



# Analýza plaveckého výkonu v závislosti na použití materiálu závodních plavek

## Bakalářská práce

*Studijní program:* B7401 – Tělesná výchova a sport  
*Studijní obory:* 7401R014 – Tělesná výchova se zaměřením na vzdělávání  
7507R036 – Anglický jazyk se zaměřením na vzdělávání

*Autor práce:* **Markéta Kočová**  
*Vedoucí práce:* PhDr. Klára Kuprová, Ph.D.



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Markéta Kočová**  
Osobní číslo: **P15000082**  
Studijní program: **B7401 Tělesná výchova a sport**  
Studijní obory: **Anglický jazyk se zaměřením na vzdělávání**  
**Tělesná výchova se zaměřením na vzdělávání**  
Název tématu: **Analýza plaveckého výkonu v závislosti na použití materiálu závodních plavek**  
Zadávací katedra: **Katedra tělesné výchovy**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Charakteristika plaveckého výkonu. Popis jednotlivých materiálů plavek pro závodní plavání.  
Vliv použitých materiálů na výkon sportovce.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

COLWIN, C. M., 1993. *Swimming into the 21st century*. Champaign: Human Kinetics. ISBN 0-87322-456-6.

COUNSILMAN, J. E., 1970. *The science of swimming*. Londýn: Pelham Books. ISBN 978-0137953851.

ČECHOVSKÁ, I. a MILER, T., 2008. *Plavání. 2., upr. vyd.* Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2154-5.

MCLEOD, I., 2010. *Swimming anatomy*. Champaign: Human Kinetics. ISBN 978-0-7360-7571-8.

SUN, G. a PAN, N., 2011. *Functional textiles for improved performance, protection and health*. Philadelphia: Woodhead. ISBN 978-1845697235.

Vedoucí bakalářské práce:

**PhDr. Klára Kuprová, Ph.D.**

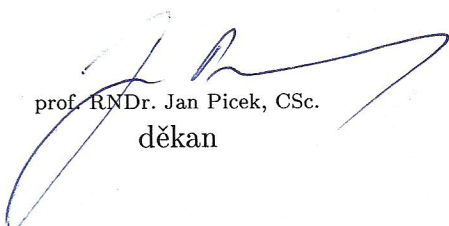
Katedra tělesné výchovy

Datum zadání bakalářské práce:

**15. prosince 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**30. dubna 2018**

  
prof. RNDr. Jan Pícek, CSc.  
děkan



  
doc. PaedDr. Aleš Suchomel, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 18. prosince 2017

## Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

## **Poděkování**

Mé poděkování patří Mgr. Kláře Kuprové, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnovala.

## **Anotace**

Hlavním cílem bakalářské práce je analyzovat vliv materiálu závodních plavek na výkon sportovce. Úvodní část představuje historii plavání a je zaměřena na charakteristiku plaveckého výkonu. Následně jsou popsány jednotlivé materiály závodních plavek a značky, které je vyrábí. V hlavní části jsou prostřednictvím grafů zhodnoceny světové rekordy v několika plaveckých disciplínách a materiály plavek, ve kterých byly rekordy stanoveny. Klíčový byl pro analýzu rok 2010, kdy došlo ke změně pravidel týkajících se závodních plavek, a byl zakázán materiál polyuretan. Bakalářská práce představuje souhrn této problematiky, která je dostupná z velké většiny pouze v cizojazyčných zdrojích.

## **Klíčová slova**

Plavání, plavky, polyuretan, uhlíkové vlákno.

## **Annotation**

The main aim of this bachelor thesis is to analyze the influence of swimsuit material on the swimming performance. The introductory part presents the history and characteristics of determiners limiting the swimmer. In next part, swimsuit materials and swim brands are described. The main part evaluates world records in several disciplines by means of line graphs. Materials of swimsuit wore by swimmers who set the records are also covered. The crucial year for this analysis was 2010, when official rules were changed including the ban on using polyurethane as the main component of the racing swimsuit. This thesis demonstrates the summary of this topic, which is available only in foreign language sources.

## **Key words**

Swimming, swimwear, polyurethane, carbon fibre.

# Obsah

Úvod.....	10
1 Cíle práce .....	11
2 Historie plavání.....	12
2.1 Počátky sportovního plavání ve světě .....	13
2.2 Počátky sportovního plavání v Čechách .....	14
3 Světové a národní plavecké organizace .....	15
3.1 Mezinárodní plavecká federace.....	15
3.2 Evropská plavecká liga .....	16
3.3 Český svaz plaveckých sportů .....	16
4 Faktory ovlivňující plavecký výkon .....	17
4.1 Fyzikální faktory .....	17
4.1.1 Odpor vody .....	17
4.1.2 Hydrostatika.....	18
4.1.3 Hydrodynamika .....	18
4.1.4 Odpor tření.....	19
4.1.5 Vlnový odpor .....	19
4.1.6 Tvarový odpor.....	20
4.2 Fyziologické faktory .....	21
4.2.1 Somatické předpoklady.....	21
4.2.2 Neuromuskulární funkce.....	21
4.2.3 Kapacita energetických zdrojů.....	22
5 Historie a vývoj závodních plavek .....	24
6 Materiály závodních plavek a jejich vlastnosti.....	27
6.1 Polymery .....	27
6.2 Polyuretan .....	28
6.3 Uhlíková vlákna .....	28
6.4 Společné vlastnosti materiálů.....	29
7 Značky plavek.....	30
7.1 Speedo .....	30
7.1.1 Speedo LZR Racer.....	31
7.2 Arena.....	32
7.2.1 Arena Powerskin Carbon-Ultra .....	33



7.3	TYR.....	34
7.3.1	TYR Avictor .....	34
7.4	Adidas .....	34
7.4.1	Adidas Adizero XVII.....	35
7.5	Aqua Sphere .....	35
7.5.1	MP - Michael Phelps Collection.....	35
7.6	Jaked.....	36
7.6.1	J Rush.....	36
8	Vliv materiálu plavek na výkon sportovce .....	37
9	Závěr .....	47
10	Seznam literatury .....	48
	Seznam příloh .....	53

## Seznam obrázků

Obrázek 1 – Působení hydrostatického vztlaku a tíhy na plovatelnost člověka ve vodě (Zdroj: Hofer aj., 2011).....	18
Obrázek 2 – Dámská koupací róba v 18. století (Zdroj: Adams, 2010) .....	24
Obrázek 3 – Střih plavek používaný do roku 2010 (Zdroj: Arena Waterinstinct, 2018) 26	
Obrázek 4 – 100 metrů volný způsob (Zdroj: vlastní).....	39
Obrázek 5 – 200 metrů volný způsob (Zdroj: vlastní).....	40
Obrázek 6 – 50 metrů znak (Zdroj: vlastní).....	41
Obrázek 7 – 100 metrů znak (Zdroj: vlastní).....	42
Obrázek 8 – 200 metrů prsa (Zdroj: vlastní).....	43
Obrázek 9 – 200 metrů motýl (Zdroj: vlastní) .....	44
Obrázek 10 – 400 metrů polohový závod (Zdroj: vlastní).....	45

## Úvod

Tato bakalářská práce pojednává o materiálech používaných pro výrobu závodních plavek a jejich případném vlivu na výkon závodníka. Plavání je globální sport, z jehož řad vzniklo mnoho osobností a pozoruhodných výkonů. S vývojem moderních technologií se postupem času začalo zdokonalovat i vybavení sportovců, které se dostalo až na takovou úroveň, že v jisté míře usnadňovalo závodníkům výkon. V mnoha případech se tak hovořilo o technologickém dopingu. Stejný problém postihl i plavání, kdy celotělové plavky vyráběné z těch nejnovějších materiálů pomáhaly plavcům pokořovat jeden světový rekord za druhým, a fanoušci byli svědky posouvání hranic lidských možností. Na to zareagovala Mezinárodní plavecká federace, která zakázala plavky z určitých materiálů a také upravila požadavky na jejich stříh.

V první části práce nahlédneme do historie plavání ve světě i v Čechách či vývoje mezinárodních i tanních plaveckých organizací. Rozebereme také determinanty ovlivňující výkon plavce a zaměříme se na konkrétní materiály, ze kterých se vyrábí plavky pro sportovce na světové úrovni. V hlavní tezi práce budou analyzovány vybrané plavecké disciplíny a jejich hodnoty světových rekordů. Pomocí grafů znázorníme jednotlivé roky, kdy byly rekordy pokořeny se zřetelem na rok 2010. Tehdy došlo k upravení oficiálních pravidel plavání, které se týkalo používaného materiálu jednotlivých plavek. Na základě toho usoudíme, zda má materiál závodních plavek vliv na výkon sportovce.

Zpracování jednotlivých zdrojů bude obtížné, jelikož tématem práce se zabývají především cizojazyčné publikace.

# 1 Cíle práce

## Hlavní cíl

Hlavním cílem bakalářské práce je analyzovat vybrané materiály závodních plavek a jejich vliv na výkon sportovce a zjistit, zda skutečně plavky napomohly plavcům k jejich výsledkům.

## Dílčí cíle

1. Charakteristika plaveckého výkonu.
2. Popis jednotlivých materiálů plavek pro závodní plavání.
3. Vliv použitých materiálů na výkon sportovce.

## 2 Historie plavání

Již od pradávna patřilo plavání k základním pohybovým dovednostem a prostředkem v boji člověka s přírodou. Velké oblibě se plavání těšilo i ve starověkém Egyptě, kdy chrámy zdobily sošky či vázy znázorňující člověka ve vodě. V archivních spisech najdeme učitele plavání, kteří se věnovali dětem faraonů. Z této doby také pochází nejstarší obraz s plaveckou tematikou. Připomíná dnešní kraul a zobrazuje střídavý kop dolních končetin. Tamní obyvatelé dokonce uznávali bohyni plavání. Mezi dalšími starověkými civilizacemi se plavání uplatňovalo praktickým způsobem, například Féničané měli na svých lodích specialisty na plavání, kteří zjišťovali hloubku vody v přístavech (Krajíček, 1947).

Na vrchol se plavání dostalo ve starověkém Řecku. Při příležitosti tělovýchovných slavností na počest řeckých bohů nemohly chybět plavecké a skokanské soutěže. Plavání se také vyučovalo jako předmět na tamních gymnáziích či se podílelo na přípravě vojsk, kdy speciálně vycvičení plavci měli za úkol dostat se pod vodu až k nepřátelským lodím za účelem vyvolat paniku. Za prvního plavce v tomto období byl považován Leander, mladík, který každý den přeplaval Dardanelskou úžinu, aby se mohl setkat se svou manželkou. V Římě se plavání nejvíce oceňovalo v armádě, kdy se plavci potápěli k potopeným lodím, aby z vraku vytáhli vzácné předměty. Dokonce každý člověk, který neuměl psát a plavat, byl považován za negramotného. Velkým římským lázním nechyběly ani plavecké bazény. Plavecké dovednosti byly dokonce předváděny v amfiteátrech, kde profesionální plavci vytvářeli na vodě různé obrazce. Vedle zábavní formy začal být plavání připisován i pozitivní vliv na lidské zdraví. Postupem času se však plavání ale i sport celkově dostal do ústraní, kdy ve 4. století císař Theodosius Veliký zakázal olympijské hry. Místo soutěžení přišlo období gladiátorů či zápasů zvaných naumachie, kdy se jeden zápasník snažil utopit toho druhého (Bělohlávek, 1963).

O plavání v období středověku se dozvídáme především z literatury. V eposu Beowulf je zmínka o týdenní plavecké soutěži ve způsobu podobném kraulu. Vše dovršila křesťanské ideologie, která zakazovala péči o tělo. Během éry vrcholného středověku muselo rytířstvo ovládat sedm rytířských ctností. Kromě plavání se jednalo o jízdu na koni, střelbu z luku, šerm, lov, veršování a hru šachy. Až období humanismu přineslo návrat plavání a vznikaly první učebnice. Pozdější kapitalistická společnost přinesla požadavky na výuku tělesné výchovy v nejrůznějších formách. Ve většině

vojenských škol bylo plavání zavedeno jako samostatný vyučovací předmět (Krajíček, 1947).

## 2.1 Počátky sportovního plavání ve světě

V polovině šedesátých let devatenáctého století se v Anglii zakládaly první plavecké kluby. Probíhaly různé soutěže mezi studentskými kolejiemi, ale i jednotlivci. Tyto počátky závodního plavání většinou souvisely s vytrvalostními výkony, hlavně díky anglickému básníkovi G. G. Byronovi. Chtěl si ověřit pravdivost řecké báje o Leandrově a přeplaval sám Dardanelskou úžinu. Tím odstartoval fenomén překonávání různých mořských průlivů a úžin, který trvá až dodnes. Mezi nejznámější patří zdolávání Lamanšského průlivu, který jako první přeplaval Mathew Webb v roce 1875. Z Anglie se rozšířila obliba plavání i do Austrálie, kde v roce 1858 proběhl závod na 100 yardů, odvážně označován jako mistrovství světa. S vývojem plavání se zvyšovalo úsilí závodníků i jejich trenérů plavat co nejrychleji. Začaly tak vznikat plavecké styly. Prvním byl kraul, ze kterého se následně vyvinul znak, následoval styl prsa a motýlek. Velkou poctou pro plavání bylo zařazení do programu Olympijských her hned v roce 1896. Jednalo se však pouze o závodníky mužského pohlaví a jen o jednu disciplínu. Soutěže probíhaly na různé vzdálenosti a způsob plavání nebyl dán. V dalších letech se ukázalo, že každý plavecký způsob je různě rychlý a fyzicky náročný. Od roku 1900 se už na olympijských hrách soutěžilo odděleně v jednotlivých disciplínách, ke stylům přibyl znak a dokonce plavání pod vodou. V roce 1904 ještě prsa. Soutěže žen se do programu her zařadily v roce 1912. Nové plavecké způsoby vyžadovaly lepší ovládnutí jejich techniky a také větší kondiční zdatnost. Začaly se tedy tvořit různé tréninkové metody a plány. Nepravidelné a příležitostné cvičení vystřídal větší počet tréninkových jednotek. Později se přešlo i k dvoufázovému tréninku. S kvantitou tréninku se však musela změnit i jeho kvalita a trenéři se začali specializovat na intervalový trénink. Při mezinárodních kláních byly nejdominantnější země Spojené státy, Austrálie, Východní Německo, Japonsko a Maďarsko. V šedesátých letech nasbírali Američané celkem osmdesát medailí z třech olympijských her (Řím 1960, Tokio 1964 a Mexico City 1968). V té době bylo plavání obohaceno i o další disciplíny. V současné době se s počtem 34 disciplín<sup>1</sup> řadí mezi sporty s největším množstvím udělovaných medailí (Hoch aj., 1987).

---

<sup>1</sup> Platí pro Olympijské hry na padesátimetrovém bazénu.

## 2.2 Počátky sportovního plavání v Čechách

O plavání, jakožto organizovaném výcviku na území Čech, hovoříme v první polovině 19. století. První plavecké závody se konaly roku 1845 při příležitosti příjezdu prvního parního vlaku z Olomouce do Prahy a měly spíše exhibiční charakter. Později začaly vznikat první sportovní oddíly. Plavci se většinou scházeli ve veslařských klubech a v roce 1895 uspořádal náš nejstarší sportovní klub AC Praha plavecké závody mezi Slovanským a Sřteleckým ostrovem. O rok později se konalo první mezinárodní mistrovství zemí Koruny České. Z dalších významných událostí je třeba zmínit závod Napřič Prahou, založen v roce 1906 dle vzoru závodu Napřič Paříži (Hoch aj., 1987).

Krátce před první světovou válkou byly zakládány plavecké odbory ve sportovních oddílech. Odbory byly pod hlavičkou plavecké komise při ČAAU<sup>2</sup>. Hlavní iniciátor při zrodu samostatného plaveckého svazu byl Vilém Makovička. V roce 1919 vznikl Československý amatérský plavecký svaz, jehož úkolem bylo sdružovat všechny plavecké oddíly na území ČSR. O rok později se svaz stal jako jediným československým členem mezinárodní plavecké federace. Pořádal také instruktorské kurzy. Zpočátku se svaz potýkal s existenčními problémy. Velkou finanční zátěž představovaly olympijské hry či mistrovství Evropy. Svaz byl tedy závislý na pouličních sbírkách, loteriích či sponzorských darech. Funkce svazu byla ohrožena i z politických důvodů. V roce 1933 uzavřel Svaz dohodu se Sokolem, jejichž spolupráce se týkala hlavně základního plaveckého výcviku. Svaz se také podílel na vytvoření měsíčníku Plavectví. Vydávání časopisu bylo přerušeno na jeden rok kvůli finančním problémům a také v období druhé světové války. Jeho nynější podobou je měsíčník Vodní sporty (Hoch aj., 1987).

---

<sup>2</sup> Česká amatérská atletická unie.

### **3 Světové a národní plavecké organizace**

Rozvoj plavání jako sportu si vyžádal vznik plaveckých organizací. Udávaly vývoj, pravidla a daly vznik mezinárodním soutěžím. V následující kapitole budou jednotlivé organizace popsány z hlediska jejich historie, náplně práce a současné činnosti.

#### **3.1 Mezinárodní plavecká federace**

Mezinárodní plavecká federace (Fédération Internationale de Natation, dále jen FINA), vznikla v roce 1908 během Olympijských her v Londýně. Za zrodem federace stálo osm států: Belgie, Dánsko, Finsko, Francie, Německo, Velká Británie, Maďarsko a Švédsko. Díky tomu došlo k vytyčení základních směrnic a pravidel, na základě čehož byl položen základ mezinárodních meetingů pro plavání, skoky do vody a vodní pólo. Pod zastoupením Československého amatérského plaveckého svazu bylo Československo přijato do FINA v roce 1919. Českou stopu v mezinárodních plaveckých organizacích zanechal L. Hauptman, za jehož popudu byla založena skokanská komise. V roce 1954 byl dokonce jmenován čestným předsedou FINA (Hoch aj., 1987).

Organizace sídlí ve švýcarském Lausanne. Od roku 2001 pořádá mistrovství světa v plavání v dlouhém bazénu pravidelně každé dva liché roky. Mistrovství světa v krátkém bazénu je pak pořádáno každé sudé roky. Poslední Mistrovství světa se uskutečnilo v Budapešti v roce 2017. K prvnímu lednu 2018 měla FINA celkem 209 členských mezinárodních federací na všech světadílech. V současné době je její náplní i šíření globálního povědomí o důležitosti vodních sportů jako zdraví prospěšné fyzické aktivitě. Definuje pravidla pro vyvážený celosvětový rozvoj plavání, vodního póla, skoků do vody, synchronizovaného plavání, dálkového plavání a plavání masters. Zaslужuje se o zásady poctivého sportu bez dopingu. Upevňuje spolupráci a vzájemnou podporu mezi národními federacemi FINA na všech pěti světových kontinentech. Vede národní orgány k zapojení do jejich vzdělávacích programů. Využívá různých druhů médií k vedení populace ke sportu a klade důraz na udržitelný rozvoj životního prostředí pod heslem Voda je náš svět (FINA, 2018).



## **3.2 Evropská plavecká liga**

Největšímu rozmachu se plavání dostalo po první světové válce, což si vyžádalo budování dalších teritoriálních organizací, které FINA podléhaly. Mezi nimi byla i Evropská plavecká liga. Prvotní setkání zainteresovaných zemí do vytvoření evropské federace proběhlo při pokusném konání evropského šampionátu v Bristolu v roce 1926. Při meetingu bylo přítomno jedenáct národů včetně Československa v zastoupení s pány Hauptmannem a Hofbauerem. Během sjezdu byla stanovena dvě důležitá rozhodnutí. První bylo, že se evropské šampionáty budou konat každé čtyři roky střídající se s olympijskými hrami. Hlavním ustanovením bylo, že v roce 1927 vznikne organizace nesoucí název Evropská plavecká liga. Některé země se snažily i to, aby se mistrovství Evropy konala každý rok, nicméně kvůli finančním důvodům se rozhodlo o konání šampionátu každé čtyři roky. Po svém vzniku začala organizace samozřejmě spolupracovat i s FINA. Pořádá mistrovství Evropy v plavání, v dálkovém plavání, v plavání v krátkém bazénu, ve vodním pólu a mistrovství Evropy juniorů v plavání. Rok před svým založením položila pravidla týkající se pořádání mistrovství Evropy, které se bude konat každé 4 roky. V současné době sídlí v Lucemburku. V srpnu letošního roku se chystá na pořádání Mistrovství Evropy v britském Glasgow (LEN European Aquatics, 2018).

## **3.3 Český svaz plaveckých sportů**

Nejvyšším orgánem Českého svazu plaveckých sportů (dále jen ČSPS) je konference. Je složena z delegátů oddílů plaveckých sportů, tj. oddílů plavání, synchronizovaného plavání, dálkového a zimního plavání, skoků do vody a z delegátů sekce masters. Všechny plavecké kluby u nás jsou členy Českého svazu plaveckých sportů. Ten pomocí svých rozvojových programů podporuje ekonomicky i metodicky činnost oddílů. Každoročně organizuje mistrovství České republiky všech věkových kategorií či Velké ceny měst. Pod jeho záštitou se čeští reprezentanti účastní mezinárodních soutěží či vyjíždí na reprezentační soustředění (Hoch aj., 1987).

## 4 Faktory ovlivňující plavecký výkon

V této kapitole budou popsány jednotlivé faktory limitující výkon plavce. Nejprve se zaměříme na fyzikální faktory vyskytující se v prostředí, ve kterém se sportovec pohybuje. Poté se budeme soustředit na fyziologické faktory spojené s biologickou stavbou plavce. Pro zvýšení rychlosti plavce bylo analyzováno velké množství činitelů limitujících plavecký výkon. Z nich vycházeli i výrobci plavek, kteří se zaměřili na jednotlivé aspekty jak fyzikálních, tak fyziologických faktorů a aplikovali je tak při jejich zhotovení. Každý výrobce se soustředí na co největší snížení odporu vody a podporu správné svalové práce.

### 4.1 Fyzikální faktory

V plavání vychází studium mechanických podmínek z hydromechaniky a hydrodynamiky. Hydromechanika představuje síly, které by působily na plavce v klidu. V pohybu jsou tyto síly zčásti vytěsněny silami dynamickými, ale přesto s nimi musíme počítat. Hydrodynamika znamená naopak síly vznikající pouze v pohybu sportovce, jsou to jak síly stejného směru, jako je směr plavce, a také síly působící směrem opačným. Ve výsledku však velikost síly vpřed musí převažovat nad brzdícími silami, aby mohlo dojít k zamýšlenému pohybu. Velmi důležitými činiteli plaveckého výkonu jsou bezpochyby i další fyzikální vlivy. Kromě samotného odporu mnohé z nich ani plavec nevnímá. Avšak tyto faktory jsou rozhodující při výrobě závodních plavek a také při strategii, jak plavat rychleji (Maglischo, 2003). V následující podkapitole budou také rozebrány druhy jednotlivých odporů a budou zmíněny i Newtonovy zákony.

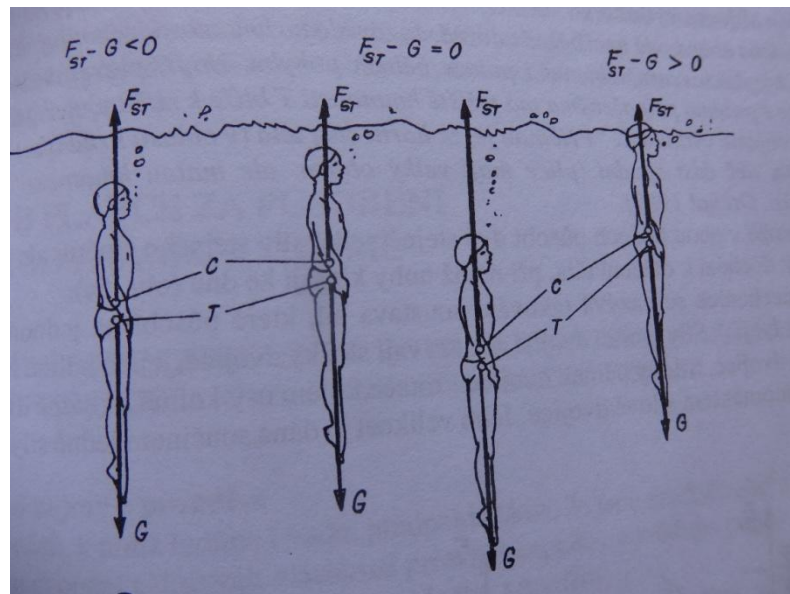
#### 4.1.1 Odpor vody

Jedná se o pojem, který je používán k určení resistance vody vůči pohybům plavce, když se v ní pohybuje. Jinými slovy je to síla, která brání v pohybu danému předmětu. Voda se skládá z několika miliard molekul vodíku a kyslíku a tím pádem má i svou hustotu, jejíž hodnota je tisíckrát větší než vzduchu, což má za příčinu, že na člověka pohybujícího se ve vodě působí větší odpor než na toho na souši. Odpor je způsoben rozdíly v tlaku mezi vodou pohybující se před a za plavcem. Pokud je tedy tlak vody před plavcem vyšší než za, jejich rychlost je zpomalována, ledaže by byl plavec schopen v tento moment zabrat větší silou. Snížení rychlosti plavce bude přímo úměrné

velikosti tlaku ve vodě působící na tělo. Odpor je tedy vždy vyvíjen v opačném směru, než je směr pohybu. I když odpor zní jako negativní pojem, existuje i odpor pohánějící plavce vpřed, kterému říkáme hnací odpor (Maglischo, 2003).

### 4.1.2 Hydrostatika

Hydrostatika pojednává o zákonitostech spojených s možností vznášení a vodorovné polohy těla ve vodě. Hydrostatický tlak působí kolmo na povrch tělesa a roste s jeho hloubkou. Hydrostatický vztlak je síla, která vychází z geometrického středu tělesa proti gravitaci a jejíž velikost odpovídá objemu ponořeného tělesa (Čechovská aj., 2008). Setká se s ním každý plavec, když při vdechu překonává hydrostatický tlak, který působí na hrudník silou dechových svalů (Hofer aj., 2011).



**Obrázek 1** – Působení hydrostatického vztlaku a tíhy na plovatelnost člověka ve vodě

**Zdroj:** Hofer aj., 2011

### 4.1.3 Hydrodynamika

Hydrodynamika se zabývá studiem sil, které na jedné straně plavce pohání vpřed, ale zároveň ho i brzdí. Hydrodynamické síly se tvoří prouděním vody a jejím účinkem na předmět, který obtéká. Během pohybu plavce ve vodě se jejich působení projevuje prostřednictvím několika významných znaků:

- na distálních částech horních a dolních končetin jsou během fáze záběru zdroje pohonné složky pohybu tzv. propulze

- na částech těla, které se aktivně nepodílejí na lokomoci (zvláště hlava a trup) jsou zdrojem odporu pohybu
- působením odporu a hydrodynamického vztlaku na trupu i na horních a dolních končetinách ovlivňují společně s hydrostatickým vztlakem polohu těla během pohybu ve vodě (Hofer aj., 2011).

Hofer také uvádí tři druhy odporů: odpor tření, vlnový odpor a tvarový odpor.

#### 4.1.4 Odpor tření

Při pohybu těles v kapalinách s vnitřním třením, mezi které řadíme i vodu, se objevují brzdící síly pouze ve vrstvě přiléhající k povrchu tělesa. Taková vrstva se nazývá mezní, kde rychlost proudění vzrůstá od nuly na povrchu tělesa do své plné hodnoty ve vnějším neporušeném proudu. Proudění vody v této vrstvě může mít dvě základní formy, které se od sebe navzájem odlišují průběhem rychlostního spádu mezi sousedními vrstvami. Jedná se o proudění laminární a turbulentní, přičemž se oba jevy mohou vyskytovat současně (Hofer aj., 2011).

V případě těles, která mají příznivý tvar z hlediska obtékání, je mezní vrstva v přední části velmi tenká. Z živočichů to jsou například těla ryb, z technických těles křídla letadel. Velmi zajímavé je také porovnání tvaru těla muže a ženy. Bylo zjištěno, že ženské tělo je blíže laminárním profilům leteckých křídel než to mužské. Z antropometrických měření vyplývá, že největší příčný profil těla mužů se nachází v oblasti hrudníku. U žen je v mnoha případech obvod hýždí, tedy i příčný profil těla, větší nebo alespoň stejný jako obvod hrudníku (Hofer aj., 2011).

#### 4.1.5 Vlnový odpor

Při pohybu na hladině vydává plavec značnou energii, pomocí které kolem sebe vytváří vlny. Tím vzniká vlnový odpor, který závisí na velikosti a rychlosti plavce. S hloubkou míra odporu klesá. Výsledkem je tedy větší rychlost plavání pod vodou, čehož závodníci využívají po startu a obrátkách (Colwin, 1993).

Jednou z možností jak si tento typ odporu plavci zvyšují, jsou nadměrné pohyby nahoru a dolů těla a hlavy. V motýlku a u stylu prsa je jistý pohyb nutný pro nádech, což je tedy zároveň zpomaluje. Kraulaři a znakaři s tímto takový problém nemají, ale mohou zvyšovat vlnový odpor zbytečným zvedáním a vytáčením hlavy ze strany na stranu (Maglischo, 1993).

#### 4.1.6 Tvarový odpor

Tento druh odporu je součástí hnacích i brzdících sil. Nejmenší hodnotu tvarového součinitele odporu má těleso ve tvaru kapky vody. Naopak největšího součinitele odporu by měla dutá polokoule nastavená výdutí ve směru plavání. Plavci se tedy snaží dosáhnout vodorovné polohy, při níž je nejhluběji ponořená dolní část hrudníku a zabírá vhodným nastavením rukou a chodidel. Jejich optimální pozice je pocitová a souvisí se schopností vnímat vodní prostředí (Hofer aj., 2011).

Tvarový odpor je výsledek prostoru, který zabírá plavcovo tělo a jeho tvar vůči blížící se vodě. Lidské tělo není tvarováno na pohyb ve vodě s minimálním odporem. Nejlépe tvarovaní jsou mořští savci s hladkým obrysem těla a zužující se vpředu i vzadu. Lidská ramena však vyčnívají, tělo se zužuje v pase a poté zase zvětšuje v bocích (Maglischo, 2003).

Pohyb plavce se řídí i Newtonovými zákony:

- **Zákon setrvačnosti**

Každé těleso zůstává v klidu či rovnoměrném přímočarém pohybu, dokud není donuceno tento stav změnit v závislosti a působení jiné síly či jiného tělesa. Tento stav nelze v plavání nikdy dosáhnout, neboť zde působí síly proti zamýšlenému pohybu plavce. Po skoku do vody plavec nesetrvává v rovnoměrném přímočarém pohybu, ale musí ihned vyvinout vlastní energii k pohybu vpřed.

- **Zákon síly**

Zrychlení tělesa se přímo úměrně zvyšuje se zvyšující se silou a nepřímo se zvyšující se hmotností. Tento zákon je v praxi lehce aplikovatelný. Pokud chce plavec zrychlit svojí původní rychlost, musí na to vynaložit větší sílu než doposud. Zvyšující se hmotnost však toto zrychlení zpomaluje.

- **Zákon akce a reakce**

Každá dvě tělesa na sebe působí stejně velkými silami, ale opačného směru, čehož plavci využívají ihned při startu. Při odrazu působí na startovní blok určitou silou, blok však působí na plavce stejně velkou silou ale opačného směru (Motyčka, 1991).

## 4.2 Fyziologické faktory

Nejen fyzikální ale i tělesné předpoklady ovlivňují výkonnost sportovce. Každé sportovní odvětví je charakteristické pro jinou tělesnou stavbu, energetické krytí či míru zatížení. O výkonu rozhodují somatické faktory, kapacita energetických zdrojů a také poměr svalových vláken.

### 4.2.1 Somatické předpoklady

Tyto faktory jsou důležité zejména ve vrcholovém sportu, kdy plavci s větší výškou postavy a s dlouhými pažemi mají výhodu zejména v délce dráhy záběru. Velkou roli hraje i velikost dlaní a chodidel, tedy ploch, které se podílejí na záběrových (v plavání propulsivních) pohybech. Pro plavce je typická vyšší postava a široká ramena. Mezi muži je nejčastější tělesná výška 184–191 centimetrů a u žen 173–174 centimetrů. Váha se pohybuje kolem 76–84 kilogramů a u žen je to 64–66 kilogramů (Bernacíková aj., 2010).

Každý specialista na jednotlivé disciplíny i vzdálenosti má své typické somatické rysy. Specialisté na kraul jsou vyšší postavy a mají dlouhé předloktí, které využívají při záběru jako páku. Znakáři jsou typičtí svým dlouhým trupem, ve kterém se nachází centrum hybné síly. Motýlkáři disponují největším rozpětím paží, kdy je v konečné fázi záběru nutná energetická extenze v lokti, kterou vykonává trojhlavý sval pažní. Velký význam mají také stabilizátory lopatky. Prsaři ke svému výkonu potřebují velkou výbušnou sílu dolních končetin, zvláště pak hýžd'ových svalů, hamstringů a čtyřhlavého svalu stehenního. Jejich svalstvo horní poloviny těla je nejlépe vyvinuté zvláště v oblasti lopatek, od kterých vychází síla paží (McLeod, 2010).

### 4.2.2 Neuromuskulární funkce

Mezi tyto funkce patří síla, rychlost a vytrvalost, které jsou vázány na genetické předpoklady, tedy na poměr rychlých a pomalých svalových vláken. Pro plavce sprintery je charakteristický podíl bílých svalových vláken. Naopak vytrvalci a specialisté na delší tratě budou mít větší podíl červených svalových vláken. Bílá svalová vlákna neboli rychlá se kontrahují rychleji (30–50krát za vteřinu). Červená vlákna se kontrahují pomaleji (10–15krát za vteřinu), ale zato mají větší odolnost vůči únavě díky jejich větší kapacitě pro aerobní metabolismus. Mají více myoglobinu, transport kyslíku ke svalové buňce je tedy rychlejší a sval je méně náchylný k únavě.

I přesto, že se glukóza do těchto vláken dostává pouze přes jeden transportér, a to GLUT-4. Přenos tohoto energetického substrátu je až pětkrát vyšší než u bílých vláken, kde je navíc využíván i transportér GLUT-1 (Maglischo, 1993).

Funkce jednotlivých typů svalových vláken však nesmí být chápána tak, že při rychlém plavání jsou kontrahována pouze rychlá vlákna a při pomalém pouze ta pomalá. Vlákna se stahují na základě svalové síly potřebné k vykonání pohybu, nikoliv k potřebné rychlosti. Jako první se kontrahují vlákna pomalá, a jsou zodpovědná za svalovou práci při malém odporu, bez ohledu na rychlost pohybu. Se zvýšením odporu se oba typy svalových vláken kontrahují k jeho překonání. Pomalá vlákna vynaloží více práce v situaci, když plavec plave pomaleji, jelikož není potřeba tolik síly pro překonání odporu vody. Rozdíl mezi sprinty a dlouhými tratěmi není tak velký jako u jiných sportů. Závod s nejkratším časovým rozmezím je 50 metrů kraul trvající dvacet vteřin pro elitní plavce, zatímco například běžci při 60 metrovém sprintu běží 5–6 sekund. To samé platí i pro nejdelší trať 1 500 metrů trvající 14 minut, zatímco k absolvování běžeckých maratonů je potřeba i několik hodin. Je však nutné si uvědomit, že vykonaná svalová práce nutná nejen k pohybu, ale i k překonání odporu vody, je ve výsledku mnohem vyšší. Je tedy logické, že velké množství rychlých svalových vláken je nezbytné pro 50 metrové sprinty. V ostatních disciplínách ale plavci potřebují rychlost i vytrvalost. Tím pádem mají plavci téměř stejný počet dvou hlavních typů svalových vláken. Proto mohou mít plavci vlastní větší počet rychlých vláken značnou výhodu v závodech na 100 a 200 metrů. Zatímco vytrvalci na 1 500 metrů jsou zvýhodněni, pokud mají větší podíl pomalých vláken (Maglischo, 1993).

### **4.2.3 Kapacita energetických zdrojů**

Vzhledem k počtu disciplín a různých vzdáleností je kapacita energetických zdrojů aerobního (dlouhé tratě) a anaerobního charakteru (sprinty). Je také závislá na úrovni transportního systému (srdce a plíce) a je spojována s pojmy vitální kapacita plic, maximální spotřeba kyslíku ( $VO_{2max}$ ). U plavců se tato hodnota pohybuje kolem 55–65 ml/min/kg. Plavání charakterizuje kontinuální zátěž se střední, submaximální a maximální intenzitou výkonu. Energetické krytí je realizováno prostřednictvím ATP-CP systému, anaerobní glykolýzy a aerobní fosforylace. Při krátkých tratích má největší podíl ATP-CP systém a anaerobní metabolismus, jelikož oba působí jako jediný zdroj energie k vyvinutí takového výkonu. Nesmíme však opomenout podíl aerobního

krytí při krátkých závodech, které je důležitou součástí, ale samotné se není schopno adaptovat na tak vysoké energetické požadavky svalů. Aerobní metabolismus nachází své uplatnění během zvyšující se délky trati a při snížení výkonu nastupující po výkonu maximálním (Benson aj., 2011).

Hlavním zdrojem energie pro výkon je glykogen, jelikož je snadno dostupný ve svalech a může být metabolizován aerobně i anaerobně. Glukóza, tuky a proteiny mohou být také zdroje energie pro ATP. Energie, kterou přispívá k zmíněnému výkonu, je největší, když se tempo zpomaluje a nebo v případě, když je zásobení glykogenu nízké. Glukóza v krvi je nejlepší zdroj energie po svalovém glykogenu, protože může být také metabolizována anaerobně i aerobně. Tuky mohou být užity jako zdroje energie pouze při nízké rychlosti, jelikož jsou metabolizovány pouze aerobně. Přicházejí na řadu až po určité době, a to když zásoba glukózy je spotřebována (Maglischo, 1993).

Vedle výše zmíněných determinantů ovlivňuje výkon plavce i kloubní pohyblivost a psychické předpoklady. Mobilita v kloubech je důležitá pro všechny čtyři plavecké způsoby. Dostatečným kloubním rozsahem jsou plavci schopni realizovat co nejlépe záběr. Při kraulu, znaku a motýlku je důležitá pohyblivost v ramenním kloubu, která umožňuje provedení co nejlepší techniky záběru. Naopak u prsou jsou namáhány flexory kolenního kloubu. Vlivem nedostatečné regenerace či kompenzačního cvičení může u sportovce dojít k chronickým bolestem již zmíněného ramenního a kolenního kloubu, dále pak nártů či zad. Psychická odolnost závodníka je pro úspěch klíčová, zvláště když jde o individuální sport. Jedná se o předpoklad zvládnutí vysoké výkonnosti a zároveň vysokého psychického vypětí během závodů. Stres, respektive eustres závodníci využívají ku svému prospěchu. Už z historického pohledu, kdy bylo nejdůležitějším úkolem člověka přežít, působil na psychiku stres dvěma způsoby: „bojuj nebo uteč“. Po hormonální stránce totiž spouští tzv. stresovou reakci, která zajistí vyplavení zejména katecholaminů a glukokortikoidů. Oba totiž vyvolávají mimo jiné vyplavení zásob glukózy a glukoneogenezi, což zajišťuje dostatek energetického suplementu pro svaly. Nicméně i během plaveckého tréninku na plavce působí větší psychické zatížení než při tréninku v přírodě, neboť je plavecký trénink poněkud jednotvárný (Counsilman, 1970).



## 5 Historie a vývoj závodních plavek

Již od pradávna bylo plavání prováděno bez žádného vybavení, tedy ani plavek. Až ve starověkém Řecku najdeme zmínky o prvních plaveckých úborech. Ty však sloužily jen k zakrytí těla, nikoliv k ovlivnění plaveckého výkonu (Sun aj., 2011).

Když se v 18. století ve Francii a Anglii objevilo veřejné koupání a lázně, bylo nutné zavést jednotlivé plavecké úbory, aby ženy a muži mohli společně sdílet jednu pláž či bazén. V té době ale byly plavky podobné spíše dlouhému županu, než sportovnímu úboru. Aby dámy více skryly své tělo, našivaly si do lemu koupacího úboru závaží jako olovo, což ale snižovalo pohodlí a funkci plavek (Horwood, 2000).



FIGURE 4.—BATHING DRESS.

**Obrázek 2** – Dámská koupací róba v 18. století

**Zdroj:** Adams, 2010

S rostoucími požadavky na lepší komfort a funkčnost materiálu jsme byli poslední dvě století svědky revoluce v rozvoji funkčních a výkonnostních plavek. Plavky byly vytvořeny nejen k uchránění intimních míst, ale hlavně k umožnění provádění různých vodních aktivit naprosto bez obav a omezení. Typický plavecký oděv pro ženy se na

konci devatenáctého století skládal ze dvou částí, haleny spojené s kalhotami a ještě sukně dosahující po kolena. O několik let později byla konečná verze dámských plavek v podobě spojených kraťasů a haleny, tentokrát už bez rukávů. Zlom přišel v polovině minulého století, kdy se začaly vyrábět bikiny či dvoudílné plavky (Davies, 1997).

Vývoj plavek se samozřejmě týkal i mužů. Sporné však bylo téma, zdali by muži měli mít odhalenou hrud' při koupání či v lázních. Naštěstí se v tomto období prosadil zip i do výroby oblečení, a tak nové plavky umožňovaly odepnout či připnout svrchní díl podle požadavků uživatele. Nicméně toto téma stále vyvolávalo názory exhibicionismu. V roce 1930 společnost BVD<sup>3</sup> oslovila olympijského plavce Johnnyho Weismullera, aby propagoval plavky jejich značky. Model, který předváděl jako první v roce 1931, měl kraťasy spojené s tílkem s hluboce vykrojenými rameny. Tento typ plavek byl téměř identický se závodními, které ale používaly ženy. O dva roky později uvedla firma nový model plavek, vůbec první bez svrchního dílu, v podstatě stříhem takové, jaké jsou nošeny dodnes. Během padesátých let se plavkám dostalo i více barev a vzorů (Cunningham, 2009).

Současnou podobu dostaly plavky v druhé polovině dvacátého století. Muži měli slipový stříh plavek či boxerky, a ženy plavky jednodílné. Až do devadesátých let se jejich podoba téměř nezměnila. Až v roce 1996 firma Speedo oznámila vývoj těch nejlepších a nejrychlejších plavek vůbec na základě vítězství ceny Aquablade swimwear. Závodní plavky byly nejprve vytvářeny pro sportovce za účelem pohodlí a maximální svobody během pohybu. Se zrodem závodního plavání na světové úrovni se však začaly vyvíjet plavky, jejichž materiál podporoval sportovce k dosažení toho nejlepšího výkonu. Zlomový byl rok 2000, kdy se v Sydney konaly Olympijské hry. Pomocí moderních technologií a inovativních materiálů daly značky Speedo a TYR zbrusu novou podobu závodním plavkám. Výsledkem bylo velké množství nových světových rekordů stanovených v první dekádě nového století. Přestože FINA zakázala používání celotělových plavek s platností k 1. lednu 2010, je důležité nahlédnout i do vývoje těchto materiálů a designu závodních plavek během posledního desetiletí. Paradoxně se původnímu provedení plavek dostalo velkých změn až v posledních dvou stoletích. Posledních dvacet let se stalo pro vývoj plavek klíčových (Sun aj., 2011).

V roce 2000 se objevily speciální textilie s názvem Fastskin a polyuretan. S cílem co nejvíce snížit tření kolem povrchu plavek se firma Speedo přeorientovala z tradiční

---

<sup>3</sup> Americká oděvní značka zaměřující se na pánské spodní prádlo.

výroby na pozorování vodních živočichů, jejichž přirozeným prostředím je pohyb ve vodě. Žraloci patří mezi nejrychlejší tvory ve vodě i přes to, že jejich tvar těla není přirozeně hydrodynamický. Vědecké výzkumy prokázaly, že rychlost žraloků je do značné míry připisována jejich kůži, která je pokryta ostrými zahnutými výběžky, připomínající malé zoubky. Tyto zoubky snižují tření na povrchu kůže a dovolují tak proudu vody proniknout kolem zvířete s větším účinkem. Podobné zoubky byly přidány k plavkám Fastskin a FSII Fastskin. Když voda proudí kolem těla plavce, je v kontaktu pouze s malými výběžky, a tudíž dochází ke snižování odporu vody. Plavky vyvíjené v té době byly také vyráběny ze superstrečových materiálů, aby co nejlépe přilnuly k tělu závodníka, zlepšily hydrodynamický tvar těla a také zvýšily svalovou výkonnost. Výrobci plavek byli přesvědčeni, že stlačením kůže a svalů budou vibrace v těchto oblastech zredukovány na minimum a tím se zvýší svalová síla. Klasický střih závodních plavek do roku 2010 byl s dlouhými nohavicemi, zakrývající celé torso a bez rukávů. Druhou variantou pro muže byly plavky od pasu po kotníky (Sun aj., 2011).



**Obrázek 3** – Střih plavek používaný do roku 2010

**Zdroj:** Arena Waterinstinct, 2018

## 6 Materiály závodních plavek a jejich vlastnosti

Když se plavkám na počátku vývoje dostalo podoby koupací róby, byly vyráběny z přírodních materiálů, například z vlny. Při namočení se róby nasákly vodou, ztěžkly a bylo téměř nemožné v nich plavat. Například plavky od značky Jantzen vážily po namočení 4 kilogramy. Svou podobu plavky dostávaly postupně. Z bavlny, hedvábí či vlny se přešlo na materiály přiléhavé, lehké a schopné zachovat si elasticitu a odolat nepříznivým podmínkám. Kromě toho plavky již neomezovaly v pohybu. Původně se používala viskóza, prvně zpracovaná roku 1889 z bource morušového a o několik let později byla představena ve Spojených státech jako umělé hedvábí. Během posledních deseti let došlo k přehlídce celé řady materiálů. Revolučním byl jednoznačně polyuretan, kterému předcházely polymery jako elastan či nylon. Po upravení pravidel FINA firmy vyrábějící plavky přišly s novými druhy vláken. V současné době převládá uhlíkové vlákno (Sun aj., 2011).

### 6.1 Polymery

Z chemického hlediska jsou polymery organické látky. S vývojem společnosti se zvyšovaly požadavky na technické výrobky, které pro svůj růst potřebuje. Díky své nízké hmotnosti, odolnosti proti korozi, vysoké životnosti a ekonomicky přijatelné technologii výroby se polymery dostaly na přední místa pro odvětví jako je stavebnictví, automobilový průmysl či oděvnictví (Běhálek, 2015).

Na tvorbě plavek se také podílela jejich cenová dostupnost. Během finanční krize v Americe Wallace Carothers zkoumal několik druhů polyamidů a následně vytvořil nylon, jeden z nejpoužívanějších polymerů. Přestože byly nylonové punčochy představeny již na začátku čtyřicátých let, k vytváření plavek byl tento materiál použit až po konci druhé světové války. Nylon byl považován za materiál schopný přizpůsobit se tělesným proporcím plavce a zachovat si svou pevnost v mokřém prostředí. Jedná se o první vlákno vyrobené přímo z uhlí, vody a vzduchu, původně používané na štětiny kartáčů. O několik let později byl vynalezen další běžně užívaný polymer a to neméně oblíbený polyester. Hlavně díky svým vlastnostem si jej oblíbili také výrobci plavek. Jeho předností je rychlé sušení, odolnost vůči mikroorganismům a jeho lehkost (Sun aj., 2011).

## 6.2 Polyuretan

Na konci padesátých let vědci vytvořili ještě několik dalších umělých textilních vláken, jako je Dacron nebo Vyrene, což jsou obchodní názvy pro polyuretan. Jedná se o velice flexibilní vlákno, které mezi jednotlivými vrstvami vytváří vzduchovou kapsu, čímž plavce nadnášejí. Jeho povrch je také mnohem hladší než lidská kůže. Tyto nové materiály, použité samostatně nebo ve směsi s jinými, pokračovaly v revoluci v oblasti průmyslu plavek. Jejich funkcí bylo hlavně zlepšení pohodlí, funkčnosti materiálu a samozřejmě také následovaly módní trendy. Disponuje výjimečnou pružností, pevností a vysokou mírou oděruvzdornosti. Jeho funkce byla původně pro výrobu průmyslových válců, tlumících prvků či pěnových izolací. Postupem času se stal polyuretan hlavní složkou závodních plavek. Svého vrcholu dosáhl materiál v roce 2009 na Mistrovství světa v Římě, kde plavci a plavkyně, kteří stanovili světové rekordy, měli na sobě právě plavky z tohoto materiálu. Mají vysokou tažnost a odolnost proti potu. U polyuretanu se jako první objevila technika ultrasonického lepení švů. Dříve docházelo ke klasickému sešívání jednotlivých kusů látek. To mělo samozřejmě za následek vytvoření švů, které svým byt' sebemenším vyčníváním narušovaly hladkost povrchu plavek. Aby se mohl co nejefektivněji využít potenciál polyuretanu, spojovali výrobci jednotlivé kusy tkanin ultrasonicky. Švy nejsou na povrchu plavek viditelné a zmenšuje se tak odpor vody (Mayer, 2013).

Studie prokázaly, že od představení polyuretanových plavek v roce 2000 se výkony plavců na krátkých tratích ve volném způsobu zlepšily až o 1,4 %. Stejná studie také prokázala, že konkrétně Speedo LZR zlepšily výkony o 1,5 % až 3,5 % a používání celotělových plavek v roce 2009 navýšilo zlepšení výkonů až o 5,5 % (Foster, 2012).

## 6.3 Uhlíková vlákna

Tento druh vláken je znám také pod názvem karbonová, jelikož obsahuje různé modifikace uhlíku. Jedná se o dlouhý a tenký pramen vlákna o průměru 5–8  $\mu\text{m}$ . Původně se používala v automobilovém průmyslu, letectví či ve sportovním nářadí. Do výroby plavek byla poprvé začleněna v roce 2012 firmou Arena. To začalo přinášet velké úspěchy na největších plaveckých soutěžích. Team Areny tedy pokračoval v dalších krocích při návrhu plavek. Soustředili se zejména na jádro technologie uhlíku a začali analyzovat, jak by mohlo uspořádání vnitřních částí plavek maximalizovat výkon plavce. Výsledkem toho byl model Powerskin Carbon-Ultra. S uhlíkovými

vlákny je látka mnohem pevnější, více se přizpůsobuje tvaru těla sportovce a rovnoměrně rozkládá tlak pro větší výkon. Pružná látka umožňuje diferenční roztažení horizontálním i vertikálním směrem, což účinně vede ke kompresi těla bez omezení výkonu a volnosti pohybu. Tento druh vláken je označován za nástupce polyuretanu, ale zatím nedosáhl takové úspěšnosti (Arena Shop, 2016).

## **6.4 Společné vlastnosti materiálů**

Při současné výrobě plavek je kladen důraz na schopnost komprese. Jedná se o způsob snižování odporu pomocí stažení klíčových svalových skupin a podpoření krevního oběhu, čímž je sval udržován v relaxaci. Zajišťují lepší cirkulaci krve, snižují koncentraci laktátu, což také umožňuje rychlejší regeneraci. Materiál také pomáhá formovat postavu do hydrodynamičtějšího tvaru. To má však za nevýhodu delší čas oblékání. Plavci se tedy před samotným výkonem oblékají do plavek i třicet minut, jelikož se vždy jedná o menší velikost. Také musí brát zřetel na to, aby se plavky nepoškodily (Mayer, 2013).

Při zpracovávání jsou jednotlivé kusy materiálů spojovány unikátními technikami lepením švů. V současné době jsou totiž plavky bezešvé, ve většině případů ultrasonicky slepované, což zajišťuje dokonale hladký povrch a zvyšuje klouzavost těla ve vodě. Cenová dostupnost závodních plavek je vysoká, dámské se pořizují za deset tisíc korun a ty pánské se pohybují kolem sedmi tisíc. Aby plavky maximálně splnily svůj účel, je jeden kus použitý maximálně třikrát, po té už ztrácí svou funkci. Zvláště u polyuretanových plavek často docházelo k jejich znehodnocení, zejména roztržením. Mezi lety 2000 a 2009 byl populární střih plavek zakrývající celé torso bez rukávů a s nohavicemi končícími u kolen nebo u kotníků. Muži využívali i spodní díl plavek, tedy jen od pasu ke kotníkům. V současné době jsou dle nařízení FINA povoleny plavky u mužů od pasu po kolena a u žen bez rukávů zakrývající torso a končící rovněž u kolen (Sun aj., 2011).

## 7 Značky plavek

S rostoucí popularitou plavání jako sportu se začaly vyvíjet i značky vyrábějící potřeby pro tento sport. Každý výrobce je typický svou technikou zpracování či použitým materiálem. V této kapitole bude představena historie značek a popsány jednotlivé modely, které vyrábí. Jednotlivé značky jsou vybrány na základě míry používání při vrcholových akcích profesionálními plavci. Existují i jiné, ale nedisponují takovou technikou zpracování či užíváním unikátních materiálů. Každého výrobce zasáhly změny pravidel FINA od roku 2010 a museli reagovat změnou materiálu. V současné době nabízejí výrobci jednotlivé modely plavek pro muže ve střihu od pasu po kolena a pro ženy od ramen po kolena.

### 7.1 Speedo

Australská značka závodních plavek byla založena v roce 1914, tehdy ještě pod názvem Fortitude. Od svých počátků se specializovala na spodní prádlo, ale s rostoucí popularitou vodních aktivit na australském pobřeží se začala zaměřovat na výrobu plaveckých úborů. Během dvacátých let minulého století firma dosáhla nárůstu poptávek, hlavně díky prohlášení plavání za sport a také mnohem liberálnějšímu přístupu ke společnému koupání mužů a žen. V roce 1928 představil zakladatel firmy MacRae závodní plavky s názvem Racerback, které slibovaly svobodu pohybu a tím i lepší výkon. To inspirovalo jednoho ze zaměstnanců k výroku „*Speed on in your Speedos*“ odkud vzešel současný název značky. Po druhé světové válce se firma naplno prosadila v mezinárodním měřítku, když se stala sponzorem australského národního týmu. V sedmdesátých letech se Speedo stalo první firmou, která začala vyrábět plavky z nylonu a elastanu, což jsou dodnes velmi populární materiály pro výrobu plavek. Na Olympijských hrách v Mnichově v roce 1972 bylo stanoveno 22 světových rekordů a 21 z nich právě plavci, kteří nosili plavky značky Speedo. Do nového století vykročila firma s revolučním typem plavek Fastskin. Na Olympijských hrách v Sydney mělo 83 % medailistů plavky firmy Speedo. O čtyři roky později přichází s novým modelem, Fastskin FS II, které garantovaly redukci pasivního odporu vody až o 4 %. V roce 2008 představila značka speciální kolekci LZR Pro a LZR Elite. V těchto plavkách „psal“ Michael Phelps historii, když získal osm zlatých olympijských medailí. Lehký materiál LZR Pulse, typický pro Speedo, byl známý svou vlastností poskytnout lepší schopnost odpuzování vody a větší kompresi kůže než Fastskin FSII. Po zákazu FINA

celotělových plavek přichází Speedo s modelem LZR Racer Elite 2. V roce 2015 Speedo přišlo na trh s dalším typem plavek, LZR Racer X, které nosili elitní plavci o rok později na Olympijských hrách v Riu (Speedo, 2018).

S revoluční technikou, která spočívala ve skenování těla a vytvoření stříhů plavek pomocí 3D technologie, byli vývojáři ve Speedo schopni vyvinout plavky pro každého plavce na míru, které jim pomáhaly uskutečňovat pohyby v jejich plném rozsahu bez omezení. Z pohledu anatomie a dynamiky vytvořilo Speedo plavky, kde se šev chová jako šlacha a poskytuje napětí v plavkách, zatímco se jednotlivé části materiálu chovají jako svaly a navyšují sílu podílející se na výkonu plavce. Části z polyuretanu byly strategicky umístěny do oblastí torza, břicha a zad, kde se právě projevuje vysoké množství odporu. Pomocí ultrasonického svařování byly odstraněny tradiční švy a tím byl povrch plavek dokonale hladký. Provedení plavek bez rukávů od krku po kotníky se stalo velmi populární na hrách v Pekingu (Sun, 2011).

### **Spolupráce s NASA**

Odporová síla se objevuje všude, ať už v olympijském bazénu či ve vzduchu. Proto se Speedo obrátilo právě na Národní úřad pro letectví a kosmonautiku (dále jen NASA). Místo, kde se odporem zabývají ti největší odborníci z celého světa. Spolupráce proběhla v roce 2004 a vzešly z ní plavky, které překonávaly světové rekordy, a to LZR Racer. Studie vedená v aqualaboratoři Speeda zjistila, že viskózní odpor nebo také třecí zodpovídá za 25 % z celkové zpomalující síly na plavce, což je velmi důležitá věc pro sport, kde na každé desetině vteřiny záleží. K testování značka zaslala přes 60 odlišných materiálů, které byly testovány ve větrném tunelu v Langley. LZR Racer byly první plavky spojeny ultrasonicky svařenými švy. Proces spojování švů ultrasonicky než překrýváním a sešíváním látky pomohlo snížit odpor o 6 %. NASA také prokázala, že zip s menším profilem, ultrasonicky spojený do jednoho kusu látky a schován uvnitř neoprenu, vytváří o 8 % méně odporu ve větrné komoře než standardní zip. V roce 2015 Speedo oslovilo NASA k další spolupráci, tentokrát pro Olympijské hry v Riu (NASA, 2018).

#### **7.1.1 Speedo LZR Racer**

Podobně jako neopren, originální LZR Racer pokrývaly buď celé tělo nebo jen torso. Záleželo na preferencích plavce či na charakteru soutěže. Čím více povrchu těla bylo



plavkami pokryto, tím více byl snížen odpor vody. Během roku 2008 se dostaly LZR Racer do podvědomí všech sportovních fanoušků jako ty nejúspěšnější plavky, které byly kdy vyrobeny. Během pouhého měsíce pokořili sportovci nosící tyto plavky 13 světových rekordů. A na Olympijských hrách v Pekingu v roce 2008 mělo 98 % medailistů LZR Racer. Z 25 pokořených světových rekordů na olympiádě jich bylo 23 pokořeno plavci nosícími tento typ plavek. Plavky však byly v roce 2010 zakázány. Speedo ale ve spolupráci s NASA pokračovalo a na začátku roku 2011 byla odhalena nová kolekce Fastskin3 v souladu s pravidly FINA, které měly svůj debut na Olympijských hrách v Londýně (NASA, 2018).

Svým unikátním stříhem a kombinací dvou tkanin snižují svalovou oscilaci a vibraci kůže, zajišťují kompresi po celém svém povrchu a tím zajišťují větší hydrodynamický tvar těla. Pomocí odlehčených materiálů se schopností natahování se do čtyř směrů jsou také plavky nazývány „druhou kůží“. Ultrazvukem lepené švy zajišťují prakticky dokonale hladký povrch snižující třecí odpor 6 %. Je nošen těmi nejlepšími plavci na světě a schválen FINA. V kolekci LZR Racer jsou dva nejpoužívanější typy plavek mezi plavci. Tím prvním je Fastskin LZR Racer X Elite 2 (viz příloha 1). Jsou složeny z 65 % z polyamidu a z 35 % z elastanu. Cena pro pánské provedení sahá k 5 500 Kč, zatímco dámské se dají pořídit za 8 999 Kč. Druhým modelem jsou Fastkin LZR Racer X (viz příloha 3). Jedná se o dražší verzi, díky své vyšší schopnosti komprese. Pánské mají hodnotu 7 800 Kč a dámské 11 160 Kč (Sportex, 2018).

## 7.2 Arena

Značku založil německý sportovní vizionář Horst Dassler, syn zakladatele firmy Adidas. Dassler byl přímo u toho, když Mark Spitz získal na Olympijských hrách v Mnichově 7 zlatých medailí a stanovil 7 nových světových rekordů. To ho inspirovalo k založení sportovní značky specializující se na plavky. O rok později, v roce 1973, představila Arena svoje první závodní plavky. Jednalo se i o první představení materiálu Softskin, ultralehkého se schopností doslova přilnout na lidskou kůži. Během následujících let se Arena stávala sponzorem jednotlivých plavců různých národností. Na Olympijských hrách v Montrealu v roce 1976 získali plavci nosící značku Arena 44 medailí. V roce 1980 představila Arena nový model Flyback. Ztenčené popruhy na vrchní části plavek dovolovaly ramennímu kloubu provádět větší rozsah pohybu. Začátkem devadesátých let uvedla Arena na trh další model plavek, tentokrát s názvem

AquaRacer. Výrobce garantoval extra hladké provedení plavek díky kterému závodník doslova proklouzával ve vodě. V roce 1997 AquaRacer nahradil jiný typ, a to X-Flat. Z lehčí, tenčí a hladší tkaniny než byly AquaRacer. Každý rok firma posouvala limity. V letech 2000 až 2004 přišla s modely Powerskin a Powerskin X-Treme. Technologie Powerskin patřila k nové generaci celotělových plavek, které dostávaly své majitele na stupně vítězů na těch nejprestižnějších soutěžích v Evropě i ve světě. Nejvíce se technologicky pokročené plavky typu X-Glide poprvé představily na Mistrovství světa v plavání v Římě, v roce 2009. V roce 2012 Arena vytvořila Powerskin Carbon-Pro se speciální technologií tkaní karbonu s textilem za účelem zvaným smart compression (Arena Waterinstinct, 2018).

Následoval typ Powerskin Carbon-Ultra, který představoval novou úroveň podpory pohybu s pomocí vnitřní struktury zvané Ultra-Link systém. Propojováním klíčových svalových skupin a izolováním nadbytečných pohybů dolních a horních částí těla se zvyšovala výkonnost plavce a zlepšovala jejich polohu ve vodě (Swimming World Magazine, 2018). Tento typ plavek také používali čeští plavci na Olympijských hrách v Riu v roce 2016.

### **7.2.1 Arena Powerskin Carbon-Ultra**

Model je navržen pro optimalizaci sportovce prostřednictvím Ultra-Link systému. Zaměřuje se na konkrétní zóny komprese, čímž přispívá k podpoře a zefektivnění výkonu těla a snižuje vír a odpor. Podepíráním svalových řetězců v horní části těla představuje extra podporu a propojuje žebra a boky, čímž umožňuje hýbat se bez omezení. Na základě toho dochází k udržení optimální polohy těla plavce ve vodě a záběr se stává více efektivním. Další speciální technikou je X-Pivot, vycházející z hlubokého porozumění mechaniky těla a izoluje pohyb v jeho horní a dolní části strategickým umístěním pásek fungujících jako ortéza. Vytváří tak podporu dolní části těla a udržuje důležité svaly v napětí, přičemž horní část těla může volně rotovat. Díky tomu zůstává hlavní pozice těla stabilní, a to i během otáčení horní části těla při záběru. Kompresní části v Carbon-Ultra byly navrženy ve spolupráci s extrémně pružnou tkaninou poskytující dostatečné stlačení na vnitřní části plavek. Na základě toho dochází k podpoře hlavních svalových skupin a jejich směru pohybu. Vícevrstvé části také dodávají tělu hydrodynamický tvar, stabilitu a drží ho ve vodě vysoko. Minimalizuje odpor vůči vodě, a to zejména v oblastech náchylných k víření vody.

Skládají se z 50 % z polyamidů, 47 % z elastanu a také obsahují 3 % uhlíkových vláken (viz příloha 5 a 6). Cena za pánské provedení je 7 599 Kč a za dámské 10 330 Kč (Arena Waterinstinct, 2018).

## **7.3 TYR**

Americká značka vybavení pro plavce a triatlonisty, která se mimo jiné také soustředí na vodní pólo, aqua fitness či na rekreační plavání. Značka vznikla v roce 1985 výrobcem Josephem DiLorenzem a Stevem Furnissem (bronzový medailista z olympijských her a kapitán plaveckého olympijského týmu). Společnost TYR dostala jméno po norském bohu odvahy, práva a války. Od svého vzniku se dostala do podvědomí všech v plaveckém i triatlonovém prostředí. S distributory z celého světa a mezinárodními kontrakty se TYR prezentuje odolným materiálem, unikátním designem a špičkovým vybavením zahrnujícím i inovativní brýle a čepice. TYR se stal sponzorem amerických reprezentantů, jmenovitě například šestinásobného olympijského vítěze Ryana Lochteho (TYR, 2018).

### **7.3.1 TYR Avictor**

TYR Avictor se pyšní kombinací pokročilých funkcí, které maximalizují výkon sportovce. Na základě práce s biologickými schopnostmi plavce byla vyvinuta hydrosférní technologie, jejíž cílem je optimalizovat umístění těla ve vodě. Díky tomu voda při pohybu obklopuje strukturu plavek a vytváří tak viditelný hydrosférický efekt. Díky látce Speed Dry plavky odpuzují vodu, což má vliv na kompresi, která se i po nasáknutí vodou drží delší dobu. Speciální High-Tech Super Flex spojení umožňuje co nejlepší přizpůsobení tělu plavce. Tyr Avictor představují ideální závodní plavky s ultra tlakem, vhodné i pro dálkové plavání. Maximalizují stabilizaci základní a celkové podpory, ale zároveň povolují 100% přirozený pohyb a mobilitu. Plavky se skládají ze 70 % z nylonu a z 30 % z lycry (viz příloha 7 a 8). Cenová dostupnost je obdobná jako u předchozích, pánské lze pořídit za 7 150 Kč a dámské mají hodnotu 10 270 Kč (TYR Czech, 2018).

## **7.4 Adidas**

Německá značka je známým pojmem nejen pro sportovní obuv či oblečení, ale pro módní doplňky s dlouholetou tradicí. Historie Adidas se začíná psát v roce 1924, kdy

bratři Adolf a Rudolf Dasslerovi otvírají svou továrnu. Adolf měl na starosti návrhy výrobků, zatímco Rudolf zařizoval správný chod firmy. V roce 1948 se bratři rozdělili a každý sám rozjíždí svou vlastní firmu. Adolf zakládá Adidas, Rudolf vytváří vlastní značku Puma. V srpnu 1949 je společnost Adolf Dassler Adidas Sport Shoes oficiálně zaregistrována. Značka se třemi pruhy se tak brzy stala jednou z nejznámějších na světě. V roce 1997 Adidas kupuje firmu Salomon, čímž získává nejen tuto značku a její outdoorové a další technologie, ale také golfovou značku Taylor Made. V roce 2006 přebírá firmu Reebok, což firmě Adidas umožňuje expanzi do dalších sportovních odvětví. Na Olympijských hrách v Sydney roce 2000 se Adidas dostal do podvědomí i jako značka plaveckých potřeb, kdy tehdy světový plavecký fenomén Ian Thorpe zaplavoval rekord v jejich celotělovém neoprenu. Poté v roce 2004 přišla s ještě vylepšenou verzí, Jetconcept, kterou ale FINA roku 2010 zakázala. Odpovědí na to byl vývoj plavek Adizero (Foot Asylum, 2018).

#### **7.4.1 Adidas Adizero XVII**

K vytvoření Adizero XVII Adidas spolupracoval s biomechaniky, experty na oděvnictví a samozřejmě s elitními plavci. Materiál podporuje kompresní stříh a hydrodynamiku, která minimalizuje odpor a maximalizuje efektivnost ve vodě. Tvorba Adidas Adizero zahrnovala 3 kroky: optimalizaci energie (Extra Energy), chytré materiály (Extra Flow) a specifika jednotlivých plaveckých stylů (Extra Flow). Co se týče složení, obsahují 76 % nylonu a 24 % elastanu (viz příloha 9 a 10). Pánské plavky jsou k dostání za 5 400 Kč a dámské za 10 999 Kč (Pro Swimwear, 2018).

### **7.5 Aqua Sphere**

Renomovaná značka plaveckých potřeb byla založena v roce 1997 v Itálii. K jejímu sortimentu patří široká kolekce plaveckých oděvů s vynikajícím poměrem ceny a výkonu, technických plaveckých obleků včetně těch triatlonových, kvalitních plaveckých brýlí a masek (Aqua Sphere, 2018).

#### **7.5.1 MP - Michael Phelps Collection**

V roce 2014 začala značka dlouhodobou spolupráci s nejvýraznější osobností světového plavání Michaellem Phelpsem a také jeho trenérem Bobem Bowmanem.

Kolekce brýlí, čepic a plavek nese znak MP. Rok od vzniku spolupráce byly vytvořeny první plavky nesoucí název Espresso. Od té doby nosil Michael Phelps na všech světových i domácích závodech plavky své značky. Dokonce měly i speciální design pro Olympijské hry v Riu 2016. Výrobci využili inovativní technologii duální tkaniny Exo-Core, kombinující dva materiály, které mají každý své specifické vlastnosti. Jednou z nich je patentovaná tkanina Aqua Sphere zvaná Exo Foil s vynikající pružností a kompresí. Trojrozměrná struktura materiálu umožňuje absolutní přizpůsobení pohybům svalů, čímž poskytuje přirozenější pocit, lepší pohyblivost a větší rozsah pohybu. Druhým materiálem je Aqua Core, tkanina poskytující vysokou úroveň komprese. Základ plavek tvoří Exo Foil a Aqua Core, takticky rozmístěny v oblasti stehenní tepny pro zlepšení cirkulace krve. Tím se udržuje sval uvolněný jak před, tak i během závodu. Michael Phelps komentuje: *„Jsem hrdý na to, že jsem byl součástí týmu, který vyvinul Espresso a věřím, že jsme vytvořili závodní plavky, které poskytují správnou úroveň komprese na správných místech a zároveň jsou dostatečně flexibilní jak ve vodě, tak i na suchu. Už se těším, jak si v nich zazávodím. Už se těším, až si úžasný materiál a přitažlivé barvy Espresso vyzkouším při závodech v roce 2015.“* (Michael Phelps, 2018).

## **7.6 Jaked**

Italská značka plaveckých potřeb vstoupila na trh v roce 2008 svými prvními plavkami Super-body J01, které se staly unikátními díky ultrasonicky svařovaným švům a materiálu na bázi polyuretanu. Na Mistrovství světa v plavání v roce 2009, které se konalo v Římě, mělo na sobě přibližně 68 % plavců tento unikátní model plavek. Ti tam také v nich pokořili 17 světových rekordů. Nejznámější tváří této značky byla Italka Federica Pellegrini, které se podařilo dokonce dvakrát překonat světový rekord během jediného dne. Ze šampionátu si tak odvezla dvě zlaté madaile. Mezinárodní plavecká federace však tento model plavek zakázala a v současné době vyrábí značka modely J Rush (Sportex, 2018).

### **7.6.1 J Rush**

Plavky, do jejichž tkaniny jsou vložena uhlíková vlákna, jsou vytvářeny technikou svařování za působení tepla. Bezešvá konstrukce poskytuje pohyb bez omezení (Sportex, 2018).

## 8 Vliv materiálu plavek na výkon sportovce

Ještě před samotnou analýzou je třeba zmínit situace, které stály za změnou pravidel. Jak již bylo zmíněno v předchozích kapitolách, v Sydney v roce 2000 se poprvé objevili plavci i v celotělových modelech, kryjící nohy a paže, avšak revoluci způsobila až výstroj o osm let později v Pekingu. Rok na to na Mistrovství světa v Římě došlo k převratné situaci, kdy plavci pokořili neuvěřitelných 43 světových rekordů v dlouhém bazénu.

Velkolepá akce se konala od 17. července do 2. srpna 2009 ve venkovním bazénu Marple Stadium. Šampionátu se zúčastnilo téměř tři tisíce plavců ze 192 zemí. Výrobci se předháněli, či plavky budou mít lepší složení a tím i větší úspěšnost. Došlo k tomu, že do Říma dorazili plavci se svými závodními plavkami obsahující 40–50 % polyuretanu. Dokonce firma Jaked přišla s neoprenem ze 100 % z polyuretanu. První den šampionátu padlo šest světových rekordů. To se opakovalo po celou dobu závodů. Docházelo i k překonávání rekordů v jedné disciplíně v průběhu jednoho dne. Někteří plavci dokonce rekord překonali několikrát v rámci rozplaveb, semifinále a finále. Plavecký sport se ocitl na velké křižovatce a vznikla diskuze, co je v podpoře závodníka ještě možné. To znepokojilo americké, australské, francouzské či britské trenéry, kteří se velmi kriticky vyjádřili k laxnímu postupu FINA. Sportovní analytici tyto plavky považovali za technologický doping. Prvotní impuls ke změně vznikl na kongresu v Dubaji v roce 2009, kde FINA stanovila dvě důležitá pravidla: zákaz nošení více kusů plavek najednou, jelikož si někteří plavci brali na závod i dvě vrstvy závodních plavek a zákaz určitých materiálů. Na základě toho muselo 350 modelů od 21 výrobců projít speciálními laboratorními testy, které analyzovaly tloušťku materiálu, vztlak či nepropustnost vody. Uspělo jich 202, dalších 136 museli výrobci upravit. Ani to kritikům nestačilo a tak krátce po mistrovství světa byl do Říma svolán kongres FINA. Tam se stanovila konečná pravidla platící od 1. 1. 2010. Muži smějí závodit jen v plavkách od pasu po kolena, plavky pro ženy musí mít odhalená ramena a celé paže a délka plavek dosahuje po kolena. Co se týče materiálu, zakázala federace polyuretan (Carda, 2009).

V oficiálních pravidlech FINA upřesňuje pojem textilní plavky, tedy takové, které se skládají z přírodních vláken či syntetiky s maximální tloušťkou 0,8 milimetru. Dále by také plavky neměly mít hodnotu vztlaku nad 0,5 Newtonu. Nařízení se také týká

propustnosti vody, kdy by měl používaný materiál mít hodnotu vyšší než 80l/m<sup>2</sup>/s (FINA, 2018).

Značky a speciální materiály, ze kterých se vyráběly závodní plavky, byly skloňovány v těch nejrůznějších diskuzích. Většina značek potvrzovala, že jejich jedinečné plavky pomohou dosáhnout úspěchu a i sami plavci se nechali slyšet, že při závodě výrazně pocítovali přítomnost plavek. Otázkou je, zda tato tvrzení jsou vědecky potvrzena.

Z 20 plaveckých soutěží pořádaných FINA (na dlouhém bazénu) zažilo v mužských disciplínách 15 z nich stanovení nových světových rekordů, v ženských 17. Takovéto množství nemělo obdoby. Nikdy se nestalo, aby se v tak malém časovém rozpětí dostalo pokoření tolika světových rekordů. Začaly se objevovat spekulace, že materiál používaný pro tento typ plavek, polyuretan, byl toho hlavním důvodem. Kritici začali hovořit o technologickém dopingu.

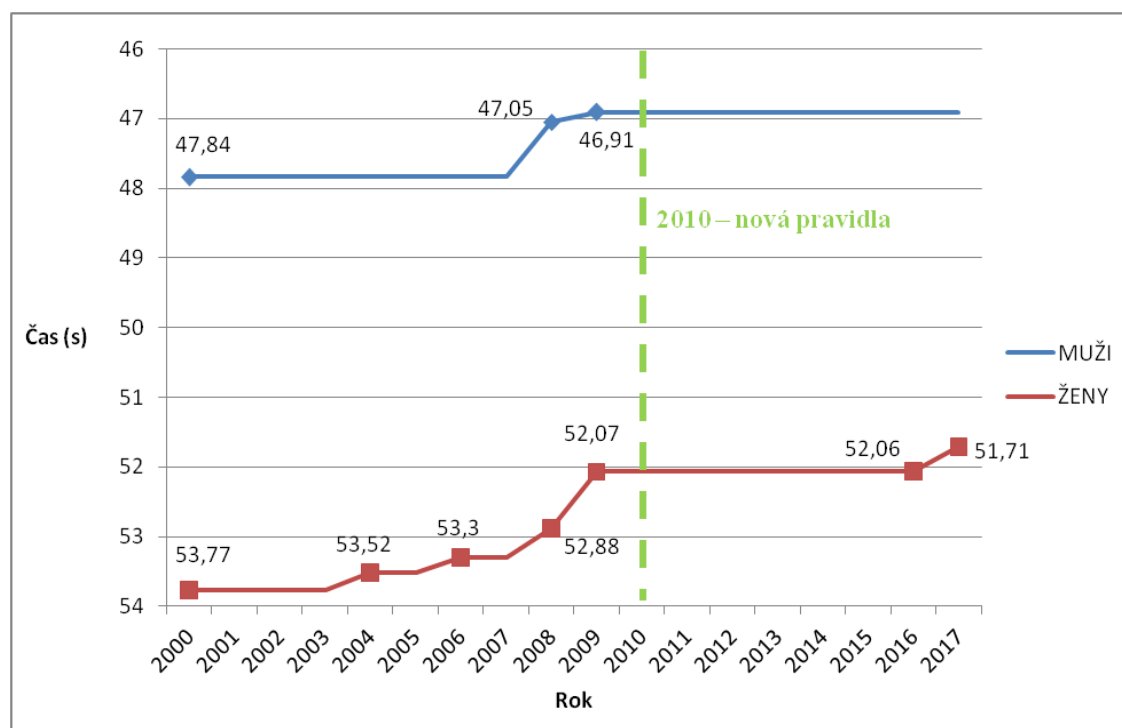
Z historického pohledu byl světový rekord na 100 metrů volným způsobem překonán 48krát. Pro porovnání 400 metrů v atletice bylo překonáno 21krát. Je jasné, že i v této atletické disciplíně se jedná o pokrok, ale ne takový, jaký zažilo plavání během posledního století. Možná tato četnost může být připisována také změnám pravidel, které se týkaly hloubky bazénu, výšky a sklonu startovních bloků či teploty vody. O'Connor ve svém výzkumu také uvádí, že od roku 1990 do roku 2010 muži běželi 400 metrů rychleji o 2,85 % a v disciplíně 100 metrů kraul byli rychlejší o 5,86 %. Ženy běžely 400 metrů o 3,29 % rychleji a na 100 metrů volný způsob byly rychlejší o 5,57 %. Při analýze vlivu materiálu plavek na výkon sportovce je však nutné vzít v potaz ještě několik dalších faktorů. Z plavání se stal globální sport a přibývá lidí, kteří se mu věnují. Zvyšuje se tak konkurenční základna tohoto sportu a výsledkem jsou samozřejmě lepší výkony. Při pohledu na vývoj členství v americkém plaveckém svazu od roku 1990 zjistíme, že množství členů vzrostlo během jednoho roku průměrně o 3 %, o 4–11 % po olympijských hrách. Tento stabilní nárůst by měl tedy navzájem souviset s postupným zlepšováním výkonů v plavání. Toto však není tento případ. Plavecké výkony se zlepšily větší rychlostí, než byl nárůst členství.

Dalším faktorem k posouzení je přítomnost výjimečných talentů, které by mohly mít na svědomí výkony z Mistrovství světa v Římě. Michael Phelps vytvořil tři z patnácti světových rekordů na tomto šampionátu. S výjimkou Phelpse nikdo jiný nestanovil na tomto šampionátu více než dva světové rekordy. Být talentovaný však neznamená pokořovat světové rekordy. Po vyloučení uvedených příčin je ke zvážení, zda

technologicky vyspělé plavky jsou hlavním faktorem pokořování světových rekordů (O'Connor, 2011).

Do tohoto tématu se zapojil i trenér americké reprezentace Bob Bowman, když na tiskové konferenci v roce 2009 prohlásil: „Rozhodně nepopírám tu dřinu, co stojí za překonáváním rekordů, ale jsou tu i faktory, které nesouvisí s tím, kolik plavec trénoval.“ (Keating, 2009).

Následující grafy znázorňují světové rekordy v jednotlivých disciplínách v dlouhém bazénu od roku 2000 do roku 2017. Modrá křivka znázorňuje mužské rekordy, červená ty ženské. Zelená přerušovaná čára v roce 2010 představuje rok, od kterého došlo ke změně pravidel FINA týkajících se plavek.



Obrázek 4 – 100 metrů volný způsob

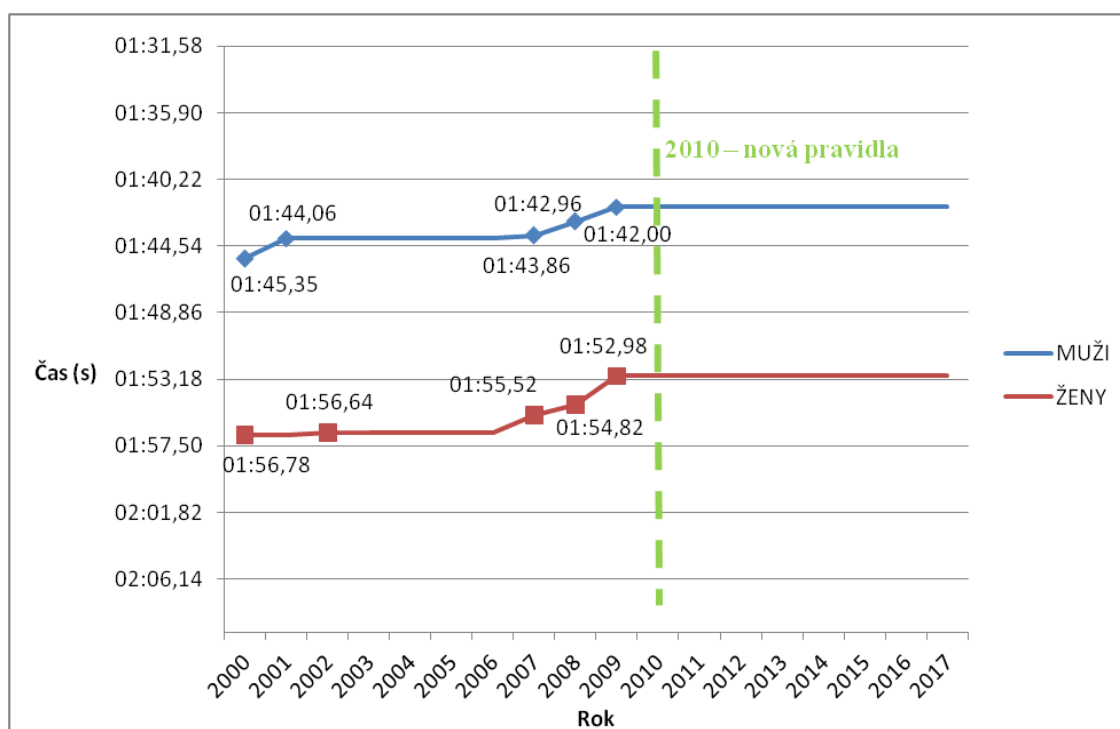
Zdroj: vlastní

Obrázek 4 zobrazuje zaplavané světové rekordy v disciplíně 100 metrů volný způsob. U mužů zůstává rekord od roku 2009 nepřekonan. V roce 2008 došlo pětkrát ke změně hodnoty světového rekordu, v grafu je zaznamenán jeho nejlepší čas 47,05 vteřiny. Držitelem je Němec Paul Biederman, který svým časem 46,91 sekund překonal dosavadní rekord a stal se tak mistrem světa. Během závodu měl na sobě plavky značky



Arena, konkrétně model X-Glade, obsahující 80 % polyuretanu, který byl následně v roce 2010 zakázán.

V ženské kategorii můžeme sledovat, že rekord byl do roku 2010 překonán pětkrát. Během roku 2009 dokonce došlo k dalšímu čtyřnásobnému překonání s konečnou hodnotou 52,07 vteřin. Celkem tedy došlo do roku 2010 devětkrát k překonání světového rekordu. Po ustanovení nových pravidel FINA byl světový rekord pokořen pouze dvakrát. Současnou rekordmankou je švédská plavkyně Sarah Sjoestroem, která se svým výkonem 51,71 vteřin získala zlatou medaili na Mistrovství světa v Budapešti. Oblékala plavky značky Arena, typu Powerskin Carbon-Ultra.

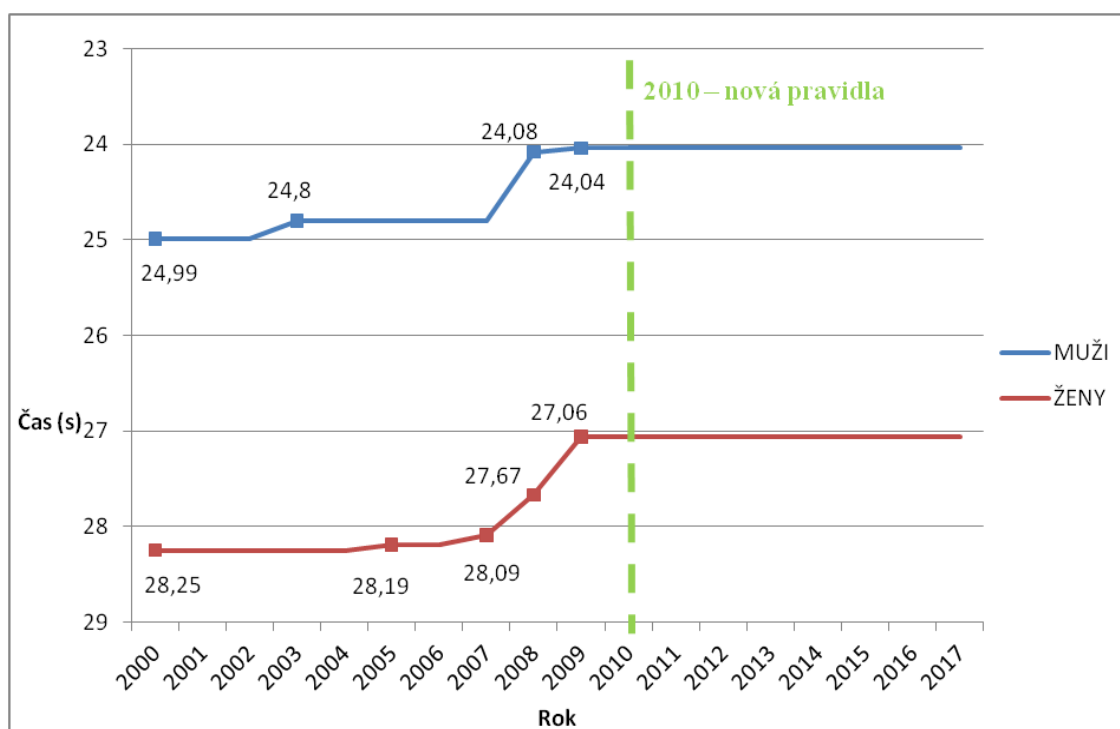


**Obrázek 5** – 200 metrů volný způsob

**Zdroj:** vlastní

Obrázek 5 znázorňuje světové rekordy v disciplíně 200 metrů volný způsob. Mezi muži má světový rekord od roku 2009 stále stejnou hodnotu z Mistrovství světa v Římě. Drží ho německý plavec Paul Biederman, který opět s plavkami X-Glade od firmy Arena získal i na této trati zlatou medaili na Mistrovství světa v Římě.

V případě žen se jedná o stejnou situaci. Do roku 2010 byl rekord překonán pětkrát a má stále stejnou majitelku Federicu Pellegrini, která jeho hodnotu v roce 2009 dokonce posunula dvakrát na světovém šampionátu. Plavala v plavkách od firmy Jaked, model 01 skládající se ze 40 % z polyuretanu.

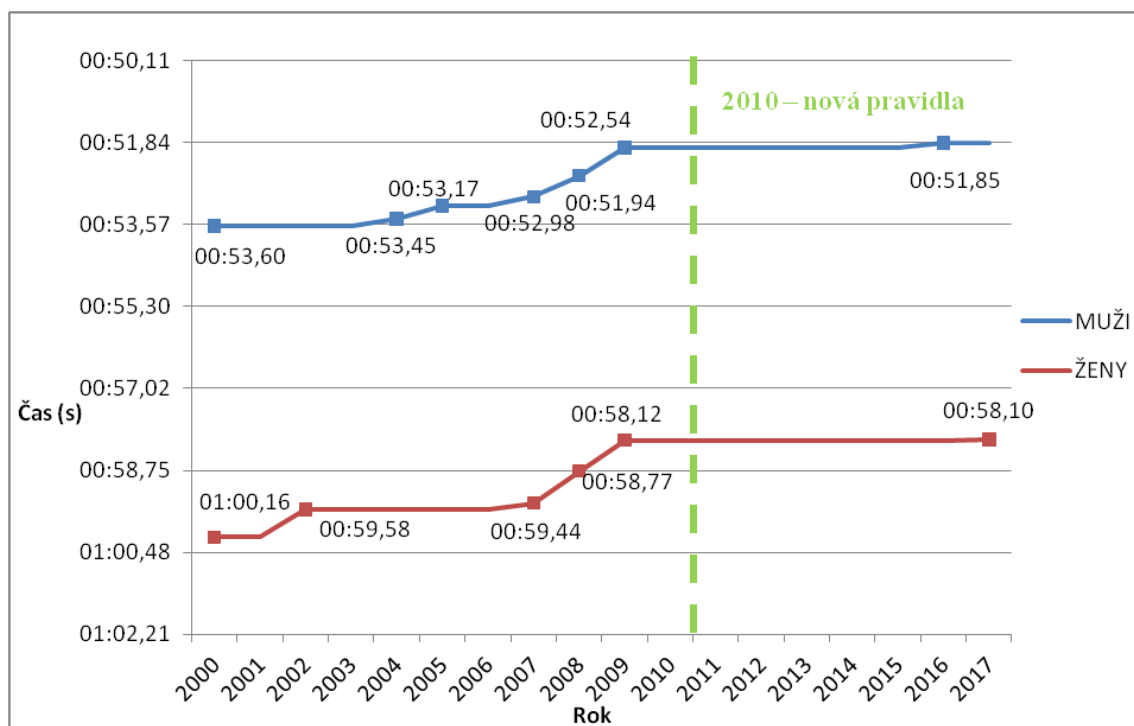


**Obrázek 6** – 50 metrů znak

**Zdroj:** vlastní

Obrázek 6 znázorňuje disciplínu 50 metrů znak. Mezi muži nedošlo po roce 2010 ke změně a rekord má stále hodnotu 24,04 vteřiny. Byl stanoven na Mistrovství světa v Římě a jeho držitelem je Brit Liam Tancock.

U žen došlo v tomto sprintu celkem pětkrát k překonání světového rekordu během devíti let. Čas Číňanky Zhao Jing nebyl ještě pokořen s přispěním plavek složených z 50 % z polyuretanu. Po zákazu tohoto materiálu v roce 2010 již žádný nový světový rekord stanoven nebyl. Zajímavý je pohled na časový rozestup rekordů od roku 2000, který je téměř minimální. Muži se zlepšili o pouhých 95 setin a ženy o vteřinu a 19 setin.

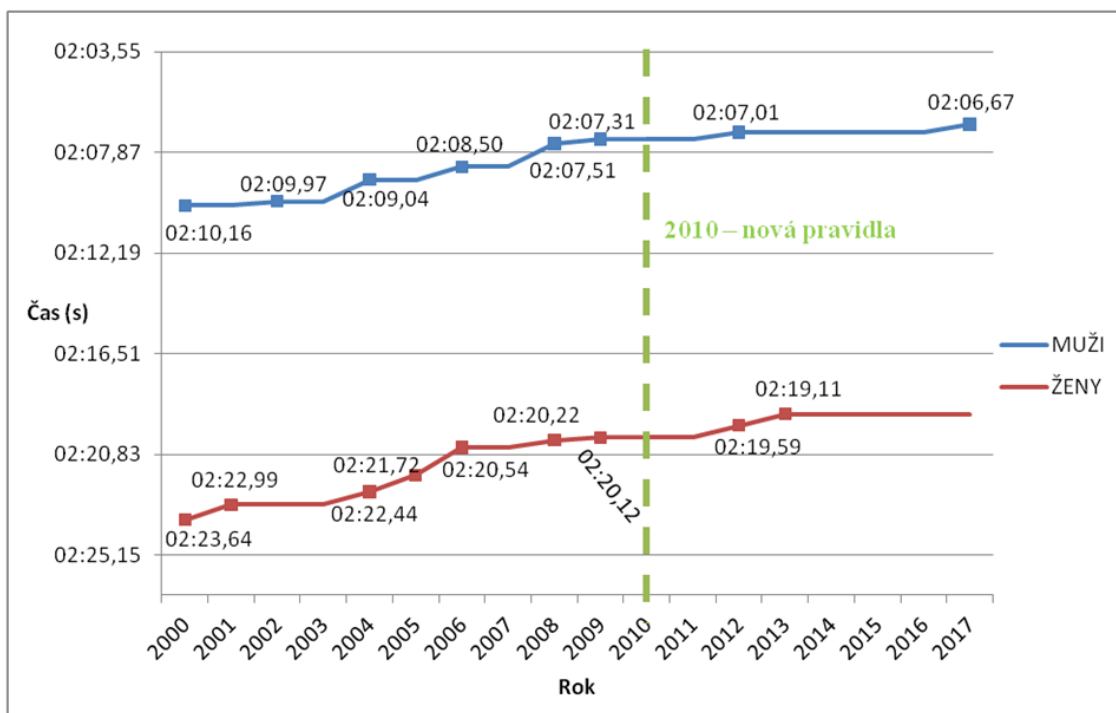


**Obrázek 7** – 100 metrů znak

**Zdroj:** vlastní

Z obrázku na 100 metrů znak je zřejmé, že u mužů došlo šestkrát ke změně hodnoty světového rekordu do roku 2010. Až na Olympijských hrách v Riu ho překonal americký plavec Ian Murphy se svým výkonem 51,85 vteřin. Jeho sponzorem je značka Speedo, měl tedy na sobě LZR Racer X.

V případě žen nejvíce světových rekordů padlo do roku 2010. V roce 2008 byl dokonce rekord pokořen pětkrát s nejlepší hodnotou 58,77 vteřin. O rok později na Mistrovství světa v Římě byl posunut na 58,12. Na posledním světovém šampionátu ho překonala Kanadanka Kylie Masse s konečnou hodnotou 58,10 vteřin s plavkami Speedo LZR Racer X.



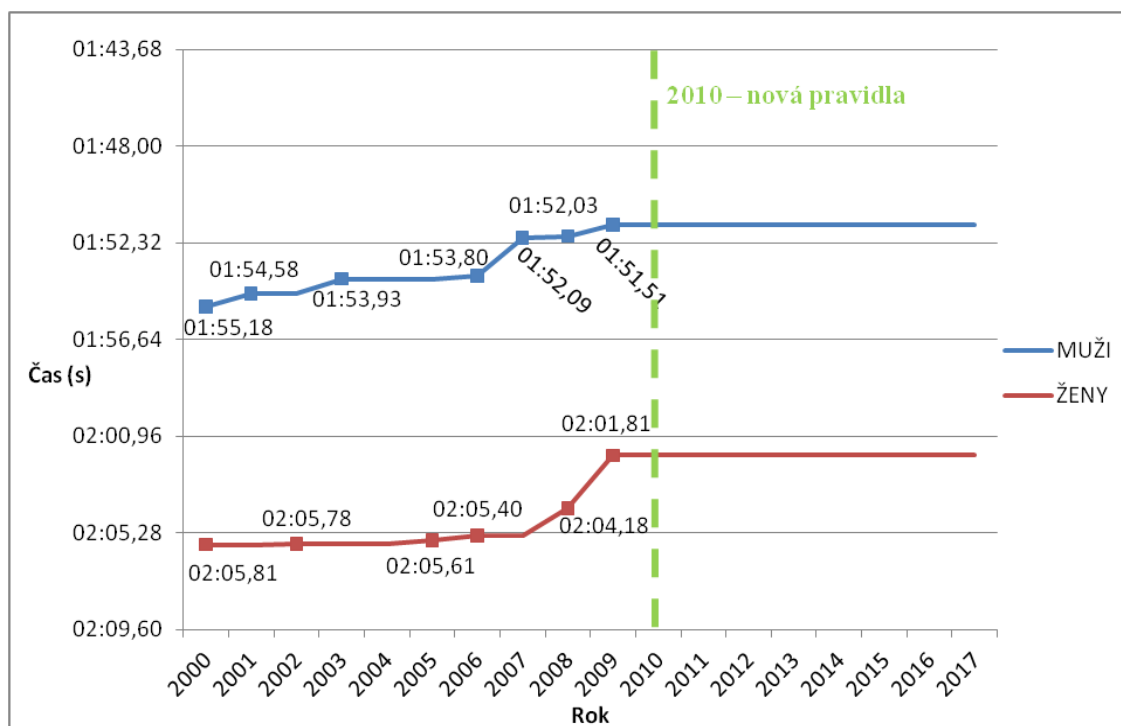
**Obrázek 8** – 200 metrů prsa

**Zdroj:** vlastní

Obrázek analyzuje světové rekordy v disciplíně 200 metrů prsa. U mužů se do roku 2010 světový rekord změnil šestkrát. Po té byl rekord překonán v roce 2012 a v roce 2017, odkdy jej drží Japonec Ippei Wanatabe.

V ženském odvětví se světový rekord do roku 2010 dočkal sedminásobného překonání. Od té doby byl rekord překonán jen dvakrát, aktuální platí z roku 2013 a jedná se o čas 2:19,11 dánské reprezentantky Rikke Pedersen, která oblékala plavky od firmy Speedo z řady Fastskin, LZR Racer X Elite 2. U mužů i žen je téměř totožné zlepšení od roku 2000 a to o téměř čtyři vteřiny.

Značnou kontroverzi ve stylu prsa odstartoval Jihoameričan Cameron van der Burgh. Plavec na Olympijských hrách v Londýně získal zlatou medaili v disciplíně 100 metrů prsa. Svým výkonem stanovil nový světový rekord, nicméně záhy po závodě přiznal, že podváděl. Pravidla říkají, že po startu a po každé obrátce může plavec provést jeden záběr pažemi až ke stehnům, v jehož průběhu může být plavec zcela ponořen. Kdykoliv před prvním prsovým kopem po startu a po každé obrátce je povolen jeden delfínový kop. Jihoamerický reprezentant ale přiznal, že delfínové kopy udělal tři. Je tedy možné, že se tímto podvodem dostali i jiní plavci v historii k překonání světového rekordu. V tom případě nehrají roli v pokoření rekordu plavky, nýbrž porušování pravidel.

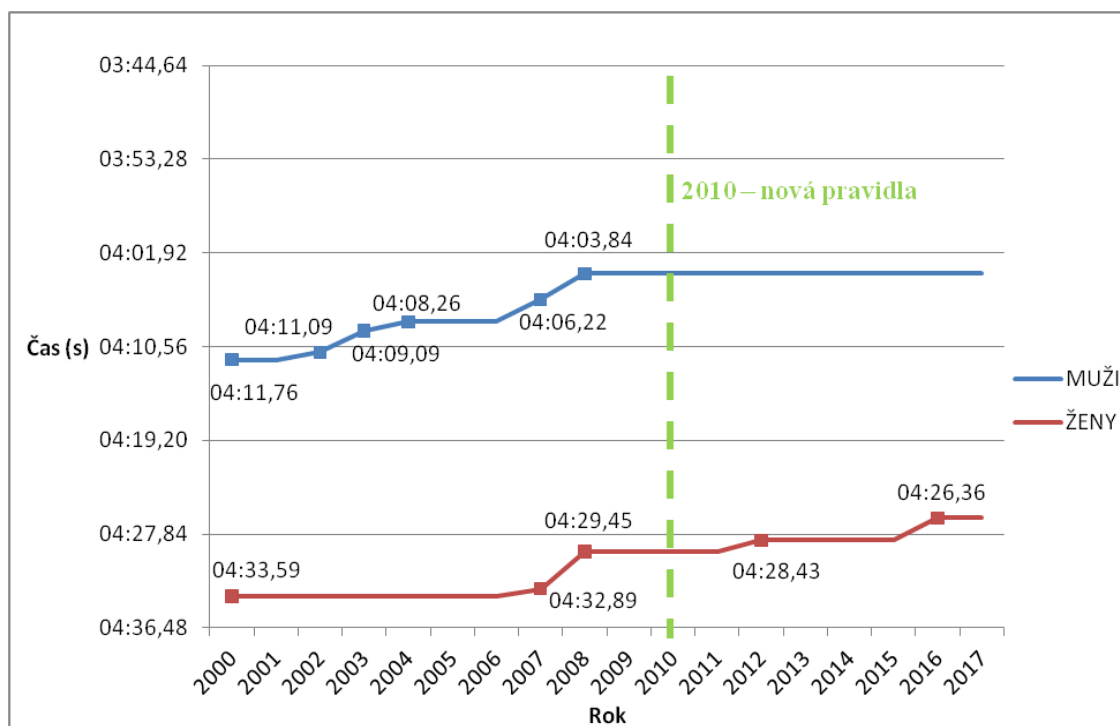


**Obrázek 9** – 200 metrů motýl

**Zdroj:** vlastní

Obrázek ukazuje světové rekordy v závodě na 200 metrů motýlek. Sedmkrát se povedlo mužům překonat jeho hranici s konečnou hodnotou 1:51,51 vteřin. Od roku 2003 byl majitelem všech rekordů Michael Phelps a zůstává nepřekonán dodnes. Měl na sobě Speedo LZR Racer, tvořené z 50 % polyuretanem pokrývající nohy a ramena. Ač Michael Phelps byl donedávna aktivním plavcem s fenomenálními výkony, již se mu nepodařilo stanovit nový rekord. Nicméně Michaelu Phelpsovi napomáhají k jeho výkonům nejen plavky, ale i jeho tělesná stavba. Jeho široké rozpětí rukou mu umožňuje větší a účinnější záběr a hypermobilita kotníků se pozitivně prosazuje při delfínovém kopu.

Pro ženy také platí rekord z roku 2009 Číňanky Zihé Liu. Od roku 2000 se sice jeho hodnota šestkrát změnila, ale s příchodem nových plavek se nepodařilo jej pokořit. Číňanka měla na sobě Speedo LZR Racer.



**Obrázek 10** – 400 metrů polohový závod

**Zdroj:** vlastní

Obrázek sleduje světové rekordy v disciplíně 400 metrů polohový závod. Muži mají svůj nejlepší čas z roku 2008 a zůstává nepřekonaný. Majitelem rekordu je Američan Michael Phelps, který je zodpovědný za všechny rekordy od roku 2004. Na Olympijských hrách v Pekingu ve finálovém závodě stanovil ve svých Speedo LZR Racer světový rekord v hodnotě 4:03,84. Povedlo se mu tedy snížit původní rekord z roku 2000 o téměř osm sekund.

Mezi ženami se tato disciplína dočkala překonání světového rekordu před dvěma lety. Do roku 2010 se hodnota rekordu změnila třikrát. Během následujících sedmi let se změnil dvakrát, ten současný drží Maďarka Katinka Hoszú, se kterým získala zlatou olympijskou medaili. Měla na sobě plavky značky Arena z kolekce Carbon-Ultra.

Z výše zpracovaných dat v grafech je zřejmé, že materiál plavek měl zásadní vliv na výkony plavců a tedy i na hodnoty světových rekordů. Ze čtrnácti analyzovaných disciplín jich má osm stále platný světový rekord stanovený do roku 2010. Z celkem 83 výše uvedených světových rekordů jich bylo 75 stanoveno do roku 2010. Na Mistrovství světa v Římě se také stalo, že rekord byl několikrát překonán během jednoho dne v rámci závodů semifinále či finále. Z obrázků také můžeme sledovat větší četnost rekordů zvláště v disciplínách se vzdáleností nad 200 metrů. Z grafů také vyplývá, že do roku 2010 byly světové rekordy stanovovány častěji. Sporné je však analyzování rekordů v prsařských disciplínách, kde se objevují pochyby, zda za rekordem nestojí porušení pravidel a nikoliv materiál závodních plavek. Závodníci ale změnu pravidel uvítali, údajně se cítí být více volnější než v celotělovém neoprenu a oblékání je záležitostí jen několika minut. Paradoxně polyuretanové plavky chybí nejvíce fanouškům a novinářům. Asi už nebudou svědky pokořování desítek světových rekordů během jediných závodů. Při posledním mezinárodním klání, což bylo v Budapešti minulý rok, došlo k pokoření pouze dvou světových rekordů. Byl to Adam Peaty na 50 metrů prsa a Sarah Sjoestroem na 50 metrů kraul.

## 9 Závěr

Práce se zabývá analýzou plaveckého výkonu a jeho závislosti na použití materiálu závodních plavek. Po představení historie plavání, plaveckých organizací a faktorů ovlivňující výkonnost plavce jsme se soustředili na jednotlivé materiály, ze kterých jsou plavky vyráběny. Pozornost byla věnována zvláště polyuretanu a uhlíkovému vláknu. Následně byly popsány značky plavek pracující se zmíněnými materiály. Každá značka plavek je specifická použitým materiálem či technikou zpracování. Následuje kapitola popisující rozhodnutí a nařízení Mezinárodní plavecké organizace v roce 2010, na základě kterých byly plavky vyráběné z polyuretanu zakázány. V kapitole jsou popsány oficiální požadavky organizace nejen na materiál plavek, ale i na jejich střih.

Poslední část práce je věnována samotné analýze plaveckých výkonů. Grafy zpracovávají čtrnáct plaveckých disciplín na odlišné vzdálenosti a roky, ve kterých byly pokořeny světové rekordy. Každý graf zobrazuje křivku znázorňující pohyb rekordů. Zvýrazněn je rok 2010, kdy došlo ke změně pravidel týkajících se materiálu plavek. Z grafů vyplývá, že materiál plavek měl zásadní vliv na výkony plavců a tedy i na hodnoty světových rekordů, neboť ze čtrnácti analyzovaných disciplín jich osm má stále platný světový rekord stanovený do roku 2010. Z celkem 83 uvedených světových rekordů jich bylo 75 stanovených do roku 2010. Pod každým grafem je uvedeno jméno držitele světového rekordu a plavek, ve kterých rekordu dosáhl.

Výsledkem této bakalářské práce je potvrzení teze, že materiál plavek ovlivňuje výkon plavce. Z testování vyšel nejlépe polyuretan, který byl díky svým vlastnostem zakázán. V současné době značky pracují na vývinu dalších převratných materiálů, ale kvality polyuretanu ještě nedosáhly. Moderní technika však nejde zastavit a tak je jisté, že vytvoření nového materiálu je jen otázkou času. Plavecké značky v současné době již pracují na nových kolekcích pro Olympijské hry v Tokiu v roce 2020 a je jasné, že se opět bude jednat o něco výjimečného. Vyvíjejí i speciální modely plaveckých čepic nebo unikátní tvary plaveckých brýlí. Údajně také dojde k přidání dalších plaveckých disciplín jako 800 metrů volný způsob muži a 1 500 volný způsob ženy do programu her. Změnu by měly přinést i smíšené štafety v polohových závodech či padesátimetrové sprinty od každého stylu (dosud to byl jen volný způsob). Otázkou zůstává, jak se k těmto inovacím postaví FINA a i samotní závodníci.



## 10 Seznam literatury

ADAMS, R., 2010. *Dollhouse Designs: To the seashore* [online]. Aktualizováno 26. 5. 2010 [cit. 23. 4. 2018]. Dostupné z: <http://dollhousedesigns.blogspot.cz/2010/05/to-seashore.htm>

AQUA SPHERE, 2018. *AquaSphere has developed a reputation for Technology, Quality and Comfort* [online]. [cit. 11. 4. 2018]. Dostupné z: <http://www.aquasphereswim.com/au/about>

ARENASHOP, 2016. *Za scénou: Carbon Ultra* [online]. Aktualizováno 30. 5. 2016 [cit. 1. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.arenashop.cz/clanek/19/za-scenou-carbon-ultra/>

ARENA WATERINSTINCT, 2018. *Men's Powerskin Carbon-Ultra Jammer* [online]. [cit. 11. 4. 2018]. Dostupné z: [https://www.arenawaterinstinct.com/en\\_global/men-s-powerskin-carbon-ultra-jammer.html](https://www.arenawaterinstinct.com/en_global/men-s-powerskin-carbon-ultra-jammer.html)

ARENA WATERINSTINCT, 2018. *Our History* [online]. [cit. 13. 4. 2018]. Dostupné z: [https://www.arenawaterinstinct.com/en\\_global/history/1973-1983](https://www.arenawaterinstinct.com/en_global/history/1973-1983)

ARENA WATERINSTINCT, 2016. *Powerskin Carbon-Ultra* [online]. Aktualizováno 1. 3. 2016 [cit. 1. 4. 2018]. Dostupné z: [https://www.arenawaterinstinct.com/en\\_us/carbon-ultra/Press-Kit.PDF](https://www.arenawaterinstinct.com/en_us/carbon-ultra/Press-Kit.PDF)

ARENA WATERINSTINCT, 2018. *Women's Powerskin Carbon-Ultra Full Body* [online]. [cit. 11. 4. 2018]. Dostupné z: [https://www.arenawaterinstinct.com/en\\_global/women-s-powerskin-carbon-ultra-full-body-short-leg-open-back.html](https://www.arenawaterinstinct.com/en_global/women-s-powerskin-carbon-ultra-full-body-short-leg-open-back.html)

BENSON, R., CONNOLLY, D., 2011. *Heart Rate Training*. Champaign: Human Kinetics. ISBN 9780736086554.

BERNACÍKOVÁ, M., KAPOUNKOVÁ, K., NOVOTNÝ, J., 2010. Fyziologie sportovních disciplín. In: [is.muni.cz](http://is.muni.cz) [online], [cit. 1. 4. 2018]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsps/ps10/fyziol/web/sport/plavani.html>

BĚHÁLEK, L., 2015. *Polymery* [online]. [cit. 25. 4. 2018]. ISBN 978-80-88058-66-3. Dostupné z: <https://publi.cz/books/180/01.html>

- BĚLOHLÁVEK, J., 1963 *Stručné dějiny plaveckého sportu*. Praha: Sborník ÚV ČSTV.
- CARDA, J., 2009. *Pravidlo „jedněch“ plavek*. In: Plavecký blog.cz [online]. [cit. 15. 4. 2018]. Dostupné z: <http://www.plaveckyblog.cz/pravidlo-jednech-plavek>
- COLWIN, C. M., 1993. *Swimming into the 21st century*. Champaign: Human Kinetics. ISBN 0-87322-456-6.
- COUNSILMAN, J. E., 1970. *The science of swimming*. Londýn: Pelham Books. ISBN 978-0137953851.
- CUNNINGHAM, P., A., 2009. From underwear to swimwear: branding at Atlas and B.V. D. in the 1930s. *Journal of American Culture*, roč. 32, č. 1, s. 38–52. ISSN 1542-331.
- ČECHOVSKÁ, I., MILER, T., 2008. *Plavání*. 2., upr. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2154-5.
- DAVIES, E., 1997. Engineering swimwear. *Journal of the Textile Institute*, roč. 88, č. 3, s. 32–36. ISSN 00405000.
- FINA, Fédération de Internationale de Natation, 2018. *FINA & Aquatics, A bit of history* [online]. [cit. 2. 4. 2018]. Dostupné z: <http://www.fina.org/content/fina-aquatics-bit-history>
- FINA, Fédération de Internationale de Natation, 2018. *FINA requirements for swimwear approval* [online]. [cit. 11. 4. 2018]. Dostupné z: <http://www.fina.org/sites/default/files/frsa.pdf>
- FOOT ASYLUM, 2018. *The brand history of Adidas* [online]. [cit. 19. 3. 2018]. Dostupné z: <https://www.footasylum.com/adidas-history/>
- FOSTER, L., aj., 2012. Influence of full body swimsuits on competitive performance. *Procedia Engineering*, roč. 34, s. 712–717. ISSN 1877-7058.
- HOFER, Z., aj., 2011. *Technika plaveckých způsobů*. 3. vyd. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-1908-8.
- HOCH, M., aj., 1987. *Plavání: teorie a didaktika*. 2. vyd. Praha: SPN.

HORWOOD, C., 2000. Girls who arouse dangerous passions: women and bathing, 1900–39. *Women's History Review*, roč. 9, č. 4, s. 653–673. ISSN 0961-2025.

KEATING, S., 2009. Phelps coach says hi-tech swimsuits need discussion. In: *Reuters.com* [online]. [cit. 6. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/us-swimming-suits/phelps-coach-says-hi-tech-swimsuits-need-discussion-idUSTRE54D6LN20090514>

KRAJÍČEK, S., 1947. *Po stopách vývoje plaveckého sportu*. Česká Lípa: Ministerstvo školství a osvěty.

LEN EUROPEAN AQUATICS, 2018. *The Founding of LEN* [online]. [cit. 1. 4. 2018]. Dostupné z: [http://www2.len.eu/?page\\_id=364](http://www2.len.eu/?page_id=364)

MAGLISCHO, E. W., 2003. *Swimming Fastest*. Champaign: Human Kinetics. ISBN 0-60-3180-4.

MAYER, D., 2013. The Need for Speed : How High-Technology Swimsuits Changed the Sport of Swimming. In: *Swimswam* [online]. 2. 12. 2013 [cit. 5. 4. 2018]. Dostupné z: <https://swimswam.com/wp-content/uploads/2013/06/The-Need-for-Speed-How-High-Technology-Swimsuits-Changed-the-Sport-of-Swimming.pdf>

MCLEOD, I., 2010. *Swimming anatomy*. Champaign: Human Kinetics. ISBN 978-0-7360-7571-8.

MICHAEL PHELPS, 2018. *Značka „MP“ přichází s novou produktovou řadou pro závodní plavce* [online]. [cit. 6. 4. 2018]. Dostupné z: <http://www.michaelphelps.com/cz/o-mp>

MOTYČKA, J., 1991. *Teorie a didaktika plavání*. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 80-210-0286-7.

NASA, 2018. *Record Breaking Benefits* [online]. [cit. 30. 3. 2018]. Dostupné z: [https://www.nasa.gov/offices/oct/home/tech\\_record\\_breaking.htm](https://www.nasa.gov/offices/oct/home/tech_record_breaking.htm)

O'CONNOR, L., M., VOZENILEK J., 2011. Is It the Athlete or the Equipment? An Analysis of the Top Swim Performances from 1990 to 2010. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, roč. 25, č. 12. ISSN 1064-8011.

PAN, N., SUN, G., 2011. *Functional textiles for improved performance, protection and health*. Philadelphia: Woodhead. ISBN 978-1-84569-723-5.

PRO SWIMWEAR, 2018. *Adidas Adizero XVI Breaststroke Open Back Suit* [online]. [cit 11. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.proswimwear.co.uk/adidas-adizero-xvi-breaststroke-open-back-suit.html?fee=34&fep=66097&glCountry=GB&glCurrency=GBP&options=cart>

PRO SWIMWEAR, 2018. *Adidas Adizero XVI Freestyle Jammer* [online]. [cit 11. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.proswimwear.co.uk/adidas-adizero-xvi-freestyle-jammer.html?options=cart>

SPEEDO, 2018. *Fastskin LZR Racer Elite 2 Jammer* [online]. [cit 11. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.speedo.com/international/en/fastskin-lzr-racer-elite-2-jammer/809145C292.html>

SPEEDO, 2018. *Fastskin LZR Racer Elite 2 Openback Kneeskin* [online]. [cit 11. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.speedo.com/international/en/fastskin-lzr-racer-elite-2-openback-kneeskin/809170C292.html>

SPEEDO, 2018. *Fastskin LZR Racer X Openback Kneeskin* [online]. [cit 11. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.speedo.com/international/en/fastskin-lzr-racer-x-openback-kneeskin/809752B454.html>

SPEEDO, 2018. *Our History* [online]. [cit. 6. 4. 2018]. Dostupné z: <https://speedo.com.au/page/histor>

SPEEDO, 2018. *Fastskin LZR Racer X Jammer* [online]. [cit 11. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.speedo.com/international/en/fastskin-lzr-racer-x-jammer/809754B454-22.html?cgid=men-racing-suits#cgid=men-racing-suits&cgid=men-racing-suits&start=16>

SPORTEX, 2018. *Představujeme Vám Jaked!* [online]. [cit. 10. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.sportex.cz/sportoviny/predstavujeme-vam-jaked>

SPORTEX, 2018. *Speedo Fastskin LZR Racer X OpenBack KneeSkin Red* [online]. [cit. 13. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.sportex.cz/speedo-fastskin-lzr-racer-x-openback-kneeskin-red/>

SWIMMING WORLD MAGAZINE, 2018. *Arena launches new swimwear technology: Powerskin Carbon-Ultra* [online]. [cit. 10. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.swimmingworldmagazine.com/news/arena-launches-new-swimwear-technology-powerskin-carbon-ultra/>

TYR, 2018. *About TYR* [online]. [cit. 1. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.tyr.com/about/>

TYR CZECH, 2018. *Avictor Female Open Back* [online]. [cit. 9. 4. 2018]. Dostupné z: <http://www.tyrczech.cz/zavodni/199-avictor-female-open-back>

TYR, 2018. *Men's Avictor Omaha Nights Jammer* [online]. [cit. 11. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.tyr.com/shop/tyr-mens-avictor-omaha-nights-jammer.html>

TYR, 2018. *Women's Avictor Omaha Nights Open Back Swimsuit* [online]. [cit. 11. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.tyr.com/shop/tyr-womens-avictor-omaha-nights-female-open-back.html>

## **Seznam příloh**

Příloha 1 – Speedo LZR Racer Elite 2 Jammer (Zdroj: Speedo, 2018)

Příloha 2 – Speedo Fastskin LZR Racer Elite 2 Kneeskin (Zdroj: Speedo, 2018)

Příloha 3 – Speedo Fastskin LZR Racer X Jammer (Zdroj: Speedo, 2018)

Příloha 4 – Speedo Fastskin LZR Racer X (Zdroj: Speedo, 2018)

Příloha 5 – Arena Powerskin Carbon-Ultra Jammer (Zdroj: Arena Waterinstinct, 2018)

Příloha 6 – Arena Powerskin Carbon-Ultra Kneeskin (Zdroj: Arena Waterinstinct, 2018)

Příloha 7 – TYR Avictor Jammer (Zdroj: TYR, 2018)

Příloha 8 – TYR Avictor Kneeskin (Zdroj: TYR, 2018)

Příloha 9 – Adidas Adizero XVII Jammer (Zdroj: Pro Swimwear, 2018)

Příloha 10 – Adidas Adizero XVII Kneeskin (Zdroj: Pro Swimwear, 2018)

**Příloha 1 – Speedo LZR Racer Elite 2 Jammer**

**Zdroj:** Speedo, 2018



**Příloha 2 – Speedo Fastskin LZR Racer Elite 2 Kneeskin**

**Zdroj:** Speedo, 2018





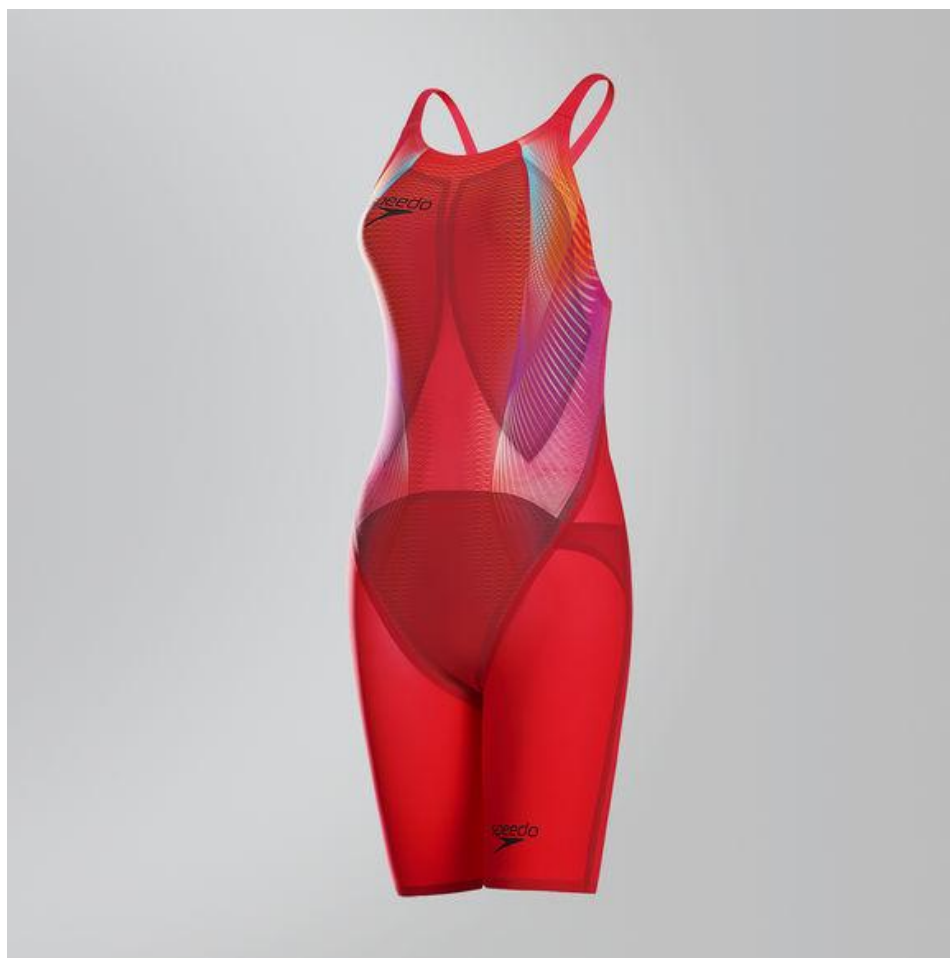
**Příloha 3 – Speedo Fastskin LZR Racer X Jammer**

**Zdroj:** Speedo, 2018



**Příloha 4 – Speedo Fastskin LZR Racer X**

**Zdroj:** Speedo, 2018



**Příloha 5 – Arena Powerskin Carbon-Ultra Jammer**

**Zdroj:** Arena Waterinstinct, 2018



**Příloha 6 – Arena Powerskin Carbon-Ultra Kneeskin**

**Zdroj:** Arena Waterinstinct, 2018



**Příloha 7 – TYR Avictor Jammer**

**Zdroj: TYR, 2018**



**Příloha 8 – TYR Avictor Kneeskin**

**Zdroj: TYR, 2018**



**Příloha 9 – Adidas Adizero XVII Jammer**

**Zdroj:** Pro Swimwear, 2018



**Příloha 10 – Adidas Adizero XVII Kneeskin**

**Zdroj:** Pro Swimwear, 2018

