MASARYKOVA UNIVERZITA

Fakulta sportovních studií

Katedra atletiky, plavání a sportů v přírodě

Komparační analýza plaveckého způsobu znak metodou SIMI Motion - 3D

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: PeaDr. Miloš Lukášek, Ph.D.

Vypracovala: Bc. Věra Czebeová

Brno, 2011

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci zpracovala samostatně a použila jen prameny uvedené v seznamu literatury.

V Brně dne 1. prosince 2011 Bc. Věra Czebeová

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce panu PaedDr. Miloši Lukáškovi za pomoc při tvorbě této práce a odborné vedení. Také bych chtěla poděkovat Petrovi Hutovi za technickou pomoc při měření a zpracování dat. Rovněž děkuji Aleně Nývltové a Kláře Václavíkové, bez nichž by má práce nemohla vzniknout. A na závěr děkuji paní Mgr. Martině Bernacikové za mnoho cenných rad a podnětů k této práci.

OBSAH

ÚVOD……..6

1 VŠEOBECNÁ CHARAKTERISTIKA PLAVÁNÍ …….….. 7

2 PLAVECKÝ ZPŮSOB ZNAK….....……..… 10

2.1 Charakteristika plaveckého způsobu znak…… 10

2.2 Metabolická charakteristika výkonu…….. 11

2.3 Tělesný profil znakaře…… 12

3 ZÁKLADY TECHNIKY PLAVECKÉHO ZPŮSOBU ZNAK.....14

3.1 Historický vývoj znakové techniky…… 14

3.2 Technika znakového záběru……... 15

3.2.1 Pohyby horních končetin…… 15

3.2.2 Hnací síly vznikající pohybem horních končetin u znaku…… 17

3.2.3 Délka a rychlost záběrů……... 19

3.3 Technika znakového kopu…… 20

3.3.1 Pohyby dolních končetin…… 20

3.3.2 Hnací síly vznikající pohybem dolních končetin…… 22

3.4 Poloha těla při znaku……..23

3.5 Souhra paží a nohou u znaku…… 23

4 CÍL PRÁCE, VÝZKUMNÉ OTÁZKY A ÚKOLY PRÁCE…...…... 26

5 METODIKA VÝZKUMU……...……28

5.1 Charakteristika zkoumaných sportovců…… 28

5.1.1 Profil plavkyně Aleny Nývltové…… 28

5.1.2 Profil plavkyně Kláry Václavíkové…….....30

5.2 Podmínky při získávání dat…… 32

5.3 Způsob získávání výzkumných dat…… 32

5.4 Metody zpracování získaných záznamů……34

6 KOMPARAČNÍ ANALÝZA TECHNIKY ZNAKU……... 36

6.1 Rozbor techniky záběrů paží A. Nývltové a K. Václavíkové… 36

6.1.1 Přípravná fáze……..36

6.1.1.1 Přípravná fáze A. N…….. 36

6.1.1.2 Přípravná fáze K. V…….. 38

6.1.1.3 Porovnání přípravné fáze A. N. a K. V…… 39

6.1.2 Přechodná fáze…… 40
6.1.2.1 Přechodná fáze A. N.……40
6.1.2.2 Přechodná fáze K. V……41
6.1.2.3 Porovnání přechodné fáze A. N. a K. V…...42
6.1.3 Záběrová fáze…….. 43
6.1.3.1 Záběrová fáze A. N…….. 44
6.1.3.2 Záběrová fáze K. V……...46
6.1.3.3 Porovnání záběrové fáze A. N. a K. V……. 48
6.2 Technický rozbor záběru pažemi A. N. a K. V……..50
6.2.1 Hloubka záběru…….. 50
6.2.1.1 Hloubka záběru u A. N……50
6.2.1.2 Hloubka záběru u K. V……50
6.2.1.3 Porovnání naměřených dat A. N. a K. V…..51
6.2.2 Rychlost ruky při záběru…… 52
6.2.2.1 Rychlost ruky při záběru u A. N……...52
6.2.2.2 Rychlost ruky při záběru u K. V……...53
6.2.2.3 Porovnání naměřených dat A. N. a K. V…..54
6.3 Rozbor techniky znakových nohou A. N. a K.V……... 55
6.3.1 Technika znakových nohou u A. N……57
6.3.2 Technika znakových nohou u K. V……58
6.3.3 Porovnání techniky znakových nohou u A. N. a K. V… 60
6.3.3.1 Rychlost znakového kopu……61
6.3.3.1.1 Rychlost znakového kopu u A. N..61
6.3.3.1.2 Rychlost znakového kopu u K. V..62
6.3.3.1.3 Porovnání naměřených dat A. N. a K. V……...63
6.4 Souhra horních a dolních končetin u A. N. a K. V…… 64
6.4.1 Dráha a časový rozbor záběru……65
6.4.1.1 Porovnání naměřených dat u A. N. a K. V...65
7 DISKUZE……...……. 68
ZÁVĚR……...…… 70
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY….……71
RESUMÉ, SUMMARY .....……73

ÚVOD

Téma mé diplomové práce jsem si vybrala proto, neboť jsem se deset let vrcholově věnovala plavání a mojí hlavní disciplínou byl právě plavecký způsob znak. Dalším důvodem, který mne ovlivnil při výběru tématu diplomové práce, byla možnost práce s programem SIMI Motion 3D na naší fakultě.

Cílem této diplomové práce je provést porovnání techniky plaveckého způsobu znak u dvou vybraných plavkyň pomocí programu SIMI Motion 3D.

Pro tento projekt jsem si vybrala dvě plavkyně, které jsou úspěšné české reprezentantky a nejlepšími znakařky v Jihomoravském kraji. Obě plavkyně jsou na vrcholu své plavecké kariéry, proto je porovnání technik těchto talentovaných znakařek nesmírnou příležitostí. Obzvláště proto, že se plavkyně navzájem velmi odlišují v tělesných parametrech.

V této diplomové práci provedeme komparační analýzu techniky znaku na výstupních materiálech z programu SIMI Motion 3D. Prvotní materiál získáme natočením plavkyň dvěma podvodními kamerami a za pomocí počítačového programu SIMI Motion 3D se dopracujeme k výstupnímu materiálu, který je pro tuto práci stěžejní a se kterým budeme dále pracovat, jak jsme již výše uvedli. Jedná se zejména o fotodokumentaci, naměřené parametry a trojrozměrné snímky obou plavkyň z natáčení, které použijeme v praktické části této práce, při zjišťování odlišností v technice znaku především v provedení záběru paží pod vodou (dráha, hloubka, rychlost), práci nohou (dráha, rychlost) a souhře horních a dolních končetin.

Tato práce může být přínosem pro vhodné určení somatických dispozic plavců, kteří se specializují na znakové disciplíny. A případně poukázání na rozdílné prvky v technice znaku u těchto dvou somatotypů.

1 VŠEOBECNÁ CHARAKTERISTIKA PLAVÁNÍ

Plavání je pohybová činnost cyklického charakteru, která je vykonávána ve specifickém prostředí. Jedná se o naučené opakující se speciální soubory pohybů prováděných ve vodě, kdy se plavec pohybuje za pomoci horních i dolních končetin. Tyto záběrové pohyby jsou při zvládnutí plaveckých způsobů zautomatizovány [7, 16].

Plavání patří k základním druhům vodních sportů. Mnozí autoři popisují plavání jako vodní sport, při němž dochází k uspokojování lidských potřeb po smysluplném prožití volného času a zároveň, při kterém dochází k celkovému uvolnění organismu a udržení dobrého zdravotního stavu. Z těchto poznatků lze usoudit, že plavání se všeobecně řadí mezi základní pohybové dovednosti. Význam a působení plavání z hlediska potřeb společnosti se odráží v mnoha oblastech, těmi jsou:

- *Školní* - v rámci školního vzdělávacího programu (ŠVP) dle jednotlivých stupňů a zaměření na školách, např.: základní škola - základní plavecký výcvik.
- *Sportovní neboli výkonnostní plavání* - v rámci Českého svazu plaveckých sportů (ČSPS) sdružujíce veškeré plavecké sporty, těmi jsou: plavání, dálkové plavání, skoky do vody, synchronizované plavání, vodní pólo, potápění.
- *Užité* - v rámci jednotlivých profesí, a to: plavčík, Integrovaný záchranný systém (IZS) - Policie České republiky, hasiči, vojsko, specializované stavební firmy na údržbu vodních děl – potápěči atd..
- *Rekreační* - v rámci rekreačních aktivit ve volném čase dle daných možností v jednotlivých regionech, např.: kondiční plavání.

[5, 16]

Zdravotní aspekty plavání

Jak již bylo zmíněno, plavání ovlivňuje i zdravotní stav jedince. Plavání má své specifické zdravotní účinky a to proto, že tento sport probíhá v jiném prostředí, než ve kterém se obvykle pohybujeme. Pro příklad si některé ze zdravotních účinků a výhod plavání můžeme jmenovat, těmi jsou:

- otužování organismu, které přirozenou cestou zvyšuje odolnost organismu vůči vnějším vlivům prostředí,
- rehabilitační účinky na pohybový systém prostřednictvím rehabilitačních cvičení (poúrazové stavy, vývojové vady v držení těla - lordóza, kyfóza, skolióza páteře),
- působení na kardiovaskulární a respirační systém organismu aerobním zatížením, následkem čehož dochází ke zlepšení jejich funkce,
- vhodný sport pro obézní lidi, kteří mohou, díky vlastnostem vodního prostředí, které tělo nadlehčuje, ulevit kloubním spojením během sportovní aktivity.

V neposlední řadě bychom zde mohli zařadit rozvoj pohybových schopností a dovedností, zvyšování fyzické zdatnosti vlivem zatížení a mezi výhody pak nízkou finanční náročnost tohoto sportu.

Plavání se, bohužel, nevyznačuje pouze pozitivními vlivy na lidský organismus, ale můžeme se tu setkat i s negativním dopadem a to:

- onemocnění, která mohou být způsobena vlivem prostředí nebo při kontaktu s chemickými látkami (používány pro úpravu vody v bazénech a jeho okolí) - poškození sliznic, alergické reakce, chronické záněty zevního zvukovodu, záněty spojivek, dermatologická onemocnění (ekzém, mykóza, kuří oka), nemoci dýchacího ústrojí, atd..
- V plavání na vrcholové úrovni dochází prostřednictvím neúměrné zátěže k přetěžování organismu jedince, to vede k častým problémům a bolestivým stavům určitých svalových skupin a to zejména v oblasti ramenního kloubu (plavecké rameno), kolenního kloubu (menisky, vazy – plavecký způsob prsa), nártu (uvolněný hlezenní kloub časté distorze kloubu - plavecký způsob znak) a zádových svalů (bederní lordóza, špatné držení těla - plavecký způsob motýlek).

[5, 8, 9]

Fyziologické změny organismu vlivem zátěže

V plavání dochází vlivem pravidelného tréninkového zatížení k řadě adaptačních změn v organismu plavce a to lze zaznamenat v několika úrovních, pro představu si je pouze vyjmenujeme:

- krevní oběh (bradykardie – snížená srdeční frekvence v klidu),
- dýchací systém (zlepšení mechaniky dýchání, snížení dechové frekvence),
- nervová regulace (princip každodenního opakování, motorické učení),
- zvýšení počtu krevních kapilár, zvýšení počtu a objemu mitochondrií ve svalu, vyšší energetické zásoby, zvýšená aktivita enzymů, …

S těmito změnami se setkáváme především u vrcholových plavců, kteří jsou pod dlouhodobým a pravidelným tréninkovým zatížením [11, 18].

2 PLAVECKÝ ZPŮSOB ZNAK

V této kapitole jsme se pokusili o stručný popis znaku ve vrcholovém plavání. Dále jsme se zaměřili na charakteristiku znaku z hlediska energetické náročnosti a somatických předpokladů. Do této kapitoly jsme záměrně nezařadili technické provedení znaku a působení biomechanických sil ve vodním prostředí.Těmto tématům se budeme věnovat podrobněji v následující kapitole, neboť jsou pro naši práci zásadní (viz kap. 3).

2.1 Charakteristika plaveckého způsobu znak

V současné době se závodí ve čtyřech plaveckých způsobech, a to: motýlek (M), znak (Z), prsa (P) a volný způsob neboli kraul (VZ). Tyto plavecké způsoby, jsou uznávané Mezinárodní plaveckou federací (FINA), která vydává veškeré směrnice a pravidla týkající se vodních sportů.

Plavecký způsob znak, je třetím nejrychlejším způsobem v rychlosti plavání. Od zbylých způsobů se liší tím, že jeho poloha je na zádech a to téměř v horizontální poloze. Z hlediska charakteru pohybu je velmi blízký plaveckému způsobu kraul. Na první pohled se mohou zdát tyto plavecké způsoby velmi odlišné, ale ve skutečnosti se jedná o podobný pohybový vzor. Stejně jako u kraulu jsou pohyby paží i nohou střídavé, přičemž hlavní hnací silou jsou záběry horních končetin. Poloha na zádech limituje plavce v provedení záběru pažemi, proto je velmi důležitá rotace trupu, která dovoluje maximální využití záběru k posunu dopředu. Pohyby nohama zajišťují úlohu stabilizátoru. Poloha hlavy se po celou dobu plavání nemění, pohled směřuje vzhůru a hladina vody je přibližně v úrovni uší. Během závodů se plavci snaží o co nejvyšší polohu znaku vzhledem k hladině vody, tak aby nedocházelo k velkým odporům a byli tak rychlejší. Techniku znaku se pokusíme popsat v následující kapitole (viz kap. 3) [11, 19].

Soutěžní disciplíny znaku

Závodní disciplíny znaku jsou tratě na 50, 100, 200 metrů. Znak se plave i v disciplínách na polohový závod (PZ), a to v pořadí jako druhý úsek (M, Z, P, K) na tratích 100, 200, 400 m PZ. Tzn., že je také součástí polohových štafet (4x100, 4x200 m PZ), tam se znak na rozdíl od polohového závodu plave jako první

způsob, a to z důvodu znakového startu, který je z vody. Všechny tyto soutěžní disciplíny jsou zařazeny do programu mužů i žen na mezinárodních závodech, výjimkou Olympijských her, na kterých se neplave 50 metrů znak, 100PZ (25 m znak) a štafetový závod na 4x100PZ (100 m znak).

Časy jednotlivých disciplín znaku se podle posledních údajů v tabulkách světové plavecké špičky pohybují takto (pro představu udáváme hodnoty zaplavané na krátkém bazénu (25m) i dlouhém bazénu (50m). Časy z dlouhého bazénu jsou mnohdy až o jednu či dvě vteřiny pomalejší než na krátkém bazénu a to z důvodu menšího počtu obrátek, které plavce zrychlují): trať na 50 m znak u mužů od ~22,60/24,04 sekund a u žen od ~25,70/27,06 sekund na krátkém a dlouhém bazénu. Na 100 metrové trati jsou časy hluboko pod hranicí jedné minuty a to od ~44,94/51,94 sekund u mužů a žen na stejné trati od ~55,23/58,12 sekund Poslední nejdelší znaková trať 200 m u mužů se plave od ~1:46,11/1:51,92 minut a u žen od ~2:00,18/2:04,81 minut. Pakliže vycházíme z daných údajů, jsou všechny znakové trati plavány zhruba do 2 minut. Hovoříme pak o výkonu rychlostně vytrvalostním (více kap.2.2) [19, 20].

2.2 Metabolická charakteristika výkonu

Plavecký způsob znak z hlediska metabolických procesů využívá všech hlavních energetických zdrojů, které má tělo k dispozici, těmi jsou: makroergní fosfáty adenosintrifosfát (ATP), kreatinfosfát (CP) a živiny (sacharidy, tuky a bílkoviny). Jejich zapojení do metabolických procesů vychází z délky tratě a stupně zatížení. Pokud vycházíme ze soutěžních disciplín znaku, lze rozdělit znak do dvou hlavních skupin získávání energie podle typu zatížení, a to do krátkodobé a střednědobé vytrvalosti.

Krátkodobá vytrvalost je vymezena od 30 s do 2 min trvání zátěže, čemuž odpovídají tratě na 50 a 100 metrů znak. V těle se během výkonu spouštějí metabolické procesy zabezpečující energii, přičemž u krátkodobé vytrvalosti převládá anaerobní metabolismus, který využívá energii uvolněnou bez účasti kyslíku a to z 80 %, zbylých 20 % připadá na aerobní metabolismus, který čerpá energii za přístupu kyslíku. Hlavní zdroj energie pro tyto metabolické procesy jsou ATP-CP (65 %), laktát (30 %) a energetické systémy za účasti kyslíku 5 %. Tyto pochody se dějí většinou do 50 sekund trvání výkonu, poté volně přechází na

poměrně vyrovnané získávání energie, jedná se o střednědobou vytrvalost, do které se zařazuje disciplína 200 metrů znak. Podíl energetických zdrojů je vyrovnaný a to z 10 % ATP-CP systém, laktát 50 % a energetické systémy za účasti kyslíku 40 % [8, 14].

2.3 Tělesný profil znakaře

Somatotyp neboli tělesný typ sportovce nám udává tělesnou stavbu (tělesná výška, hmotnost, délkové rozměry, apod.) a podpůrný systém sportovce (složení a stavba svalových vláken, šlachy, vazy, apod.). S ohledem na somatické znaky jedince, které jsou geneticky podmíněné a relativně stálé, lze tvrdit, že jsme schopni podle somatotypu předvídat, zda-li se vybraný jedinec hodí na danou disciplínu nebo specializaci jednoho z plaveckých způsobů, neboť tělesná stavba a podpůrný systém jedince se z velké části podílejí na výkonnosti a úspěšnosti plavce např.: odpor těla ve vodě, flexibilita ramenního kloubu, rozpětí paží, atd.. Avšak diference mezi jednotlivými plaveckými způsoby a délkou tratí, znemožňuje stanovit pouze jeden ideální somatotyp pro plavání. Proto se v plavání vyskytují různé typy plavců [8].

Podle záznamů elitních plavců se znakaři vyznačují vysokou postavou přibližně 188,1 cm, délkou paží kolem 86,2 cm s rozpětím paží 196,6 cm a dlaněmi 21,3 cm. Tělo znakaře vyniká nejdelším trupem ze všech plaveckých způsobů. Dlouhý trup totiž působí pozitivně ve vodním prostředí, kde vzniká větší vztlak, tím plavci nemusí vynaložit takové úsilí, aby se udrželi na hladině. Znakaři mají poměrně nejkratší nohy ze všech somatotypů vhodných pro zbylé plavecké způsoby, ale s výrazně delšími chodidly. V technice znaku je velmi důležitá kloubní pohyblivost plavce, proto je pro znakaře typická vysoká flexibilita ramenního kloubu, kyčelního kloubu, hlezenního kloubu a trupu [8, 12].

Odlišné dispozice v tělesné stavbě se projevují v rozdílnosti výkonu mezi muži a ženami. Ženy disponují výhodnějším tvarem těla pro pohyb ve vodním prostředí, nižší tělesnou hustotou a nižším podílem svalové hmoty, proto dochází ke snížení odporu těla a většímu vztlaku ve vodě. Přičemž muži se vyznačují větší fyzickou sílou (větší podíl svalové hmoty), proto dosahují lepších výsledků než ženy.

Pro příklad uvádíme naměřené hodnoty znakařek ze zahraniční

studie zabývající se antropometrickým vyšetřením plavců ze závěrečných kol olympijské kvalifikace v USA z roku 2000. Specialistky na znak měřily 173,4 cm ± 5,3, s tělesnou hmotností 63.1 kg ± 4,4. Nejlepší z nich měly délku paží 79,9 cm s dlouhým předloktím 25,8 cm a s dlouhými chodidly 25,3 cm [8, 11].

3 ZÁKLADY TECHNIKY PLAVECKÉHO ZPŮSOBU ZNAK

Technika je jedním z faktorů determinující plavecký výkon. Podle Dovalila (2002) techniku popisujeme jako účelný způsob řešení pohybového úkolu, které odpovídá možnostem a biomechanickým zákonitostem pohybu jedince, který se uskutečňuje na základě neurofyziologických mechanismů řízení pohybu. Přičemž cílem techniky je snaha o dosažení takového pohybu, který je uspořádaný v prostoru a v čase a vede tak k úspěšnému splnění daného pohybového úkolu.

3.1 Historický vývoj znakové techniky

Vývoj techniky plaveckého způsobu znak se během posledních desetiletí viditelně změnil. V porovnání se současnou technikou se znak lišil především v pohybech dolních i horních končetin.

Původně se znak plaval tzv. soupažným způsobem, při kterém se paže přesouvaly do výchozí polohy pod vodou, práce nohou připomínala techniku plaveckého způsobu prsa. V této podobě se znak objevil na Olympijských hrách roku 1900, kdy byl zařazen mezi ostatní plavecké disciplíny. Po přenosu paží pod vodou se přešlo k rychlejší variantě a to přenos paží vzduchem a zároveň se střídáním záběru paží a nohou. Znak soupaž soudobý byl nahrazen znakem soupaž nesoudobým.

Avšak důležitý obrat ve vývoji znakařské techniky se stal roku 1912 na Olympijských hrách ve Stockholmu, kde byl předveden znak, při kterém se paže navzájem střídaly. Znak napodobující plavecký způsob kraul, prezentoval americký plavec, který se inspiroval od tehdejších havajských kraulerů, čímž plavecký způsob znak podstatně zrychlil. V následujících letech se plavci rozdělili na dvě skupiny. Odlišovali se rozdílnými technikami záběrů paží. Jedna skupina plavců zabírala nataženou paží vedle těla. Druhá část plavců napodobovala kraulovou techniku v poloze na zádech. Záběr prováděla nataženou paží pod tělem s maximálním využitím pohyblivosti v ramenních kloubech.

V padesátých letech minulého století se mezi znakaři začal upřednostňovat záběr paží vedle těla s obměnami v záběrové fázi a to, že v průběhu záběru se

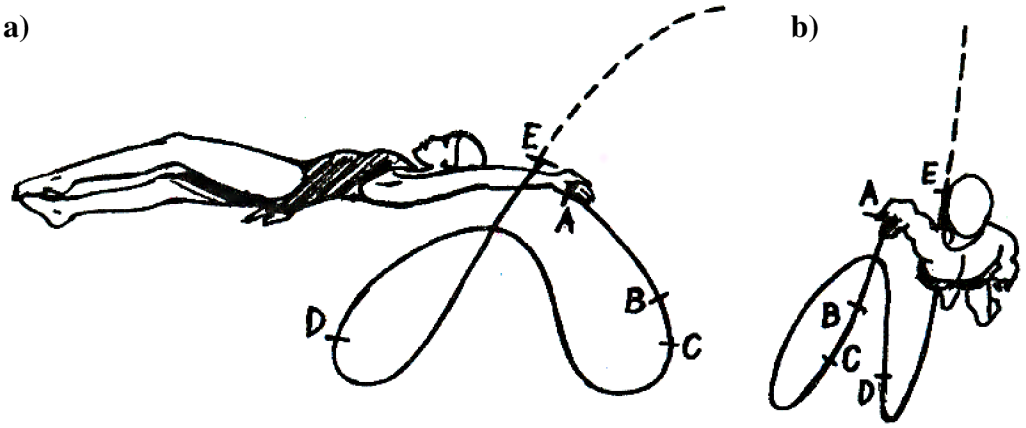
paže postupně pokrčuje v loketním kloubu a opět natahuje. Tato technika se již podobá současné technice znaku.

Poslední zásadní změny u znaku jsme mohli zaznamenat na začátku osmdesátých let, kdy se na základě biomechanických principů objevily delší výjezdy po startech i obrátkách s delfínovým kopem (delfínové vlnění). Došlo tak k progresivnímu zrychlení znaku, neboť plavání pod vodou je o něco rychlejší než plavání na hladině. Ale v samotné technice znaku se již nic zásadního nezměnilo. [10, 12].

3.2 Technika znakového záběru

3.2.1 Pohyby horních končetin

Pohyby horních končetin členíme do jednotlivých fází záběru. Rozdělují se podle změny směrů pohybu končetin, účinku záběru a podle zapojených svalových skupin podílejících se na záběr. U znaku rozlišujeme celkem pět fází záběru, které jsou níže podrobně popsány a znázorněny (obr. 1).



Obr. 1: *Dráha ruky pod hladinou. Označení jednotlivých fází. Obr. 1a) pohled z boku, 1b) pohled zepředu* [10].

Přípravná fáze (obr. 1 A – B) začíná v momentě zasunutí paže do vody a to tak, že ruka protíná hladinu vody malíkovou hranou, paže je ve vzpažení vně. Zároveň se paže pohybuje směrem vpřed, tento pohyb převládá nad pohybem dolů. V tomto momentě jsou svalové skupiny, které se účastní záběru uvolněné.

Přechodná fáze (obr. 1 B – C) se vyznačuje prudkou změnou směru pohybu ruky a předloktí. O velkém úsilí plavce vypovídá velmi krátké časové zdržení. Plavec se během této krátké fáze připravuje na záběrovou fázi a to naklopením dlaně a předloktí směrem vzad, díky němuž získává ruka oporu o vodu a může tak zahájit samotný záběr. Na závěr této fáze se ruka ponořuje hlouběji do vody v rozmezí 40-50 cm.

Záběrová fáze (obr. 1 C – D) se rozděluje na dvě části a to na přitahování a odtlačování. Během první části záběru, přitahování se paže ohýbá v loketním kloubu a ruka se tak pohybuje směrem nazad nahoru. Současně se vychyluje horní část trupu (ramena) kolem podélné osy těla a to na stranu zabírající paže, čímž umožňuje plavci postupné ohýbání paže tak, aby prsty ruky neprotnuly hladinu vody, které není v tomto případě žádoucí. Ruka se přibližuje k hladině, až do té doby, než dosáhne osy ramenní. V tomto momentu je největší úhel mezi předloktím a paží (80-110°) stejně tak rozkyv těla (20-45°). Jakmile dosáhla paže osy ramenní, přechází na druhou část záběru – odtlačování. Ruka se pohybuje nazad dolů a na závěr převážně dolů, vlivem čehož se zvedá rameno z vody, tím usnadňuje přetočení trupu kolem podélné osy těla na druhou stranu. Záběr je ukončen přibližně pod kyčelním kloubem.
Během celé záběrové fáze je velmi důležité, aby plavec od prvního okamžiku zabíral plochou ruky i předloktím.

Fáze vytažení (obr. 1 D – E) navazuje na druhou část záběrové fáze. V této fázi dochází ke změně směru pohybu a to tak, že paže se pohybuje směrem nahoru vpřed. Poloha paže během vytažení je z části usměrňována tokem proudící vody kolem těla, neboť jsou svaly, které se podílely na záběr již relaxované. Ruka je u hladiny vtočená směrem dovnitř palcem nahoru.

Fáze přenosu uzavírá celý cyklus paží. Přenosná končetina je natažená v téměř svislé poloze. Paže je celou dobu relaxovaná, svalové skupiny odpočívají a připravují se na záběr.

[10, 15]

Časový rozbor záběru

Souhra paží se skládá z jednotlivých fází záběru (obr. 1), které jsou jinak časově náročné, přičemž celý cyklus pažemi trvá při sprintu přibližně 1,0-1,4 sekund [10].

Přípravná fáze, která znázorňuje protnutí vodní hladiny rukou v relativně malé hloubce, je z hlediska délky trvání poměrně krátká a to 0,1-0,2 s. Jako další na ni navazuje velmi krátká přechodná fáze (méně jak 0,05 s), při které se mění směr pohybu ruky a na konci záběru ponořuje do hloubky 40-50 cm. Z této Fáze je zahájena fáze záběrová 0,40-0,45 s, která se vyznačuje nejdelším časem tak i dráhou pohybu. Záběr je zahájen nad hlavou a ukončen až v oblasti kyčelního kloubu. Následuje fáze vytažení, během které se výrazně mění směr pohybu a zároveň se paže vysouvá ven z vody a to z poměrně velké hloubky (40-60 cm). V porovnání s kraulovou technikou je tato fáze o něco delší (0,15-0,25 s). Fáze přenosu, je poslední část záběru, kdy se nataženou uvolněnou paží v téměř svislé poloze vrací zpět do původní polohy. Délka trvání je 0,3-04 s [10, 15].

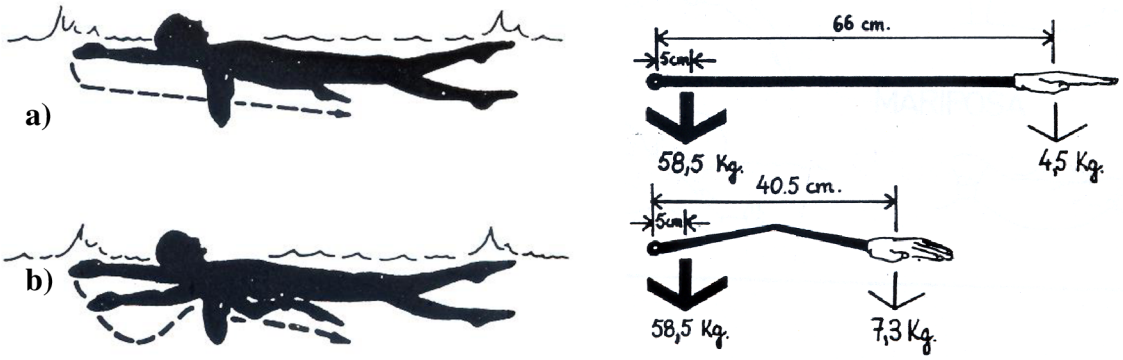
3.2.2 Hnací síly vznikající pohybem horních končetin u znaku

Hlavní hnací sílu u znaku představují především paže, jejichž záběrovou plochu tvoří dlaň a předloktí. Dlaň je přirozeně narovnaná (plochá) s uvolněnými prsty. Nevhodné držení dlaně, které se objevuje nejčastěji u dětí, je miskovitý tvar, jež zpomaluje účinek záběru [12].

Hnací síly se u znaku vyjadřují pomocí reakce odporu vody a podle dalších hydrodynamických sil působících při záběru. Reakce odporu vody neboli reakce opory vznikají při pohybech horních končetin během záběru, přičemž pohyb paže je proti směru lokomoce plavce. Někdejší technika znaku vycházela ze skutečností, že maximální hnací síla vzniká tehdy, pakliže je odpor reakce vody na záběrovou plochu největší. Dráha paže byla tedy taková, při níž dlaň zaujímala polohu, která byla kolmá na směr pohybu ruky, při které je odpor vody největší a přenesla by tak sílu na ostatní části těla, které by uvedla do pohybu (obr. 2a) [10].

Po výzkumných studiích se zjistilo, že hnací sílu ve vodě lze ovlivnit i dalšími hydrodynamickými silami. Podvodní záznamy nejlepších plavců dokazovaly, že kromě reakcí odporu vody se zapojují další hydrodynamické síly vycházející z pohybu ruky pod vodou. Jedná se o hydrodynamický vztlak, který je

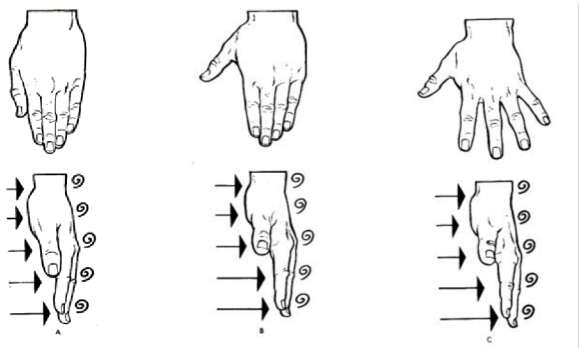
kolmý na směr odporu. Pokud se záběr pod vodou provede podle daných podmínek, tak je výsledná hydrodynamická síla, která je vypočtena vektorovým součtem odporu a hydrodynamickým vztlakem působící na ruce, mnohdy shodná a popřípadě větší než reakce opory (obr. 2b) [10, 2].



Obr. 2: *Záznam dráhy záběru horních končetin pod vodou. Na obr. 2a) přímočarý pohyb s nataženou končetinou, obr. 2b) pohyb po křivce s pokrčenou končetinou* [1].

Jako první, kdo na tento způsob hybné síly poukázal, byl americký trenér Counsilman [3, 4]. Zjistil, že způsob, jímž se plavci ve vodě pohybují, vychází z Bernoulliho principu, který Bernoulliho rovnicí vyjadřuje zákon o zachování energie při proudění kapalin. Podmínky, které plavec musí splnit, aby vztlaková síla byla účinnější než reakce opory z celkové hydrodynamické síly podle Hofera (2006) jsou:

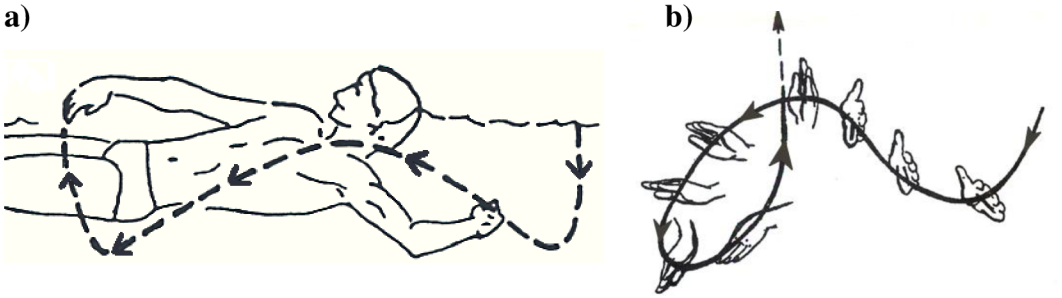
1. tvar ruky (prsty a dlaň), který bychom měli co nejvíce přizpůsobit tvaru křídla (obr. 3).



Obr. 3: *Zobrazení vhodného tvaru ruky k vytváření hydrodynamického vztlaku* [10].

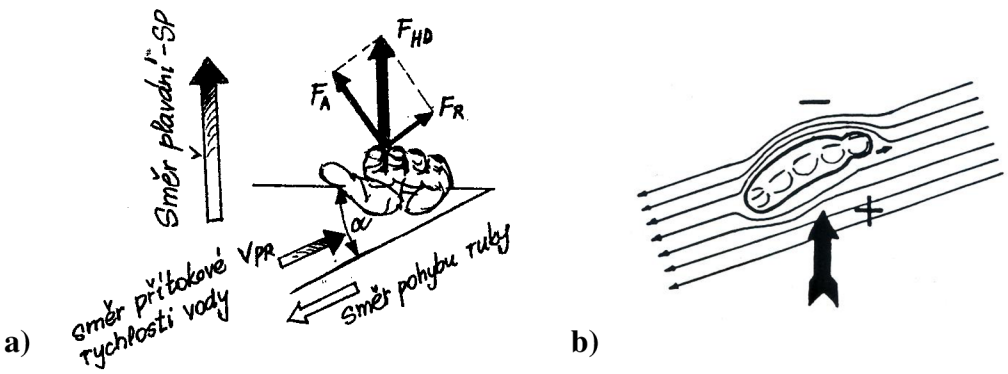
2. Pohyb ruky, by měl volit takovou dráhu, při které by umožnila výslednici hydrodynamického vztlaku a odporu působit ve směru plavání, pokud možno po co nejdelší dobu (obr. 4) [10].

a) **b)**



Obr. 4: *Záznam trajektorie ruky při záběru k dosažení maximálního hydrodynamického vztlaku.Obr. 4a) pohled z boku, obr. 4b) zobrazení poloh ruky v jednotlivých částech záběru* [10, 1].

3. Optimální výslednici hydrodynamické síly získáme tím, že úhel náběhu ruky α (obr. 5) upravíme podle okamžité polohy na její dráze během záběru [10].



a) **b)**

Obr. 5: *Hydrodynamický vztlak a odpor působící na ruku při jejím pohybu příčném ke směru plavání na obr. 5a), 5 b)* [10, 1].

3.2.3 Délka a rychlost záběrů

Délka záběru vyjadřuje dráhu, o kterou se plavec posune během jednoho záběrového cyklu. V plavecké terminologii se častěji setkáváme s označením „plavecký krok“. Při zjišťování plaveckého kroku si na těle plavce určíme jeden bod (většinou těžiště těla), díky němuž jsme schopni stanovit, o kolik se změnila původní poloha plavce a určit tak délku záběrů.

Frekvence neboli rychlost záběrů je počet záběrových cyklů, které plavec uplave během jedné minuty (cyklus záběrů/minutu) [12]

Rychlost a délka záběrů se navzájem negativně ovlivňují. Z čehož vyplývá, že délka záběrů má sklon ke zkracování se zvyšující se frekvencí záběrů a naopak. Tento stav setrvává do určité míry intenzity plavání, jestliže dojde k jejímu překročení, frekvence se nadále může zvyšovat, ale na úkor zkracování délky záběrů. V tomto případě většinou dochází ke snížení rychlosti plavání a to především u plavců začátečníků. Naopak plavci světové špičky jsou schopni uplavat delší vzdálenost menším počtem záběrů a to závodní rychlostí. Porovnání mužů a žen v délce záběrů v závodní rychlosti se příliš nelišilo, ale obecně mají muži záběr delší než ženy [12, 11].

Plavecký krok lze zařadit mezi činitele ovlivňující plaveckou techniku. Není však jediným činitelem, který určuje účinnost plavecké techniky, dalšími jsou dovednosti jedince, fyzikální a somatické faktory podílející se na síly působící během plavání. Jedná se o brzdné a propulzní síly, díky nimž se plavec posouvá vpřed a zpomaluje. Činitelé ze somatických faktorů, které působí na hnací síly jsou zejména plochy záběrových segmentů, velikost paží apod.. Na brzdné síly mají vliv plochy příčného průřezu těla, plochy povrchu těla a tělesná výška. Velmi dobří plavci dosahují vysokých hodnot hnacích sil a dokáží minimalizovat působení brzdných sil (výhodná poloha těla apod.) [10].

3.3 Technika znakového kopu

Technika znakového kopu je podobná kraulu. Vychází z pohybu dolních končetin, který je zahájen pohybem v kyčelním kloubu, přechází postupně přes koleno až na hlezenní klouby s nárty, které jsou mírně vtočené dovnitř palcovou hranou (obr. 7). Celou dobu je kop doprovázen mírnou rotací boků. Během záběru jsou nárty a hlezenní klouby zcela uvolněné. Samotný kop se provádí směrem k hladině, že se za plavcem víří voda. Znak se plave převážně tak, aby na jeden cyklus paží vyšlo šest kopů nohama tzv. šestiúderový znak [2].

3.3.1 Pohyby dolních končetin

Pohyb dolních končetin je střídavý a rytmicky pravidelný, ale rozdíl spočívá v tom, že u znaku je poloha plavce obrácená, proto se propulzní síly

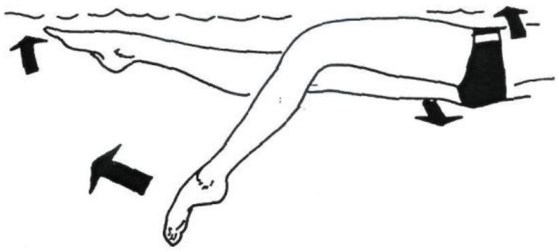
vytvářejí směrem nahoru na rozdíl od kraulu (obr. 6). Také otáčení boků kolem podélné osy těla je výraznější, než u kraulu [10].

Při samotném provedení znakového kopu zaujímají končetiny jednotlivé polohy, které jsou během záběru velmi důležité. Třetí a šesté záběry nohou jsou vedeny směrem k podélné ose těla a tím jsou oporou pro nejúčinnější část záběru protilehlé nesouhlasné ruky. Z čehož usuzujeme, že nohy pomáhají udržovat rovnováhu pro paže, které provádějí záběry vedle těla a nohy tak tvoří oporu svými záběry v šikmých rovinách [2, 10].

Vzdálenost mezi dolními končetinami by měla být na šíři ramen, tak aby nebyl kop příliš úzký ani široký. Nohy jsou při pohybu dolů natažené a uvolněné, v této poloze svaly relaxují. V následující fázi, se končetiny pohybují prudce vzhůru, dochází k samovolnému pokrčení nohy v kolenním kloubu. Ve srovnání s kraulovým kopem je úhel pokrčení nepatrně větší. Nárty jsou mírně vtočené dovnitř, tvoří se tak lepší podmínky pro záběrovou plochu (viz kap. 3.3.2). Nárty společně s kotníky jsou po celou dobu záběru uvolněné, tak aby dosáhly co největšího rozsahu záběru. Špičky nohou během kopu nahoru nepatrně protínají hladinu vody [2, 11].

V provedení znakového kopu je velmi důležitá uvolněnost v hlezenním kloubu a vedení pohybu z kyčelního kloubu, přes stehno, bérec až ke špičce nohy.

Pohybový cyklus lze rozdělit na dvě fáze, které na sebe navazují. Rozlišují se na fázi sestupnou, kdy se noha pohybuje směrem dolů od hladiny vody a fázi vzestupnou, kdy je noha naopak vedena směrem vzhůru k hladině [19].



Obr. 6: *Pohyb dolních končetin – vyznačení propulzní síly u nohou a rotace trupu během záběru* [1].

3.3.2 Hnací síly vznikající pohybem dolních končetin

Stejně jak u horních končetin, tak i u dolních končetin působí hydrodynamické síly, které plavce posouvají vpřed. Pokud si rozdělíme dolní končetinu podle účinku hydrodynamických sil, pak se předpokládá, že významnější vznik hydrodynamického vztlaku je na spodní části dolní končetiny – noha. Ostatní části končetin (bérec, stehno) nesplňují tvary pro vznik vztlakové síly, naopak se zde objevuje reakční síla a to reakce opory, která může také tvořit hnací složku. Za určitých podmínek může odpor s hydrodynamickým vztlakem nohy vytvořit výslednou hydrodynamickou sílu, která působí ve směru pohybu plavce jako propulzní složka. Propulzní síly u znaku vznikají při pohybu dolních končetin směrem k hladině, přičemž hnací síla znakového kopu vychází ze záběrových ploch, které jsou u znaku tvořeny nártem a předkolením. Během znakového kopu dochází ke třem rotačním pohybům (kyčelní kloub vůči stehnu, kolenní kloub vůči bérci a hlezenní kloub vůči noze), díky nimž je trajektorie kopu podobná tvaru sinusoidy. Tvar sinusoidy závisí na rychlosti kopů nahoru a na postupné rychlosti plavání. Čím větší bude rychlost končetin a menší postupná rychlost, tím tvar sinusoidy bude strmější a naopak. To ovlivní propulzní síly tak, že čím bude dráha kopu plošší, tím bude hydrodynamická síla kopu menší. V závodním plavání to znamená, že se stoupající rychlostí plavců klesá podíl hnací síly dolních končetin [2, 10].

Podle rozdělení na jednotlivé fáze kopu si pohyb nohy následně popíšeme. Sestupná fáze dolních končetin se zahajuje téměř napnutou končetinou, která je na úrovni hladiny s mírnou flexí v kyčelním kloubu. Noha je uvolněná v hlezenním kloubu. Chodidlo je napjaté a je vtočené špičky prstů dovnitř. Narovnáním kyčelního kloubu se noha pohybuje směrem od hladiny dolů. Tlakem vody je zajištěno napnutí končetiny. Uvolnění v hlezenním kloubu způsobuje natočení špičky nohy vzad a mírně vzhůru. Během této fáze je svalové úsilí malé díky vzrůstajícím hydrodynamickým silám. Sestupná fáze je ukončena v poloze mírně zanožené nohy. Fáze vzestupná neboli záběrová je zahájena pokrčením v kyčelním kloubu. Pohyb stehna je vzhůru, zatímco bérec a noha ještě pokračují v pohybu směrem dolů, čímž způsobují pasivní pokrčení v kolenním kloubu. Poté je provedené mohutné napětí v kolenním kloubu. Tlak vody působí na chodidlo tak, že je napnuto a špička nohy je stočena dovnitř. Záběrové plochy jsou tvořeny

nártem a bércem na dolní části. Propulsní síly, které zde vznikají, jsou především v prvních dvou třetinách pohybu. Záběrová fáze plynule přechází na fázi sestupnou ještě před dokončením kopu a to narovnáním v kyčelním kloubu, aby stehno ani koleno neprotnulo hladinu vody, kterou čeří pouze špičky nohou. [17]

3.4 Poloha těla při znaku

Plavec zaujímá polohu na zádech, přičemž ramena jsou položena vždy výše než boky. Hlava je položená nejvýše, tělo je napnuté. Úhel, který znázorňuje náklon podélné osy těla svírající s hladinou vody, se nazývá náběhový úhel. Ten má zpravidla hodnotu v rozmezí 5–10° plavané při maximální rychlosti. Šikmější poloha znaku tedy větší úhel náběhu způsobují pohyby dolních končetin, zejména při kopu nahoru, kdy jsou boky stlačovány směrem dolů. V porovnání s plaveckým způsobem kraul, je u znaku náběhový úhel o něco větší, který je nutný pro snadnější práci paží a nohou (obr. 7).

Pozice ramen patří mezi další faktory, které určují polohu znaku. Konkrétně pohyby ramen, kolem podélné osy těla, které mají vliv na efektivitu záběru i na polohu boků. Je to proto, že rozkyv ramen umožňuje provést záběr paže vedle těla po co nejvýhodnější dráze a zároveň zabezpečuje uvolněný přenos druhé paže. Z toho vyplývá, že záběrový cyklus je závislý na velikosti pohybů ramen do stran. Hodnoty pro rozkyv ramen u znaku se udávají v rozmezí 20–45°.

Nejstabilnější částí těla u znaku je hlava. Jejím umístěním lze ovlivnit polohu celého těla. Pozice hlavy je takřka bez znatelných výkyvů po celou dobu pohybu. Plavec se dívá téměř kolmo vzhůru, přičemž hladina vody je v úrovni jeho uší tak, aby voda nepřecházela přes obličej plavce. Hlava je v prodloužení páteře. Při chybném provedení dochází ke zpomalení znaku, vlivem zvýšeného odporu vody jehož následkem jsou chyby v samotné poloze hlavy (předklon, záklon) a často i ke špatné poloze boků (vysazení). [10, 12, 15]

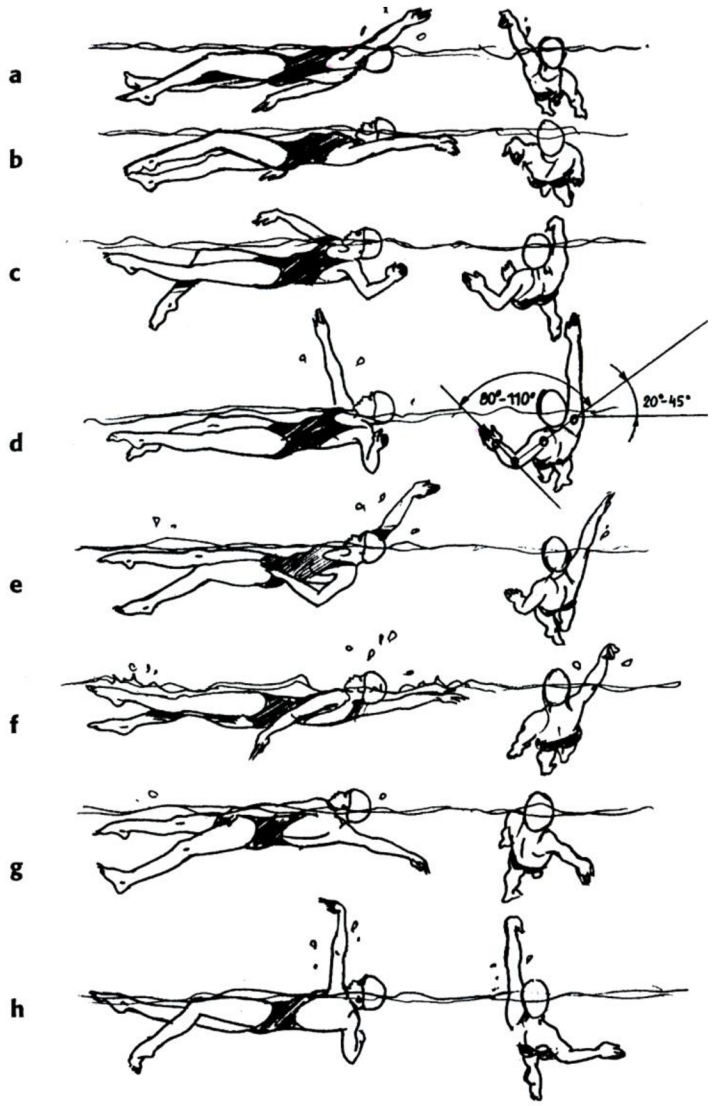
3.5 Souhra paží a nohou u znaku

Souhra horních a dolních končetin je rozdílná než u plaveckého způsobu kraul. Souhra paží a nohou u znakové techniky je tzv. šestiúderová, na jeden cyklus paží navazuje šest kopů nohama. Pokud zapojíme menší počet kopů nohama (souhra čtyřúderová či dvouúderová), dojde k narušení stabilizační a

kompenzační funkce dolních končetin, protože pohyb dolních končetin společně s rotací boků vyrovnává pohyby horní poloviny těla (záběr pažemi, přetáčení ramenní osy). Rytmus nohou je podřízen pohybu paží [4].

Paže se při souhře pohybují, jakoby stále byly proti sobě (obr. 7). To znamená, že jedna z končetin se zasouvá do vody a druhá končí záběr ve vodě. Jednotlivé fáze při souhře paží na sebe plynule navazují se záběry dolních končetin a to v tomto sledu:

- zasouvání (obr. 7 a – b) s vytažením,
- přitahování (obr. 7 c – d) s přenášením,
- odtlačování (obr. 7 d – f) s přenášením a
- dvojitá opora



Obr. 7: *Kinogram plavce – znak* [10].

Z jednou fází souhry horních a dolních končetin je i mezizáběrová přestávka, kdy se jedna z končetin nachází v přípravné fázi a druhá vytahuje paži ven z vody. Tehdy dochází ke zpomalení, neboť obě tyto fáze mají brzdící účinky. Plavec se v této mezizáběrové přestávce většinou nadechuje, neboť jsou obě končetiny relativně uvolněné, výdech pak provádí v průběhu celého záběru. Dýchání u znaku je spjato s pohybem horních končetin, z důvodu vhodných podmínek pro nádech a lepší efektivitu. Výjimkou jsou disciplíny krátkých tratí (sprinty), kdy je rytmus dýchání výrazně ovlivněn individualitou vrcholových plavců, u nichž je dýchání nepravidelné často plavou se zatajeným dechem. Výdech je většinou prováděn ústy i nosem [2, 10, 15].

4 CÍL PRÁCE, VÝZKUMNÉ OTÁZKY A ÚKOLY PRÁCE

Cíl práce

Cílem této práce je provést komparační analýzu techniky plaveckého způsobu znak u vybraných plavkyň pomocí metody SIMI Motion 3D. Prostřednictvím čehož si budeme moci zodpovědět na námi položené výzkumné otázky.

Výzkumné otázky

VO1: Jak se plavkyně budou lišit v pohybu paží během záběru pod vodou?

VO2: Jak se plavkyně budou lišit v pohybu dolních končetin?

VO3: Jak se plavkyně budou odlišovat v souhře dolních a horních končetin?

Na výzkumné otázky se pokusíme odpovědět pomocí kinematické analýzy se zaměřením na základní kinematické parametry, těmi jsou: trajektorie záběru, hloubka paží, rychlost záběru apod.

Úkoly práce

Úkol 1: Vymezení téma a oblast zkoumání: komparační analýza plaveckého způsobu znak se zaměřením na techniku provedení na pohybech pravé paže, pohybech pravé nohy a znakové souhry během záběru pravé ruky pod vodou.

Úkol 2: Úvod do problematiky přehledem dosavadních poznatků v odborné literatuře.

Úkol 3: Vytyčení cíle a výzkumných otázek.

Úkol 4: Analýza plaveckého způsobu znak pomocí metody SIMI Motion - 3D

Úkol 5: Organizační a materiální zabezpečení projektu: vyhledání prostoru a získání potřebného materiálu pro realizaci měření.

Úkol 6: Zajištění a vyměření prostoru pro snímání zkoumaných probandů.

Úkol 7: Zpracování získaného materiálu z měření pomocí speciálního programu SIMI Motion 3D.

Úkol 8: Interpretace naměřených výsledků u jednotlivých probandů a jejich vzájemné porovnání.

Úkol 9: Zodpovězení na stanovené výzkumné otázky.

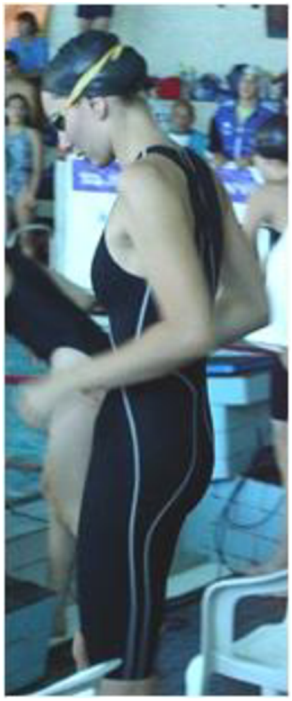
5 METODIKA VÝZKUMU

5.1 Charakteristika zkoumaných plavců

Pro tuto diplomovou práci jsme vybrali dvě plavkyně, které se řadí svými úspěchy a časy mezi českou plaveckou špičku v závodním plavání. Jsou to plavkyně, které se specializující na plavecký způsob znak. Jsou jimi Alena Nývltová a Klára Václavíková.

5.1.1 Profil plavkyně Aleny Nývltové

Česká reprezentantka Alena Nývltová, bývalá držitelka českých rekordů v žákovské a dorostenecké kategorii na znakařských tratích, mnohonásobná mistryně České republiky ve všech věkových kategorií a účastnice mnoha mezinárodních závodů, zahájila svou vrcholovou plaveckou kariéru již před 17 lety.



Věk: 29 let
Váha: 76 kg
Výška: 187 cm

Plavecké kluby:
JPK Axis , Kometa Brno, USK Praha

Sportovní kariéra:

1994 – 2009 členka reprezentačního družstva ČR (juniorská a seniorská reprezentace)
1994 – 2008 závodnice Centra sportu MV ČR

Antropometrické parametry:

- délka rozpětí horních končetin – 190 cm
- délka dolních končetin – 107 cm (od kyčelního kloubu na zem)

Hlavní disciplína: 50, 100 metrů znak
Osobní rekordy na: 50 m Z – 28,46 (bazén 25 m); 29,48(bazén 50 m)
100 m Z – 1:00,40 (bazén 25 m); 1:02,36 (bazén 50 m)

Úspěchy:

(Výsledky z mezinárodních a republikových závodů, které se řadí mezi dosažené úspěchy Aleny Nývltové)

Mezinárodní výsledky

1996 Mistrovství Evropy (ME), Rostock (Německo), 100 m Z, 12. místo (bazén 25 m)

1996 Mistrovství Evropy juniorů (MEJ), Copenhagen, 100 m Z, 6. místo

1996 MEJ, Copenhagen, 200 m Z, 13. místo

1996 ME, Rostock (Německo), 50 m Z, 6. místo (bazén 25 m)

1997 MEJ, Glasgow (Skotsko), 100 m Z, 3. místo; 200 m Z, 13. místo

1997 Mistrovství světa (MS), Göteborg (Švédsko), 200 m Z, 18. místo (bazén 25 m)

1997 ME, Sevilla (Španělsko), 100 m Z, 16. místo (bazén 50 m)

1998 ME, Sheffield (Anglie), 100 m Z, 3. místo (bazén 25 m)

1998 MEJ, Antverpy (Belgie), 100 m Z, 1. místo

1998 MS, Perth (Austrálie), 100 m Z, 23. místo; 200 m Z, 24. místo

1998 ME, Sheffield (Anglie), 200 m Z, 3. místo (bazén 25 m)

1999 ME, Lisabon (Portugalsko), 100 m Z, 6. místo; 50 m Z, 11. místo (bazén 25 m)

2000 MS, Atény (Řecko), 50 m Z, 16. místo; 100 m Z, 18. místo (bazén 25 m)

2002 MS, Moskva (Rusko), (bazén 25 m)

2003 ME, Dublin (Irsko), 50 m Z, 16. místo, (bazén 25 m)

2004 ME, Vídeň (Rakousko), (bazén 25 m)

2005 ME, Terst (Itálie), (bazén 25 m)

2007 ME, Debrecen (Maďarsko), 50 m Z, 16. místo, (bazén 25m)

2007 Světová univerziáda, Bankok (Thajsko), (bazén 50 m)

2008 ME, Rijeka (Chorvatsko), (bazén 25 m)

2009 Světová univerziáda, Bělehrad (Srbsko), (bazén 50 m)

Republikové výsledky

2004 MČR, Pardubice, 50 m Z, 2. místo

2005 MČR, Plzeň, 50 m Z, 2. místo, 29,91; 100 m Z, 3. místo, 1:04,54 (bazén 25 m)

2006 MČR, Chomutov, 50 m Z, 1. místo, 29,88; 100 m Z, 2. místo, 1:05,26 (bazén 25 m)

2006 MČR, Praha, 50 m Z, 1. místo, 30,54; 100 m Z, 2. místo, 1:06,94 (bazén 50 m)

2007 MČR, Pardubice, 50 m Z, 1. místo, 30,74; 100 m Z, 1. místo, 1:06,08 (bazén 50 m)

2007 MČR, Praha, 50 m Z, 2. místo, 30,84; 100 m Z, 2. místo, 1:05,64 (bazén 50 m)

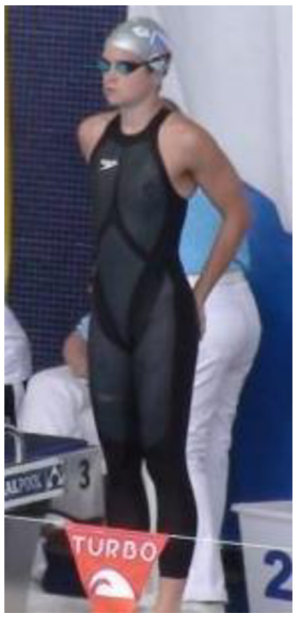
2008 MČR, Pardubice, 50 m Z, 1. místo, 30,14; 100 m Z, 1. místo, 1:06,25 (bazén 50 m)

2008 MČR, Praha, 50 m Z, 1. místo, 30,24; 100 m Z, 2. místo, 1:05,39 (bazén 50 m)

2010 MČR, Praha, 50 m Z, 2. místo, 29,26; 100 m Z, 2. místo, 1:03,03 (bazén 50 m)

5.1.2 Profil plavkyně Kláry Václavíkové

Česká reprezentantka Klára Václavíková, bývalá držitelka českého rekordu v žákovské kategorii, mnohonásobná mistryně České republiky v juniorech i dospělých a účastnice mnoha mezinárodních závodů, zahájila svou vrcholovou plaveckou kariéru již před 9 lety.



Věk: 24 let

Váha: 56–57 kg

Výška: 168 cm

Sportovní kariéra:

1995 – nyní	závodnice KomBr
2000 – 2003	juniorská reprezentace
2004 – nyní	seniorská reprezentace
2003 – 2008	závodnice Centra sportu MV ČR

Antropometrické parametry:

- délka rozpětí horních končetin – 174 cm
- délka dolních končetin – 97 cm (od kyčelního kloubu na zem)

Hlavní disciplína: 50, 100 metrů znak

Osobní rekordy na: 50 m Z – 27,71 (bazén 25 m); 29,05 (bazén 50 m)
100 m Z – 59,57 (bazén 25 m); 1:03,03 (bazén 50 m)

Cíle pro období 2011 a 2012, účast na:

Mistrovství Evropy Štětín – 2011

Mistrovství Evropy Antverpy – 2012

Olympijské hry Londýn – 2012

Úspěchy:

(Výsledky z mezinárodních a republikových závodů, které se řadí mezi dosažené úspěchy Kláry Václavíkové)

Mezinárodní výsledky

2003 Mistrovství Evropy juniorů (MEJ), Glasgow (Skotsko), 50 m Z, 13.místo

2004 Mistrovství Evropy (ME), Vídeň (Rakousko)

2008 ME, Rijeka (Chorvatsko)

2009 Mistrovství světa, Řím (Itálie), 50 m Z, 24. místo (bazén 50 m)

2009 Světová univerziáda, Bělehrad (Srbsko), 100 m Z, v semifinále 14. místo, 50 m Z, 15. místo (bazén 50 m)

2009 ME, Istanbul (Turecko), 50 m Z, v semifinále15. místo (bazén 25 m)

2010 ME – Budapešť (Maďarsko)

2011 Světová univerziáda Shenzen (Čína), 50 m Z, 100 m Z, v semifinále

Republikové výsledky

2003 Plavec roku 2003 – junioři

2003 Mistrovství ČR (MČR), Pardubice, 50 m Z, 1. místo, 100 m Z, 2. místo (bazén 50 m)

2003 MČR, Plzeň, 50 m Z, 2. místo, 100 m Z, 3. místo

2004 MČR dorost, 50 m Z, 1. místo, 100 m Z, 1. místo, 200 m Z, 2. místo

2004 MČR, Pardubice, 50 m Z, 1. místo, 100 m Z, 2. místo (bazén 50 m)

2006 MČR, Chomutov 50 m Z, 3. místo, 30,11 (bazén 25 m)

2006 MČR, Praha, 50 m Z, 3. místo, 30,86 (bazén 50 m)

2007 MČR, Pardubice, 50 m Z, 3. místo, 31,38; 100 m Z, 3. místo, 1:07,32 (bazén 50 m)

2008 MČR, Pardubice, 50 m Z, 2. místo, 30,86 (bazén 50 m)

2008 MČR, Praha, 50 m Z, 2. místo, 30,74; 100 m Z, 3. místo, 1:06,19 (bazén 50 m)

2009 MČR, Praha, 50 m Z, 2. místo, 29,26; 100 m Z, 2. místo, 1:03,03 (bazén 50 m)

2010 MČR, Chomutov, 50 m Z, 3. místo, 29,81 (bazén 50 m)

2010 MČR, Praha, 100 m Z, 3. místo, 1:04,04 (bazén 50 m)

5.2 Podmínky při získávání dat

Videozáznam, z něhož jsme čerpali, byl pořízen na šesti dráhovém krytém bazénu o délce 25 metrů. Při natáčení byl bazén pod umělým osvětlením, proto jsou jednotlivé snímky podexponovány. Teplota vody byla okolo 26–27 °C a teplota vzduchu kolem 27–29 °C. Pro přesnější záznam jsme odstranili z bazénu dráhy a praporky, které by překážely ve snímání jednotlivých záběrů. Samotné natáčení probíhalo v pozdních hodinách (po návštěvních hodinách), tak abychom docílili nejvhodnějších podmínek a odstranili tak nepříznivé vlivy, které by objektivitu záznamu snižovaly. Jednou z nejhlavnějších podmínek byla, aby nedošlo k narušení techniky plaveckého způsobu vlivem přítomnosti jiných plavců ve vodě, proto jsme zajistili bazén pouze pro plavce, kteří se podrobili natáčení.

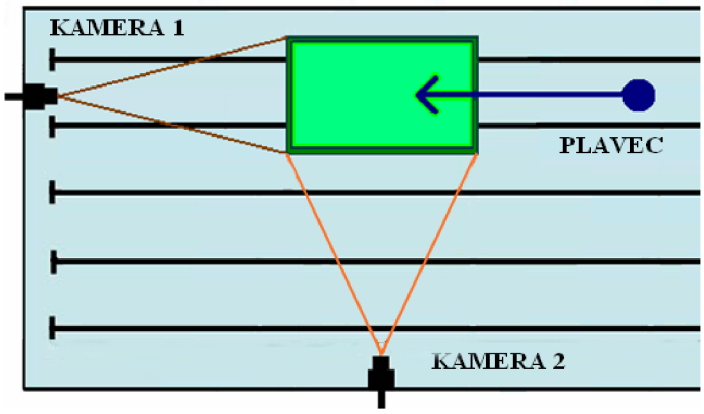
Testované plavkyně použily při měření ve vodě standardní plavky, plavecké brýle a plaveckou čepičku.

5.3 Způsob získávání výzkumných dat

Při získávání dat jsme postupovali následovně. Jako první jsme v bazénu vymezili prostor pomocí kalibračního systému. Prostor, ve kterém jsme plavce natáčeli kamerami, jsme vymezili ve tvaru kvádru, jehož strany měřily 268 cm x 180 cm x 110 cm. Vyznačené území jsme zmapovali tak, že jsme na dno bazénu umístili hokejové puky a to v obdélníkovém tvaru. Z nich jsme určili vertikály směrem k hladině pomocí měřící dřevěné tyče (kalibrační tyč) o známé délce, která byla kolmá vůči hokejovému puku a na záběru kamer dobře viditelná. Po natočení a dosazení reálných hodnot se prostor nadefinoval a vznikl nám tak zkalibrovaný prostor pro snímání, se kterým jsme nadále pracovali při získávání dat.

Pro snímání jsme použili dvě vysokofrekvenční kamery (typu Basler A602FC 100 hz v rozlišení 656 x 490 pixelů), které se kabely napojily přes USB koncovku do přenosného počítače, kam se data ukládala na pevný disk programem Simi Motin 3D. Výstupním materiálem byly video soubory, které odpovídaly časovému průběhu nahraných záznamů ve vymezeném prostoru. Kamery byly zavěšeny na boční a čelní stěnu bazénu, tak aby byly ke snímanému prostoru navzájem kolmé, neboť se u předchozích měření touto metodou zjistilo,

že jsou pořízené snímky pod úhlem 90° nejlépe viditelné a pohyby vybraných bodů na těle probanda jsou po celou dobu záznamu dobře pozorovatelné (obr. 8). Obě kamery snímaly plavce ze vzdálenosti 7 metrů od středu vyměřeného území a v hloubce 50 cm pod hladinou vody.



Obr. 8: *Nákres bazénu s kamerovým systémem*

Kamery jsme umístili do skleněných boxů (rozměr 35 cm x 12 cm x 70 cm), které jsme navíc uchytili oboustranně lepicí páskou na vnitřních stěnách skleněných nádob, abychom zabránili nechtěným pohybům. Skleněné boxy jsme k okrajům bazénu ukotvili pomocí kovových konstrukcí, ve kterých byly boxy pevně vsazené. Pro zamezení pohybu celé konstrukce se skleněnými nádobami jsme použili závaží, které jsme špagátem uvázali ke spodním částem kovových konstrukcí.

Pro tuto práci jsme zvolili celkem 7 hlavních bodů (převážně kloubní spojení), které budeme sledovat na těle probanda. Plavkyním jsme označili jednotlivé body na těle reflexními kuličkami, které nám měly pomoci při zpracování dat. Ty jsme však museli odstranit, protože se vlivem vodního prostředí posunovaly a omezovaly tak plavkyně v pohybu. Proto jsme se rozhodli, že jednotlivé body na těle zvýrazníme lihovým propisovačem. Označili jsme však jen kloubní spojení, jako jsou: ramenní kloub, loket, zápěstí, kyčelní, kolenní a hlezenní kloub. Hlavu, která je na snímku dobře viditelná, jsme nijak neoznačili.

S nainstalovaným kamerovým systémem se již nesmělo hýbat, a proto se natáčelo pouze ve vymezeném prostoru (viz obr. 8), kde měly obě plavkyně plavat svou závodní rychlostí (sprint). Plavkyně začínaly odrazem od protější stěny, aby snadněji získaly rychlost a proplavaly tak snímanou zónou svým maximálním

úsilím (závodní tempo). Protože šířka záběru boční kamery nebyla dostatečná, tak se snímaný úsek musel plavat několikrát, aby kamera zachytila celý záběrový cyklus plavce a data byla kompletní. Během měření měly plavkyně intervaly mezi úseky, aby získaná data odpovídaly skutečnostem a nebyly ovlivněny únavou probandů.

Záběry byly pořízeny v pozdních hodinách, neboť jsme měli možnost pouze večerních pronájmů bazénu. Zároveň se obě plavkyně nacházely v přípravném období, ve kterém absolvují náročné tréninkové jednotky, proto se jejich plavecký styl může nepatrně lišit se stylem v závodním a předzávodním období, kdy jsou tréninky podstatně kratší a plavkyně tak více odpočaté. Plavecký styl může být rozdílný např.: hloubkou záběru, polohou těla, rychlostí, dráhou záběru apod..

5.4 Metody zpracování získaných záznamů

Výstupní materiál z měření byly dva videozáznamy natočené dvěma vysokofrekvenčními kamerami, které snímaly 100 snímků za sekundu. Kamery, byly nainstalované tak, aby snímaly obě dvě zároveň, díky čemuž jsme získali dva identické záběry se synchronizací času z odlišných úhlů. Z čehož jsme pomocí softwaru Simi Motion 3D mohli vytvořit trojrozměrný obraz plavkyň.

Při zpracování dat jsme nejprve vybrali nejvhodnější záznam z natočených souborů. Selekce snímků byla provedena vizuálně jednak v pohybu, ale i v obrazové formě záznamu. Při sledování jsme se zaměřili na to, aby snímky byly dobře viditelné a zejména, aby obsahovaly celý záběrový cyklus probanda, bez kterého bychom nemohli provést technickou analýzu záběru nohou a paží.

Jakmile jsme měli vybrané videozáznamy k oběma plavkyním, následovalo zpracování snímků v softwaru Simi Motion 3D, který jsme měli k dispozici na naší fakultě (FSpS MU). Pro zpracování dat tímto programem bylo nezbytné, abychom dodrželi stanovené podmínky již během natáčení, a těmi jsou: souřadnicový systém a záznamy shodné v časových údajích. Obě tyto podmínky jsme při měření splnili. Samotné zpracování vybraných záznamů plavkyň v programu Simi Motion 3D jsme prováděli za přítomnosti proškolené osoby, která uměla s tímto softwarem pracovat. Postupovali jsme následovně. Souřadnicový systém, který odpovídal skutečným rozměrům, byl nastaven do programu již před

měřením plavkyň na bazéně. Zbývající časově nejnáročnější proces bylo určení a označení vybraných bodů na každém snímku. Stanovenými body na těle byly: ramenní kloub pravé i levé paže, loketní kloub a zápěstí pravé paže, kyčelní kloub levé i pravé nohy, kolenní a hlezenní kloub pravé nohy a střed hlavy. Na 2D obraze jsme manuálně označili a tím nadefinovali jednotlivé body do programu, čímž jsme vytvořili průměty, které se staly přesně určenými body těla v prostoru díky známým hodnotám souřadnic. Ručně „odklikané“ body na těle jsme pomocí programu spojili a vyhladili do křivek, z čehož nám vznikly pohyblivé trojrozměrné obrazy obou plavkyň.

Během pozorování videozáznamů, jsme se rozhodli zpracovat pouze body na pravé části těla, neboť se ukázalo, že zpracování levé strany, by bylo nepřesné z důvodu špatné viditelnosti některých bodů. Především se jednalo o body na levé straně paží a nohou, které nebyly vidět přes jiné části těla a vzduchové bubliny kolem plavkyň, proto se jednotlivé body nedaly s přesností označit. Výsledky by tak nebyly odpovídající skutečnostem.

Pro zpracování záznamů jsme použili program Simi Motion 3D, z něhož jsme získali trojrozměrný obraz, číselná data a řadu grafů, které použijeme na popis a srovnání znakové techniky u plavkyní A. N. a K. V..

6 KOMPARAČNÍ ANALÝZA TECHNIKY ZNAKU

Rozbor techniky znaku si popíšeme na 3D modelech, které byly vytvořeny pomocí programu Simi Motion 3D z podvodních záběrů kamer. Při porovnávání techniky vybraných plavkyň budeme čerpat z odborné literatury zabývající se touto problematikou.

6.1 Rozbor techniky záběrů paží A. Nývltové a K. Václavíkové

Záběr paží jsme rozčlenili na několik fází, podle nichž obě plavkyně budeme porovnávat. Technický rozbor a srovnání popíšeme pouze na fázích záběru, které probíhají pod vodou, z důvodu podvodního snímání. Mezi tyto fáze řadíme přípravnou, přechodnou a záběrovou (viz kap. 3.2.1). Fázi vytažení a přenosu jsme vynechali, neboť jsme neměli dostatečné materiály o jejich průběhu.

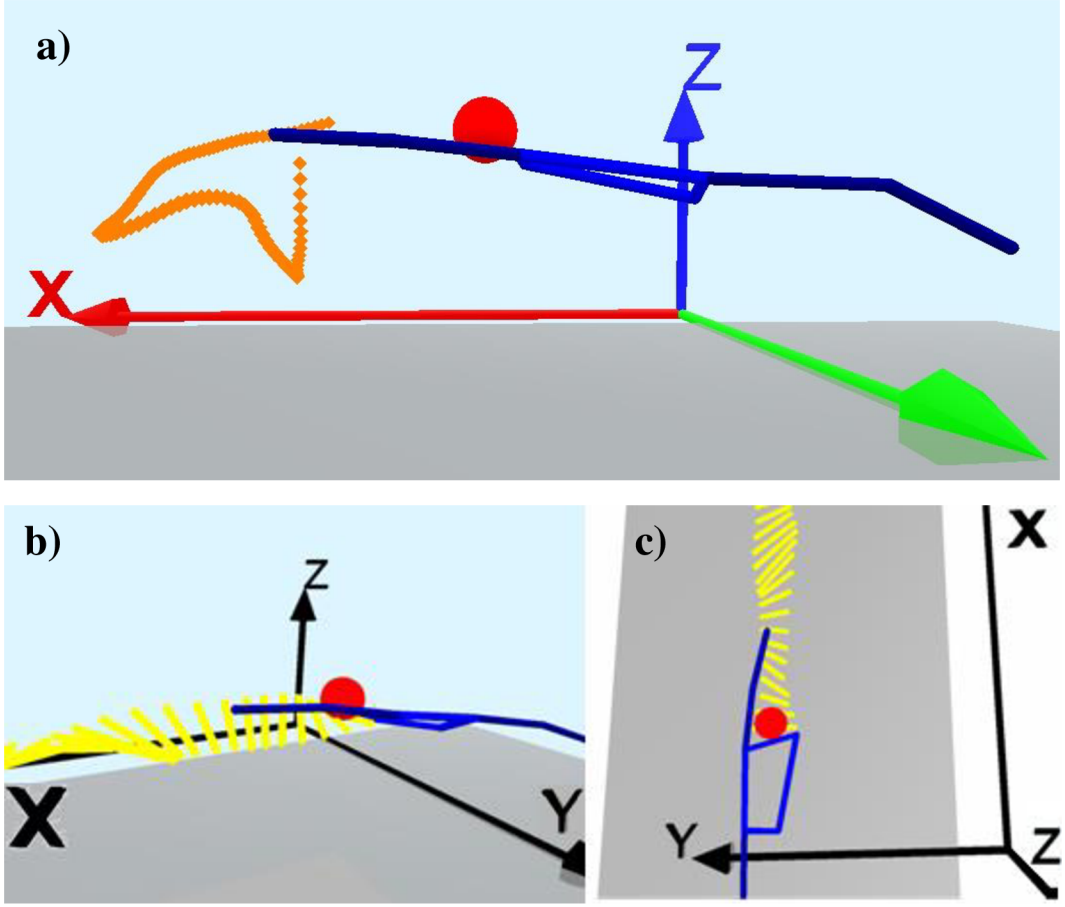
6.1.1 Přípravná fáze

Jako první si popíšeme přípravnou fázi. Ta se vyznačuje protnutím vodní hladiny rukou v relativně malé hloubce. Z hlediska délky trvání se podle odborné literatury pohybuje kolem 0,1-0,2 s.

6.1.1.1 Přípravná fáze A. N.

Ruka vstupuje do vody s téměř napjatou paží pouze s mírným pokrčením v lokti. Dlaň A. N. je na začátku přípravné fáze vytočená ven tak, že ruka vstupuje do vody malíkovou hranou a snižuje tak působení brzdících sil. Paže zaujímá polohu na šíři ramen s mírným vtočením dovnitř. Během přípravné fáze se úhel v loketním kloubu nijak nemění, jeho hodnota se pohybuje v rozmezí 167° až 173°. Ke konci této fáze se úhel snižuje na 168°. Úhel, který svírá loketní kloub v momentě přípravné fáze na obr. 9 je 168°. Z těchto poznatků vyplývá, že paže byla po určitou dobu této fáze téměř natažená. Na začátku přípravné fáze jsme zaznamenali zvýšené víření vody kolem paže a strhnutí vzduchových bublinek, jež mají brzdicí účinek, to bylo způsobeno protnutím hladiny rukou s téměř nataženou paží. Tyto brzdivé síly se však snížily splývavým pohybem paže na hladině, který vidíme na (obr. 9a), kde dochází k pohybu paže vpřed dolů s

převládajícím pohybem vpřed. Rotace ramen, trupu a boků plavce navazují na činnost paží v průběhu celého záběru a zároveň jejich rozsah ovlivňuje efektivitu jednotlivých částí pohybového cyklu horních končetin. V této fázi jsou ramena téměř vodorovné s hladinou. Úhel v ramenním kloubu je na začátku této fáze 12° a na konci -26° k hladině, který v následujících fázích ještě klesá.

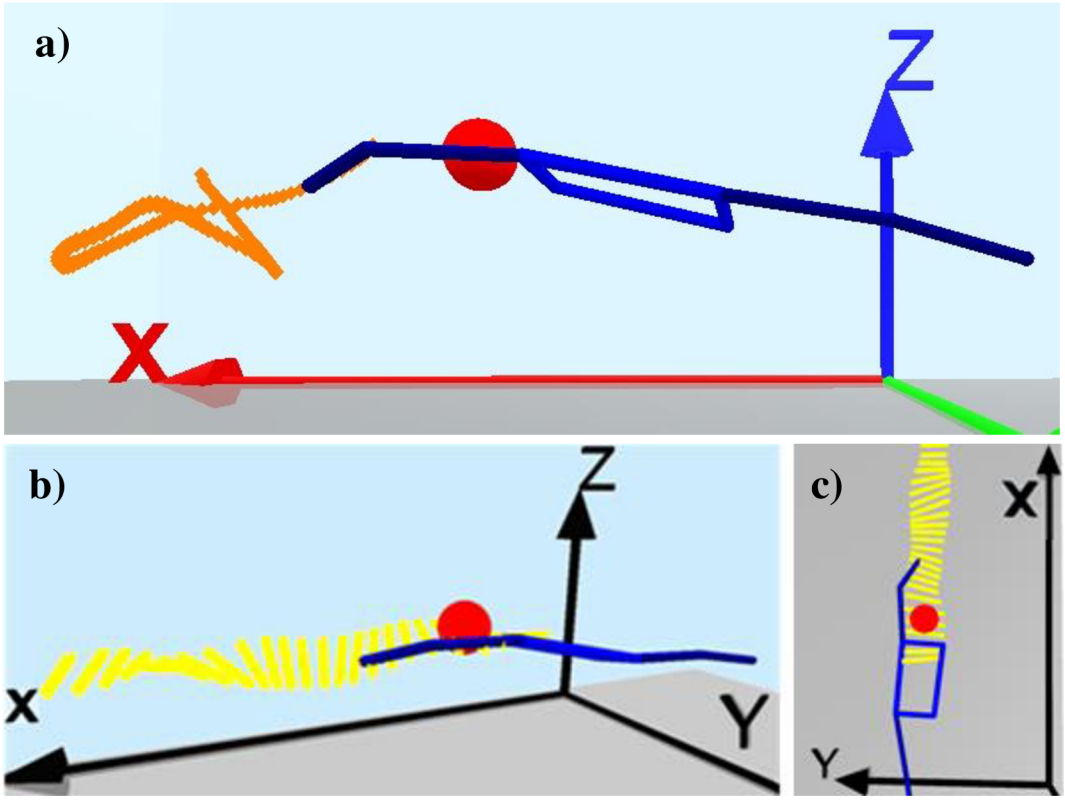


Obr. 9: *Přípravná fáze A. N. – 3D modely (a, b, c). Snímky z 0,079 s záznamu.*
a) přípravná fáze se zakreslením pohybu ruky (osmička) – záběr z boku
b) přípravná fáze se zakreslením pohybů ramen – záběr z boku
c) přípravná fáze se zakreslením pohybů ramen – záběr shora

U rotace boků dochází k výraznějším změnám v přetočení na stranu záběrové paže. Na začátku přípravné fáze jsme naměřili v oblasti kyčelního kloubu hodnotu 31°, která se na konci této fáze snížila až na -22° k hladině. Dochází tak k natáčení těla kolem podélné osy a získání výhodné pozice pro samotný záběr. Přípravná fáze trvala 0,188 sekund.

6.1.1.2 Přípravná fáze K. V

Ruka se na začátku přípravné fáze ponořuje hlouběji do vody. Dlaň je mírně vytočená a ruka tak vstupuje do vody malíkovou hranou. Paže je v momentě zanoření na šíři ramen mírně vtočená a poměrně pokrčená (obr. 10c). Tato poloha paže a zanoření ruky do hloubky téměř přes osu těla, způsobuje snížení splývavosti na hladině a dochází ke zvýšení účinků brzdících sil, které na ni působí. Pohyb paže je po zanoření vpřed dolů. Úhel, který svírá loketní kloub v přípravné fázi na začátku je v rozmezí 150° až 141° a na konci této fáze svírá loketní kloub 177°. Tzn., že se paže během této fáze postupně narovnává. Na obr. 10 plavkyně svírá úhel v loketním kloubu 141°. Poloha ramen je na začátku této fáze 12° a pozvolna se snižuje přetáčením na stranu záběrové paže až na -9°, které svírá s hladinou. Boky svírají úhel s hladinou na začátku této fáze 13°, v průběhu této fáze se postupně naklání na stranu záběrové ruky a v okamžiku, kdy paže přechází do další fáze záběru, je úhel boků s hladinou 4°. Přípravná fáze trvala 0,217 sekund.



Obr. 10: *Přípravná fáze K. V. – 3D modely (a, b, c). Snímky z 0,079 s záznamu.*

a) přípravná fáze se zakreslením pohybu ruky (osmička) – záběr z boku

b) přípravná fáze se zakreslením pohybů ramen – záběr z boku

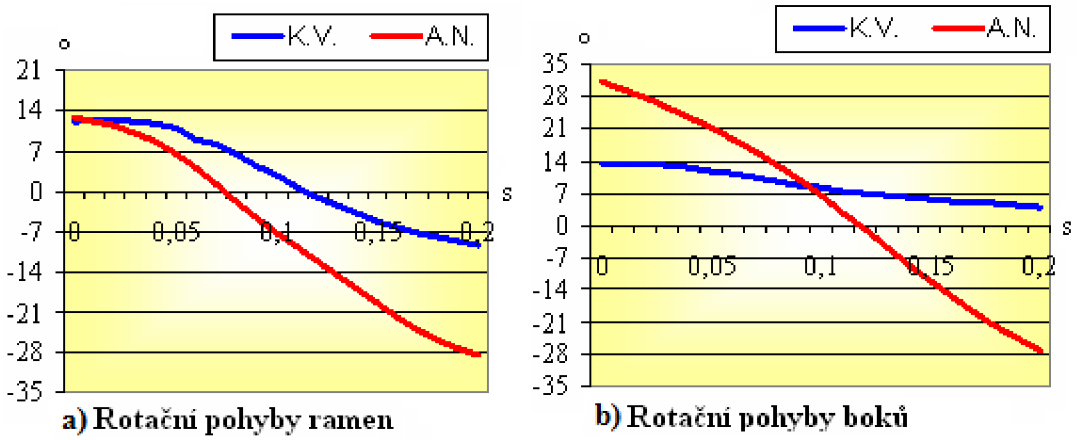
c) přípravná fáze se zakreslením pohybů ramen – záběr shora

6.1.1.3 Porovnání přípravné fáze A. N. a K. V.

Rozdíly mezi A. N. a K. V. nacházíme nejen v samotném provedení, ale i z časového hlediska, kdy se tyto fáze u obou plavkyň liší a to o 13 % (0,029 sekund), kdy je A. N. rychlejší než K. V. a vstupuje do následující fáze záběru dříve.

Další již zmiňovaný rozdíl v této fázi, je poměrně viditelný. Jedná se o různé pohyby rukou. Zejména v porovnání zasunutí ruky do vody, která se liší hloubkou a svoji dráhou. U A. N. pozorujeme plynulý pohyb ruky vpřed dolů, než jaký je pohyb ruky u K. V. (obr. 9a, 10a). Rozdílnost vychází ze zasunutí ruky do vody, která je zřejmá pouhým pozorováním (obr. 9, 10). Jedná se o polohu paže během této fáze. Nejvíc patrné rozdíly jsou v pokrčení paže, kdy A. N. vstupuje do vody s téměř nataženou paží, zatímco K. V. má již od začátku přípravné fáze paži výrazně pokrčenou v loketním kloubu a k jejímu narovnání dochází až ke konci této fáze. Hodnoty, které jsme získali z naměřených záznamů, nám tento rozdíl potvrzují, procentuálně se liší v pokrčení paží v loketním kloubu do 0,148 sekundy téměř o 18 %.

Rotační pohyby ramen a boků, které navazují na pohyby paží, patří také mezi velmi rozdílné prvky v technice znaku u sledovaných plavkyň. U A. N. jsou výrazné změny v naměřených hodnotách rotačních pohybů ramen i boků, oproti dosaženým hodnotám K. V.. Osa ramenní se u A. N. změnila během přípravné fáze až o 38°, zatímco u K. V. o pouhých 21°, což je v procentuálním vyjádření rozdíl 44 %. V rotaci boků byl rozdíl ještě výraznější. Během celé přípravné fáze A. N. byla zaznamenána změna náklonu boků o 53°, u K. V. to bylo pouze o 9°, tedy 83% rozdíl mezi nimi. Tyto výrazné rozdíly vyplývají nejspíš z odlišných technik obou plavkyň, které jsou dány především jejich somatotypy. Podle odborné literatury, by rotace ramen a boků měla zajistit paži výhodnější pozici pro nastavení záběrových ploch, z čehož vyplývá, že vyšší naměřené hodnoty v rotačních pohybech těla kolem podélné osy, jsou u A. N. z důvodu větších tělesných parametrů oproti K. V., ale i přesto by neměly být rozdíly v rotaci těla tak výrazné. Pro představu uvádíme grafy (obr. 11a, obr. 11b), kde jsou uvedeny změny v rotačních pohybech, které probíhají za jednotku času u obou plavkyň.



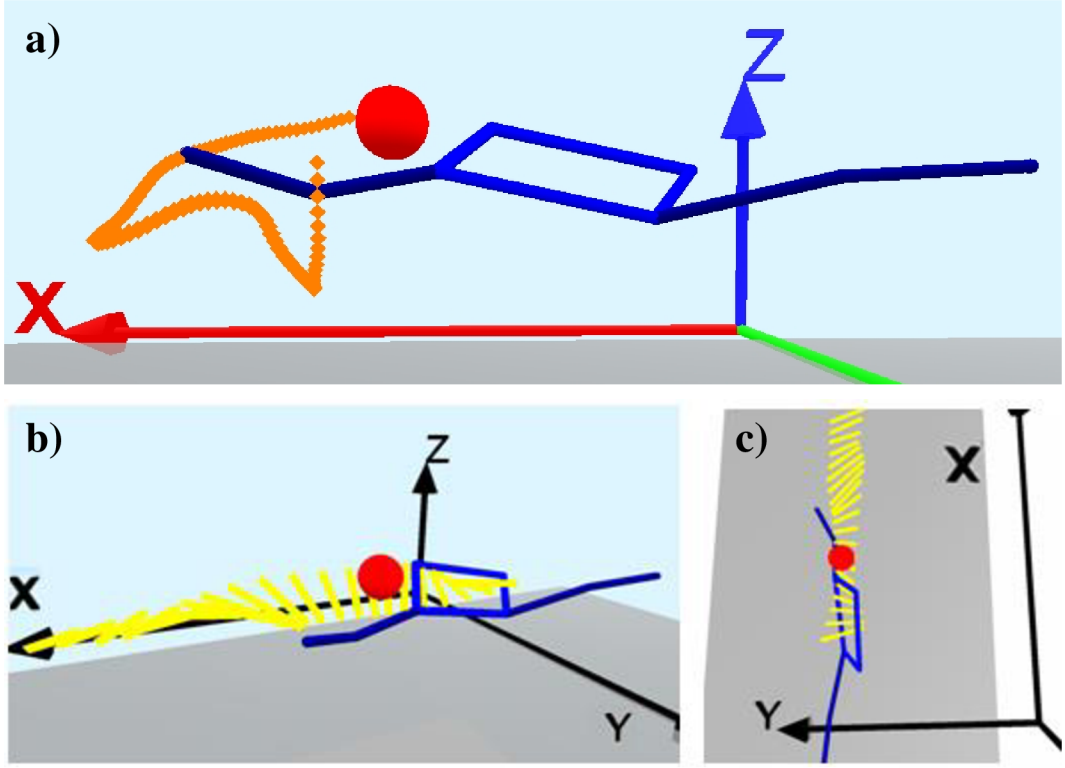
Obr. 11: *Porovnání naměřených hodnot pohybů ramen (obr. 11a) a boků (obr. 11b) u A. N. a K. V. v přípravné fázi.*

6.1.2 Přechodná fáze

V této kapitole se pokusíme popsat přechodnou fázi, která je podle odborné literatury označována za nejkratší fázi, neboť trvá pouhých 0,050 sekund. V této fází dochází k prudkým změnám směru v poloze ruky a předloktí, které se dostávají do výhodného postavení, z něhož zahajují samotný záběr.

6.1.2.1 Přechodná fáze A. N.

Během této fáze se ruka stále pohybuje vpřed dolů a dostává se do hloubky 20 cm. Ruka se pozvolna natáčí do směru záběru tak, že přechází z polohy obtékající do polohy záběrové tzv. „nahmátnutí či uchopení vody“. Přičemž jsou tyto poměrně rychlé změny ruky doprovázené pokrčením paže v loketním kloubu (obr. 12). V průběhu přechodné fáze se hodnoty úhlů v loketním kloubu pohybují od 166° do 143°. Na obrázku (obr. 12) svírá loketní kloub úhel 145°. Natočení paže je doprovázeno pohybem ramen i boků. Osa ramenní se natáčí na stranu zabírající paže pod úhlem -27°, který postupně klesá a dosahuje hodnot -32° s hladinou. Boky svírají úhel na začátku přechodné fáze -24° a na konci dosahují -35° s hladinou vody na stranu zabírající paže. Trvání přechodné fáze u A. N. je 0,079 sekund.

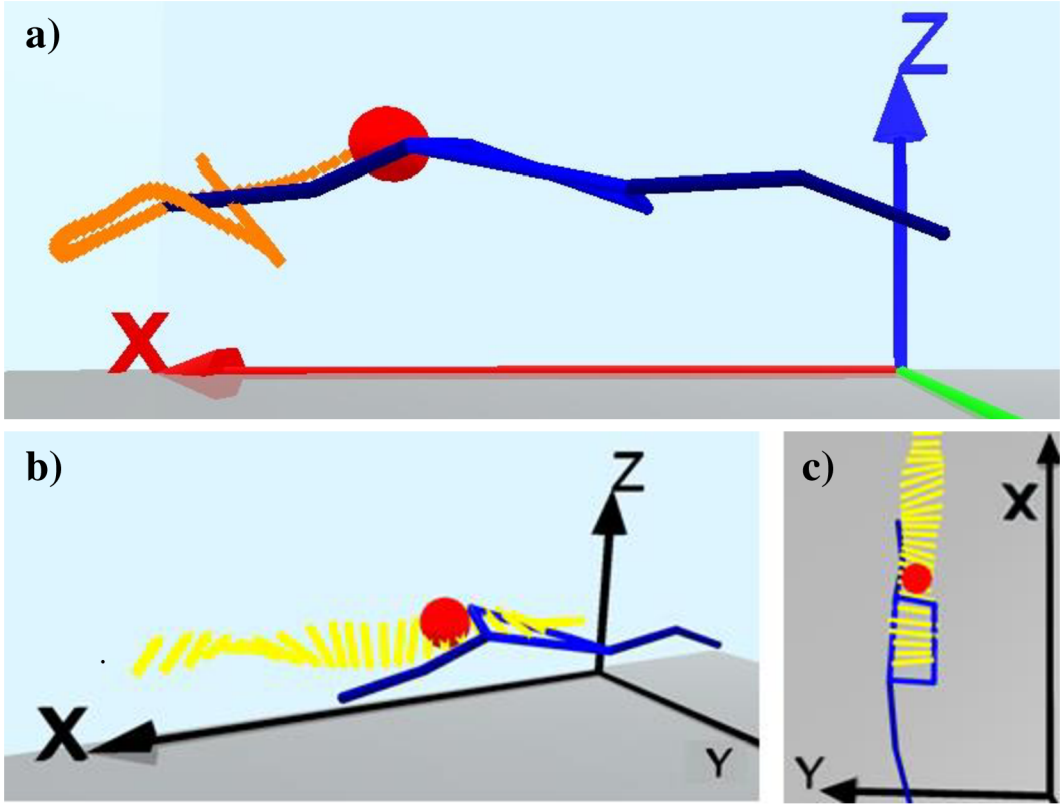


Obr. 12: *Přechodná fáze A. N. – 3D modely (a, b, c). Snímky z 0,257 s záznamu.*
a) přechodná fáze se zakreslením pohybu ruky (osmička) – záběr z boku
b) přechodná fáze se zakreslením pohybů ramen – záběr z boku
c) přechodná fáze se zakreslením pohybů ramen – záběr shora

6.1.2.2 Přechodná fáze K. V

U K. V. pokračuje ruka v pohybu vpřed dolů, ke konci této fáze se zanořuje až do hloubky 34,4 cm. Natočení dlaně do záběru je doprovázeno postupným krčením paže v loketním kloubu pod úhlem 167° a ke konci přechodné fáze dosahuje 150°. Na obr. 13 svírá loketní kloub úhel 153°. Ani v této fázi záběru nejsou tak výrazné rotace ramenních a bočních os (obr. 13b, 13c). Ramena svírají úhel s hladinou na začátku přechodné fáze -10° a na konci -18° na stranu zabírající paže. Boky, které následují pohyby paží, svírají úhel 4° a na závěr přechodné fáze -4° s hladinou vody. Nízké hodnoty v rotačních pohybech boků jsou způsobeny nízkou rotací ramen a trupu. Tento náklon je v porovnání s odbornou literaturou poměrně nízký a nedosahuje takových hodnot, aby plavkyně mohla využít výhodných podmínek při záběru. Správná rotace zajišťuje výhodné nastavení záběrových ploch (dlaň, předloktí), které vytvářejí během záběru hlavní hnací sílu a zároveň se podílí na vytváření dalších hnacích sil

zapojením velkých svalových skupin trupu. Malý náklon těla K. V. je kompenzován vysokou flexibilitou v ramenním kloubu. Přechodná fáze u K. V. trvá 0,070 sekund.



Obr. 13: *Přechodná fáze K. V. – 3D modely (a, b, c). Snímky z 0,257 s záznamu.*
a) přechodná fáze se zakreslením pohybu ruky (osmička) – záběr z boku
b) přechodná fáze se zakreslením pohybů ramen – záběr z boku
c) přechodná fáze se zakreslením pohybů ramen – záběr shora

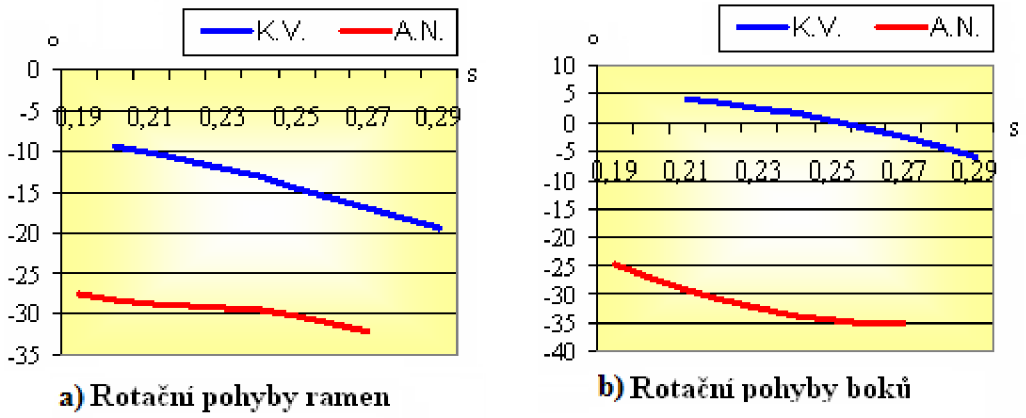
6.1.2.3 Porovnání přechodné fáze A. N. a K. V.

I přesto, že přechodná fáze trvá poměrně krátkou dobu, tak se plavkyně navzájem odlišují a to v jeho provedení a v délce trvání této fáze. Časový rozdíl mezi plavkyněmi je 0,009 sekund, o něž je K. V. rychlejší než A. N., procentuálně to činí 11 %. Markantnější rozdíl je však v provedení této fáze, zejména v činnosti záběrové paže a polohy těla při rotačních pohybech.

Rozdíly jsou v pohybech ruky, kdy se zanořuje do hloubky a překlápí do směru záběru. Poloha ruky u A. N. je nad úrovní pokrčené paže v loketním kloubu a k poklesu ruky dojde až v závěru této fáze, zatímco u K. V. je ruka po celou dobu přechodné fáze pod úrovní pokrčené paže. Tento rozdíl je dán hloubkou

ruky, která je u K. V. o 14,4 cm ponořená hlouběji, procentuálně se jedná o 41 %. Podle odborné literatury by měla ruka dosahovat hloubky cca 40–50 cm, ke které se přiblížila poloha ruky K. V. (34,4 cm).

Stejně jako v přípravné tak i v přechodné fázi jsou rozdíly především v naměřených hodnotách rotačních pohybů ramen a boků. V této fázi však dosahuje K. V. větších změn náklonu v rotaci ramen oproti A. N. a to 8°, zatímco u A. N. jsme zaznamenali změnu hodnot o 5°. V rotaci boků je však rozdíl opačný. A. N. se v průběhu přechodné fáze změnil náklon boků o 11° a u K. V. o 8°. Tyto změny, však nevypovídají o celkové hodnotě náklonu této fáze. U A. N. byly rotační pohyby ramen až o 44 % větší než u K. V. stejně tak hodnoty u náklonu boků byly výraznější a to až o 88 %. Pro názornost uvádíme grafy, které srovnávají naměřená data A. N. a K. V. (obr. 14a, obr. 14b), kde jsou uvedeny změny hodnot za jednotku času u obou plavkyň. Jak už jsme zmínili v předešlé kapitole, jsou rotační pohyby u K. V. a A. N. velmi rozdílné z hlediska antropometrických parametrů, které ovlivňují techniku znaku.



Obr. 14: *Porovnání naměřených hodnot pohybů ramen (obr. 14a) a boků (obr. 14b) u A. N. a K. V. v přechodné fázi.*

6.1.3 Záběrová fáze

V této kapitole popíšeme záběrovou fázi, kterou si dále rozdělíme na dvě části, těmi jsou přitahování a odtlačování. V obou částích záběru dochází k rozdílným pohybům v podélné ose těla. V této fázi záběru vznikají hnací síly působením částí ruky a předloktí proti směru plavání. Podle odborné literatury je z hlediska délky trvání záběrová fáze nejdelší 0,40–0,45 s.

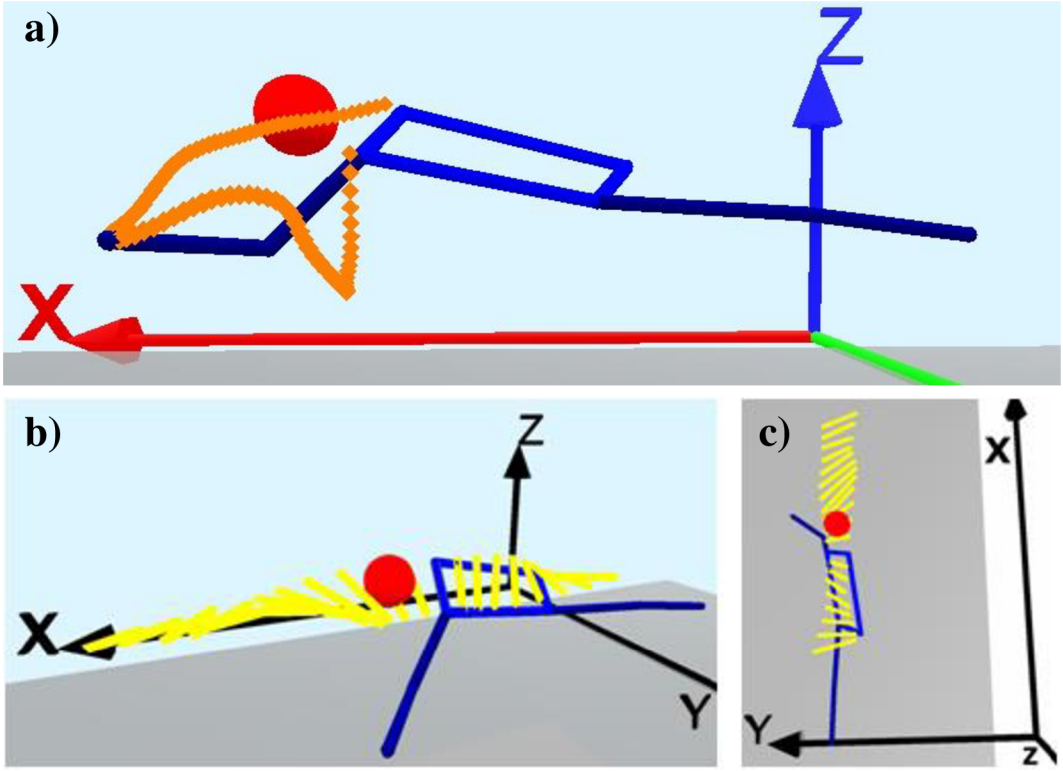
6.1.3.1 Záběrová fáze A. N.

Záběrová fáze - přitahování

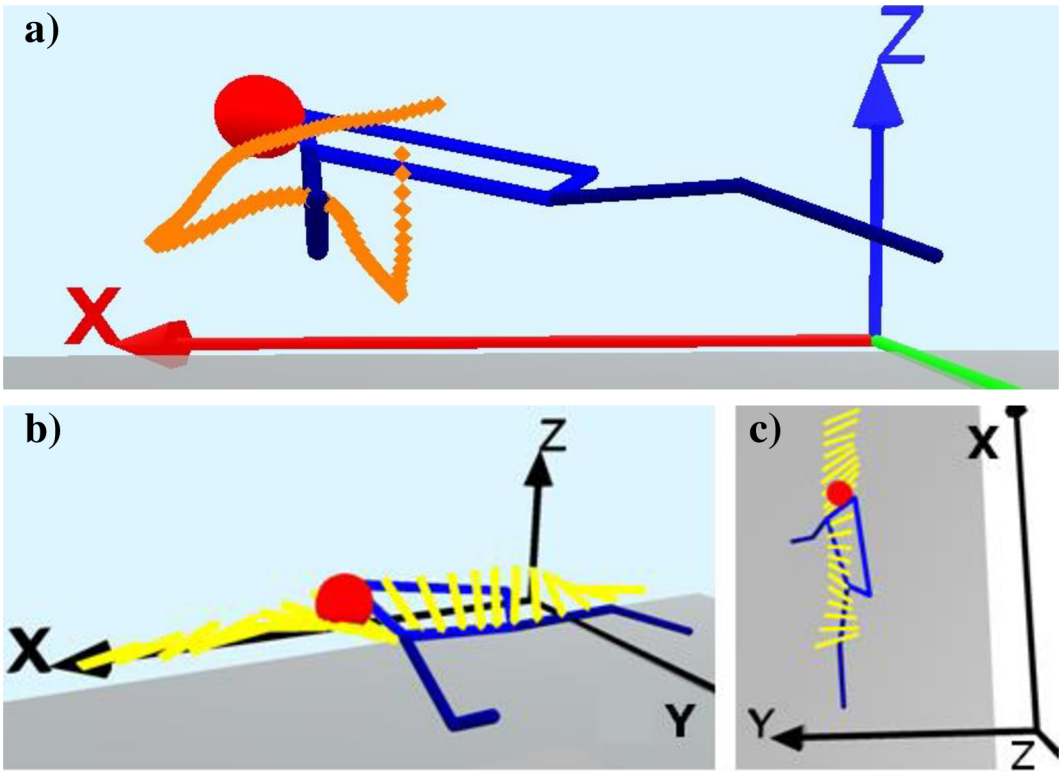
Pohyb ruky plynule přechází z přechodné fáze do záběrové. Paže se pohybuje směrem vzad po křivce proti lokomoci plavkyně, díky čemuž vznikají propulzní síly. Pohyb paže je takový, že se dlaň a předloktí stáčí vzad a stávají se záběrovými plochami. Náběhová hrana zabírající ruky je na palcové straně. Pohyb ruky směřuje nazad dolů, jakmile dosáhne své maximální hloubky, pokračuje ruka ve směru vzad vzhůru k hladině, jež vidíme na obr. 15a. Paže se během této fáze pokrčuje v loketním kloubu. Loket je odtažený od těla a pohybuje se směrem vzad za rukou. Hodnoty úhlů, které svírá paže v loketním kloubu v první části záběru (přitahování) jsou v rozmezí 141° až 97°. Na obr. 15 je úhel v loketním kloubu 125°. Loket dobíhá ruku, jakmile se ruka a zápěstí nachází na úrovni ramene, v tomto okamžiku svírá loketní kloub 97°. Výrazná rotace osy ramenní a boků na stranu záběrové paže, umožňuje takové pokrčení paže v loketním kloubu, aniž by ruka protnula prsty hladinu. Ramena se během první fáze záběru (přitahování) naklánějí v rozmezí -35° až -25° od hladiny, kdy dochází k postupnému přetáčení na stranu druhé paže (nezáběrové). Na obr. 15 svírají ramena -33° s hladinou. Obdobné rotační pohyby jsou i u boků, ty dosahují hodnot -35° až -21° na konci první části záběru (přitahování). Rychlost pohybu v této části záběru postupně stoupá. První část záběru trvá u A. N. 0,365 sekund.

Záběrová fáze – odtlačování

V druhé části záběru se ruka pohybuje směrem vzad dolů (obr. 16a). Paže se začíná postupně napínat v loketním kloubu. Hodnoty úhlů v loketním kloubu jsou na začátku odtlačování 98° a na konci až 171°. Na obr. 16 svírá loketní kloub úhel 98°. Napínáním paže se ruka dostává pod břicho plavkyně, odkud je vedena vně podélné osy těla. V této části záběru jsme zaznamenali nepatrný pokles v rychlosti způsobené změnou směru ruky, rychlost pak opět stoupá. Náběhová hrana zabírající ruky je na malíčkové hraně. Osa ramenní pokračuje v přetáčení na stranu druhé paže (nezáběrové). Úhel, který svírají ramena s hladinou je -23° a na konci této fáze 3°. Na obr. 16 svírá osa ramenní úhel -23° s hladinou a boky svírají na začátku odtlačování úhel -21° a ke konci záběru -2°. Záběr je ukončen pohybem téměř napnuté paže v oblasti kyčlí, paže je mírně od těla v hloubce 52,8 cm. Druhá část záběru (odtlačování) trvá u A. N. 0,208 sekund.



Obr. 15: *Záběrová fáze A. N. – 3D modely (a, b, c). Snímky z 0,474 s záznamu.*
a) záběrová fáze - přitahování se zakreslením pohybu ruky (osmička) – záběr z boku
b) záběrová fáze - přitahování se zakreslením pohybů ramen – záběr z boku
c) záběrová fáze - přitahování se zakreslením pohybů ramen – záběr shora



Obr. 16: *Záběrová fáze A. N. – 3D modely (a, b, c). Snímky z 0,652 s záznamu.*
a) záběrová fáze – odtlačování se zakreslením pohybu ruky (osmička) – záběr z boku
b) záběrová fáze – odtlačování se zakreslením pohybů ramen – záběr z boku
c) záběrová fáze – odtlačování se zakreslením pohybů ramen – záběr shora

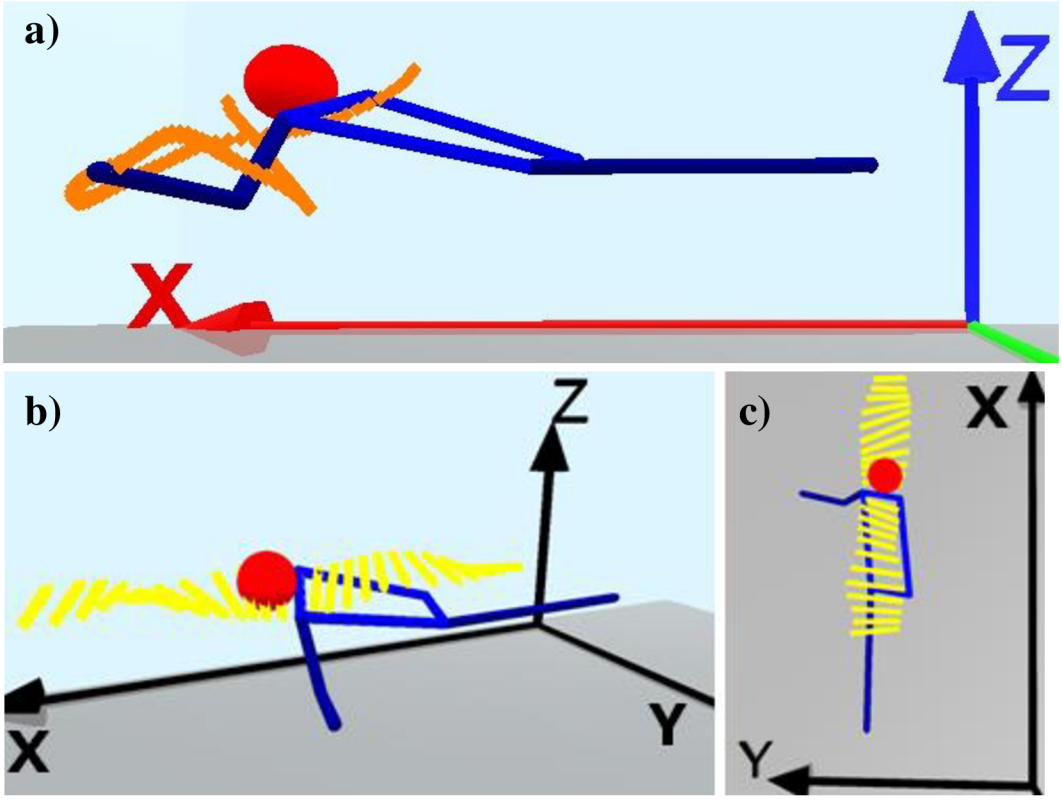
6.1.3.2 Záběrová fáze K. V

Záběrová fáze - přitahování

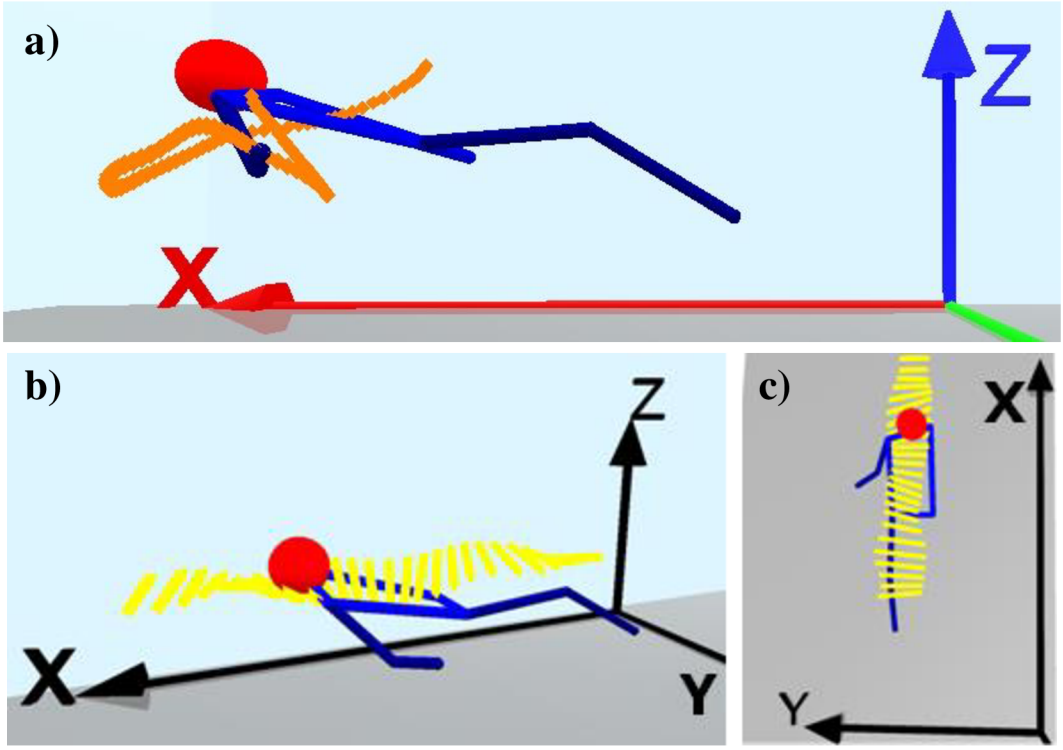
Ruka se pohybuje nazad dolů, kdy plynule navázala na pohyb ruky v přechodné fázi. Ruka je vedena po křivce, kterou vidíme zakreslenou na obr. 17a. Dlaň a předloktí tvoří záběrové plochy, kde vznikají hnací síly během záběru. Náběžná hrana je v první části záběru (přitahování) na palcové hraně. V momentě, kdy ruka dosáhne maximální hloubky v první části záběru, ruka mění směr pohybu a pokračuje pohybem vzad vzhůru k hladině. Během tohoto pohybu se paže postupně pokrčuje v loketním kloubu. Při pohybu ruky je po celou dobu loket v postavení za rukou. Jakmile se ruka dostává pohybem vzad vzhůru do oblasti ramene, loket je téměř ve stejném postavení a zároveň svírá nejmenší úhel v záběru 111°. Na začátku této fáze byla naměřena hodnota v loketním kloubu 149°, která v průběhu záběru prudce klesala až k hodnotě 111°. Na obr. 17 svírá loketní kloub úhel 118°. Rotační pohyby ramen se v průběhu první části záběru nepatrně mění a to -19° až -22° k hladině. Na obr. 17 svírá osa ramenní úhel -22° s hladinou, který je také největším náklonem u K. V.. Boky se v první části záběru (přitahování) přetáčí na stranu záběrové paže. Úhel, jež svírají na začátku této fáze je -6° a v polovině přitahování klesá na -15° s hladinou a poté se postupně přetáčí na stranu druhé paže (nezáběrové). Ke konci přitahování jsou boky nakloněné -1° s hladinou. Během této fáze dochází u K. V. ke kolísání rychlosti ruky. První část záběru (přitahování) trvá u K. V. 0,297 sekund.

Záběrová fáze – odtlačování

Pohyb ruky se v druhé části záběru mění. Směr pohybu je nazad dolů (obr. 18) s postupným propínáním paže v loketním kloubu, který svírá úhel na začátku této fáze 111° a na konci záběru 172°. Na obr. 18a svírá loketní kloub úhel 124°. Dlaň a předloktí zůstávají záběrovými plochami, ale mění se náběžná hrana a to z palcové na malíkovou hranu. Paže se pohybuje vně podélné osy těla. Ramena se přetáčí na stranu druhé paže. Úhel osy ramenní je na začátku odtlačení -18° s hladinou, ten se výrazně mění a na konci je náklon ramen 3°. Na obr. 18 svírá osa ramenní s hladinou -12°. Boky svírají úhel na začátku odtlačování -1° a ke konci záběru mají hodnotu 8°, kdy ruka ukončuje záběr v oblasti kyčlí. Záběrová paže je téměř napnutá v hloubce 47,4 cm, odkud přechází do další fáze záběru (vytažení). Druhá část záběru (odtlačování) trvá u K. V. 0,178 sekund



Obr. 17: *Záběrová fáze K. V. – 3D modely (a, b, c). Snímky z 0,474 s záznamu.*
a) záběrová fáze - přitahování se zakreslením pohybu ruky (osmička) – záběr z boku
b) záběrová fáze - přitahování se zakreslením pohybů ramen – záběr z boku
b) záběrová fáze - přitahování se zakreslením pohybů ramen – záběr shora



Obr. 18: *Záběrová fáze K. V. – 3D modely (a, b, c). Snímky z 0,652 s záznamu.*
a) záběrová fáze – odtlačování se zakreslením pohybu ruky (osmička) – záběr z boku
b) záběrová fáze – odtlačování se zakreslením pohybů ramen – záběr z boku
c) záběrová fáze – odtlačování se zakreslením pohybů ramen – záběr shora

6.1.3.3 Porovnání záběrové fáze A. N. a K. V.

Plavkyně se v první části záběru (přitahování) liší délkou trvání. Přitahování u A. N. trvá 0,365 sekund a u K. V. je tento čas 0,297 sekund, v procentuálním vyjádření jde o 18 %, o kterých je A. N. v technickém provedení záběru a působením tak na hnací síly po delší dobu než K. V.. Ta záběr provádí přímočařeji za kratší čas, ale s rychlejším pohybem ruky v záběru. Tento způsob využívají především sprinteři, pro získání vyšší rychlosti (kap. 6.2.2).

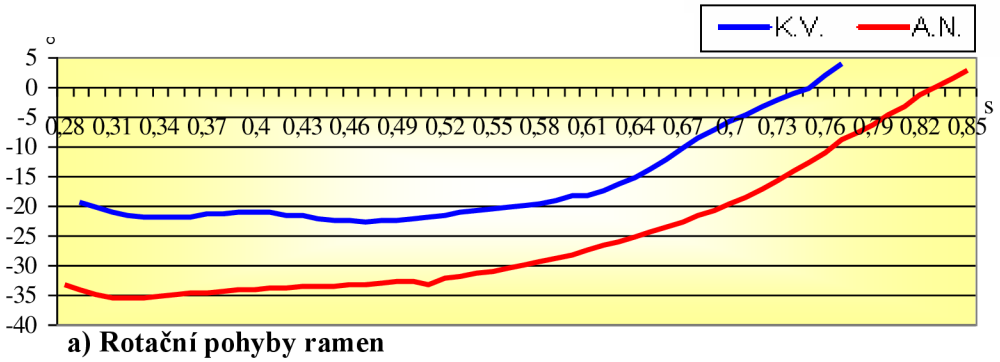
Dalším rozdílným prvkem je u obou plavkyň dráha záběru, která se liší hloubkou ruky v záběru. Tento rozdíl je dán menším pokrčením v loketním kloubu a zároveň menší rotací těla K. V. na stranu zabírající paže (viz kap. 6.2.1).

Dráhu záběru ovlivňuje i rotace těla kolem podélné osy. V maximálních hodnotách, které obě plavkyně dosáhnuly, se liší v náklonech osy ramenní o 13° a v rotaci boků až o 20°. Procentuálně se odlišují v maximálních hodnotách rotace ramen o 38 % a v bocích o 57 %. Tyto nižší rotační pohyby u K. V. znesnadňují zajistit výhodné nastavení záběrových ploch, s čímž souvisí i nižší pokrčení paže v loketním kloubu v průběhu přitahování. Pokrčení paže K. V. je ovlivněno rotací ramen, trupu a boků, které nedovolují pokrčit horní končetinu tak jako u A. N.. Na začátku přitahování má K. V. pokrčenou paži v loketním kloubu 149° a u A. N. je pokrčení v lokti 141°, procentuální rozdíl je pouhých 5 %. Ve stejný moment se odlišují v ose ramenní o 43 % a v rotaci boků až o 82 %. Dále se obě paže pohybují směrem na zad vně podélné osy těla, kde dosáhnou maximální hloubky, kdy K. V svírá úhel v loketním kloubu 122° a A. N. 125°, liší se o pouhá 2 %, ale v rotačních pohybech ramen se odlišují o 35 % a u boků o 59 %. Poté následuje pohyb vzad vzhůru až do úrovně ramen, kdy loket dohání ruku a paže svírá v loketním kloubu nejmenší úhel. U K. V. je úhel v lokti 111° a u A. N. 98°, rozdíl v pokrčení paže v lokti jsou 3 %, zatímco v ose ramenní 33 % a v rotaci boků až 95 %. To, že jsou rozdílné hodnoty v loketním kloubu nízké a naopak v rotačních pohybech těla poměrně vysoké (obr. 19), si můžeme vysvětlit na somatotypu plavkyň. Kdy rozpětí paží je u A. N. větší o 16 cm než K. V.. Proto i rotační pohyby by měli být u A. N. větší, aby ji zajistily takový náklon, který jí umožní pohyb ruky vzad vzhůru bez protnutí hladiny prsty ruky, který má brzdivý účinek. I přesto obě plavkyně nedosáhly takových hodnot, které uvádí odborná literatura, tedy rotace ramenní osy na stranu záběrové paže v rozsahu až 45°, které

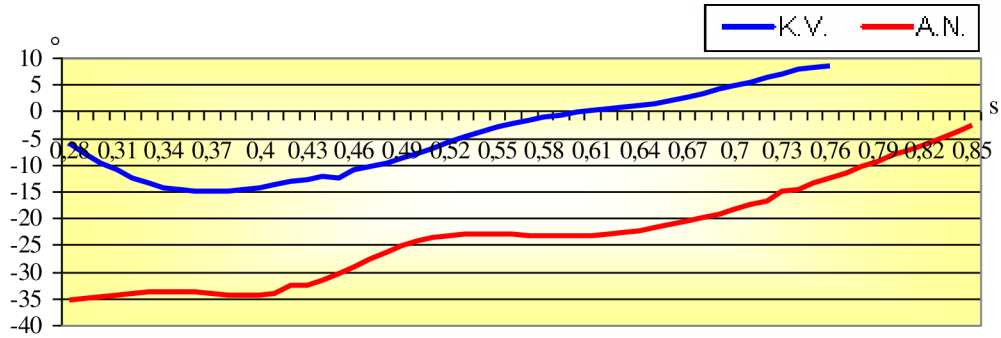
umožňuje největší pokrčení paže v loketním kloubu 90° bez protnutí hladiny prsty ruky.

V druhé záběrové části (odtlačování) je doba trvání u obou plavkyň opět rozdílná. U A. N. je tento čas 0,208 sekund u K. V. je čas 0,178 sekund. Procentuální rozdíl mezi nimi činí 14 %. Tento rozdíl vyplývá jednak ze somatických předpokladů, které umožňují provést A. N. delší záběr, ale zároveň vychází i z rychlosti provedení, která je naopak vyšší u K. V. (kap. 6.2.2).

Na začátku odtlačování ruka mění směr a pohybuje se směrem nazad dolů a postupně se pokrčená paže začíná napínat. Obě plavkyně mají tuto fázi záběru velmi podobnou, pouze jsou zde nepatrné rozdíly ve velikostech úhlů z předchozí části záběru. Záběr je ukončen u obou plavkyň napnutou paží mírně od těla. Pokrčení paže v loketním kloubu je na konci záběru téměř stejné, liší se pouze o 1° (0,5 %). Zatímco hloubka ponoření ruky na konci záběru je rozdílná. U A. N. se ruka zanořuje až do hloubky 52,8 cm a u K. V. do 47,4 cm, 10% rozdíl v ponoření ruky je dán především somatotypem plavkyň (více kap. 6.2). Stejně tak se odlišují v náklonu osy ramenní, která činí na konci záběru rozdíl 26 % a v rotaci boků až 75 %. Rotační pohyby ramen a boků jsou v této fázi vedeny na stranu druhé paže (nezáběrové).



a) Rotační pohyby ramen



b) Rotační pohyby boků

Obr. 19: *Porovnání naměřených hodnot pohybů ramen (obr. 19a) a boků (obr. 19b) u A. N. a K. V. v záběrové fázi.*

6.2 Technický rozbor záběru pažemi A. N. a K. V.

V této kapitole si přesněji popíšeme záběr z hlediska hloubky a rychlosti. Pokusíme se přiblížit a porovnat techniku záběru u obou plavkyň na získaných parametrech z měření.

6.2.1 Hloubka záběru

Hloubka záběru je z hlediska technického provedení velmi důležitým faktorem. Zaměřili jsme se na úseky během záběru, při nichž dosahují plavkyně svých maximálních hodnot a na úseky, které jsou zajímavé z technických důvodů. Vybrali jsme všechny přechody mezi jednotlivými fázemi záběru (přípravná – přechodná, přechodná – záběrová, přitahování – odtlačování) a další dva parametry v první a druhé části záběru.

6.2.1.1 Hloubka záběru u A. N.

Mezi přípravnou a přechodnou fází je hloubka záběru 11,3 cm, ruka se připravuje na rychlou změnu směru, která proběhne v přechodné fázi. V tento moment svírá paže úhel 166° v loketním kloubu. Na konci přechodné fáze je ruka připravená na záběr, ruka klesla do hloubky 20 cm a úhel, který svírá v lokti je 143°. Během první části záběru se ruka pohybuje vzad dolů, kdy dosahuje hloubky 39,2 cm s pokrčenou paží v loketním kloubu 129°, odkud směřuje stále vzad, ale vzhůru k hladině, jakmile dosáhne největšího pokrčení v lokti 97° je ruka daleko od hladiny pouhých 24 cm a loket 42,7 cm. V tento okamžik přechází ruka do druhé části záběru (odtlačování), kdy pokračuje ve směru vzad dolů. Kde dosáhne ruka své největší hloubky 52,8 cm s paží téměř napnutou 171° v loketním kloubu. Poté ruka přechází do další fáze vytažení, kdy opět mění směr celé paže.

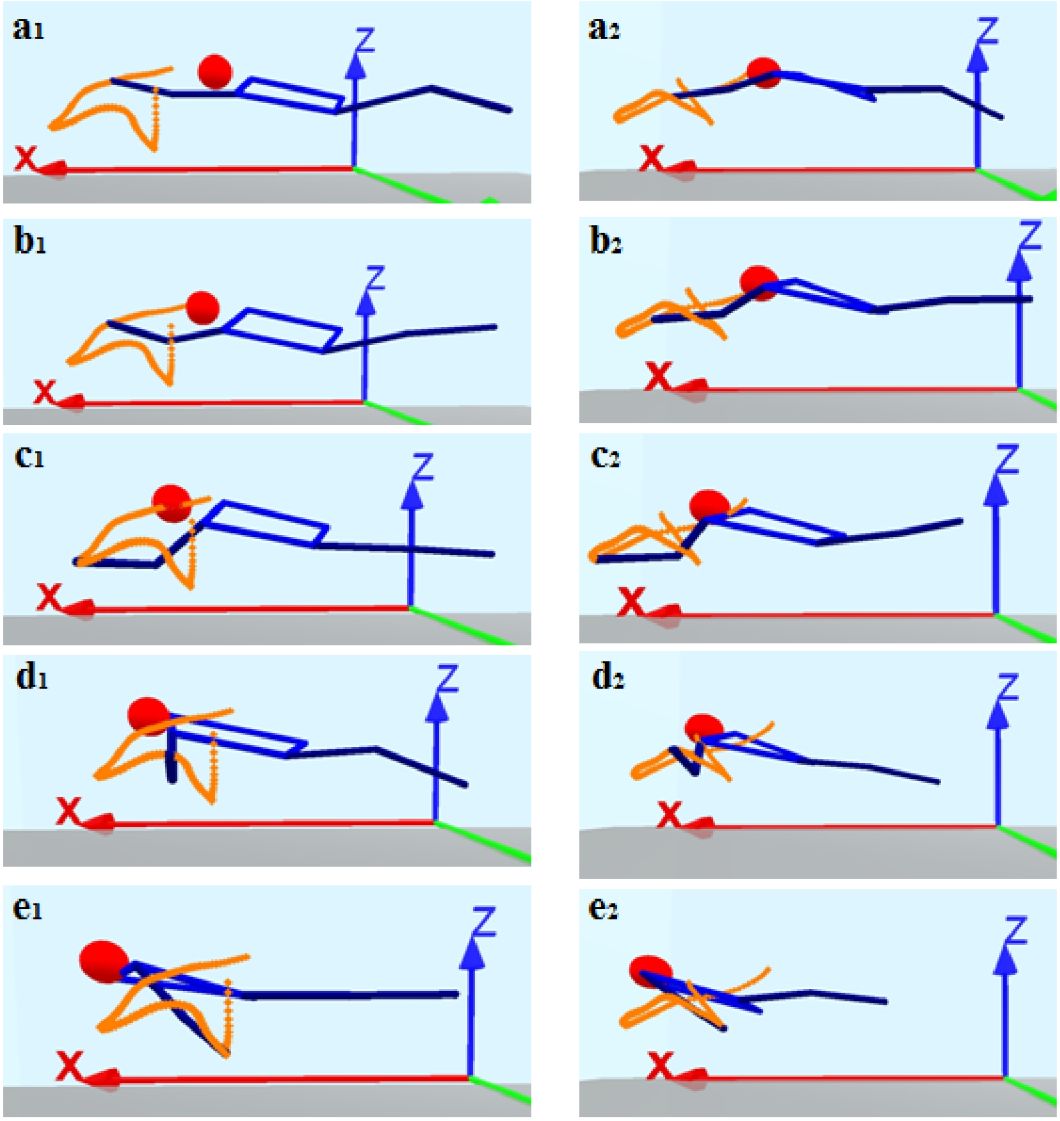
6.2.1.2 Hloubka záběru u K. V.

Ruka se na začátku přípravné fáze ponořila hlouběji do vody, ke konci přípravné fáze se nachází v hloubce 23,4 cm s pokrčenou paží v loketním kloubu 167°. V následující fázi se ruka připravuje na záběr a převrací se do směru záběru, na konci této fáze, kterou nazýváme přechodnou je ruka v hloubce 34,4 cm s pokrčenou paží v lokti 149°. Ruka se pohybuje směrem vzad dolů, dostává se do

hloubky 43,4 cm, kdy loket svírá úhel 123°. Odtud ruka míří k hladině, jakmile se dostane na úroveň ramen, svírá loketní kloub 111° a ruka je vzdálená od hladiny pouhých 22,5 cm zatímco loket je 36,6 cm hluboko. Poté se ruka pohybuje směrem dolů, této části záběru říkáme odtlačování. Ruka se noří nejhlouběji z celého záběru a to 47,4 cm hluboko. Z této polohy je ruka vedena rychlým pohybem ven z vody, aby mohla zahájit další záběr.

6.2.1.3 Porovnání naměřených dat A. N. a K. V.

Rozdíly v hloubce záběru jsou mezi plavkyněmi poměrně viditelné. Pro názornou představu přikládáme záznam z měření v obrázkové formě (obr. 20).



Obr. 20: *Záběrová fáze A. N. (a_1,b_1,c_1,d_1,e_1) a K. V. (a_2, b_2, c_2, d_2, e_2) – 3D modely.*

Na obrázku můžeme pozorovat odlišnosti v hloubce záběru, které jsou již na začátku přípravné fáze záběru. Kdy se ruka K. V. zanořuje hlouběji než ruka A. N. a v průběhu fáze se tento rozdíl ještě zvětšuje a na konci přípravné fáze se odlišují až o 12,1 cm, procentuálně o 51 % (obr. 20a). Již od začátku je záběr A. N. mělčí a využívá tak dlouhých splývavých pohybů, které jsou spíše typické pro vytrvalostní disciplíny. V následující přechodné fázi se rozdíl prohloubil na 14,4 cm, tedy o 58 % (obr. 20b), o které je ruka K. V. ponořena hlouběji. V záběrové fázi se ruka pohybem vzad dolů dostává do hloubky, z níž mění směr záběru směrem k hladině, kde se rozdíly, které byly mezi plavkyněmi, sníží na rozdíl pouhých 4 cm (obr. 20c). Pohybem ruky vzad vzhůru k hladině se paže dostává do postavení s ramenem, kdy se nejvíce pokrčuje v loketním kloubu. V tento moment se ruka nachází těsně pod hladinou vody, tak že prsty ruky neprotínají hladinu u obou plavkyň. K. V. je o 1,5 cm blíže k hladině oproti A. N. (obr. 20d). Z této pozice následuje druhá část záběru odtlačení, kdy se ruka pohybem vzad dolů dostává nejhlouběji z celého záběru. A. N. je v této fázi záběru hlouběji než K. V. a to o 5,4 cm (obr. 20e). Tento rozdíl ovlivňují především somatické předpoklady A. N., která má delší paže než K. V..

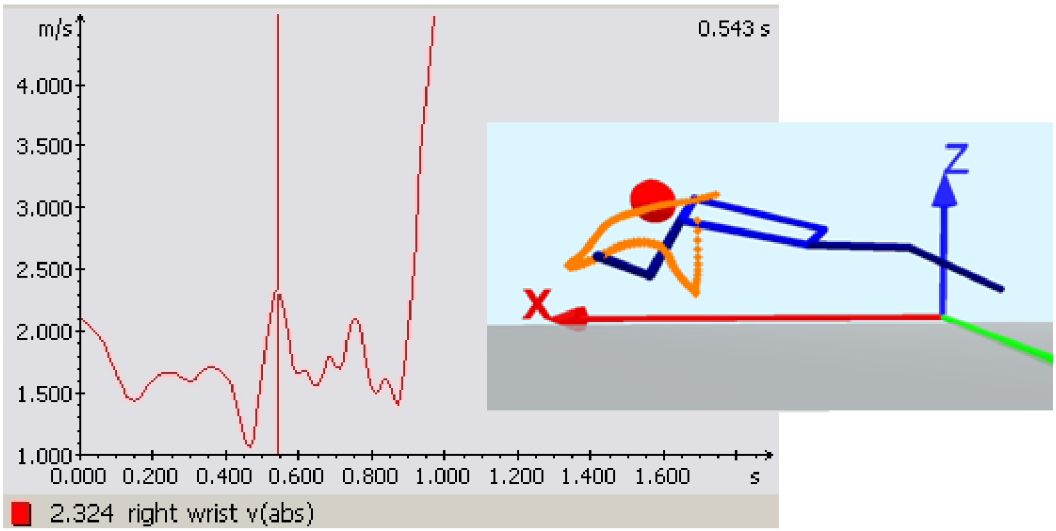
6.2.2 Rychlost ruky při záběru

Rychlost záběru je jedním z určujících faktorů, který nám přiblíží individuální techniky obou plavkyň. Pro zmapování rychlosti záběru jsme zvolili pravé zápěstí. Podle jeho pohybu v prostoru jsme získali hodnoty odpovídající rychlosti pohybu ruky v záběru. V následujících kapitolách popíšeme rychlostní průběh záběru pravé ruky pod vodou mimo fázi vytažení. Na závěr porovnáme hodnoty, které byly naměřeny v záběrové fázi.

6.2.2.1 Rychlost ruky při záběru u A. N.

Rychlost ruky během celého záběru se pohybuje v rozmezí 1 až 2,3 m/s. Na začátku přípravné fáze je rychlost poměrně vysoká 2 m/s, která postupně klesá. S přechodnou fází se rychlost ruky opět zvyšuje. Na konci přechodné fáze dosahuje ruka rychlosti 1,6 m/s a opět dochází ke snížení. V první části záběru (přitahování) během pohybu ruky vzad dolů je rychlost stále nízká a v momentě, kdy ruka mění směr pohybu, klesá až na 1 m/s (v čase 0,464 sekund). Poté se při

pohybu vzad vzhůru rychlost ruky rapidně zvýší a ruka dosahuje své nejvyšší rychlosti 2,3 m/s v čase 0,543 sekund. Pohyb ruky vzhůru k hladině ještě nebyl dokončen a rychlost se opět sníží na 1,5 m/s v 0,652 sekundě. Na začátku druhé fáze záběru (odtlačování) dochází k opětovnému růstu rychlosti, ale už nedosahuje takových hodnot v 0,761 sekundě je rychlost 2 m/s za pohybu ruky vzad dolů rychlost opět klesá a na konci odtlačování je rychlost 1,6 m/s. Na grafu (obr. 21) je zakreslená maximální rychlost ruky v první části záběru (přitahování).

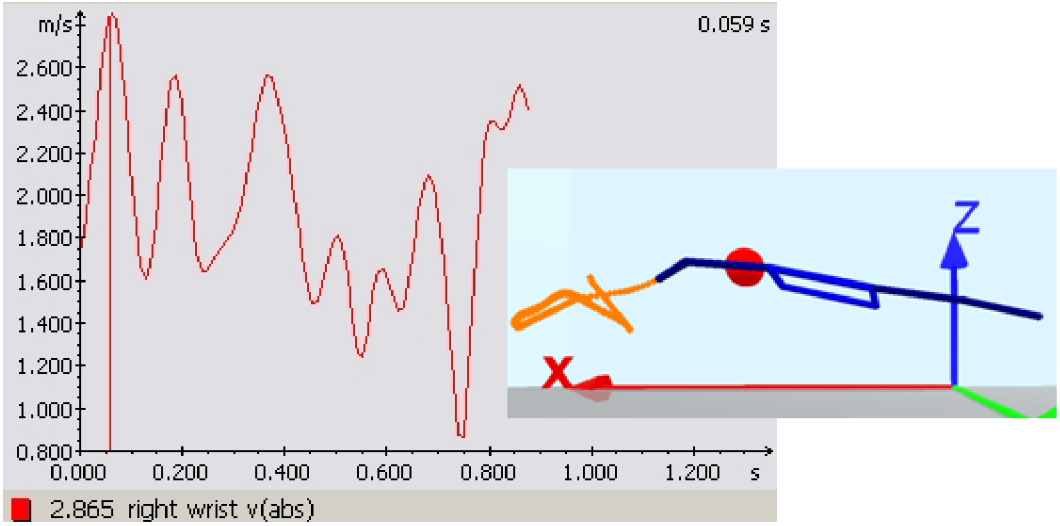


Obr. 21: *Maximální rychlost ruky při záběru u A.. N.*

6.2.2.2 Rychlost ruky při záběru u K. V.

Rychlost ruky je během záběru proměnlivá. Na začátku přípravné fáze se rychlost zvyšuje a dosahuje maximální hodnoty 2,8 m/s v čase 0,059 sekund (obr. 22). Tyto rychlé pohyby hned na začátku přípravné fáze, jsou způsobené zasunutím poměrně pokrčené paže do vody, která se rychlými pohyby ruky narovnává a dostává se do splývavé polohy. Poté následuje postupné klesání rychlosti. Na začátku přechodné fáze, se ruka pohybuje poměrně rychle 2,5 m/s, v momentě, kdy dochází ke změně směru ruky, rychlost se postupně snižuje a ke konci přechodné fáze se ruka pohybuje 1,7 m/s. V první části záběru (přitahování) za pohybu ruky vzad dolů se rychlost opět zvyšuje na 2,5 m/s. Jakmile se ruka začne pohybovat vzad vzhůru a dosáhne úrovni ramen tak se rychlost snižuje až na 1,2 m/s v 0,553 sekundě. V druhé části záběru (odtlačování) se rychlost postupně zvýší na 2 m/s za pohybu ruky vzad dolů, ale jen do 0,682 sekundy. Poté

se v poslední částí odtlačování sníží rychlost pohybu ruky vzad dolů až na 0,8 m/s, kdy je rychlost nejnižší.



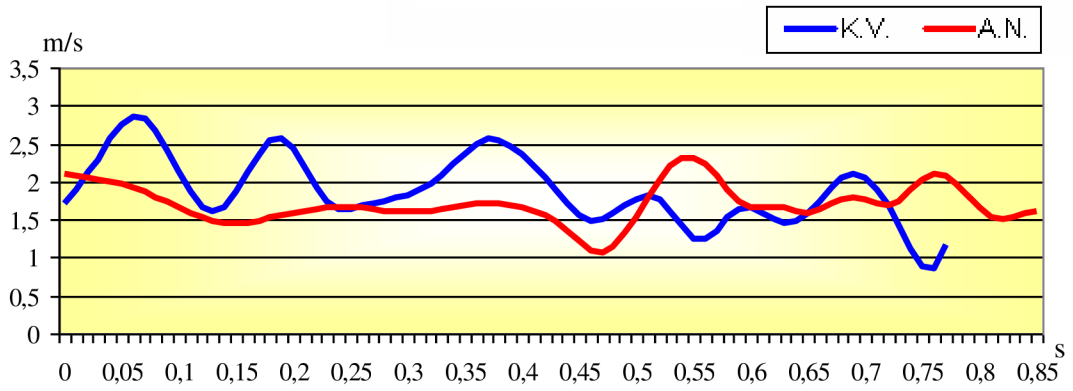
Obr. 22: *Maximální rychlost ruky při záběru u K. V.*

6.2.2.3 Porovnání naměřených dat A. N. a K. V.

Podle naměřených hodnot je patrné, že K. V. dosahuje vyšších rychlostí během záběru než A. N. Průměrná rychlost během záběru paže pod vodou je u K. V. 2,14 m/s a u A. N. 1,69 m/s. Rozdíl mezi nimi činí 0,44 m/s, v procentuálním vyjádření to činí 20,6 %. Z toho vyplývá, že K. V. má vyšší frekvenci záběru pažemi, která je typická pro sprintery. Naopak při pomalejší frekvenci záběru má plavec relativně čas na správné technické provedení.

Plavkyně se nejvíce odlišují v záběrové fázi. Ta je velmi důležitá, zejména protože zde vznikají hnací síly během záběru. U K. V. dosahují největší hodnoty při pohybu ruky vzad dolů v první části záběru (přitahování), kdy působí proti odporu vody a vznikají tak propulzní síly. Rychlost ruky je o 0,849 m/s rychlejší než u A. N., procentuálně se v této fázi liší o 34 %. Naopak A. N. je rychlejší v druhé části přitahování, kdy se ruka pohybuje vzad vzhůru a přibližuje se k hladině, i v této části vznikají propulzní síly a ruka čelí odporu vody, díky němuž se tělo posouvá vpřed. A. N. je v tomto úseku rychlejší o 1,06 m/s než K. V., procentuálně o 47 %. V druhé části záběru (odtlačování) jsou rychlosti obou plavkyň poměrně vyrovnané, pouze v závěru této fáze lze vidět propad rychlosti u K. V., která dosahuje nejnižších hodnot, jak také můžeme názorně vidět na grafu (obr. 23), je záznam celého záběru pod vodou mimo fáze vytažení. Ve fázi

vytažení dosahují obě plavkyně vysokých hodnot, neboť ruka v této fázi nemusí čelit proti velkému odporu, jako ve fázi záběrové. Na grafu vidíme zvýšení rychlosti ke konci záběru u A. N., které je typické spíše pro vytrvalostní plavce, kteří mají čas na technické provedení záběru. Naopak u K. V. lze pozorovat velmi rychlé zapojení ruky do záběru s postupným klesáním rychlosti v záběru. Podle odborné literatury jsou rychlostní plavci typičtí vyšší rychlostí již od začátku záběru, jak můžeme vidět právě u K. V..



Obr. 23: *Porovnání naměřených hodnot v rychlosti rukou A. N. a K. V. během záběru.*

6.3 Rozbor techniky znakových nohou A. N. a K. V.

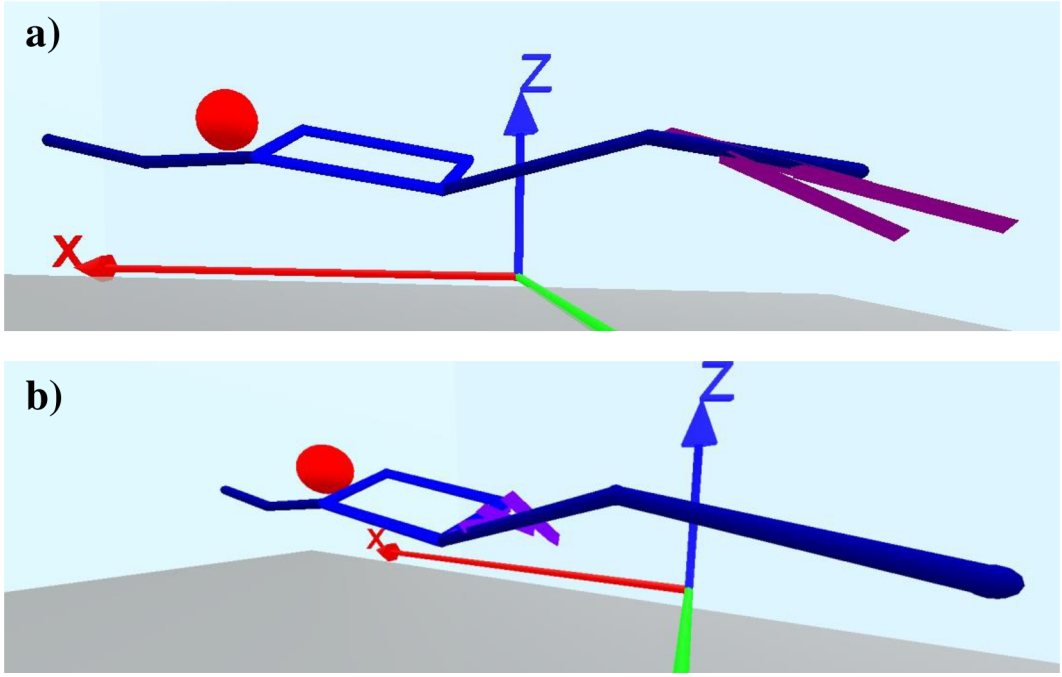
V této kapitole se pokusíme o rozbor a srovnání znakového kopu podle jednotlivých, které na sebe navazují. Rozlišují se na fázi sestupnou, kdy se noha pohybuje směrem dolů od hladiny vody a fázi vzestupnou, kdy je noha naopak vedena směrem vzhůru k hladině. Tyto fáze popíšeme na jednotlivých fázích záběru pažemi, které probíhají pod vodou, z důvodu podvodního snímání. Fáze, které jsme vybrali pro popis znakového kopu, jsou přípravná, přechodná a záběrová mimo fázi vytažení.

6.3.1 Technika znakových nohou u A. N.

Během přípravné, přechodné a záběrové fáze provede pravá noha A. N. dva kopy, které si blíže popíšeme.

Podle záznamu je v přípravné fázi noha již mírně pokrčená, zahájila tak sestupnou fázi a to v předešlé fázi záběru (přenos), Noha svírá úhel v kolenním kloubu 171° s náklonem boků zatím na opačnou stranu paže (nezáběrové) pod

úhlem 31°. Znakový kop pokračuje tak, že noha se společně s boky otáčí kolem podélné osy těla vně (obr. 24). Během tohoto pohybu dochází k postupnému krčení nohy v kolenním kloubu a rotaci boků na záběrovou stranu. Poté dosahuje maximálního pokrčení v kolenním kloubu, kde svírá úhel 141° s vytočením boků -8° na záběrovou stranu paže. Koleno směřuje šikmo vzhůru a nárty jsou připraveny na zahájení vzestupné fáze. Vzestupná fáze je zahájena v přípravné fázi, pohybem z kyčelního kloubu přes koleno na nárt a kotník, které jsou mírně vtočené dovnitř palcovou hranou. Pohybem nahoru vznikají hnací síly, které slouží především pro pohyb vpřed, ale také jako síly pro udržení rovnováhy během rotačních pohybů těla. Noha se po celou dobu otáčí na stranu záběrové paže. Na konci přípravné fáze svírá kolenní kloub úhel 150° a boky jsou přetočené na stranu zabírající paže pod úhlem -24° s hladinou. V přechodné fázi se stále dokončuje vzestupná fáze směrem šikmo vzhůru téměř do strany, kdy boky svírají úhel -35° s hladinou. K napnutí nohy v kolenním kloubu dochází v první části záběrové fáze (přitahování), kdy úhel svírá v kolenním kloubu 179° a boky svírají s hladinou -34°. Dochází k plynulému přechodu vzestupné fáze na sestupnou, při které se nohy samovolně pokrčují v koleni, náklon do stran se zmírňuje.

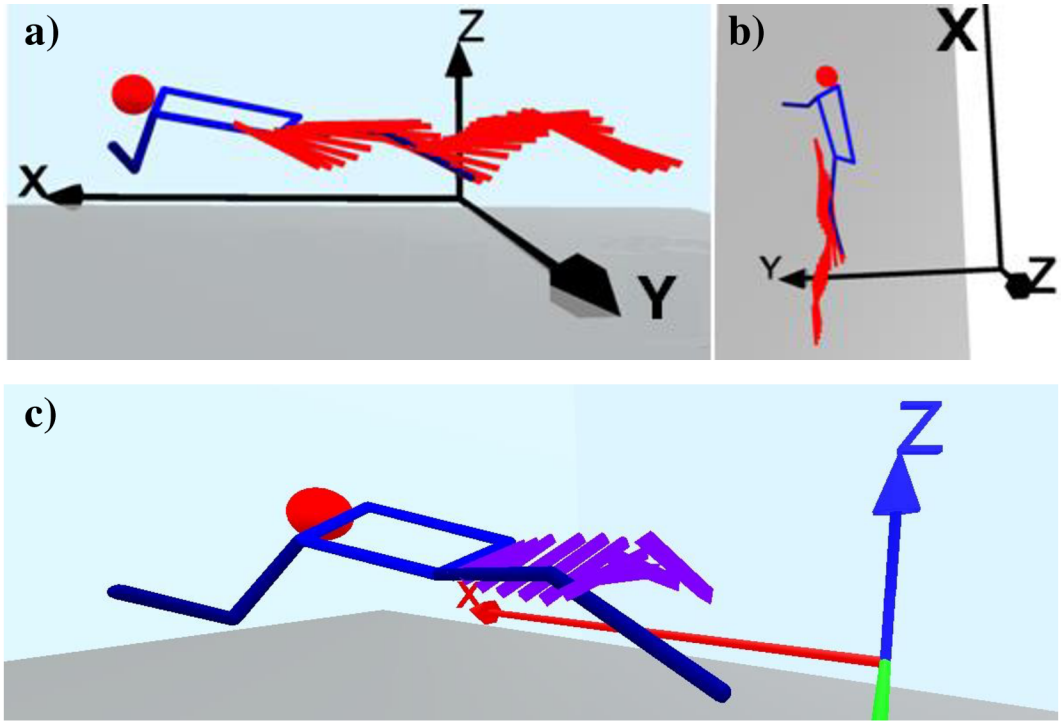


Obr. 24: *Znakový kop A. N. – 3D modely (a, b). Snímky z 0,198 s záznamu.*

a) znakový kop se zakreslením nohou – záběr z boku

b) znakový kop se zakreslením boků – záběr z boku / šikmo

Noha se pohybuje směrem dolů a ke konci sestupné fáze se noha pokrčuje v koleni (obr. 25). K úplnému pokrčení nohy v koleni dochází ke konci první záběrové fáze (přitahování), kdy kolenní kloub svírá úhel 147° a boky se přetáčí na stranu záběrové paže pod úhlem -23° s hladinou. V tomto momentě přechází sestupná fáze na vzestupnou, kdy se noha pohybuje směrem vzhůru. V druhé části záběrové fáze (odtlačování) se postupně dokončuje vzestupná fáze, která je doprovázená rotací boků a nohy na stranu druhé paže (nezáběrové). Ke konci odtlačování dochází k plynulému přechodu vzestupné fáze na sestupnou, kdy je noha téměř napnutá, úhel v kolenním kloubu dosahuje 179° a boky svírají úhel s hladinou -2°.



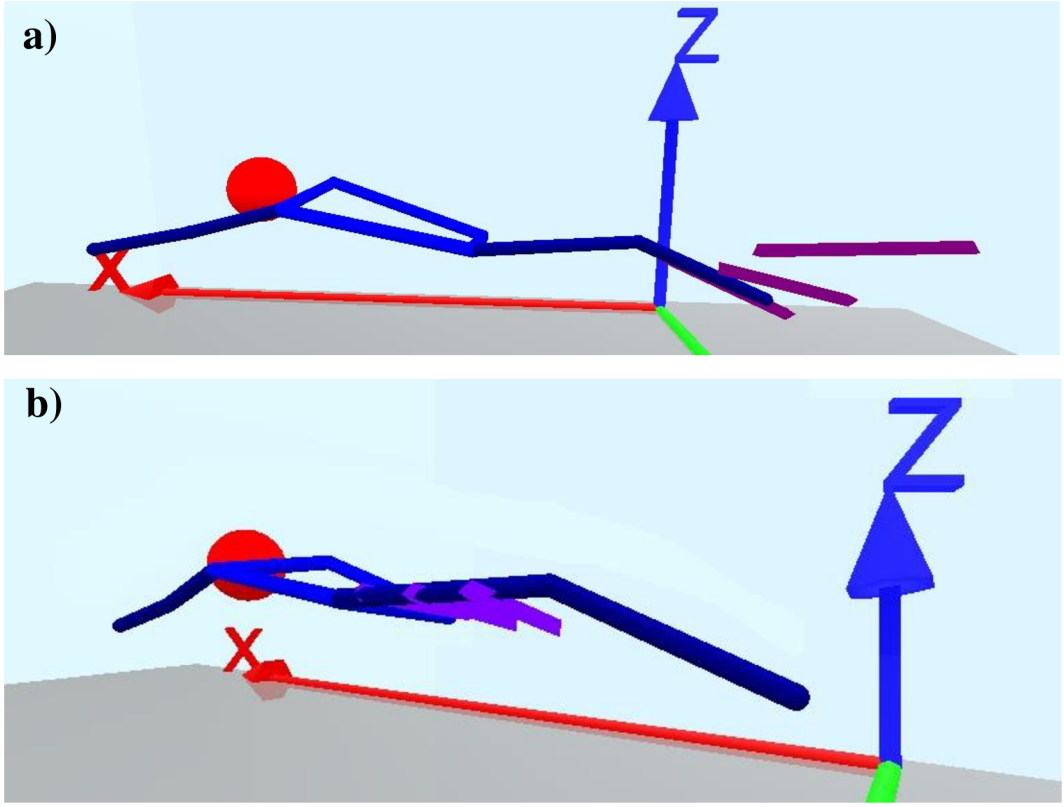
Obr. 25: *Znakový kop A. N. – 3D modely (a, b, c). Snímky z 0,593 s záznamu.*
a) znakový kop se zakreslením nohou – záběr z boku
b) znakový kop se zakreslením nohou – záběr shora
c) znakový kop se zakreslením boků – záběr z boku / šikmo

6.3.2 Technika znakových nohou u K. V.

K. V. provede dva znakové kopy pravou nohou během přípravné, přechodné a záběrové fáze.

Na začátku přípravné fáze je noha napnutá a zahajuje kop směrem dolů sestupnou fází. Úhel v kolenním kloubu svírá 179° a boky svírají s hladinou 13° na stranu

protější paže (nezáběrové). Znakový kop pokračuje otáčením kolem podélné osy těla vně společně s boky (obr. 26). Zároveň se noha samovolně pokrčuje v koleni a pozvolna převrací na stranu záběrové paže. V momentě, kdy paže přechází z přípravné fáze do přechodné je koleno nejvíce pokrčené, svírá úhel 154° a boky jsou pod úhlem 4° s hladinou. V přechodné fázi dochází k plynulému vystřídání sestupné fáze na vzestupnou, pohyb je zahájen z kyčelního kloubu přes koleno a následně na nárt a kotníky, ty jsou mírně vtočené dovnitř palcovou hranou. Při pohybu nahoru vznikají propulzní síly, které slouží především pro pohyb vpřed, ale také jako síly pro udržení rovnováhy během rotačních pohybů těla, které však u K. V. nejsou až tak velké. Na konci přechodné fáze se noha stále nachází ve fázi vzestupné. Úhel v kolenním kloubu svírá 173° a boky svírají na stranu záběrové paže úhel -6°. Noha směřuje šikmo vzhůru, hlezenní kloub je uvolněný. Napnutí nohy v koleni se děje na začátku první části záběru (přitahování), koleno svírá úhel 179° a boky jsou přetočeny pod úhlem -12° k hladině. Vykopnutím chodidla, kdy nárt směřuje šikmo vzhůru, přechází vzestupná fáze na fázi sestupnou.

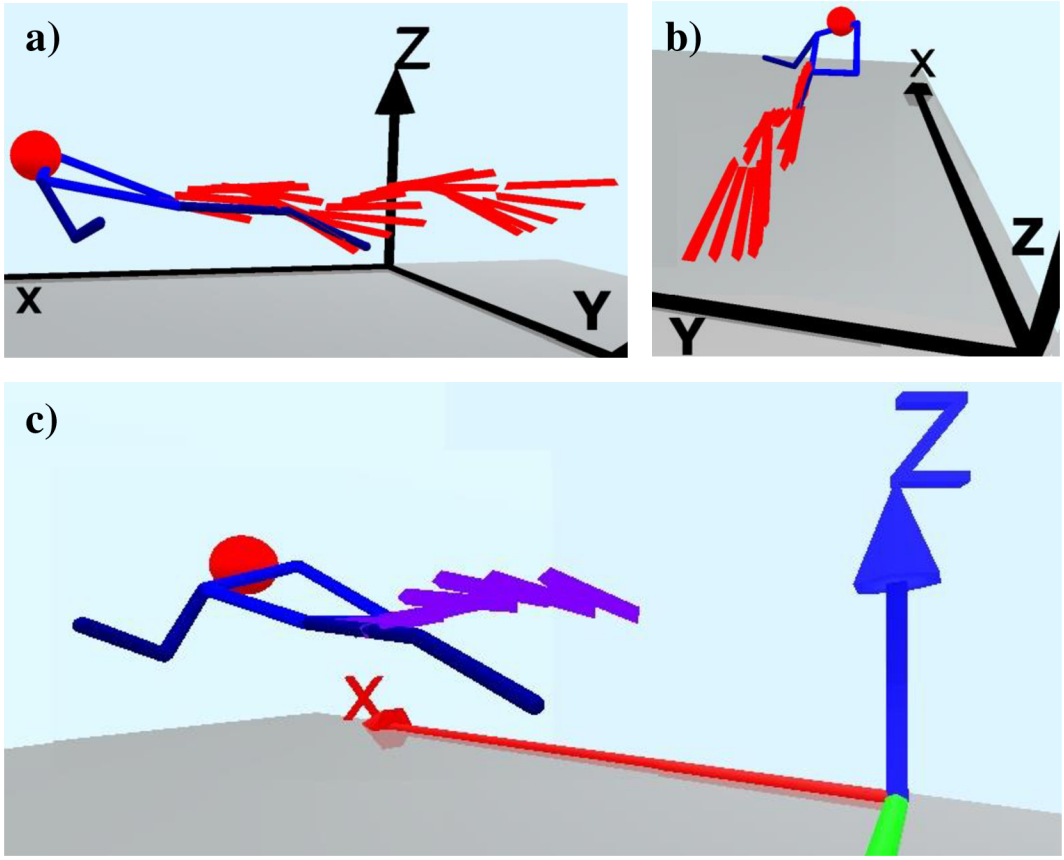


Obr. 26: *Znakový kop K. V. – 3D modely (a, b). Snímky z 0,198 s záznamu.*

a) znakový kop se zakreslením nohou – záběr z boku

b) znakový kop se zakreslením boků – záběr z boku / šikmo

V sestupné fázi opět dochází k samovolnému poklesu končetiny, která se krčí v kolenním kloubu směrem pod sebe, společně s přetáčením boků na stranu druhé paže (nezáběrové), (obr. 27). Na konci první části záběru (přitahování) koleno svírá úhel 167° a rotace boků je pod úhlem -1° s hladinou. V následující fázi dosahuje noha maximálního pokrčení v kolenním kloubu 143° s náklonem v bocích pod úhlem 2°. V tomto okamžiku je sestupná fáze ukončena a plynule navazuje na fázi vzestupnou. Při, které vyráží noha vzhůru za mírného náklonu v bocích pod úhlem 8° na stranu druhé paže. K propnutí a ukončení kopu v druhé části záběru (odtlačování) již nedochází. Na konci této fáze svírá úhel v kolenním kloubu 164°.



Obr. 27: *Znakový kop K. V. – 3D modely (a, b, c). Snímky z 0,593 s záznamu.*

a) znakový kop se zakreslením nohou – záběr z boku

b) znakový kop se zakreslením nohou – záběr shora

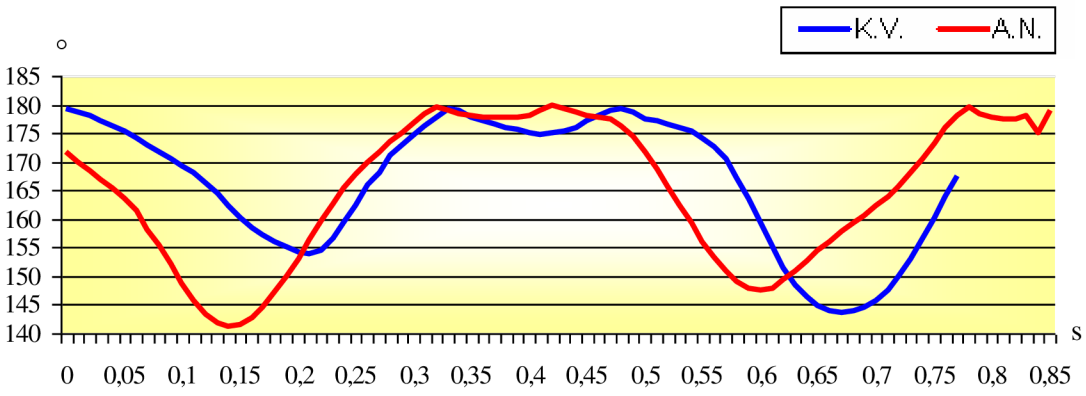
c) znakový kop se zakreslením boků – záběr z boku / šikmo

6.3.3 Porovnání znakových nohou u A. N. a K. V.

Rozdíly v pohybu znakových nohou mezi plavkyněmi jsou zřejmé již na začátku přípravné fáze. Zahájení sestupné fáze je u K. V. na začátku přípravné fáze, zatímco u A. N., byl znakový kop zahájen již ve fázi přenosné. Po celou dobu záběru si udržuje K. V. předstih před A. N., díky vyšší rychlosti nohy ve znakovém kopu (6.3.3.1).

Dále se odlišují v míře pokrčení v kolenním kloubu při pohybu nohou dolů (obr. 28). V prvním kopu jsme u K. V. zaznamenali menší pokrčení v koleni a to o 13°, procentuálně 8% rozdíl, který A. N. využívá pro získání většího rozsahu pohybu nohy nahoru, kdy vznikají propulzní síly, které tvoří oporu zejména svými záběry v šikmých rovinách pro rotační pohyby těla kolem podélné osy. Tyto rovnovážné pohyby jsou pro A. N. zásadní, neboť zaujímá po celé délce záběru vyššího náklonu v bocích z 80 % a náklonu v ose ramenní ze 45 % oproti K. V. Tyto výrazné rozdíly v rotačních pohybech těla (boky, ramena) mají vliv na polohu nohou a jejich míru přetáčení, které pomáhají udržovat rovnováhu při záběru pažemi. Proto je u A. N. vychýlení nohou v průběhu prvního kopu téměř kolmé na podélnou osu těla.

Při druhém kopu je míra pokrčení v kolenním kloubu zanedbatelná, liší se o pouhých 4°. Ke konci druhé části záběru pažemi A. N. dokončuje druhý kop a K. V. jej dokončuje v následující fází (vytažení).



Obr. 28: *Porovnání naměřených hodnot v pokrčení nohou v kolenním kloubu během znakového kopu u A. N. a K. V.*

6.3.3.1 Rychlost znakového kopu

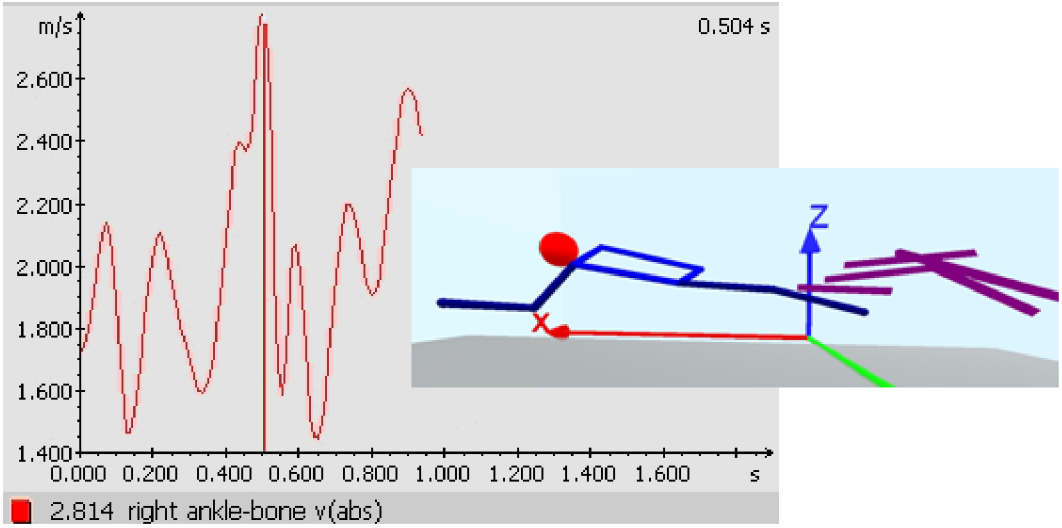
Rychlost znakového kopu se řadí mezi faktory, které ovlivňují techniku znaku. Pokusíme se o popis rychlostního průběhu pravé nohy během záběru pravou paží pod vodou mimo fázi vytažení. Rychlost pravé nohy jsme získali stanovením bodu v hlezenním kloubu, který byl v měřeném úseku zaznamenán a odpovídal tak rychlosti pohybu nohy v záběru. Hodnoty, které jsme získali, na závěr porovnáme mezi sebou.

6.3.3.1.1 Rychlost znakového kopu u A. N.

Na začátku přípravné fáze se noha pohybuje směrem dolů (sestupná fáze) se zvyšující se rychlostí až ke 2,1 m/s. Jakmile se noha začne pokrčovat v kolenním kloubu během pohybu dolů, rychlost úměrně klesá k 1,4 m/s a koleno na konci pokrčení svírá úhel 141°. Poté se noha pohybuje prudce vzhůru proti odporu vody, při níž vznikají propulzní síly (vzestupná fáze), o tom vypovídají i naměřené hodnoty. S pohybem vzhůru rychlost nohy nejprve stoupá, do té doby, než se pokrčení v koleni zmenší na úhel 162°, poté rychlost nohy klesá. Klesání rychlosti je postupné z 2 m/s až na 1,5 m/s, kdy je v této rychlosti noha téměř napnutá (178°). Změna rychlostních hodnot je způsobená přechodem vzestupné fáze na sestupnou.

Následující znakový kop má průběh podobný, pouze s většími rychlostními výkyvy. Zahájení kopu sestupnou fází je v první části záběru (přitahování), noha se samovolně pohybuje směrem dolů, bez působení značných odporových sil. V této fázi pohybu noha dosahuje nejvyšší rychlosti 2,8 m/s, v koleni je úhel 168° a boky svírají s hladinou -23° (obr. 29).

Poté dochází k prudkému poklesu rychlosti, z důvodu pokrčování nohy v koleni. Jakmile je dosaženo maximálního pokrčení v kolenním kloubu (147°) je fáze sestupná ukončena a přechází na fázi vzestupnou, kdy se noha pohybuje směrem vzhůru se snižující se rychlostí. Při tomto pohybu noha vyvíjí značné úsilí proti odporu vody a vznikají tak propulzní neboli hnací síly. Do určité doby se rychlost nohy snižuje a dosahuje nejnižších hodnot a to 1,4 m/s při pokrčení v koleni 156°. Poté se rychlost nohy opět zvyšuje a po nepatrném snížení rychlosti nohy se kop ukončuje v druhé části záběru.

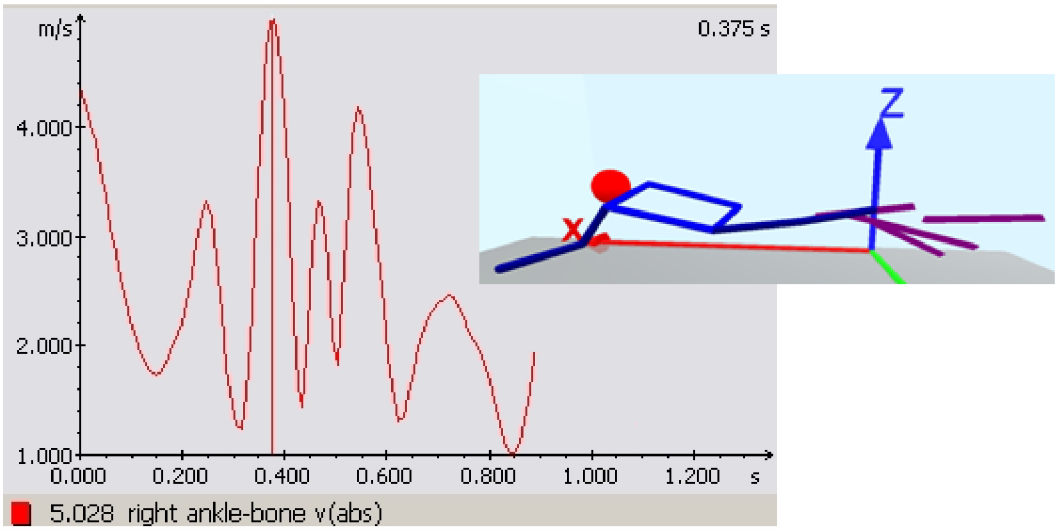


Obr. 29: *Maximální rychlost nohy ve znakovém kopu u A.. N.*

6.3.3.1.2 Rychlost znakového kopu u K. V.

Na začátku přípravné fáze se téměř napnutá dolní končetina pohybuje směrem dolů (sestupná fáze) za stále klesající rychlosti. Ze 4 m/s na 1,7 m/s. Poté rychlost pomalu stoupá. Noha se pohybuje směrem dolů s postupným krčením v koleni. V záběrové fázi (přitahování) dochází k největšímu pokrčení v kolenním kloubu (154°) a rychlosti nohy dosahuje 2,3 m/s. V tento okamžik přechází sestupná fáze na fázi vzestupnou. Tato změna směru rychlost nohy nijak neovlivnila a rychlost nohy stoupá až k 3,3 m/s při pohybu nohy vzhůru do doby, kdy koleno svírá úhel 162°. Poté následuje výrazné snížení rychlosti až k nejnižší dosažené hodnotě a to 1,2 m/s, kdy je noha téměř napnutá v koleni (177°). Pak se rychlost prudce zvýší během krátké chvíle až k hodnotám 5 m/s a noha se před dokončením kopu pokrčuje mírně v koleni (176°), boky svírají největší úhel náklonu (-15°) na stranu zabírající paže (obr. 30). Noha se opět propíná a směřuje vzhůru. Během těchto pohybů dojde ke kolísání rychlosti, kdy se sníží rychlost na 1,4 m/s a vzápětí opět stoupá na 3,3 m/s. Kolísání rychlosti je způsobeno, přechodem fází vzestupné na sestupnou. Kop byl ukončen téměř do strany. Noha se vrací zpět společně s boky do rovnoměrné polohy. Při samovolném pohybu nohy dolů v sestupné fázi se rychlost krátce sníží k 1,8 m/s a vzápětí se dostává až k 4,1 m/s, kdy koleno svírá úhel 174° na konci první části záběru. Rychlost nohy postupně klesá s pohybem nohy dolů a pokrčováním v koleni, kdy paže přechází na druhou část záběru (odtlačování). Koleno svírá úhel 148° a rychlost nohy je

pouhých 1,3 m/s. Úhel v kolenním kloubu se sníží až na 143°, zatímco rychlost nohy pomalu stoupá a v největším pokrčení v kolenním kloubu se noha pohybuje 1,9 m/s. Pohyb nohy se mění. Noha směřuje vzhůru a rychlost se i nadále zvyšuje až ke 2,4 m/s, koleno svírá úhel 160°. Směr pohybu se nemění, ale rychlost nohy opět klesá. Na konci druhé části záběrové fáze je rychlost nohy 2,1 m/s, úhel v koleni 167° a náklon v bocích 8° na stranu druhé paže (nezáběrové).



Obr. 30: *Maximální rychlost nohy ve znakovém kopu u K.. V.*

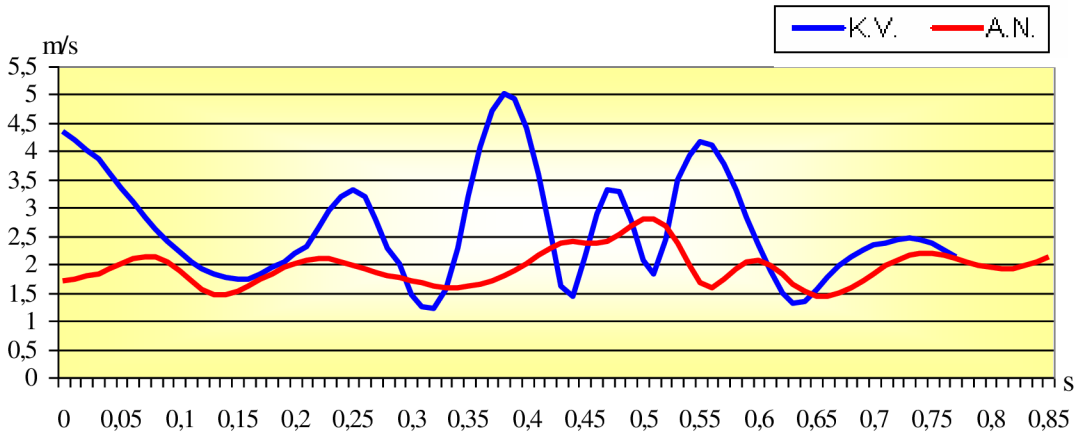
6.3.3.1.3 Porovnání naměřených dat A. N. a K. V.

Rychlost nohou během znakového kopu je podle naměřených dat u K. V. vyšší a to téměř po celou dobu záběru pažemi pod vodou (obr. 31). Její průměrná rychlost nohou je 2,54 m/s, zatímco u A. N. je 1,93 m/s, rozdíl mezi nimi činí 0,606 m/s, v procentuálním vyjádření to je 23,8 %. Z čehož vyplývá, že K. V. na rozdíl od A. N. využívá mnohem více svých nohou v závodě. Odborná literatura tvrdí, že je tento styl plavání typický pro rychlostní disciplíny. Neboť, nohy svými velkými svalovými skupinami spotřebovávají velké množství kyslíku z krve a tím dochází k zakyselení svalů. U tzv. sprinterů, kteří plavou kratší tratě, dochází k zakyselení většinou až v závěrečné části závodu a po závodě. Za sprint se v plavání považují tratě na 50 a 100 metrů, tedy tratě, jimiž plavou obě zkoumané plavkyně. Rychlost nohou zároveň ovlivňuje maximální rychlost a polohu paže v momentě, kdy nohy dosahují nejvyšší rychlosti.

Obě plavkyně využívají šestidobý kop, který napomáhá k vyšší poloze těla a k zajištění rovnováhy při rotaci těla kolem podélné osy.

Výrazný rozdíl v rychlosti nohou u obou plavkyň je v záběrové fázi pažemi. K. V. dosahovala maximální rychlost nohy v první části záběru (přitahování) 5,02 m/s v čase 0,375 sekund, za pohybu nohy vzhůru a dokončení kopu, který byl veden do strany na záběrovou paži. Druhá nejvyšší rychlost 4,17 m/s byla naměřena ke konci první části záběru v čase 0,543 sekund při pohybu nohy dolů a zahájení dalšího kopu. Naopak u A. N. jsme naměřili podstatně nižší hodnoty. Maximální rychlost nohou 2,81 m/s jsme naměřili až na konci první části záběru v čase 0,504 sekund, kdy se noha pohybovala směrem dolů a zahajovala tak další kop. Podle rychlosti nohou je zřejmé, že A. N. využívá nohy zejména k zajištění rovnováhy těla při rotačních pohybech těla kolem podélné osy.

Na grafu (obr. 31) lze vidět hodnoty obou plavkyň, které jsme naměřili během záběru pažemi pod vodou mimo fázi vytažení.



Obr. 31: *Porovnání naměřených hodnot v rychlosti nohou během znakového kopu u A. N. a K. V.*

6.4 Souhra horních a dolních končetin u A. N. a K. V.

V této kapitole se pokusíme o popis a porovnání techniky znaku u obou plavkyň. Vzhledem k tomu, že jsme prováděli měření pouze na pravé části těla, nemáme dostatek údajů k tomu, abychom byli schopni porovnat souhru znaku u obou končetin. Ale skutečnost, že plavecký způsob znak má cyklický charakter pohybu, lze tvrdit, že pohyby, které vykoná pravá a levá strana těla, si jsou navzájem velmi podobné. Tzn., že souhra horních i dolních končetin je v technice znaku šestiúderová, tedy na jeden cyklus paží provedou obě plavkyně šest záběrových pohybů dolními končetinami. Ze získaných hodnot, které jsme

naměřili, lze provést porovnání souhry paže a nohy na pravé straně. Kde se jednotlivé záběry dolních končetin nepatrně odlišují v průběhu jednotlivých fází horních končetin. Rozdíly jsou již na začátku přípravné fáze, kdy nohy zaujímají odlišnou polohu, ze které kop zahajují. I přesto jednotlivé fáze dolních končetin u obou plavkyň zapadají do souhry horních končetin. Z čehož vyplývá rozdílnost v rychlosti provedení kopu a záběru paží (kap. 6.2.2; kap. 6.3). Frekvence neboli rychlost pohybu je vyjádřena dráhou a časem, které si v následující kapitole popíšeme.

6.4.1 Dráha a časový rozbor záběru

Dráhu záběru si charakterizujeme na třech obrázcích pořízené z natáčení. Tyto obrázky jsme vytvořili pomocí jednoho snímku, který je zabrán z jiných úhlů, tak abychom získali kompletní informace o záběrové křivce v prostoru. Vznikne nám tzv. 3D obraz, který znázorňuje pohyb paže ve všech fázích záběru (přípravná, přechodná, záběrová).

Díky obrázkům (obr. 32) máme názornou ukázku časového průběhu záběru u obou plavkyň, která byla pořízená ve stejném okamžiku (0,543 sekund). Tak, abychom porovnali délku doby záběru, vytvořili jsme časový záznam z jednotlivých fází horních i dolních končetin.

6.4.1.1 Porovnání naměřených dat u A. N. a K. V.

Dráha záběru

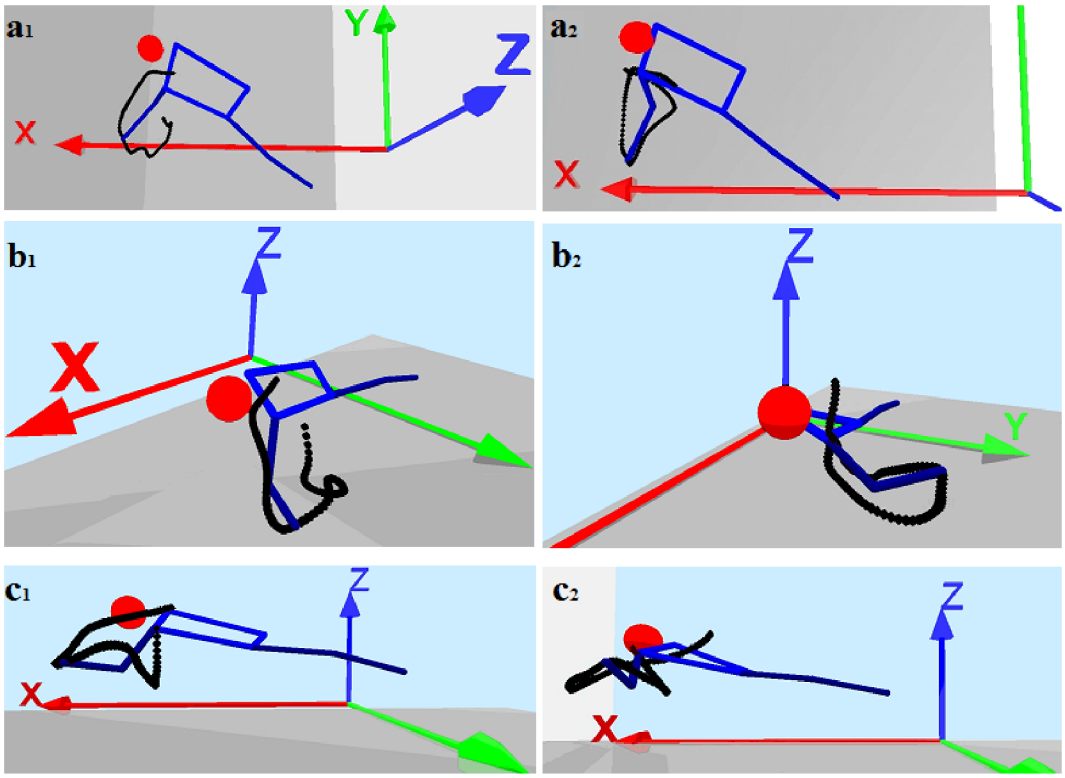
Dráha záběru je u obou plavkyň rozdílná. Rozdíl lze vidět na obrázcích (obr. 32), které zachycují celou záběrovou křivku ze tří různých pohledů. Dráha záběru je odlišná již na začátku záběrové křivky. U K. V. vidíme rychlý záběr s prudkým pohybem ruky do hloubky, naopak A. N. využívá dlouhých splývavých pohybů paže, které jsou blíže k hladině. Podle odborné literatury je styl, který předvádí K. V. typický pro sprintery, naopak pomalejší pohyby u A. N. se podobá spíše vytrvalostním plavcům.

V přechodné fázi je rozdíl především v hloubce zanoření ruky a to až o 58 %, o nichž je A. N. blíže k hladině. Je to proto, že K. V. pokračuje v pohybu ruky vpřed dolů a dostává se do větší hloubky. A. N. zůstává blíže k hladině,

vlivem splývavých pohybů ruky v přípravné fázi. Tento rozdíl lze vidět na obrázcích (obr. 32), kde je dráha záběru K. V. strmější. oproti A. N., která se dostává do stejné hloubky až v první fázi záběru.

Rozdíly v dráze záběru jsou také i v záběrové fázi. Hned v první části záběru (přitahování), je během pohybu ruky vzad vzhůru, viditelný rozdíl v délce a dráze záběru. U K. V. je záběr kratší a ruka je vedena přímočařeji dál od těla oproti A. N.. Ta se díky většímu pokrčení paže v loketním kloubu a vyšším rotačním pohybům těla, dostane rukou blíže k tělu a vede ji po delší dráze. Práce dolních končetin ji svými bočními pohyby zajišťuje po celé délce záběru rovnovážnou polohu.

Na konci druhé části záběru (odtlačování) se plavkyně odlišují v hloubce zanoření rukou pohybem vzad dolů, kdy je záběr ukončen a přechází do další fáze záběru. A. N. se díky výrazně vyšším rotačním pohybům těla kolem podélné osy dostává hlouběji než K. V.. Zároveň jsou rozdíly v hloubce záběru ovlivněny i tělesnými dispozicemi plavkyň, myslíme tím, delší rozpětí paží u A. N..



Obr. 32: *Dráha záběru u A. N. (a_1, b_1, c_1) a K. V. (a_2, b_2, c_2) – 3D modely: pohled shora (a), ze zadu (b), z boku (c). Snímky z 0,543 s záznamu.*

Délka trvání

Dráha záběru se neliším pouze jejím provedením, ale také za jak dlouho jsou plavkyně schopni tuto dráhu uplavat. K. V. zdolá záběrovou křivku za 0,761 sekund a A. N. ji zvládne za 0,840 sekund. Procentuálně se od sebe odlišují o 9,4 %. Délku trvání v jednotlivých fázích záběru jsme uvedli v tabulce (tab. 1) společně s 2. kopem dolních končetin, ve kterém se odlišuje pouze o 4,8 %.

Tab. 1: *Časový rozbor pohybů horních a dolních končetin během záběru u A. N. a K. V.*

Rozdělení podle jednotlivých fází záběru paží a nohou - časový rozbor				
	A. N.	**K. V.**	**Rozdíl (sekundy)**	**Rozdíl (procenta)**
Záběr pravou paží				
Přípravná fáze	0,188 s	0,217 s	0,029 s	13,3 %
Přechodná fáze	0,079 s	0,069 s	0,010 s	12,6 %
Záběrová fáze /přitahování	0,365 s	0,297 s	0,068 s	18,6 %
Záběrová fáze /odtlačování	0,208 s	0,178 s	0,030 s	14,4 %
Celkový čas záběru paže	0,840 s	0,761 s	0,079 s	9,4 %
Záběr pravou nohou				
Sestupná fáze (u 2. kopu)	0,375 s	0,425 s	0,050 s	11,7 %
Vzestupná fáze (u 2. kopu)	0,237 s	0,218 s	0,019 s	8 %
Celkový čas kopu	0,612 s	0,643 s	0,031 s	4,8 %

Délka dráhy

Dráha záběru je rozdílná u obou plavkyň nejen způsobem provedení, časem, ale i svoji délkou. Délku dráhy jsme zaznamenali změnou polohy hlavy, kterou jsme měřili od zasunutí pravé ruky do vody až po vytažení z vody ven. K. V. se posunula během záběru pod vodou o 2,056 m za 0,929 sekund a A. N. změnila polohu hlavy o 2,131 m za 0,948 sekund. Rozdíl v délce dráhy u obou plavkyň tak činí 7,5 cm, o které se A. N. posunula dál oproti K. V.. Záběr pod vodou trval u A. N. déle o 0,019 sekund než u K. V.. Tento výsledek odpovídá naměřeným údajům, které nám potvrdily, že rychlejší záběr u K. V., který je veden přímočařeji s plným nasazením nedosahuje uplavané vzdálenosti jako u A. N., která má relativně čas provést záběr účinněji a dosáhnout tak delšího záběru na úkor rychlosti provedení.

7 DISKUZE

Cílem této práce bylo provést komparační analýzu techniky znaku u Aleny Nývltové a Kláry Václavíkové za pomocí počítačového programu SIMI Motion 3D. V této kapitole se pokusíme odpovědět na několik námi položených výzkumných otázek. Při řešení jednotlivých úkolů, jsme dospěli k těmto závěrům:

Výzkumné otázky

VO1: Jak se plavkyně budou lišit v pohybu paží během záběru pod vodou?

Pohyb paží se v jednotlivých fázích záběru odlišoval. Největší rozdíl jsme zaznamenali v přípravné fázi záběru při zanoření ruky do vody. Kdy u A. N. vstupovala ruka do vody s téměř nataženou paží, zatímco u K. V. byla paže výrazně pokrčená v loketním kloubu a směřovala přes osu těla. Poté se rychlým pohybem ruky do strany, paže téměř narovnala a zaujala podobnou polohu, jaká byla u A. N.. Rozdílná poloha paže u K. V. byla nejspíš způsobena rychlým nekoordinovaným zasunutím ruky do vody.

Dále jsme zaznamenali rychlostní rozdíly v pohybu ruky během záběru pod vodou. U K. V. byla průměrná rychlost celého záběru vyšší než u A. N.. Záznam rychlosti ruky vypovídá o vyšším nasazení ruky K. V. hned po zanoření ruky do vody naopak u A. N. se rychlost ruky zvyšuje až na konci první části záběrové fáze.

V průběhu záběru jsme se také setkali s rozdíly v hloubce záběru, které vypovídají o odlišném pohybu paží u obou plavkyň. Zatímco se ruka K. V. hned na začátku přípravné fáze zanořila hlouběji, ruka A. N. zůstává blíže k hladině a využívá splývavých pohybů. V přechodné fázi je ruka K. V. ještě stále hlouběji. V závěru záběrové fáze (odtlačování) se hlouběji dostává ruka A. N., vzhledem k většímu rozpětí paží oproti K. V..

Odlišný pohyb paží je také ovlivněn rozdílným pokrčením v loketních kloubech během záběru pod vodou. Již zmiňovaný rozdíl na začátku přípravné fáze, kde byla paže K. V. pokrčená v loketním kloubu o 26° více než u A. N.. Menší rozdíly byly zaznamenány po celé délce záběru. Jeden z nich byl v záběrové fázi, kdy přechází ruka z přitahování do odtlačování. V tento okamžik

byl rozdíl 4°, o něž měla A. N. pokrčenou paží více a vedla tak ruku při pohybu vzhůru k hladině blíže k ose těla, zatímco ruka K. V. se pohybovala dále od osy těla. Nepochybně tu působili i další rozdílní činitelé, jako jsou rotační pohyby těla kolem podélné osy, které se na tento rozdíl v pohybu ruky také podílely.

VO2: Jak se plavkyně budou lišit v pohybu dolních končetin?

Podle získaných údajů, se pohyby dolních končetin u obou plavkyň odlišovaly především v zahájení kopu a v rychlosti zapojení nohou do znakového kopu. U A. N. jsme zaznamenali zahájení znakového kopu již ve fázi přenosu oproti K. V., která ho zahájila až na začátku přípravné fáze. Po celou dobu záběru si však K. V. udržovala mírný předstih před A. N. vyšší rychlostí nohy ve znakovém kopu. Naopak v pohybu nohou do stran je viditelné, že A. N. dosahuje vyšších hodnot ve vychýlení nohou oproti K. V..

Z těchto údajů vyplývá, že A. N. využívá pohyb dolních končetin především svými záběry v šikmých rovinách jako oporu pro rotační pohyby těla kolem podélné osy. Tyto rovnovážné pohyby jsou pro A. N. zásadní, neboť zaujímá po celou dobu záběru pod vodou vyšší náklon v bocích z 80 % a náklon v ose ramenní ze 45 % oproti K. V. Tyto výrazné rozdíly v rotačních pohybech těla (boky, ramena) mají vliv na polohu nohou a jejich míru přetáčení, které pomáhají udržovat rovnováhu při záběru pažemi.

U K. V. se domníváme, že její rychlé pohyby nohou v obou fázích záběru (sestupná, vzestupná fáze) a z již jmenovaných údajů, zastávají nohy spíše hnací funkci, která převládá nad rovnovážnou.

VO3: Jak se plavkyně budou odlišovat v souhře dolních a horních končetin?

Porovnání naměřených dat potvrzují, že rozdílné tělesné dispozice plavkyň mají vliv na samotné provedení znaku. Konkrétně se jedná o délku rozpětí paží, která je u obou plavkyň velmi rozdílná. U A. N., která má horní končetinu delší, jsme zaznamenali delší dráhu záběru, tím je i účinnost záběru větší oproti K. V..

ZÁVĚR

Cíl této diplomové práce: provést komparační analýzu techniky plaveckého způsobu znak u vybraných plavkyň pomocí metody SIMI Motion 3D, jsme splnili.

V první části této práce jsme se pokoušeli vytvořit teoretický základ o dané problematice, postupovali jsme následujícím způsobem. V první kapitole jsme stručně charakterizovali obecné pojmy týkající se plavání. V následující druhé a třetí kapitole se již zabýváme soustavu poznatků týkající se plaveckého způsobu znak, ve které věnujeme pozornost charakteristice znaku, historickému vývoji a technickému provedení jednotlivých komponent plaveckého způsobu znak, podle nichž jsme postupovali v druhé části této práce, ve které jsme porovnávali námi naměřená data.

Na základě zjištění tohoto měření, se může doporučit, aby výběr pro vhodné somatické dispozice pro tuto disciplínu inklinoval k vyšší postavě a delším končetinám. Dále nám získané údaje poukazují především na skutečnost, že plavec, který dosahuje výkonu správným provedením techniky znaku je schopen svůj výkon zlepšovat na základě rozvoje fyzických sil. Zatímco plavec, který upřednostňuje rozvoj fyzického fondu na úkor techniky, musí pro daný výkon vynaložit daleko většího úsilí, což je pro něj limitující.

Značným přínosem pro tuto diplomovou práci je využití nové technologie programu SIMI Motion 3D pro získání a zpracování materiálu, která sportu dává doslova třetí rozměr.

Při sestavování této práce, jsme se potýkali během měření s řadou technických obtíží. Nejobtížnější však bylo samotné zpracování naměřeného materiálu v programu SIMI Motion 3D, které jsme zvládli díky odborné pomoci.

Tato práce by měla svým obsahem oslovit především trenéry a studenty fakult se sportovním zaměřením, kteří mají zájem o nově poznatky týkající se rozboru plavecké techniky prostřednictvím programu SIMI Motion 3D, pro někoho možná neznámou metodou, jak získat potřebné materiály, které mohou pomoci trenérům a jejich svěřencům k dosažení lepších výsledků.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. **COLOMINA**., R. A. *Entrenamiento Técnico de Natación*. Madrid : Cultivalibros, 2010. 350 s. ISBN 9788499232553.

2. **COLWIN**, C. M. *Swimming into the 21st century*. Champaign : Human Kinetics, 1992. 255 s. il. ISBN 0-87322-456-6.

3. **COUNSILMAN,** J. E. *La natation de competition.* 1. vyd. Paříž ; Vigot, 1986. ISBN 2-7114-0913-9.

4. **COUNSILMAN**, J. E. *Závodní plavání.* 1. vyd. Praha : Olympia, 1973. 333 s.

5. **CZEBEOVÁ**, V. *Výživa v plavání* [online]. Brno, 2009. 48 s. Bakalářská práce. MU FSpS. Dostupné z WWW: <http://is.muni.cz/th/213668/fsps_b/>.

6. **DOVALIL**, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu.* Praha : Olympia, 2002. 336 s. ISBN 80-7033-760-5.

7. **DOVALIL,** J. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha : Olympia, 2009. 336 s. ISBN 978-80-7376-130-1.

8. **GRASGRUBE**R, P., **CACEK,** J. *Sportovní geny.* Brno : Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1873-3

9. **HAVLÍČKOVÁ**, L., et al. *Fyziologie tělesné zátěže. I., Obecná část*. Praha : Karolinum, 1999. 203 s. ISBN 80-7184-875-1.

10. **HOFER**, Z. et. al. *Technika plaveckých způsobů.* Dotisk 1. vyd. Praha : Karolinum, 2003. 100 s. ISBN 80-246-0169-9.

11. **MAGLISCHO**, E. W. *Swimming Fastest.* 1. vyd. Human Kinetics Publishers, 2003. 744 s. ISBN: 0-7360-3180-4.

12. **MOTYČKA**, J. et al. *Teorie plaveckých sportů*. 1. vyd. Brno : Masarykova Univerzita, 2001. 202 s. ISBN 80-210-2711-8.

13. **NAVARRO**, V. F. *Planificacion y control del entrenamiento en natacion*. Madrid : Tapa blanda, 2001. ISBN 9788480133302 .

14. **NEUMANN**, G., **PFUTZNER**, A., **HOTTENTROTT**, K. *Trénink pod kontrolou*. Praha : Grada Publishing, 2005. 184 s. ISBN: 80-247.0947-3.

15. **ROZTOČIL,** T., **ŠVEC,** J. *Technika a didaktika plavání.* Hradec Králové : Gaudeamus, 1998.

16. **SVOZIL**, Z. *Didaktika plavání pro 2. stupeň základní školy*. 1. vyd. Olomouc : rektorát Univerzity Palackého v Olomouci, 1992. 58 s. ISBN 80-7067-137-8.

internet

17. J., POKORNÁ. *Poloha, činnost dolních končetin.* [online]. červen 2006, Lekce č. 15, [cit. 2011-10-22]. Dostupný z WWW: http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:03x-CQVsIp8J:www.ftvs.cuni.cz/elstudovna/download.php %3Fdir %3D./obsah/plavjedna/doc %26soubor %3DLEKCE_c._16.doc+faze+zaberova+znak&hl=cs&gl=cz&pid=bl&srcid=ADGEEShwAqVxESA35P1a7K0sskU0NhoP-pbhnL18QMrkZD5RMlkSWi9ELe7aEO9ix9mviCGsz5K63M-lJh9zK2zWfkavxOhVdYJnKnchV86hPGWMOcVu4WVpE6iqDqjbHvnYQU04ZH0e&sig=AHIEtbTsjgHlfKGsF14FoHVw_gj4baYIPg>.

18. ***Metabolická adaptace na trénink*** [online]. Olomouc : FTK UP Olomouc, [cit. 2010-11-29].Dostupné z WWW: <http://www.upol.cz/fileadmin/user_upload/FTKokumenty/Stejskal/2metabolismus.ppt.

19. ***Soutěžní řád plavání*** [online]. 16 s. [cit. 2011-10-12]. Článek. Dostupný z WWW: <http://plavani.cstv.cz/Soubory/D2008_SR_PL.pdf>.

20. ***Sw 12 world records*** [online]. 2010 [cit. 2011-10-12]. Dostupné z WWW: <http://www.fina.org/H2O/index.php?option=com_content&view=article&id=289:sw-12-world-records&catid=82:swimming-rules&Itemid=184>.

RESUMÉ

Tato práce se zabývá komparační analýzou techniky plaveckého způsobu znak u vybraných plavkyň pomocí počítačového programu SIMI Motion 3D. Cílem je porovnání techniky znaku a vyhledání rozdílných prvků v technice znak u těchto dvou somatotypů. Komparaci plavkyň jsme provedli na snímcích a získaných datech z natáčení. Díky nimž jsme dospěli ke zjištění rozdílných technik u plavkyň. Ty se lišily především v trajektorii záběru pažemi a rychlosti provedení.

SUMMARY

This thesis deals with the comparative analysis of swimming techniques how to sign the swimmers selected by a computer program SIMI Motion 3D. The aim is to compare techniques and find the character of different elements in the technique of character for these physical types. We performed a comparison of the swimmer images and parameters obtained from the recording film. With whom we have come to identify with different techniques swimmer. They differed mainly in the trajectory of the arm stroke and the speed of execution.