnoty byly naměřeny u všech pozorovaných veličin. Je potřeba zmínit, že technika probanda se lišila i v generovaných silách, které byly v každém prostředí odlišné. (grafy 2, 3 – motýlek; grafy 13, 14 – kraul).

4. Je možné tenzometr Smart Paddles použít v různých typech bazénů?

Data získaná ve Flumu a bazénu pomocí Smart Paddles nevykazovala žádné viditelné anomálie. Avšak tuto otázku nelze plně zodpovědět. Bylo by potřeba zrealizovat více měření a to nejlépe s videozáznamem, podle kterého bychom mohli zkontrolovat například zaznamenané trajektorie záběru.

5. Je velikost propulsních sil HK v plaveckém testu jiná ve Flumu a v bazénu?

Každý plavecký způsob dosáhl jiných výsledků. U plaveckého způsobu motýlek byla vyšší propulsní síla vyvinuta v bazénu (tabulka 3). Naopak u kraulu byla vyšší propulsní síly v prostředí Flumu (tabulka 6). Nesmíme však zapomenout, že proband při plavání kraulu v protiproudu nepodal maximální výkon. Nicméně z výsledků měření plaveckého způsobu motýlek se dá předpokládat, že větší propulsní síly bude dosahováno v bazénu.

6 ZÁVĚR

Tato pilotní studie nám prokázala rozdíly v plavecké technice kraul a motýlek v odlišných testovacích prostředích. Lišily se trajektorie záběru, hloubky záběru, vynaložené síly na záběr, výkon a další proměnné. Z rozdílů trajektorií u plaveckého způsobu motýlek a kraul usuzujeme, že prostředí Flumu nabourává stereotyp zažitě techniky z bazénu. Plavec tedy uzpůsobuje techniku plavání k aktuálnímu prostředí, což by mohlo mít pozitivní vliv na korekci plavecké techniky. Při porovnání trajektorií záběrů u kraulů v prostředí protiproudu nám vychází, že pravá a levá ruka nevykonávají tak velké asymetrie v hloubkách záběru. Přesto je u obou plaveckých způsobů vidět asymetrie pohybu HK.

Asymetrii u plaveckého způsobu kraul si vysvětlujeme tím, že proband prováděl nádech hlavně na levou stranu. Dále usuzujeme, že asymetrie u plaveckého způsobu motýlek je způsobena převzetím stereotypu záběru z plaveckého způsobu kraul. Je to dáno tím, že se proband kraul učil jako jeden z prvních plaveckých způsobů.

Přesto, že již víme o odlišnostech techniky v prostředí Flumu a bazénu více, jsou zde stále otázky, na které s pomocí Smart Paddles nedokážeme odpovědět. Pomocí této technologie můžeme přesně vědět, jakým směrem a v jaký čas ruka zabírá. Ale chybí zde komplexnější pohled na plavce. Tím máme na mysli 3D analýzu nebo videozáznam pohybu, které by nám pomohly vidět, jak plavec zabírá, jak má nastavené záběrové plochy, zda má paže polohu vysokého lokte atd. Abychom Smart Paddles nekřivdili, je možné toto zařízení synchronizovat s videozáznamem. Bohužel synchronizace videa již byla nad naše síly a je to podnět pro budoucí řešitele odborných prací, aby provedli měření s pomocí Smart Paddles a videokamerou, nebo 3D analýzou dohromady.

Z práce jasně vyplývá, že Biokinetic, i přesto, že má simulovat plavecký výkon, nemůže sloužit jako prostředek k diagnostice plaveckého výkonu. V reálném prostředí bazénu totiž plavec podává úplně jiný výkon (watty) a jeho trajektorie záběru je také jiná. To však neznamená, že tento trenažér nemá své místo v přípravě plavce. Biokinetic se dá využít k testování svalové připravenosti jedince. Dále je to skvělý prostředek ke specifickému posilování.

Bylo by velmi zajímavé, kdyby se Smart Paddles připevnily na náběhové hrany paží nebo na nártý dolních končetin. Získaná data by mohla napovědět, jak velký odpor při plavání

vzniká nebo jakou sílu generují dolní končetiny. Je však otázkou, jak by software pro zpracování dat získané veličiny vyhodnotil.

Do budoucna by bylo dobré provést rozsáhlejší měření s více probandy, které by potvrdilo naměřené odchylky v technice. Rovněž by bylo zapotřebí vytvořit jednotný testovací protokol, který by sjednotil prováděná měření ve Flumu, což by přispělo k lepší validitě výsledků měření. Doufám, že data získaná při této práci budou dalším impulsem pro zkoumání plavecké techniky a pomohou nahlédnout do odlišností pohybu plavce v bazénu a v protiproudu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Alan M. Nevill, Yassine Negra, Tony D. Myers, Senda Sammoud, Helmi Chaabene (2020): Key somatic variables associated with, and differences between the 4 swimming strokes. *Journal of Sports Sciences*, 38, č. 7, s. 787-794.
2. BROOKS, M. *Developing swimmers*. Champaign, IL: HumanKinetics, 2011. ISBN 978-0-7360-8935-7.
3. *Analysis Starter Guide* [online]. [vid. 2020-11-28]. Dostupné z: <http://34.251.210.97/wp-content/uploads/2018/07/analyser-start-guide.pdf>
4. BUNC, V.: Zásady externího hodnocení „techniky“ pohybu. (ed.). *Problematika plaveckých sportů III: sborník příspěvků z vědeckého semináře*. 1. vyd. Praha: KPS FTVS UK, 2003. s. 110-113. ISBN 80-246-0637-2.
5. COLWIN, C., M. *Swimming into the 21st century*. Champaign: HumanKinetics, 1992. ISBN 8-87322-456-6.
6. COLWIN, C., M. *Swimming dynamics: winning techniques and strategies*. [Lincolnwood]: Masters press, 1999. ISBN 1-57028-206-4.
7. COUNSILMAN, J., E. *Závodní plavání*. Praha: Olympia, 1974
8. ČECHOVSKÁ, I. *Diagnostika plaveckých dovedností PLAVÁNÍ I (2006)* [online]. [vid. 2020-12-08]. Dostupné z: https://ftvs.cuni.cz/FTVS-1318-version1-11_hodnoceni_plaveckych_dovedn.pdf
9. ČECHOVSKÁ, I., MILER, T. *Didaktika plavání: vybrané kapitoly*. Praha: Karolinum, 2019. ISBN 978-80-246-4283-3.
10. ČECHOVSKÁ, I., MILER, T. *Plavání*. 2. vyd. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2154-5
11. ČECHOVSKÁ, I., NOVOTNÁ, V., MILEROVÁ, H. *Aqua-fitness: plavání, aqua-gymnastika, aqua-aerobik*. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-247-0462-5
12. Česká obec sokolská. *Bazén* [online]. c2020, [vid. 2020-11-28]. Dostupné z: <https://www.sokol.eu/bazen>.
13. DOVALIL, J. *Výkon a trénink ve sportu*. 4. vyd. Praha: Olympia, 2012. ISBN 978-80-7376-326-8.
14. FLEISCHMANN, O. (2011): *Komparační analýza techniky plavců sprintera a vytrvalce*. Magisterská práce. Katedra atletiky, plavání a sportů v přírodě FSPS MUNI, Brno, 60 s.

15. FTVS. *Biokinetic* [online]. [vid. 2020-11-28] Dostupné z: <https://ftvs.cuni.cz/FTVS-1042.html>.
16. GRANSGRUBER, P., CACEK, J. *Sportovní geny: antropometrie a fyziologie sportů, sport a rasa, doping*. Brno: Computer Press, a.s. 2008 ISBN978-80-251-1873-3.
17. HANNULA, D. THORNTON, N. *The Swim Coaching bible*. 1. vyd. Champaign (USA): Human Kynetics Publishers, Inc., 2001. ISBN 0-7360-3646-6.
18. HANNULA, D., THORNTON, N. *The swim coaching bible*. 2. vyd. Champaign, IL: HumanKinetics, 2012. ISBN 978-0-7360-9408-5.
19. HEJKALOVÁ, B. (2017): *Vliv nespecifického cvičení na koordinaci horních končetin plaveckého způsobu kraul*. Diplomová práce. Katedra plaveckých sportů FTVS UK, Praha, 80 s.
20. KUMPÁN, P. (2016): *Jednotka pro analýzu pohybu závodních plavců*. Diplomová práce. Ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky FSI VUT, Brno, 69 s.
21. HELLER, J. *Zátěžová funkční diagnostika ve sportu: východiska, aplikace a interpretace*. Praha: Karolinum, 2018. ISBN 978-80-246-3359-6.
22. HOFER, Z., et al. *Technika plaveckých způsobů*. 4. vyd. Praha: Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-3263-6.
23. HOCH, M., et al. *Plavání: teorie a didaktika*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1983. Učebnice pro vysoké školy.
24. PAPIC, Ch., MCCABE, C., GONJO, T., SANDERS, R. (2020) *Effect of torso morphology on maximum hydrodynamic resistance in front crawl swimming*, *Sports Biomechanics* [online]. [vid. 2020-12-09]. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14763141.2020.1773915?journalCode=rspb20>
25. JANSÁ, P., DOVALIL, J. a spol. *Sportovní příprava*. 1. vyd. Praha: Q-art, 2007. ISBN 80-903280-8-3.
26. JANURA, M., ZAHÁLKA, F. *Kinematická analýza pohybu člověka*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2004. 209 s. ISBN 80-244-0930-5
27. JANURA, M., JANUROVÁ, E. *Fyzikální základ biomechaniky*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. Skripta. ISBN 978-80-244-1805-6.
28. JURÁK, D. *Transfer silových předpokladů do provedení záběrových pohybů plaveckého způsobu kraul*: disertační práce. Praha: FTVS UK, 2018. 142 s.

29. KOUBA, J. *Nový bazén Flume v laboratoři FTVS*. Bazén a Sauna, 2010, č. 1/2, s. 12 – 13.
30. LAUGHLIN, T. *Plavání: Total Immersion*. Praha: Mladá fronta, 2013. ISBN 978-80-204-3142-4.
31. LUKÁŠEK, M. Struktura sportovního výkonu v plavání. In Korvas, P., Bedřich, L. a kol. *Struktura sportovního výkonu*. Brno: Masarykova univerzita, 2014
32. MACEJKOVÁ, Y. (2010) Teoreticko – didaktické východiská motoriky člověka vo vodnom prostredí. In BENČURIKOVÁ, L.(ed.): *Štúdium motoriky člověka vo vodnom prostredí: Vedecký zborník výsledkov výskumu grantovej úlohy VEGA č. 1/0674/08/13*. Bratislava: Peter Mačura - PEEM, 2010. ISBN 978-80-8113-039-7.
33. MACEJKOVÁ, Y., BENČURIKOVÁ, L. *Plávanie: učebné texty pre trénerov*. Bratislava: STIMUL, 2014. ISBN 978-80-8127-100-7.
34. MAGLISCHO, Ernest W. *Swimming Fastest*. Champaign: HumanKinetics, 2003. ISBN 0-7360-3180-4.
35. MAGLISCHO, Ernest W. *A primer for swimming coaches*. Volume 2, Biomechanical foundations. New York: Nova Publishers, 2016. Sports and athletics preparation, performance, and psychology. ISBN 9781634835961.
36. MOTYČKA, J. *Teorie a didaktika plavání*. 1. vyd.. Brno: Masarykova univerzita, 1991. ISBN 80-210-0286-7.
37. MOTYČKA, J. et al. CESA má unikátní zařízení, které dokáže měřit účinnost techniky plavání In: *Nápady z VUT.cz* [online] ©2018, [vid. 2020-20-1]. Dostupné z https://zvut.cz/napady-objevy/napady-a-objevy-f38103/cesa-ma-unikatni-zarizeni-ktere-dokaze-merit-ucinnost-techniky-plavani-d171379?aid_redir=1.
38. OSNESS, T. *Swimming forces* [online] ©2000, [vid. 2020-09-28]. Dostupné z: <http://ffden2.phys.uaf.edu/211.fall2000.web.projects/Tina%20Osness/Physics%20Project%20Resistance.html>.
39. PERIČ, T., DOVALIL, J. *Sportovní trénink*. Praha: Grada, 2010, ISBN 978-80-247-2118-7.
40. POKORNÁ, J. HAVRÁNEK, P. Účinnost plavecké techniky u plavkyň různé výkonnosti a věku. In BENČURIKOVÁ, L. MACEJKOVÁ, Y. (Eds.). *Štúdium motoriky člověka vo vodnom prostredí* (p. 196–207). Bratislava: UK FTVŠ. 2010.

41. POKORNÁ, J., ČECHOVSKÁ, I. Struktura sportovního výkonu založených na plavecké lokomoci. In Čchovská, I., Tůma, M. (Eds.) *pohybové aktivity v biosociálním kontextu*, Karolinum, 2009. s. 201-210. ISBN 978-80-246-1553-0.
42. POKORNÁ, J. *Zjišťování plaveckého kroku a jeho využití v trenérské praxi* [online]. Praha 2010, [vid. 2020-10-01]. Dostupné z: <http://www.ftvs.cuni.cz/eknihy/plavanid/index.php>.
43. PROCHÁZKA, K., MACEJKOVÁ, Y.: Struktura športového výkonu v sprintérských disciplínách. In ČECHOVSKÁ, I. (ed.). *Problematika plaveckých sportů III: sborník příspěvků z vědeckého semináře*. 1. vyd. Praha: KPS FTVS UK, 2003. s. 88-92. ISBN 80-246-0637-2.
44. PSYCHARAKIS, S., NAEMI, R., CONNABOY, C., MCCABE, C., SANDERS, R. (2010): Three-dimensional analysis of intracycle velocity fluctuations in frontcrawl swimming. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(1), 128-135 [online]. [vid. 2020-12-09]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-0838.2009.00891.x>
45. PUEL, F., SEIFERT, L., HELLARD, P. (2014): Validation of an inertial measurement unit for the determination of the longitudinal speed of a swimmer. *XII th International Symposium for Biomechanics and Medicine in Swimming*, 484-489. [online]. [vid. 2020-12-09]. Dostupné z: https://www.iat.uni-leipzig.de/datenbanken/iks/open_archive/bms/12_484-489_Puel.pdf.
46. RICHARDS RALPH J. *Coaching swimming: Introduction to swimming coaching*. 2nd. ed. Moorabbin: Australian Swimming Coaches and Teachers Associaton (ascta), 2008. Junior squad & assistant coach. ISBN 0975208861.
47. RUŽBARSKÝ, P., TUREK, M. *Didaktika, technika a trénink v plavání*. Prešov: Prešovská univerzita, 2006. ISBN 80-8068-532-0.
48. SCHWENKE, S. *Follow the Force: The Powermeter for the Pool*. Fastlane4.com [online]. [vid. 2020-11-28]. Dostupné z: <https://www.fastlane4.com/8340-follow-the-force-the-powermeter-for-the-pool>.
49. *SmartPaddle Data Explained* [online]. c2019, poslední revize 2019 [vid. 2020-11-28]. Dostupné z: http://34.251.210.97/wp-content/uploads/2019/05/SmartPaddle_data_explained_short.pdf.
50. ŠŤASTNÝ, J. (2016a): Analýza plaveckého způsobu kraul měřicím systémem Tachograf. Disertační práce. FSPS MUNI, Brno, 136 s.

51. ŠŤASTNÝ, J. (2016b): Porovnání závodní rychlosti plaveckého způsobu kraul a rychlosti dosažené během intervalů bez vlivu startu a obrátek. *STUDIA SPORTIVA*, 10, č. 1, s. 110-116.
52. Trainesence [online]. [vid. 2020-06-24] Dostupné z: <https://smartpaddle.trainesense.com/>.
53. TURETSKIJ, G. Příprava na sprinterské disciplíny. *Swimming in Australia*. 2001, č. 1.
54. www18. Smart Paddles, see beyond the obvious, [Bechamp-swim.com](http://bechamp-swim.com) [online]. [vid. 2020-04-01]. Dostupné z: <http://bechamp-swim.com/smart-paddles>.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Vznik hydrostatického vztlaku (Hofer et al., 2016)

Obrázek 2 Působení hydrostatického vztlaku a tíhy na plovatelnost plavce ve vodě (Hofer et al., 2016)

Obrázek 3 Vliv umístění těžiště na polohu plavce ve vodě (Hofer et al., 2016)

Obrázek 4 Vznik hydrostatického vztlaku na křídle (Hofer et al., 2016)

Obrázek 5 Odporů působících na plavce (Osness, 2000)

Obrázek 6 Závislost celkového odporu na velikosti úhlu náběhu (Hofer et al., 2016)

Obrázek 7 Kraul - kinogram plavce (Hofer et al., 2016)

Obrázek 8 Kraul - trajektorie záběru horních končetin (Maglischo, 2003)

Obrázek 9 Dopředná rychlost v průběhu záběrové fáze (Maglischo, 2003)

Obrázek 10 Kraul - pohyb dolních končetin (Hofer et al., 2016)

Obrázek 11 Motýlek - vertikální rozsah pohybu (Čechovská, Miler, 2008)

Obrázek 12 Motýlek - dráhy záběru (Hofer et al., 2016)

Obrázek 13 Podoba prototypu CIREN (Puel, Seifert, Hellard, 2014)

Obrázek 14 Pozice kamer a kalibrační prostor (Psycharakis, Naemi, Connaboy, McCabe, Sanders, 2010)

Obrázek 15 Schéma tachografu (Kumpán, 2016)

Obrázek 16 Smart Paddles (smartpaddle.trainesense.com, 2020)

Obrázek 17 Ukázka záznam sil ze Smart Paddles (Analysis Starter Guide, 2020)

Obrázek 18 Záznam sil Smart Paddles (SmartPaddle Data Explained, 2020)

Obrázek 19 Porovnání impulsu sil jednotlivých záběrů (SmartPaddle Data Explained, 2020)

Obrázek 20 Trajektorie záběru levé HK pohled ze shora (SmartPaddle Data Explained, 2020)

Obrázek 21 Ukázka záznamů linií v grafu (plné linie bazén, přerušované Flum)

SEZNAM TABULEK:

Tabulka 1 Struktura plaveckého výkonu (Lukášek, 2014)

Tabulka 2 Základní parametry lokomoce mužů v disciplínách volným způsobem (Brtník, Čechovská in Čechovská, Miler, 2019)

Tabulka 3 Parametry plavecké lokomoce motýlek. Data jsou prezentována v průměrných hodnotách.

Tabulka 4 Parametry záběru HK v průběhu záběru pod hladinou – motýlek. Data jsou prezentována v průměrných hodnotách.

Tabulka 5 Naměřené hodnoty motýlek. Data jsou prezentována v průměrných hodnotách.

Tabulka 6 Parametry plavecké lokomoce kraul. Data jsou prezentována v průměrných hodnotách.

Tabulka 7 Parametry záběru HK v průběhu záběru pod hladinou – kraul. Data jsou prezentována v průměrných hodnotách.

Tabulka 8 Naměřené hodnoty kraul. Data jsou prezentována v průměrných hodnotách.

SEZNAM GRAFŮ:

Graf 1 Závislost délky plaveckého kroku a rychlosti na frekvenci záběrů (Pokorná, 2010)

Graf 2 Působení sil pravá ruka – motýlek

Graf 3 Působení sil levá ruka motýlek

Graf 4 Trajektorie záběru pravé HK u motýlku – horní pohled

- Graf 5** Trajektorie záběru pravé HK u motýlku – boční pohled
- Graf 6** Trajektorie záběru pravé HK u motýlku – pohled zezadu
- Graf 7** Trajektorie záběru pravé HK u motýlku – všechny sledované roviny
- Graf 8** Trajektorie záběru levé HK u motýlku – pohled shora
- Graf 9** Trajektorie záběru levé HK u motýlku – boční pohled
- Graf 10** Trajektorie záběru levé HK u motýlku – zadní pohled
- Graf 11** Trajektorie záběru levé HK u motýlku – všechny sledované roviny
- Graf 12** Porovnání rychlosti pohybu pravé a levé ruky pod hladinou a velikost kladné a záporné propulse – motýlek
- Graf 13** Generované síly pravá ruka kraul
- Graf 14** Generované síly levá ruka kraul
- Graf 15** Trajektorie záběru pravé HK u kraulu – horní pohled
- Graf 16** Trajektorie záběru pravé HK u kraulu – boční pohled
- Graf 17** Trajektorie záběru pravé HK u kraulu – zadní pohled
- Graf 18** Trajektorie záběru pravé HK u kraulu – všechny sledované roviny
- Graf 19** Trajektorie záběru levé HK u kraulu – horní pohled
- Graf 20** Trajektorie záběru levé HK u kraulu – boční pohled
- Graf 21** Trajektorie záběru levé HK u kraulu – zadní pohled
- Graf 22** Trajektorie záběru levé HK u kraulu – všechny sledované roviny
- Graf 23** Porovnání rychlosti pohybu pravé a levé ruky pod hladinou a velikost kladné a záporné propulse – kraul

SEZNAM SCHÉMAT:

Schéma 1 Struktura sportovního výkonu (Dovalil a kol., 2012)

Schéma 2 Struktura předpokladů ovlivňujících plavecký výkon (Pokorná, Čechovská, 2009 in Jurák, 2018)

SEZNAM PŘÍLOH:

Příloha I: Žádost o vyjádření Etické komise FTVS UK

Příloha II: Informovaný souhlas

Příloha I: Žádost o vyjádření Etické komise FTVS UK

FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
UNIVERZITA KARLOVA
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešleslavin

Žádost o vyjádření Etické komise FTVS UK

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Porovnání parametrů pohybu horních končetin na suchu a ve vodě

Forma projektu: pilotní studie – diplomová práce

Období realizace: červen 2020 – červenec 2020

(výzkum je bude realizován v souladu s usnesením Ministerstva zdravotnictví č. MZDR 10676/2020–1/MIN/KAN ze dne 10. 3. 2020, případně dalšími relevantními opatřeními)

Předkladatel: Bc. Josef Kružík

Hlavní řešitel: Bc. Josef Kružík

Místo výzkumu (pracoviště): plavecký bazén Tyršův dům, Pedagogicko výzkumná laboratoř KPS FTVS UK

Vedoucí práce (v případě studentské práce): Mgr. Daniel Jurák, Ph.D.

Konzultant: Karel Zelenka, Ing. Petr Kubový

Popis projektu: Cílem projektu je zjistit, jak se budou lišit naměřené parametry plavecké techniky a výkonu ve specifickém a nespecifickém prostředí. Měření ve specifickém prostředí proběhne v plaveckém bazénu v Tyršově domě a ve Flumu (bazén s protiproudem), nespecifické prostředí bude zastupovat plavecký treňažer Biokinetic. Data budou získávána pomocí pohybových senzorů Smart Paddle a z měření na treňažeru Biokinetic.

Charakteristika účastníků výzkumu: Projektu se účastní jeden plavec student z UK FTVS ve věkovém rozhraní 24–25 let. Účastník výzkumu bude bývalý závodní plavec, který se plavání věnoval na vrcholové úrovni. Podmínkou pro účast je platná sportovní prohlídka. Pokud jedinec nedoloží sportovní prohlídku, nemůže se testování zúčastnit. Do projektu nemůže být zařazen účastník, který bude mít zranění, akutní (zejména infekční) onemocnění nebo účastník s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.

Zajištění bezpečnosti: V průběhu testování budou použity neinvazivní metody: diagnostika síly horních končetin na treňažeru Biokinetic, diagnostika síly a trajektorie plaveckých záběrů v bazénu a ve Flumu pomocí Smart Paddle. Rizika prováděného testování nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u tohoto typu testování. Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí a adekvátní příprava účastníka k provádění aktivit v rámci daného výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem. Testování probanda bude provádět Mgr. Daniel Jurák, Ph.D., Josef Kružík. Bezpečnost v plaveckém bazénu bude zajištěna plavčíky a v laboratoři zaměstnanci laboratoře.

Etické aspekty výzkumu: Výzkum bude probíhat na dospělém jedinci, který v dřívějších letech podstoupil pravidelnou tréninkovou přípravu.

Potenciální střet zájmů: Daná práce nemá za cíl osobní, nebo finanční prospěch řešitele či dané instituce. Jedná se o závěrečnou práci, která je potřeba k dokončení studia na FTVS UK. Nemám soukromý zájem na výsledku výzkumu a ani výzkum nevede k osobnímu prospěchu žádného z účastníků výzkumu.

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: jméno a příjmení, datum narození, výška a váha jedince, které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel. Tyto údaje jsou vyžadovány pro testování na treňažeru biokinetic. Datum narození nebude publikováno. Se zjištěnou váhou a výškou se dále bude pracovat ve výsledcích práce.

Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby - budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.

Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Pofizování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, audionahrávky ani videozáznam.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

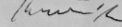
Informovaný souhlas: přiložen

Povinností všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.

FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
UNIVERZITA KARLOVA
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešslavín

Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi FTVS UK revidovanou žádost.

V Praze dne: 26. 6. 2020

Podpis předkladatele: 

Vyjádření Etické komise FTVS UK

Složení komise: Předsedkyně: doc. PhDr. Irena Parry Martinková, Ph.D.

Členové: prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.
prof. MUDr. Jan Heller, CSc.
PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.
Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.
Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.
MUDr. Simona Majorová


Projekt práce byl schválen Etickou komisí FTVS UK pod jednacím číslem: 105/2020

dne: 30.6.2020

Etická komise FTVS UK zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směnicemi pro provádění výzkumu zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6


podpis předsedkyně EK FTVS UK

- 20 -

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicině č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu na FTVS UK v rámci diplomové práce s názvem „*Porovnání parametrů pohybu horních končetin na suchu a ve vodě*“, prováděné v bazéně v Tyršově domě a v Pedagogicko výzkumné laboratoři KPS FTVS UK.

Cílem projektu je zjistit, jak se budou lišit naměřené parametry plaveckého výkonu ve specifickém a nespecifickém prostředí.

V průběhu testování budou použity neinvazivní metody: diagnostika síly horních končetin na trenažéru Biokinec, diagnostika síly a trajektorie plaveckých záběrů pomocí Smart Paddle.

Období realizace: červen 2020 – červenec 2020

Jako účastník projektu budete měren v plaveckém bazéně, na plaveckém trenažéru Biokinetic a v bazénku s protiproudem (flum). V každém zmíněném prostředí budete plavat, nebo simulovat maximální plavecký výkon na 50 metrů kraul a 50 metrů motýlek. V plaveckém bazénu poplavete maximálním úsilím 50 kraul a poté, co si odpočínáte, poplavete maximálním úsilím 50 metrů motýlek. V plavecké laboratoři budete provádět měření na plaveckém trenažéru. Na tomto trenažéru budete simulovat maximální výkon na 50 metrů kraul a 50 metrů motýlek. K vyhodnocení výsledků na plaveckém trenažéru budou potřeba Vaše osobní údaje: jméno a příjmení, datum narození, výška a váha.

Poté bude následovat měření ve flumu, kdy opět budete podávat maximální výkon na 50 metrů kraul a 50 metrů motýlek. Mezi každým úsekem na plaveckém trenažéru a ve flumu budete mít dostatek času na odpočinek. Pokud se nebudete cítit dostatečně odpočatý na další měřený úsek, odpočinek bude prodloužen.

Jeden měřený úsek bude mít časovou náročnost kolem 30 sekund, tento čas bude záležet na tom, jak rychle poplavete. V každém zmíněném prostředí (bazén, biokinetic, flum) poplavete 2 úseky maximálním úsilím. Celkově tedy poplavete 6 úseků maximálním úsilím. Odpočinek bude stanoven podle Vaší trénovanosti. Je důležité, abyste dostatečně zregeneroval a mohl podat opětovný maximální výkon.

V průběhu měření budeme dotazem kontrolovat Váš aktuální stav. Pokud byste cítil nepříjemné pocity nebo bolesti, bude měření ukončeno. Při testování budu dbát na minimalizaci možných zdravotních rizik, spolu se mnou bude přítomen Mgr. Daniel Jurák, Ph.D.

Před každým testováním se řádně rozcvičíte. Budou zajištěné adekvátní podmínky prostředí a adekvátní příprava účastníka k provádění aktivit v rámci daného výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem. Testování probanda bude provádět Mgr. Daniel Jurák, Ph.D., Josef Kružík. Bezpečnost v plaveckém bazénu bude zajištěna plavčíky a laboratoři zaměstnanci laboratoře.

Rizika spojená s testováním nepřesáhnou rizika očekávaná u běžného tréninku a cvičení, kterou jste zvyklí vykonávat pravidelně v rámci tréninku. Úroveň zátěže nepřesáhne běžnou úroveň Vaší zátěže při tréninku.

Pokud nemáte platnou sportovní prohlídku, nemůžete se měření zúčastnit. Do projektu nemůžete být zařazen, pokud budete mít zranění, akutní (zejména infekční) onemocnění nebo s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.

Přínosem této práce by mělo být zjištění, jak moc se liší měření výkonnostních parametrů ve specifickém a nespecifickém prostředí. Tyto rozdíly pak mohou být brány v potaz při následném testování a hodnocení plavců v nespecifickém prostředí, jako je například Biokinetic a nebo bazének s protiproudem. Výsledky práce se dále využijí v praxi a při testování techniky dalších plavců.

Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocena.

Závěrečné výsledky budou zveřejněny v diplomové práci nebo na e-mailové adrese: josef.kruzik@seznam.cz

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: jméno a příjmení, datum narození, výška a váha, které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel. Tyto údaje jsou vyžadovány pro testování na trenažeru biokinetic. Vaše datum narození nebude publikováno. Se zjištěnou váhou a výškou se dále bude pracovat ve výsledcích práce.

Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby - budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.

Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Požizování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, audionahrávky ani videozáznamy.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele hlavního řešitele projektu: Bc. Josef Kružík

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Bc. Josef Kružík

Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. **Potvrzuji, že mám platnou zdravotní-sportovní prohlídku.** Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi FTVS UK, která bude následně informovat předkladatele projektu. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis: