

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2018

Štěpán Wagner

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Metodika měření náběhových rychlostí u skokanských
atletických disciplín**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Jan Feher

Vypracoval:

Štěpán Wagner

Praha, srpen 2018

Prohlašuji, že jsem závěrečnou (bakalářskou) práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

podpis bakaláře

Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval Mgr. Janu Feherovi za odborné vedení práce. Stejně tak za poskytnutí materiálů, cenných rad a připomínek, které mi pomohly při vypracování této bakalářské práce.

Abstrakt

Název: Metodika měření náběhových rychlostí u skokanských atletických disciplín

Cíle: Cílem práce je uvedení metodiky měření náběhových rychlostí pomocí radaru, kamery a fotobuňky. Dále pak srovnání jednotlivých přístrojů pro měření náběhových rychlostí (kamera, fotobuňky, radar) a uvedení jejich výhod či nevýhod. V neposlední řadě bude v práci definováno využití dat z měření pro trenérskou praxi.

Metody: Ve své práci jsem použil metodu analýzy dokumentů. Čerpal jsem především ze zahraničních publikací, ale také z domácí literatury. U zahraničních zdrojů se jednalo v první řadě o odborné články z časopisů nebo internetové publikace zaměřené na tematiku měření náběhových rychlostí a skokanské atletické disciplíny. Co se týká domácí literatury, tak zde šlo především o knihy s tematikou atletických skoků. Zjištěné informace byly poté využity při samotném experimentu a vyhodnocování dat.

Výsledky: Z výsledků je patrná rozdílnost jednotlivých přístrojů, kdy došlo k naměření rozdílných časů, které se lišily o 0,01–0,02 s. Rozdílnost je patrná i u metodiky měření a vyhodnocování dat. Podle kritérií trenérů bylo následně určeno, který přístroj je nejvhodnější za předem uvedených podmínek.

Klíčová slova: skok daleký, skok o tyči, trojskok, fotobuňka, radar, kamera, náběhová rychlost

Abstract

Title: Methodology of the measurement of the speed approach at jumping events

Objectives: The objective of this thesis is to provide the methodology of measuring the approach speed using a radar, a camera and a photocell. It also aims to compare the individual devices for measuring the approach speed (the camera, the photocell, the radar) and to state their advantages and disadvantages. Last but not least, the thesis will define usage of data from measuring for the purposes of coaching practice.

Methods: In my thesis I used the document analysis method. I used foreign publication as well as Czech literature as my sources. The foreign sources consisted mainly of specialized magazine articles or online publications focused on the topic of measuring the approach speed and the athletic event of jumping. As for the Czech literature, it comprised mainly of books about the athletic event of jumping. Gathered information was used during the experiment itself and during data assessment.

Results: The difference among the individual devices can be clearly seen from the results, the recorded times differed by 0,01–0,02 s. The difference is noticeable even in the methodology of measuring and in data assessment. At the end, it was determined according to the coaching criteria, which device is the most suitable in pre-started circumstances.

Keywords: long jump, pole vault, triple jump, photocell, radar, camera, approach speed

Obsah

1. Úvod	10
2. Teoretická část	11
2.1 Obecná charakteristika skokanských disciplín.....	11
2.2 Jednotlivé fáze skoku.....	12
2.2.1 Fázová struktura ve skoku dalekém (Vindušková a kol., 2003).....	12
2.2.2 Fázová struktura trojskoku.....	14
2.2.3 Fázová struktura skoku o tyči (Dostál, Velebil, 1991).....	14
2.3 Rozběh	15
2.3.1 Charakteristika rozběhu u skoku dalekého	15
2.3.2 Charakteristika rozběhu u trojskoku	17
2.3.3 Charakteristika rozběhu ve skoku o tyči.....	19
2.4 Měření náběhových rychlostí	22
2.4.1 Měření pomocí fotobuňky.....	22
2.4.2 Měření pomocí kamerového systému	24
2.4.3 Měření pomocí radaru	26
3. Cíle a úkoly práce.....	29
3.1 Cíle práce	29
3.2 Úkoly práce	29
3.3 Výzkumné otázky	29
4. Metodika práce	30
4.1 Charakteristika výzkumného souboru	30
4.2 Realizace výzkumu	30
4.3 Použité metody.....	32
4.4 Vyhodnocení výsledků	32
5. Výsledky a diskuze	35

5.1 Výsledné časy z jednotlivých měřících přístrojů	35
5.2 Srovnání jednotlivých měřících přístrojů	39
5.2.1 Kamerový systém	39
5.2.2 Radar	42
5.2.3 Fotobuňka.....	43
5.3 Shrnutí výsledků a doporučení pro trenéry	45
5.3.1 Doporučení pro trenéry.....	45
6. Závěr	47
Soupis použité literatury	48
Seznam použitých obrázků, tabulek a grafů.....	51
Přílohy.....	LIII

1. Úvod

Historie atletiky sahá až do období starověkého Řecka, kdy se stala hlavní náplní antických olympijských her. V roce 708 př. n. l. se poprvé na panhelénských hrách objevil pentathlón (pětiboj) složený z běhu, skoku dalekého, hodů diskem, hodů oštěpem a zápasu. Popularitu si atletika nejspíše získala díky své pohybové různorodosti a originalitě. Zahrnuje v sobě pohybové činnosti cyklické, acyklické či smíšené podle charakteru jednotlivých disciplín, a tak zajišťuje všestranný a harmonický rozvoj osobnosti. V jednotlivých atletických disciplínách se uplatňuje pohyb rovnoměrný, rovnoměrně zrychlený, přímočarý a rotační (hod diskem, vrh koulí). Atletický trénink lze provádět i v přírodních podmínkách, což zvyšuje dostupnost atletiky pro širokou veřejnost. Dnes jsou atletická cvičení součástí tréninku většiny sportů. Díky všem těmto vlastnostem si atletika vydobyla přezdívku královna sportu.

Novodobá historie atletiky je spojená se zakládáním prvních vysokoškolských amatérských sportovních klubů v druhé polovině 19. století. První kluby vznikaly v Anglii, například na univerzitách Oxford a Cambridge, které začaly pořádat první meziuniverzitní závody. S myšlenkou obnovení olympijských her začaly koncem 19. století vznikat první národní atletické federace. Mezinárodní asociace atletických federací (IAAF) byla založena roku 1912.

V této bakalářské práci se budu zabývat měřením náběhových rychlostí u skokanských atletických disciplín. Konkrétně se zaměřím na skok daleký, trojskok a skok o tyči. Náběhové rychlosti budu měřit pomocí fotobuňky, kamery a radaru. Následně výsledky z těchto tří měřicích přístrojů porovnám a popíši výhody a nevýhody. V neposlední řadě uvedu, jak lze naměřené hodnoty využít v trenéřské praxi. Vše zaznamenám do podrobných tabulek a grafů.

Toto téma jsem si vybral, protože jsem se atletice věnoval od svých dětských let. Dnes už ji provozuji pouze jako trenér dětí. Trénování mě velice baví, a proto bych rád přispěl svou prací ke zkvalitnění trenéřské práce. Toto téma je v dnešní technologické době velmi aktuální. Trenéři se bez moderních technologií prakticky neobejdou. Poznatky vysledované z kamerového záznamu, fotobuňky, radaru a dalších přístrojů mají často rozhodující vliv na finální výsledek v dané atletické disciplíně.

2. Teoretická část

2.1 Obecná charakteristika skokanských disciplín

Skokanské disciplíny jsou atletické disciplíny zahrnující trojskok, skok do dálky, skok vysoký a skok o tyči. Atletickým úkolem je překonat z rozběhu odrazem co největší vzdálenost. U horizontálních skoků se vzdálenost skoku měří od přesně stanovené hranice, ve skocích vertikálních jde o vzdálenost od povrchu odrazistě po úroveň laťky. Ve skoku do dálky a do výšky skokan překonává vzdálenost a výšku jedním odrazem. V trojskoku využívá tři odrazy a při skoku o tyči využívá jeden odraz za použití speciální tyče. Z fyziologického hlediska jsou horizontální i vertikální skoky charakteristické vysokou intenzitou zatížení po krátkou dobu a anaerobním energetickým krytím. Výsledný výkon je závislý na rychlosti rozběhu, úhlu vzletu při odrazu a na technice skoku (způsobu letu). Z hlediska biomechanického jde u skoků o maximální rychlost vzletu těžiště skokana. U skoku do dálky a trojskoku jde konkrétně o dynamickou stabilitu skokana za letu a optimální rotační impuls. Ve skoku o tyči a do výšky jde o co největší výšku těžiště skokana při odrazu a činnost skokana při přechodu laťky a doskoku. (Jirka, Popper a kol., 1990).

Atletické skoky jsou v rámci sportovního odvětví velice specifickou formou odvěké snahy člověka testovat hranice svých schopností. Úkoly typu skočit co nejdál či nejvýš odpovídají mládí a hravosti, soutěživosti a pohybu. Skoky jsou oblíbené také díky skutečnosti stejných podmínek pro všechny a objektivního měření výkonu. Výjimečně talentovaní jedinci s mimořádnými předpoklady pro tuto aktivitu pak pokračují ve sportovní kariéře a uspokojují své snahy být nejlepší, slavní a obdivovaní. V dnešní době sportují stále častěji pro peníze (Velebil a kol., 2002).

Skokanské atletické disciplíny jsou velmi specializovanou sportovní činností. V minulosti se skoky pěstovaly spíše jako druh zábavy, postupně se pak do popředí dostávala jejich soutěžní forma. Dnes jsou jak sportovní disciplínou, tak zdrojem zábavy. A také zdrojem popularity a vysokých finančních příjmů pro vyvolené. Pravidelným tréninkem získává atlet uspokojení z výkonu v rekreační i vrcholové atletice. Vynikajících výkonů dosahovali atleti nejrůznějšími způsoby. Nejčastěji však vycházeli z předchozích zkušeností, které se snažili dále zdokonalovat. Znalost hlavních tréninkových prostředků a zásad plánování přípravy, evidence a kontrola trénovanosti, příklady tréninků těch nejlepších jsou nezbytné, ale dnes už nestačí. V dnešním pojetí

plynoucím z touhy po zlepšení výkonu musí být vše v souladu s poznatky z psychologie, pedagogiky, fyziologie, biomechaniky, teorie sportovního tréninku a dalších oborů, které posouvají výkonnost skokanů dál. Stále propracovanější tréninkové systémy jsou založeny na poznání a využití jak vrozených, většinou tedy neměnných a stabilních struktur individuality každého skokana, tak na rozvoji sociálních rolí, pohybových schopností a funkcí. To vše je možné ovlivnit výchovou a tréninkem (Velebil a kol., 2002).

Jeřábek (2008) dělí skoky na:

Horizontální – skok daleký a trojskok; u těchto disciplín jde o dosažení maximální horizontální vzdálenosti po odrazu, která se měří kolmo od odrazového prkna k nejbližší stopě v doskočišti

Vertikální – skok o tyči a skok vysoký; u těchto disciplín se jedná o překonání co nejvyšší nastavené vertikální výšky; závodník překonává nastavenou výšku

2.2 Jednotlivé fáze skoku

2.2.1 Fázová struktura ve skoku dalekém (Vindušková a kol., 2003)

Rozběh

Technika rozběhu se vyznačuje stupňovaným během s vysokým zvedáním kolen. Rytmizace posledních kroků, zrychlování až do odrazu, téměř vzpřímené a vysoké držení těla.

Odras

Cílem odrazu je dosažení maximální vzletové rychlosti pod optimálním úhlem. Důležité je aktivní zahrábnutí do odrazu, snaha o skoro nataženou odrazovou nohu při odrazu. Poté dochází k aktivnímu nasazení švihů – švihová noha jde ostrým kolenem vzhůru vpřed. Následuje zastavení švihů – koleno je ve výši boků, protilehlá paže směřuje švihem vzhůru vpřed a k zastavení švihů dochází, když je loket v úrovni očí. V okamžiku vzletu dochází k úplnému natažení v hlezenním, kolenním a kyčelním kloubu.

Odras má dle Dostála a Velebila (1991) dvě fáze:

Amortizační – dochází ke ztracení horizontální rychlosti

Akcelerační – dochází k získávání vertikální rychlosti

Let

Cílem je udržení rovnováhy za letu a příprava optimální polohy pro doskok. Po odrazu dochází k podržení odrazového náponu, protlačování boků vzhůru a vpřed. Následují klidné, rytmické pohyby nohou a paží. Nohy jsou při pohybu vzad natažené a při pohybu vpřed pokrčené, trup je v mírném záklonu. Před doskokem směřují nohy do přednožení, trup je v předklonu a paže jdou švihem vzad, dolů.

Doskok

Cílem je zamezení pádu vzad nebo přepadnutí vpřed. Po kontaktu s doskočištěm švihá skokan pažemi vpřed, rychle pokrčí kolena, protlačí boky vpřed nebo vysedne stranou.

2.2.2 Fázová struktura trojskoku

Tabulka 1: Popis jednotlivých fází trojskoku (Vindušková a kol, 2003, s. 194)

	Cíl	Popis
Rozběh	Dosažení maximálně možné rozběhové rychlosti. Příprava na odraz.	Stupňovaný běh s vysokým vedením kolen. Zvýšení frekvence kroků při vzpřímeném držení trupu, zrychlování rozběhu až do odrazu.
Poskok	Snaha o provedení nízkého poskoku. Rovnováha za letu. Předpětí pro odraz do kroku.	Rychlý plochý odraz se zdůrazněním odrazu vpřed, střídavá nebo soupažná práce paží. Švih ostrým kolenem, potom spuštění švihovky a pohyb nataženou vzad, podtažení sbalené odrazovky. Aktivní dokrok dolů vzad na téměř nataženou dolní končetinu.
Krok	Snaha o provedení dlouhého kroku. Rovnováha za letu. Předpětí pro odraz do skoku.	Odraz aktivním zahrábnutím vzad, se zdůrazněním extenze v kyčelním kloubu. Soupažný švih, podržení švihovky, vzpřímené držení trupu. Nápřah pro odraz, aktivní dokrok na téměř nataženou nohu.
Skok	Snaha o provedení co nejdelšího skoku. Zvětšení úhlu vzletu těžiště. Vzpřímené držení trupu za letu. Příprava pro doskok.	Podržení vzpřímenějšího postavení na odraze. Podržení odrazového náponu, protlačování boků vzhůru a vpřed, klidné, rytmické pohyby nohou a paží, nohy jsou při pohybu vzad natažené při pohybu vpřed pokrčené, lehký záklon trupu. Před doskokem nohy do přednožení a předklon trupu doprovázený pohybem paží dolů, vzad.
Doskok	Zamezení pádu vzad nebo přepadnutí vpřed.	Po kontaktu s doskočištěm švih pažemi vpřed, rychlé pokrčení kolen, protlačení boků vpřed nebo vylednutí stranou.

2.2.3 Fázová struktura skoku o tyči (Dostál, Velebil, 1991)

Rozběh

Úkolem rozběhu je vyvinout vysokou horizontální rychlost (nejlepší skokani přes 9 m/s). Délka se pohybuje kolem 35–45 m u dospělých a 8–12 m u začátečníků.

Šířka úchopu tyče je cca 50 cm, výšku úchopu určuje vzdálenost horní paže od konce

tyče a závisí na antropometrických parametrech, technické připravenosti skokana a rychlosti náběhu. V začátku rozběhu směřuje tyč vpřed a vzhůru a poté se v průběhu rozběhu konec tyče spouští směrem k zasouvací skřínce. Rychlost vzrůstá celým rozběhem až k odrazu. Zasunutí tyče se provádí nejčastěji v rytmu tří posledních kroků před odrazem.

Odráz

Skokan se odráží rychle (0,10–0,12 s) s využitím švihové práce neodrazové nohy. Místo odrazu by mělo být ideálně pod místem úchopu, případně o něco blíže k zasouvací skřínce. Pro úspěšný průběh skoku je důležité, aby v okamžiku odrazu konec tyče narazil na zadní stěnu zasouvací skříňky a současně byla horní paže napjata ve vzpažení.

Vlastní skok (fáze na tyči a přechod laťky)

Energie, kterou skokan získal rozběhem, se v průběhu odrazu a následného vyvěšení („jízdy“) přenáší do tyče. Následně dochází k plynulému ohybu tyče a soustava tyče se skokanem se pohybuje vpřed. V maximálním ohybu tyče je důležitá aktivní poloha skokana v tzv. sbalení, kdy je pánev na úrovni ramen. V průběhu napřimování tyče se dostává skokan přes „L“ polohu do polohy „I“ ve svisu střemhlav. V okamžiku, kdy je tyč ve svislé poloze, zahajuje rychlý přítrh s obratem, odtlačení a odrazem od tyče.

Dopad

Hlavním úkolem dopadu je bezpečné přistání na záda do středu dopadiště. Je nutné vyhýbat se nekoordinovaným doskokům na nohy a na okraje doskočiště.

2.3 Rozběh

Podle Vinduškové a kol. (2003) je cílem rozběhu dosažení co nejvyšší rozběhové rychlosti. Jedná se o přípravu na optimální provedení odrazu. Technika rozběhu se vyznačuje stupňovaným během s vysokým zvedáním kolen. Důraz klade na rytmizaci posledních kroků, zrychlování až do odrazu a téměř vzpřímené a vysoké držení těla.

2.3.1 Charakteristika rozběhu u skoku dalekého

Výkon ve skoku dalekém závisí především na efektivitě rozběhu, který je hluboce ovlivněn délkou, počtem kroků a rychlostním rozvojem skokana (Panoutsakopoulos a kol., 2015).

Délka

Délka rozběhu by měla být mezi 12–19 kroky. Vzdálenost ovlivňují zkušenosti skokana, technika sprinterského běhu a kondice. Čím delší je rozběh, tím náročnější je udržení stálého krokového rytmu. Proto nezkušení atleti využívají kratšího 12krokového rozběhu a zkušenější 14, eventuelně 18krokového rozběhu (Tellez, 2000). Toto potvrzuje Guthrie (2003), který uvádí, že ideální je pro začátek užít 13–15krokový rytmus a ten postupně zvyšovat v závislosti na skokanově vyspělosti.

Jacoby a Fraley (1995) uvádějí, že vrcholový skokané dosahují optimální rychlosti mezi 20–22 kroky. Méně zkušené atleti podle nich dosahují maximální rychlosti mezi 16–18 kroky. Nejdůležitější je, aby skokan získal maximální náběhovou rychlost před odrazovým břevnem.

Weidner (1989) uvádí poněkud delší variantu rozběhu. Konkrétně 42–46 metrů pro muže a 37–43 metrů pro ženy.

Zkušenosti ukázaly, že u rozběhu kolem 50 metrů již nedokáže závodník svůj rozběh vystupňovat. Nemá tak na odrazové desce odpovídající rychlost a dynamiku (Marek, 2010).

Pro stanovení přesného rozběhu používají skokani kontrolní značky, které slouží k automatizaci a vytváření podmíněno-reflexních nervových spojení v rozběhu. Skokani obvykle používají 1–2 kontrolní značky. Na kontrolní značku dokračuje odrazová noha. Pokud je pouze jedna značka, umísťuje se na začátek závěrečné části rozběhu, tj. ve vzdálenosti 6 kroků před odrazem. Druhá kontrolní značka je zpravidla na konci úvodní fáze rozběhu, po 6–8 krocích (Šimonek, 1976).

Rychlost

Rozběhová vzdálenost by měla umožnit skokanovi získat maximální náběhovou rychlost umožňující úspěšný odraz (Tellez, 2000).

Pro náběhovou rychlost je určující průměrná rychlost skokana v posledních pěti metrech před odrazem. Nejlepší skokani dosahují rychlosti 10–11 m/s, skokanky pak 9–10 m/s. Náběhovou rychlost využívají dobře závodníci, kteří technicky zvládli v dané rychlosti odraz. Začátek rozběhu (6 kroků) je velmi důležitý, v něm je možné udělat nejvíce nepřesností. Ve střední části (4–10 kroků) skokan stupňuje rychlost běhu. Závěrečná část (3–6 kroků) je nejobtížnější, v ní se skokan připravuje na odraz. Ve spojení rozběhu

s odrazem je důležité, aby skokan v průběhu třetího a druhého kroku před odrazem snížil těžiště těla a udržel ho ve stejné výšce i v posledním kroku (Dostál, Velebil, 1991).

Tabulka 2 podporuje tvrzení Velebila, že nejlepší skokani dosahují náběhové rychlosti okolo 10–11 m/s. Můžeme vidět, že nejlepších historických výkonů dosáhli skokani, kteří atakovali hranici 11 m/s. Powell – 11 m/s při výkonu 8,95 m a Lewis – 11,06 m/s při výkonu 8,91 m (Fukasiro, Wakayama, 1992).

Tabulka 2: Kinematické údaje Beamona (Mexico City 1968), Powella a Lewisse (Seoul 1988 a Tokyo 1991) (Fukasiro, Wakayama, 1992)

<i>Atlet</i>	Beamon	Powell	Powell	Lewis	Lewis
<i>Soutěž</i>	OH 1968	MS 1991	OH 1988	MS 1991	OH 1988
<i>Výška (cm)</i>	190	188	188	188	188
<i>Váha (kg)</i>	75	77	77	79	79
<i>Výkon (m)</i>	8,90 (WR)	8,95 (WR)	8,49	8,91 (w)	8,72
<i>Vítr (m/s)</i>	2,0	0,3	1,8	2,91	-0,2
<i>Náběhová rychlost(m/s)</i>	10,99	11,00	10,60	11,00	11,00
<i>Úhel vzletu těžiště (stupně)</i>	24,0	23,1	17,9	18,3	20,8

¹

2.3.2 Charakteristika rozběhu u trojskoku

Rozběhem se snaží trojskokan získat maximální náběhovou rychlost. Rychlost musí odpovídat úrovni trojskokanské techniky.

Skokan stupňuje rychlost rozběhu až k odrazovému břevnu. Lze říci, že se jedná spíše o subjektivní pocit, protože největší nárůst rychlosti je v první čtvrtině až třetině rozběhu. Podstatné však je, že před odrazem rychlost nemá klesnout.

Ke konci rozběhu lze u většiny trojskokanů sledovat určité rytmické změny běhu, které mohou být zřetelné i při pouhém vizuálním pozorování. Někdy se projeví pouze změnou délky kroků. Změny rytmu jsou způsobeny převážně rozdílnou délkou posledních 3–5 kroků před odrazovým břevnem. Kroky z neodrazové nohy jsou zkrácené. Především poslední krok je při správné technice kratší o 10–20 cm než předposlední (Pařík, 2006).

¹ Přeloženo autorem práce.

Start

Rozběh začínají trojskokani buď z místa anebo z pohybu. Při prvním způsobu vybíhá skokan od značky z místa z vysokého startu. Při druhém způsobu využívá letmý start, tj. ke značce označující začátek rozběhu provede několik kroků anebo rozběh. Oba způsoby mají své uplatnění v praxi (Šimonek, 1976).

Začínající trojskokani často používají kontrolní značky ve druhé části rozběhu. Jakmile získají více zkušeností, používají pouze značku označující začátek rozběhu (Hayes, 2000).

Délka

Hayes (2000) uvádí, že délka rozběhu musí být natolik dlouhá, aby umožnila skokanovi akcelarovat k rychlosti blížící se jeho maximální. Doporučuje délku rozběhu mezi 30–40 m. Zároveň dodává, že začínající trojskokani by měli volit délku rozběhu přibližně 30 m a poté s přibývajícím zkušenostmi rozběh prodlužovat.

Délku rozběhu ovlivňuje vzdálenost, kterou potřebuje skokan na to, aby plynule a uvolněně dosáhl optimální rychlosti, kterou vzhledem k úrovni technické připravenosti dokáže plně využít. V praxi se ukazuje, že nejracionálnější počet kroků je 18–20, což představuje 35–42 m (Šimonek, 1976).

Podle Velebila (2002) se délka rozběhu zvětšuje podle rozvoje silových schopností skokana. Atleti ve věku 13–14 let jsou připraveni na 9–10krokový rozběh. 12–14 kroků se doporučuje pro 15–16leté a 15–16 kroků pro 17–18leté sportovce.

Rychlost

Podle Kinga (1996) je rychlost v trojskoku rozhodující pro následující tři skoky trojskoku. Lze říci, že vyšší rychlost generuje delší skoky. Každým dalším odrazem se rychlost vygenerovaná rozběhem sráží až o 10 % oproti předchozímu skoku.

Z tabulky 3 podle Veselého (2011) vyplývá, že průměrná horizontální rychlost finalistů MS (Mistrovství světa) 2009 byla 10,14 m/s a průměrný výkon byl 17,28 m. Zároveň lze vypořádat, že Idowu, který vyhrál s výkonem 17,73 m, měl zároveň nejvyšší náběhovou rychlost – cca 10,50 m/s. To podporuje myšlenku, že rychlejší náběhová rychlost generuje vyšší výsledný výkon. Musíme však zdůraznit, že skokan musí mít dobře zvládnutou techniku, aby dokázal z vysoké rychlosti zvládnout odraz a let.

Portnoy (1997) uvádí, že Jonathan Edwards při jeho světovém rekordu (18,29 m) dosáhl

v posledních pěti metrech před odrazovým břevnem náběhové rychlosti 11,9 m/s.

Tabulka 3: Náběhové rychlosti finalistů na MS 2009 (Veselý, 2011)

pořadí	jméno	výkon	horizontální rychlost [m/s]				
			11 - 6 m	6 - 1 m	poskok	krok	skok
1	P. Idowu	17,73	10,47	10,52	9,72	8,48	7,01
2	N. Evora	17,55	10,10	10,13	9,19	8,25	6,50
3	A. Copello	17,36	9,99	10,01	9,49	8,27	6,93
4	L. Sands	17,32	10,25	10,14	9,53	8,52	7,26
5	A. Girat	17,26	9,86	9,88	9,14	8,15	7,06
6	Y. Li	17,23	9,89	9,99	9,18	8,15	6,94
7	I. Spasovkhodskiy	16,91	10,06	10,09	9,35	8,24	7,11
8	J. Gregorio	16,89	10,42	10,36	9,42	8,28	7,11
-	průměr	17,28	10,13	10,14	9,38	8,29	6,99

2.3.3 Charakteristika rozběhu ve skoku o tyči

Skok o tyči vyžaduje, aby skokan čistě přeskočil vysokou laťku pomocí ohebné skokanské tyče. Za účelem dosažení správného odrazu a co nejlepšího a úspěšně provedeného skoku musí atlet splnit řadu náročných požadavků. Patří mezi ně souběžné dosažení vysoké náběhové rychlosti se správným zasunutím tyče do boxu a dosažení technicky správné polohy při odrazu (Needham a kol., 2018).

Základem výkonu ve skoku o tyči je správný rozběh. Každý skokan má svůj specifický rozběh daný délkou a technikou, ale všichni skokani musí dosáhnout stejného cíle. Musí zajistit přesnost při odrazu, konzistenci pohybových vzorců v průběhu rozběhu a maximální kontrolovanou rychlost (Risk, 2000).

Start

Kruber a Adamczewski (1995) uvádějí, že většina skokanů v rámci MS ve Stuttgartu roku 1994 začínala svůj rozběh z místa. Následně akcelerovali rychlými dynamickými kroky.

Guthrie (2003) doporučuje začít rozběh čtyřmi kroky skládající se z kroku s náklonem trupu vzad a odrazovou nohou vpřed následovaný čtyřmi kroky. Někteří skokani dle jeho názoru preferují před zahájením rozběhu několik pomalých kroků nebo poskok. Zároveň doporučuje použít značky pro vyznačení startovní pozice, pozice 4 kroky před odrazem a pozice odrazu.

Délka

Podle Riska (2000) nevede krátký rozběh k zajištění dostatečné akcelerace. Zároveň dodává, že příliš dlouhý rozběh má za důsledek deceleraci. Důsledkem příliš dlouhého rozběhu může být také únava, která skokanovi nedovolí absolvovat všechny pokusy v maximální intenzitě.

Průzkumy dnešních vrcholových tyčkařů ukazují, že průměrná délka jejich rozběhu se pohybuje okolo 42–46 m, tedy průměrně 18–20 kroků. Tato délka poskytuje prostor pro optimální využití běžeckých schopností skokana a umožňuje hladké zrychlení (viz tabulka 4) (Petrov, 2004).

Nikonov (2000) rozděluje délku rozběhu u žen do tří kategorií:

Krátký – 10–12 kroků (15–18 m)

Střední – 14–6 kroků (21–24 m)

Dlouhý – 18–20 kroků (27–30 m)

Každá z těchto tří variant reprezentuje stádium rozvoje techniky skoku o tyči během přípravného procesu. Umožňuje, aby skokanka dosáhla maximální, ale kontrolované rychlosti. Varianty rozběhu odpovídají vývojové fázi atletky a odráží její úroveň techniky. Výkon 13,4–13,2 s na 100metrové trati odpovídá krátkému rozběhu. 13,2–13,0 s se rovná střednímu rozběhu a čas pod 12,8 s dlouhému rozběhu. Nikonov zároveň dodává, že skokanky o tyči by neměly prodlužovat svůj rozběh dříve, než dosáhnou požadované sprinterské připravenosti.

Tabulka 4: Korelace mezi délkou kroku a dalšími technickými parametry skoku o tyči (Petrov, 2004)

Výkon na 100 m (s)	Počet kroků	Horizontální rychlost v posledních 5 m (m/s)	Výška úchopu	Ukazatel výkonnosti (kj)	Výsledný výkon (m)
10,2–10,5	20–22	9,8–10,0	5,15–5,20	120–125	6,15–6,25
10,6–10,9	18–20	9,6–9,7	5,05–5,10	105–115	5,90–6,05
11,0–11,4	16–18	9,2–9,4	4,85–4,95	85–95	5,50–5,70
11,5–12,0	14–16	8,8–9,0	4,70–4,80	70–80	5,20–5,40
12,1–12,5	12–14	8,3–8,4	4,50–4,65	50–65	4,80–5,10
12,6–12,9	10–12	8,0–8,1	4,25–4,40	25–40	4,30–4,60
13,0–13,5	10	7,5–7,6	4,00–4,20	10–20	4,00–4,20

Rychlost

Linthorne a Weetman (2012) uvádějí, že ze všech faktorů, které ovlivňují výkon ve skoku o tyči, je nejdůležitější právě náběhová rychlost. Optimální je podle nich běžet co možná nejrychleji. Zároveň dodávají, že při zvýšení náběhové rychlosti o 1 m/s se zvyšuje výška skoku cca o 0,5 m.

McGinnis (2000) konstatuje, že vysoká náběhová rychlost dodává skokanovi potřebnou energii při zahájení odrazu. Zároveň dodává, že vrcholový skokani dosahují v posledních 5 metrech jejich rozběhu rychlosti překračující 9,0 m/s. V neposlední řadě poukazuje na důležitý vztah mezi výškou laťky a náběhovou rychlostí.

Jacoby a Fraley (1995) odkazují ve své knize na studii PhDr. Petra McGinnise (1991), který se zaměřil na náběhovou rychlost mezi 10–5 m před zasouvací skříňkou. Následně uvedl minimální rozběhové rychlosti nutné k překonání následujících výšek: 5,50 m = 8,7 m/s; 5,80 m = 9,1 m/s. Studie také prezentuje náběhovou rychlost Sergeje Bubky, která se pohybovala mezi 9,6–9,9 m/s.

U vrcholových skokanů o tyči dosahuje náběhová rychlost hodnot 9,0–9,5 s (Šimonek, 1976).

Z tabulky 5, která ukazuje náběhové rychlosti finalistů na MS v Helsinkách roku 2005, si můžeme všimnout, že rychlosti všech finalistů se pohybovaly v průměru okolo 9 m/s. Zároveň lze z tabulky vyčíst, že u žádného z finalistů nedošlo k poklesu rychlosti, ale k zrychlení. Například Walker měl mezi 16–11 m rychlost 9,16 m/s a od 11–6 m rychlost 9,26 m/s.

Tabulka 5: *Náběhové rychlosti finalistů MS Helsinky 2005 mezi 16–11 m (V16–11m) a 11–6 m (V11–6 m) (Schade a kol, 2005)*

Jméno	Výška laťky	Pokus	V16–11 m (m/s)	V 11–6 m (m/s)	Rozdíl (m/s)
Blom	5,80	1o	9,01	9,04	0,03
Walker	5,75	2o	9,16	9,26	0,10
Gerasimov	5,65	2o	8,77	8,96	0,19
Pavlov	5,65	3o	8,90	8,94	0,05
Gibilisco	5,50	1o	9,11	9,23	0,12
Hysong	5,50	1o	8,99	9,16	0,16
Sawano	5,50	1o	9,09	9,21	0,12
Kristianson	5,50	3o	9,38	9,43	0,05
Rans	5,35	1o	8,61	8,91	0,31

2

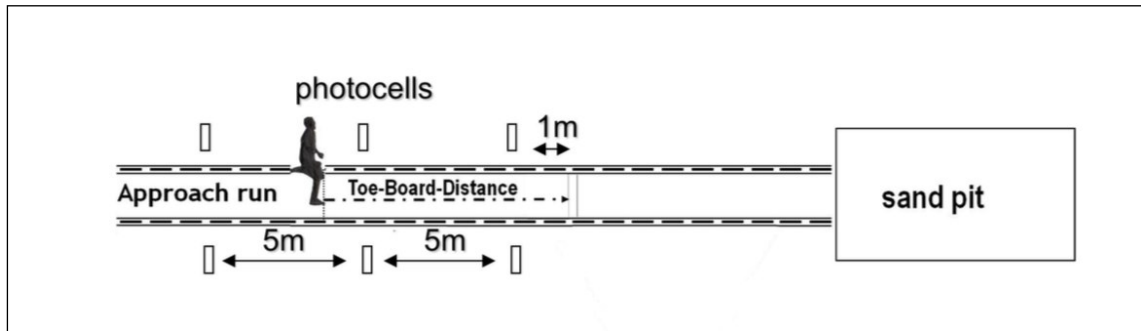
2.4 Měření náběhových rychlostí

Náběhové rychlosti lze u atletických skokanských disciplín měřit několika způsoby. V dnešní době se nejčastěji používá měření pomocí fotobuňky, kamery a radaru. Každý ze způsobů má své výhody a nevýhody. V další části své práce se pokusím rozebrat metodiku měření a v praktické části následně výhody, nevýhody a doporučení pro trenérskou praxi.

2.4.1 Měření pomocí fotobuňky

Panoutsakopoulos a kol. (2016) ve své studii prezentuje schéma (obrázek 1) a postup měření pomocí fotobuňky u trojskoku. Pro své měření použil 3 páry fotobuněk (Brower Timing Systems, Draper, UT, USA). Fotobuňky byly umístěny 11 m, 6 m a 1 m před odrazovým břevnem na stativu ve výšce 1 m a ve vzdálenosti 1 m od rozběžiště. Ze zaznamenaných časů pokrývající úseky 11–6 m, 6–1 m a 11–1 m byla získána konečná náběhová rychlost. Následně byla určena průměrná rozběhová rychlost pro jednotlivé úseky u všech pokusů. Tímto způsobem bylo otestováno 12 trojskokanů (osobní rekord $16,51 \pm 0,81$ m) a 12 trojskokanek (osobní rekord $13,34 \pm 0,84$ m) na Mistrovství Evropy družstev (Heraklion, Řecko, 20. – 21. 6. 2005).

² Přeloženo autorem práce.



Obrázek 1: Schéma umístění fotobuněk pro získávání dat

Jiný způsob měření popisuje Miladinov (2006), který se zaměřil na měření rychlosti v posledních dvou krocích rozběhu ve skoku dalekém. Pro svou studii použil 3 páry fotobuněk umístěných v intervalech 2 m za účelem detailnějšího zachycení náběhové rychlosti (viz obrázek 2). Tímto způsobem bylo analyzováno 62 skoků, které prováděli jedinci s různými skokanskými schopnostmi. Následně došlo k porovnání s videozáznamy a kinogramy nejlepších světových skokanů.



Obrázek 2: Schéma měření náběhové rychlosti v posledních dvou krocích před odrazem (Miladinov, 2006)

V dnešní době jde o co nejpřesnější zachycení náběhové rychlosti, a proto se i měření pomocí fotobuněk stává náročnější metodou. Příkladem může být OPTO - TRACK technologie, kterou popisují ve své studii *Stálost a variabilita kinematických parametrů v trojskoku* Čoh, Štuhec a Vertič (2011). Pomocí této metody se kromě náběhové rychlosti měří i další parametry, např. oporová a letová fáze jednotlivých kroků v průběhu rozběhu a 3kroková fáze (poskok, krok a skok) před odrazem. Základní součásti měřicího systému jsou vzájemně propojené tyče o rozměrech 100 cm x 4 cm x 3 cm s vestavěnými optickými čidly a PC program pro zaznamenání a analýzu dat. Každá tyč obsahuje 32 senzorů – fotobuněk, které jsou umístěny po každých 4 cm ve výšce 0,2 cm nad povrchem země (viz obrázek 3). Celková délka vzájemně propojených tyčí pro tuto studii činila 20

m. Tyče měřicího systému byly umístěny po obou stranách rozběžiště (šířka – 1,22 m). Dalším měřicím přístrojem byly infračervené fotobuňky (Brower – Timing System), které zjišťovaly náběhovou rychlost na úsecích mezi 11–6 m a 6–1 m. Subjektem měření byla Slovinská skokanka Marija Šestaková s osobním rekordem 15,03 m. Marija provedla celkem šest pokusů a následně se zanalyzovaly dva nejdelší pokusy.

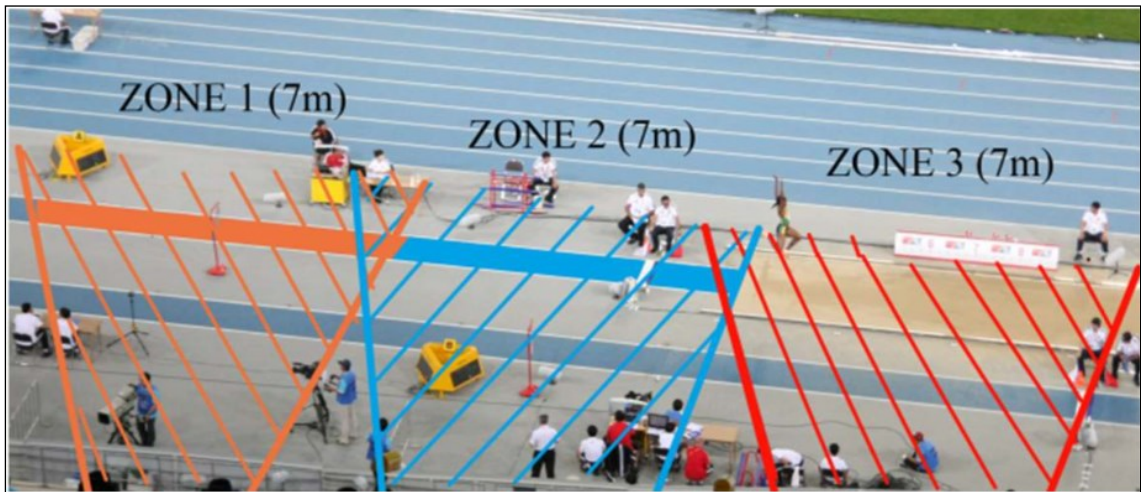


Obrázek 3: *Postup měření pomocí technologie OPTO – TRACK a fotobuněk Brower Timing System (Čoh, Štuhec a Vertič, 2011)*

2.4.2 Měření pomocí kamerového systému

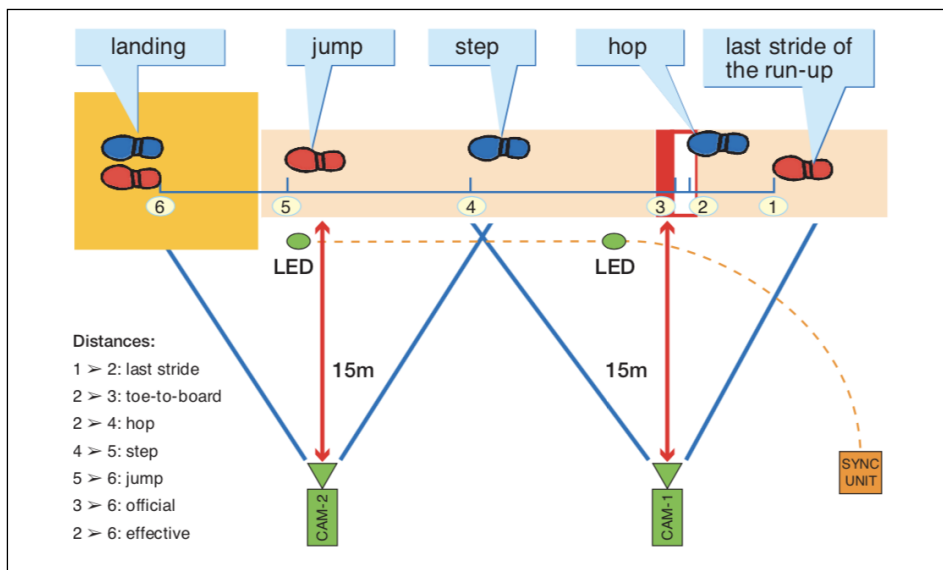
Podrobný popis měření pomocí kamerového systému ukazuje biomechanická analýza z MS v Daegu 2011, kterou provedla IAAF (2011). Příkladem může být např. skok daleký. Pro měření ve skoku dalekém použili organizátoři 7 digitálních kamer (Sony vx2100, Sony Fx, JPN, 60 snímků/s), které umístily na stativy ve vzdálenosti 20 m od rozběžiště. Zároveň bylo nutné zajistit ochranu kamer před diváky, čehož organizátoři docílili umístěním výstražných čar. Rozběžiště bylo rozděleno na 3 zóny po 7 m (viz obrázek 4). V každé zóně byly umístěny 2 kamery. Poslední kamera byla použita k záznamu celé plochy kvůli ověření průběhu soutěže. Postavení kamer bylo identické s měřením z MS 2009 v Berlíně. Před začátkem soutěže bylo nutné provést kalibraci třech kontrolních objektů (2 m x 1 m x 1 m), které pokrývaly jednotlivé zóny (7 m). V každé ze zón musel být proveden stejný proces kalibrace, který spočíval především v nalezení

kontrolních bodů.



Obrázek 4: Rozdělení do 3 zón pro kamerový záznam ve skoku dalekém (IAAF, 2011)

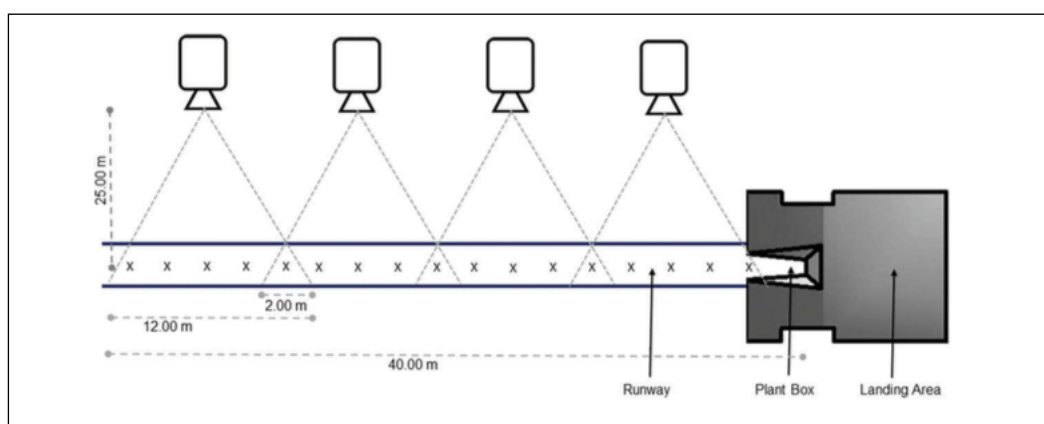
Panoutsakopoulos a Kollias (2008) prezentují měření pomocí kamery na příkladu trojskoku. Měření probíhalo v rámci Evropského atletického mítinku v Soluni 2008, kterého se zúčastnilo 10 žen. Pro analýzu byly použity 2 digitální videokamery JVC GR-DVL 9600EG (Victor Co., Japan) snímající 100 snímků/s. Kamery byly umístěny 15 m od levé strany rozběžiště ve výšce 1,15 m kolmo na rovinu pohybu. První kamera snímala poslední krok rozběhu a poskok, zatímco druhá nahrávala krok a oporovou fázi skoku. Synchronizace kamer bylo dosaženo pomocí dvou současně osvětlených diod (LED, frekvence 10 Hz) umístěných v zorném poli každé kamery (viz obrázek 5).



Obrázek 5: Umístění kamer, diod a rozdělení zón snímání (Panoutsakopoulos, Kollias, 2008)

Needham a kol. (2018) se ve své studii o skoku o tyči zabývají měřením rozběhové fáze

pomocí kamerového systému. Sběr dat proběhl v kryté atletické hale v rámci jednoho dne. Měření se zúčastnilo 11 mužů (ve věku 21 let \pm 4 roky) a 3 ženy (věk 17 let \pm 4 roky). Výkonnostní úroveň účastníků byla porovnána se současným světovým rekordem. Nejlepší mužské výkony se pohybovaly mezi 70–90 % světového rekordu, zatímco ženské byly mezi 65–80 % světového rekordu. Data byla shromážděna za použití čtyř HDV kamer (typ HVR – Z5E, Sony) umístěných kolmo na rozběžiště ve vzdálenosti 25 m (viz obrázek 6). Frekvence byla stanovena na 200 Hz s rychlostí závěrky 1/425 s otevřenou clonou. Kalibrace byla provedena použitím objektu, který byl umístěn podél středu rozběžiště a vytvořil tak prostor o rozměrech 40 x 3 m. Pro kontrolu přesnosti měření byla provedena další kalibrace na druhý objekt, který sestával ze značek o předem určené vzdálenosti.

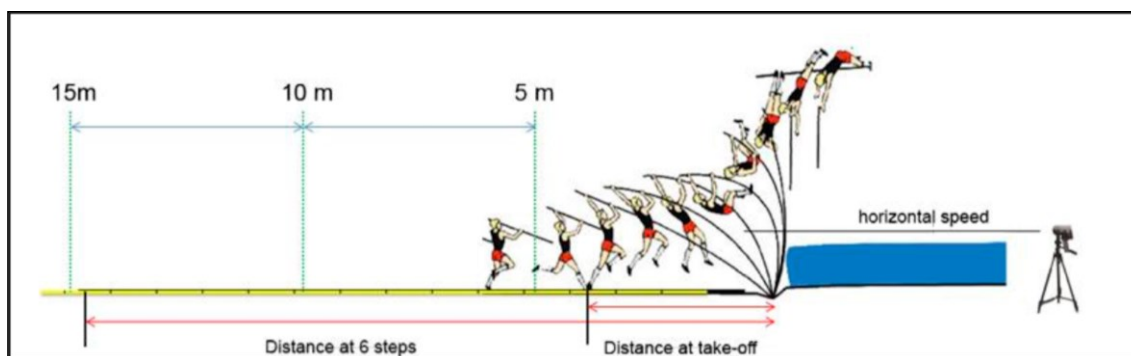


Obrázek 6: Schéma znázorňující polohu kamery vzhledem k dráze. Kalibrační místa jsou znázorněna kříží ve středu dráhy. Přerušované čáry znázorňují zorné pole každé kamery (Needham a kol., 2018.)

2.4.3 Měření pomocí radaru

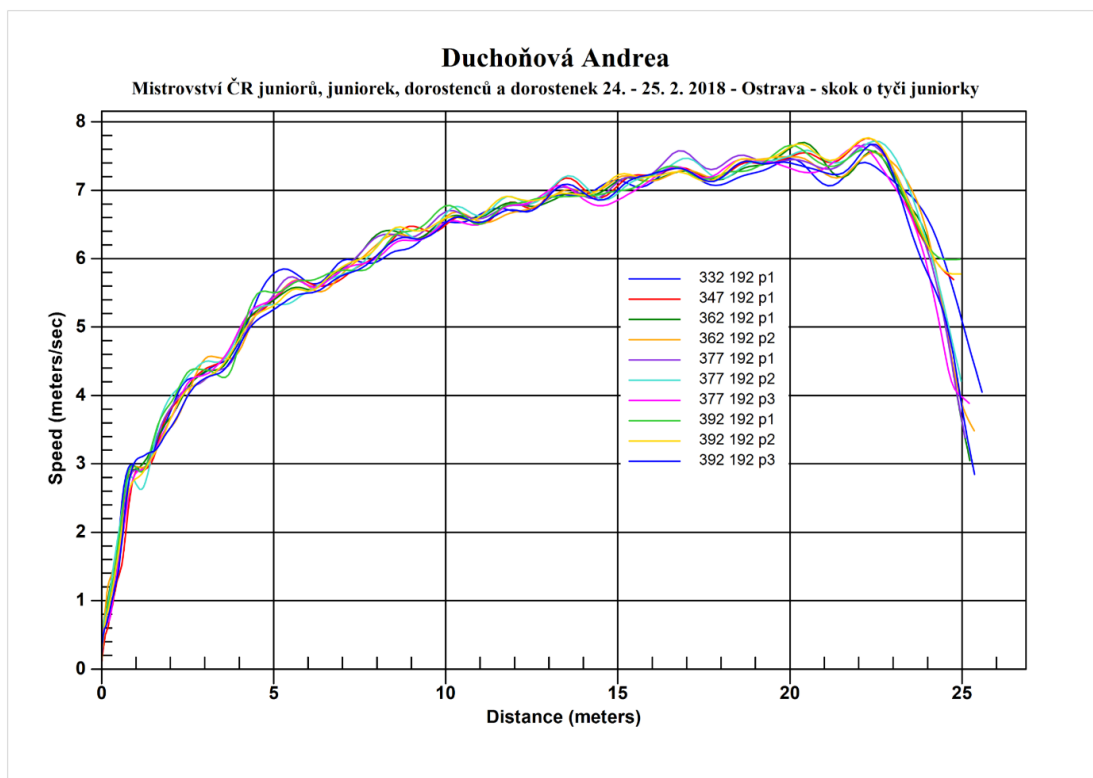
Cassirame a kol. (2015) představují ve své studii měření pomocí radaru na příkladu skoku o tyči. Pro své měření použili radar (Stalker Radar Pro II, Piano, United States), který byl umístěn těsně za sektorem skoku o tyči, aby bylo možné plynule zaznamenávat náběhovou rychlost během celého rozběhu (viz obrázek 7). Dále použili 20 m Optojump Next (Microgate, Bolzano, Italy), který umístili na konec rozběhu za účelem záznamu časoprostorových parametrů jako jsou doba kontaktu, letová fáze a poloha nohou. Oba přístroje byly synchronizovány, aby přinesly co nejpřesnější informace. Následně byla data vyhodnocena tak, aby poskytovala informace o odrazu, šesti krocích před odrazem a průměrné rychlosti na 20–15 m, 15–10 m a 10–5 m od zasouvací skříňky. Statistická analýza byla provedena za použití softwaru Sigmalot v12 (SAX Software Karlsruhe,

Germany).



Obrázek 7: Schéma měření pomocí radaru (Cassirame a kol., 2015)

Uživatelský manuál jednoho z nejpoužívanějších radarů na měření náběhových rychlostí The Stalker ATS II představuje specifikace tohoto přístroje a popisuje návod na měření (Owner's Manual, 2016). Radar umožňuje měřit aktuální rychlost 50x za vteřinu, zaměřit objekt na 2,8 km a změřit rychlost v rozpětí 1–1287 km/h. Před samotným měřením musí být radar připojen k počítači se softwarem Stalker STATS II, který vytváří grafy (graf 1) a umožňuje další práci s naměřenými daty. Ze softwaru lze následně zjistit maximální rychlost, průměrnou rychlost, rychlost ve vybraném úseku, akceleraci aj. Přístroj je nutné umístit před nebo za měřený objekt (viz obrázek 7). Jakýkoliv úhel vzniklý mezi měřeným objektem a radarem má za důsledek odchylky v měření. V nastavení lze nicméně zvolit možnost, díky které přístroj automaticky kompenzuje chyby vzniklé nekorektním postavením radaru. Radar umožňuje zvolit si ze čtyř různých programů podle cíle měření (Car, Baseball, Baseball mode for Cricket, Carnival a Tennis). Pro měření lidí se nejlépe hodí program pro auto (Car mode). Toto nastavení předpokládá, že objekt bude přítomen po delší dobu. Zobrazuje tak změnu jeho rychlosti po delší čas. Pro snadnější práci a přesnější výsledky je dobré mít radar umístěn na stativu.



Graf 1: Příklad grafu vyhodnocený prostřednictvím softwaru STALKER ATS II (Feher, Kaplan, 2018)

3. Cíle a úkoly práce

3.1 Cíle práce

Cílem této práce je porovnání jednotlivých měřicích přístrojů (radaru, kamery a fotobuňky) a následné určení jejich výhod a nevýhod. Dalším záměrem práce je uvedení metodiky měření a vytvoření stručného návodu pro práci s vyhodnocenými daty. V neposlední řadě práce poskytuje doporučení pro trenérskou praxi.

3.2 Úkoly práce

1. Zhodnocení výsledných časů naměřených jednotlivými měřicími přístroji.
2. Porovnání jednotlivých přístrojů pro měření náběhových rychlostí – radar vs. fotobuňka vs. kamera.
3. Uvedení výhod a nevýhod jednotlivých přístrojů (náročnost měření, zpracování dat apod.).
4. Uvedení toho, jak lze využít zkoumané přístroje v trenérské praxi.

3.3 Výzkumné otázky

1. Co zapříčinilo časové rozdíly mezi jednotlivými měřicími přístroji?
2. Které z měření je pro trenéry a závodníky nejvhodnější?

4. Metodika práce

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor se skládal ze čtyř studentů UK FTVS s platnou zdravotní prohlídkou. Při měření šlo především o ověření jednotlivých typů měřicích přístrojů. Proto se mohl výzkumu účastnit kterýkoli student bez ohledu na jeho výkonnost. Nebylo nutné provádět žádný specifický výběr účastníků.

Výzkumu se účastnily dvě ženy a dva muži. Obě dívky jsou ve věku 22 let a věnují se hře volejbalu. Muž č. 1 je ve věku 23 let a provozuje úpolové sporty, konkrétně box. Muž č. 2 je ve věku 22 let a věnuje se běhu na 400 m.

Výzkum byl schválen Etickou komisí UK FTVS (viz Příloha 1).

4.2 Realizace výzkumu

Výzkum probíhal na atletickém stadionu UK FTVS. Před měřením se všichni účastníci důkladně rozcvičili, aby nedošlo k žádnému zranění. Následně provedli 3krát letmý úsek na 60 m (30 + 30 m). Začátek rozběhu byl stanoven 50 cm od čáry značící 110 m (50 cm od fotobuňky č. 1). Poté došlo k 30 m náběhu (na 80 m) k fotobuňce č. 2. Úsek byl dokončen během na 30 m maximálním úsilím, tedy k čáře ohraničující start 50 m (fotobuňka č. 3). Při běhu byli studenti měřeni současně třemi měřicími přístroji – fotobuňkou, radarem a kamerou.

Metodika měření a umístění kamer

Pro měření pomocí kamerového systému byly použity celkem 3 různé kamery. Všechny kamery byly umístěny na stativu v půli úseku (cca na 85 m). U všech kamer byla provedena kalibrace – zaměření na pomocné barevné tyče u fotobuněk. Kamera č. 1 (GoPro HERO 6) byla stacionární, snímala rychlostí 240 snímků/s a byla umístěna ve výšce cca 1 m. Vzdálenost byla zvolena na 10 m od první dráhy. Kamera č. 2 (Panasonic DMC – FZ 300) byla pohyblivá a snímala rychlostí 200 snímků/s. Umístěna byla ve vzdálenosti 40 m od první dráhy. Kamera č. 3 (Panasonic DMC – FZ 1000) byla stacionární a snímala rychlostí 100 snímků/s. Umístěna byla na stativu ve vzdálenosti 40 m od první dráhy.

Kamera č. 1 byla spuštěna pomocí mobilního telefonu spárovaného přes bluetooth. Kamery č. 2 a 3 byly spuštěny vedoucím práce Mgr. Janem Feherem. Nejdůležitější

kamerou byla kamera č. 2, která snímala celý úsek a pomocí které byla následně vyhodnocena data. Zbylé dvě kamery snímaly pouze fotobuňku č. 2 a 3, tedy úsek mezi 80–50 m. Vykonyvaly především kontrolní funkci.

Metodika měření a umístění fotobuněk

Pro měření byly použity 3 fotobuňky (Brower Timing System). Všechny fotobuňky byly umístěny na stativu ve výšce cca 1 m mezi 5. a 6. dráhou (cca 250 cm). Před měřením byly provedeny 2 testovací pokusy pro ověření funkčnosti. Fotobuňka č. 1 byla umístěna na čáře ohraničující 110 m, fotobuňka č. 2 na 80 m a fotobuňka č. 3 na 60 m.

Obsluha fotobuněk byla obstarána autorem této práce, který zaznamenával výsledné časy z monitoru mezi úseky 110–80 m (náběh) a 80–50 m. Časy byly měřeny z přesností na 1/100 s.

Metodika měření a umístění radaru

Pro měření byl použit jeden radar (The Stalker ATS II). Umístěn byl na stativu ve výšce cca 1 m a vzdálenosti 6 m za fotobuňkou č. 1 (viz obrázek 8). Před měřením byly provedeny 2 testovací pokusy pro ověření funkčnosti. Radar byl propojen s počítačem s nainstalovaným softwarem STALKER ATS II.³ Spuštění a vypnutí radaru bylo realizováno prostřednictvím počítače, který obsluhoval autor této práce. Jednotlivé pokusy byly následně uloženy prostřednictvím softwaru, kde byly dále analyzovány.



Obrázek 8: *Umístění radaru a fotobuněk č. 1*

³ Více v kapitole 4.4 Vyhodnocení výsledků.

4.3 Použité metody

V práci byla použita metoda analýzy dokumentů. Tato metoda umožňuje zajistit informace, které by se jiným způsobem těžko získávaly. Dalším přínosem je fakt, že data nejsou zatížena zdroji chyb či zkreslení, jak tomu bývá při uskutečňování rozhovorů, pozorování, testování a měření (Hendl, 2016).

Podklady byly čerpány především ze zahraničních publikací, ale také z domácí literatury. U zahraničních zdrojů se jednalo v první řadě o odborné články z časopisů nebo internetové publikace zaměřené na měření náběhových rychlostí a skokanské atletické disciplíny. Co se týká domácí literatury, šlo především o knihy s tematikou atletických skoků.

Pomocí této metody byly zjištěny informace o rozběhu ve skoku dalekém, ve skoku o tyči a trojskoku. Následně došlo k analýze informací týkající se metodiky měření a umístění jednotlivých měřicích přístrojů popisovaných v této práci. Zjištěné informace byly poté využity při samotném experimentu a vyhodnocování dat.

4.4 Vyhodnocení výsledků

Vyhodnocování videozáznamů

Vyhodnocení výsledků z kamerového systému bylo provedeno prostřednictvím programu Kinovea (viz obrázek 9). Data byla zjišťována z pohyblivé kamery.⁴ V nastavení programu se tak před samotným vyhodnocováním musela nastavit hodnota frekvence na 200 snímků/s. Následně došlo k odečtení časů z videozáznamu na určeném úseku (80–50 m). Záznam času začal v okamžiku, kdy hrudník měřeného probanda protínal pomocnou tyč modré barvy umístěnou před fotobuňkami (viz obrázek 9). Výsledné časy byly zaokrouhleny aritmetickým průměrem na 1/100 s a poté zaneseny do tabulky.

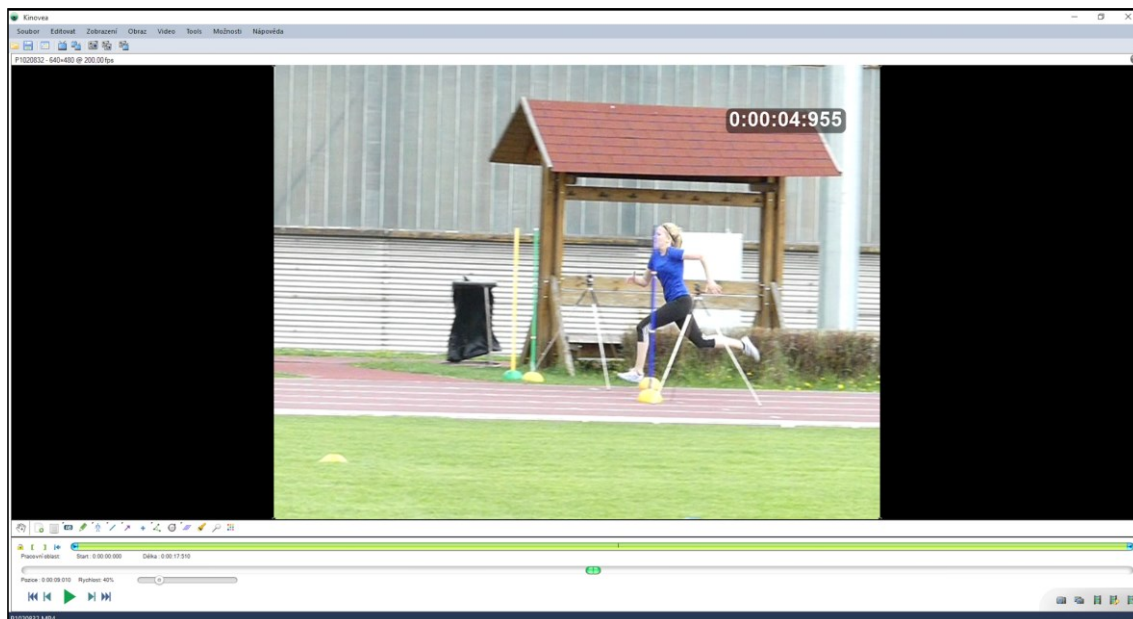
Stacionární kamera⁵ byla použita k vytvoření spojnicového grafu závislosti rychlosti (m/s) na čase.⁶ Tento graf byl vytvořen pomocí funkce „Trasování“ (viz obrázek 10), kdy došlo k „připnutí“ bodu na hrudník probanda, který následně sledoval změny rychlosti na

⁴ Více v kapitole 4.2 Realizace výzkumu (Metodika měření a umístění kamer).

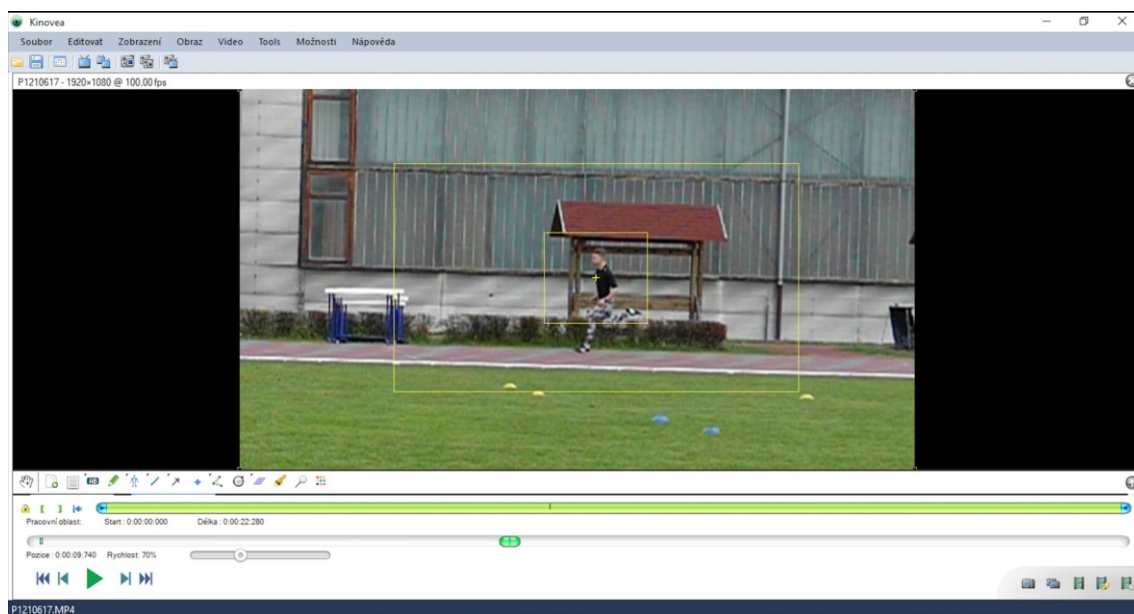
⁵ Více v kapitole 4.2 Realizace výzkumu (Metodika měření a umístění kamer).

⁶ Více v kapitole 5.2.1 Kamerový systém.

měřeném úseku. Výsledný graf byl následně porovnán s grafem vytvořeným prostřednictvím radaru.



Obrázek 9: *Náhled programu Kinovea pro vyhodnocení videozáznamu*



Obrázek 10: *Ukázka funkce „Trasování“ na vytvoření grafu v programu Kinovea*

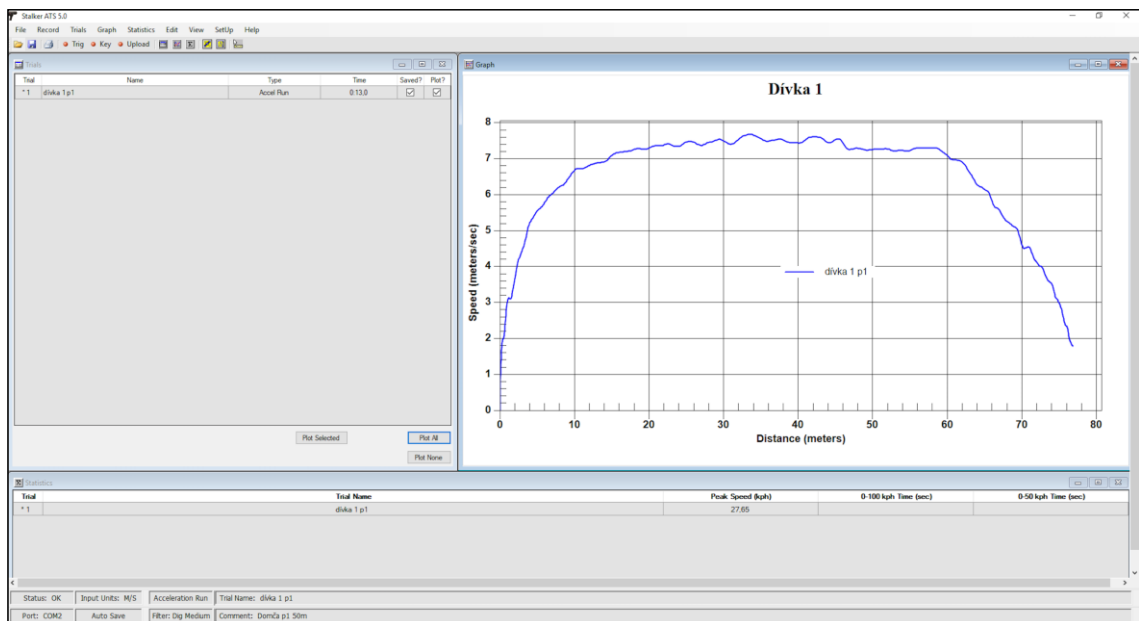
Vyhodnocení dat z radaru

Pro vyhodnocení dat z radaru byl využit software STALKER ATS II (viz obrázek 11). Tento program dokáže ihned po ukončení aktivity vytvořit graf závislosti rychlosti (m/s)

na vzdálenosti (m).⁷ Graf je následně nutné lehce vyhladit filtrem za účelem odstranění výraznějších poklesů či vzestupů, které jsou dány vlivem okolního rušení. Z grafu lze následně pomocí funkce „Statistiky“ zjistit výsledný čas na měřeném úseku. Zjištěné časy byly poté zaneseny do tabulky. Program vyhodnocuje časy s přesností na 1/100 s. V neposlední řadě došlo k porovnání grafu z radaru a ze stacionární kamery.⁸

Vyhodnocení dat z fotobuňky

Vyhodnocení časů z fotobuňky bylo provedeno pomocí trenérského monitoru (Brower Timing System). Výsledné časy se ukázaly na monitoru ihned po doběhnutí, tudíž nebylo nutné používat program pro vyhodnocování. Poté byly zaneseny do tabulky. Krátce po ukončení výzkumu tak byly známy výsledné časy vyhodnocené prostřednictvím fotobuněk.



Obrázek 11: Náhled programu STALKER ATS II pro vyhodnocení dat z radaru

⁷ Více v kapitole 5.2.1 Kamerový systém.

⁸ Více v kapitole 5. Výsledky a diskuze.

5. Výsledky a diskuze

V úvodu této části jsou uvedeny tabulky výsledných časů z jednotlivých měřících přístrojů. K tabulkám jsou přiloženy grafy z radaru, které znázorňují průběh rychlosti. Na základě rozdílnosti výsledných časů se tato kapitola snaží o vysvětlení tohoto jevu. V další části se autor zaměřuje na srovnání jednotlivých přístrojů vzhledem k náročnosti instalace, vyhodnocování dat apod. Jsou zde také přiloženy a porovnány grafy vytvořené prostřednictvím programu Kinovea a softwaru STALKER ATS II. V závěru výsledkové části jsou shrnuty veškeré podkapitoly. Je vysvětleno, čeho bylo dosaženo a je také uvedeno doporučení pro trenéry.

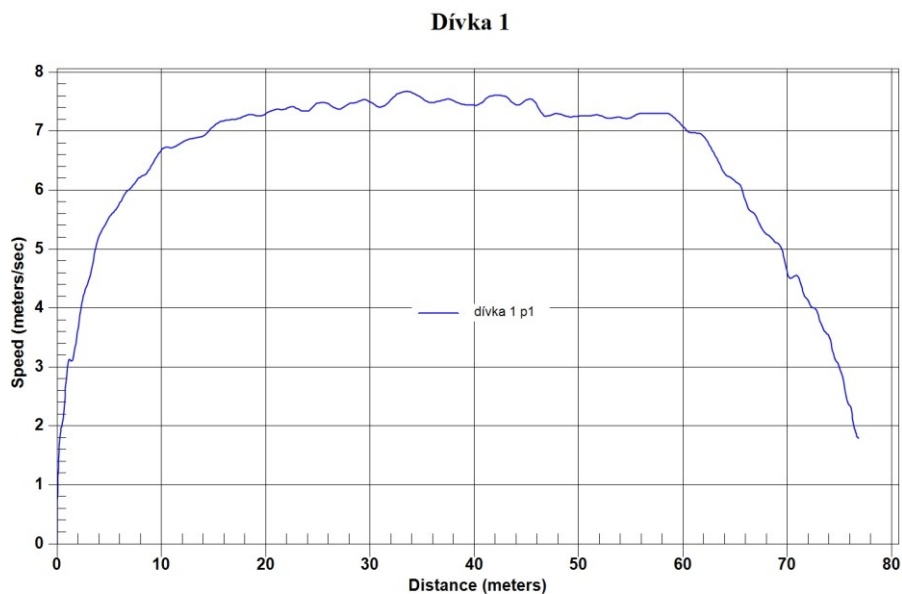
5.1 Výsledné časy z jednotlivých měřících přístrojů

Dívka č. 1

Níže prezentuji výsledné časy (s) dívky č. 1 naměřené třemi měřícími přístroji (kamerou, radarem a fotobuňkou). Časy jsou vyobrazeny v tabulce i v grafu.

Tabulka 6: *Výsledné časy naměřené u dívky č. 1*

Dívka 1			
	Kamera	Radar	Fotobuňky
Výsledný čas (s)	4,05	4,05	4,05



Graf 2: Grafické znázornění závislosti rychlosti (m/s) na vzdálenosti (m) prostřednictvím softwaru STALKER ATS II u dívky č. 1

Z tabulky 6 lze vidět, že se nám podařilo naměřit u všech měřicích přístrojů stejný čas. Podařilo se nám dobře zkalibrovat všechny přístroje a následně přesně vyhodnotit naměřená data v programu Kinovea (videozáznam) a v softwaru STALKER ATS II. V grafickém znázornění si lze všimnout, že v měřeném úseku (tedy mezi 30–60 m) se pohybovala rychlost v prvních 20 m kolem 7,5 m/s a v posledních 10 m kolem 7,2 m/s. Lze tedy říci, že se dívka č. 1 podařilo získat optimální rychlost 30 m náběhem a následně ji udržet dalších 30 m.

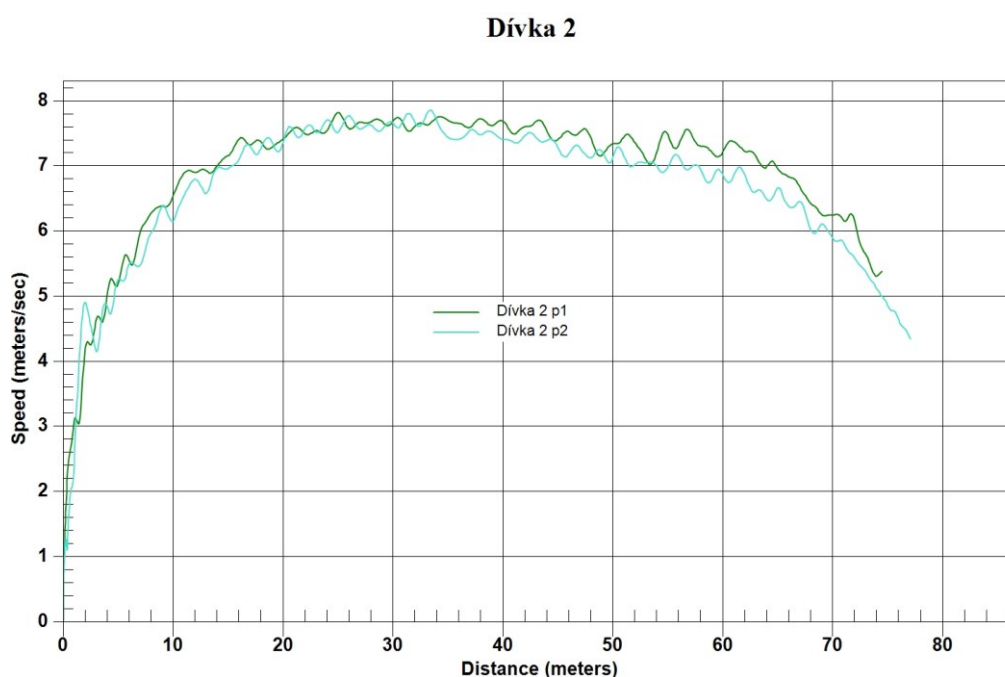
U této dívky bohužel prezentujeme pouze jeden pokus, protože při druhém nedošlo k sepnutí fotobuněk. Tuto chybu přičítáme malému vzrůstu dívky, která byla při startu příliš předkloněná, a nedošlo tedy k sepnutí fotobuňky č. 1. Druhou příčinou mohla být mechanická chyba, která mohla být způsobena např. slabými bateriemi na snímači.

Dívka č. 2

Níže lze vidět 2 pokusy dívky č. 2 prezentované jak tabulkově, tak graficky.

Tabulka 7: Výsledné časy naměřené u dívky č. 2

Dívka 2			
	Kamera	Radar	Fotobuňky
Výsledný čas (s) p1	4,03	4,01	4,02
Výsledný čas (s) p2	4,11	4,12	4,10



Graf 3: Grafické znázornění závislosti rychlosti (m/s) na vzdálenosti (m) u dívky č. 2

U dívky č. 2 byly časy z jednotlivých měřicích přístrojů rozdílné (viz tabulka 7). V prvním pokusu se výsledný čas z radaru (4,01 s) lišil oproti kameře o - 0,02 s a oproti fotobuňkám o - 0,01 s. Rozdíl kamery a fotobuňky byl u obou pokusů - 0,01 s z pohledu fotobuňek. V druhém pokusu se čas z radaru (4,12 s) lišil oproti kameře o + 0,01 s, oproti fotobuňkám o + 0,02 s.

Tento rozdíl může být zapříčiněn více jevy. Rozdíl může způsobit např. odlišná frekvence snímání jednotlivých přístrojů – radar 50 snímků/s vs. kamera 200 snímků/s. Dalším zdůvodněním může být úprava grafu (vyhlazení filtrem) v softwaru STALKER ATS II. U pokusu č. 1 mohlo dojít k většímu vyhlazení, a tudíž byl čas z radaru rychlejší, zatímco u pokusu č. 2 k menšímu vyhlazení.

Co se týká rozdílu kamery oproti fotobuňce, zde mohl rozdíl způsobit fakt, že fotobuňka

mohla být zastavena rukou probanda. Naopak vyhodnocení z videozáznamu bylo zaměřeno na hrudník – proto je čas o 0,01 s pomalejší u obou pokusů. Tomuto problému by se dalo zamezit použitím zdvojených fotobuněk, které jsme ale neměli k výzkumu k dispozici. Dalším důvodem mohly být povětrnostní podmínky, které mohly zapříčinit posunutí pomocných tyčí pro vyhodnocení videozáznamu.

Muž 1

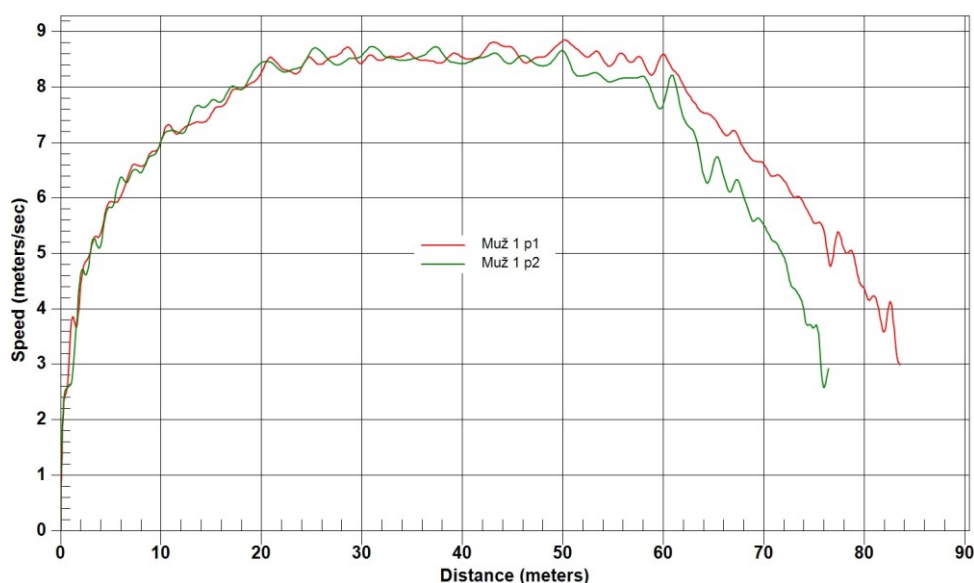
Níže jsou prezentovány 2 pokusy muže č. 1.

Tabulka 8: *Výsledné časy naměřené u muže č. 1*

Muž 1			
	Kamera	Radar	Fotobuňky
Výsledný čas (s) p1	3,51	3,50	3,50
Výsledný čas (s) p2	3,59	3,57	3,58

U muže č. 1 jsme taktéž jako u dívky č. 2 naměřili rozdílné časy. U prvního pokusu se shodoval čas z radaru a fotobuňky (3,50 s), čas z kamery se lišil o + 0,01 s. V druhém pokusu se výsledný čas (s) z radaru lišil oproti kameře o + 0,02 s a fotobuňkám o + 0,01 s. Čas z kamery byl rozdílný o + 0,01 s oproti fotobuňce. Důvody rozdílů v časech jsou obdobné jako u dívky č. 2.

Muž 1



Graf 4: Grafické znázornění závislosti rychlosti (m/s) na vzdálenosti (m) u muže č. 1

5.2 Srovnání jednotlivých měřících přístrojů

Níže uvádíme srovnání jednotlivých měřících přístrojů – kamerového systému, radaru a fotobuňky. Prezentujeme výhody i nevýhody ve vztahu k náročnosti vyhodnocování dat, umístění apod.

5.2.1 Kamerový systém

Výhody kamerového systému

Nespornou výhodou tohoto měřícího přístroje je fakt, že je k dispozici kamerový záznam, s kterým lze dále pracovat. Výzkumník má díky záznamu určitou záruku, že jsou jeho data podložena dalším materiálem, z kterého lze následně doložit změny ve výsledných časech.

Další výhodou je fakt, že se u většiny měření, tak jako v našem případě, používá více kamer (stacionární, pohyblivé). To znamená, že i když některá z kamer nezaznamená korektně měřený objekt, lze z jiné kamery pomocí videozáznamu zjistit, proč se tak stalo. Případně z ní vyhodnotit čas.

Videozáznam také napomáhá k objasnění poklesu či nárůstu rychlosti v určité části úseku. Jako příklad lze uvést zjištění, že k poklesu rychlosti došlo díky vběhnutí jiného závodníka do rozběhu měřeného závodníka, že proband v průběhu rozběhu změnil

techniku běhu apod.

Z kamerového záznamu lze pomocí různých programů (v našem případě Kinovea) zjistit další informace o rozběhu. Můžeme rozebrat klíčové body v technice běhu, předodrazový rytmus apod. V našem případě jsme použili funkci „Trasování“ pro vytvoření grafu závislosti rychlosti (m/s) na čase (viz graf 5).

Srovnání grafu z kamery oproti grafu z radaru

Graf z kamery (graf 5) můžeme porovnat s grafem 6, který je vytvořen prostřednictvím softwaru STALKER ATS II. Lze vidět, že počáteční rychlost je podobná u obou grafů (cca 8,1 m/s). Poté ovšem dochází u grafu z kamery k rychlejšímu nástupu a k větším výkyvům v rychlosti. Zároveň si lze všimnout, že u grafu 5 přesahuje rychlost v nejvyšších hodnotách hranici 10 m/s, zatímco u grafu 6 se pohybuje okolo 9,5 m/s. Graf 6 tak vypadá konstantněji, dochází zde k menším výkyvům v rychlostech a celkově odpovídá lépe výslednému času (3,24 s). Nepřesnosti v grafu 5 způsobilo náročné vyhodnocování v programu Kinovea. Bod, který byl „připnut“ na hrudník probanda se při spuštění videa vychyloval mimo tělo nebo na jinou část těla. Proto musel být bod posouván ručně pomocí počítačové myši. Díky této skutečnosti nejspíš vznikly nepřesnosti v grafu. Na druhé straně, graf 6 byl přímo vytvořen prostřednictvím softwaru STALKER ATS II a následně jen lehce vyhlazen filtrem.

Dalším důvodem nepřesností může být vyšší frekvence kamery, kvůli které je graf z programu Kinovea podrobnější.

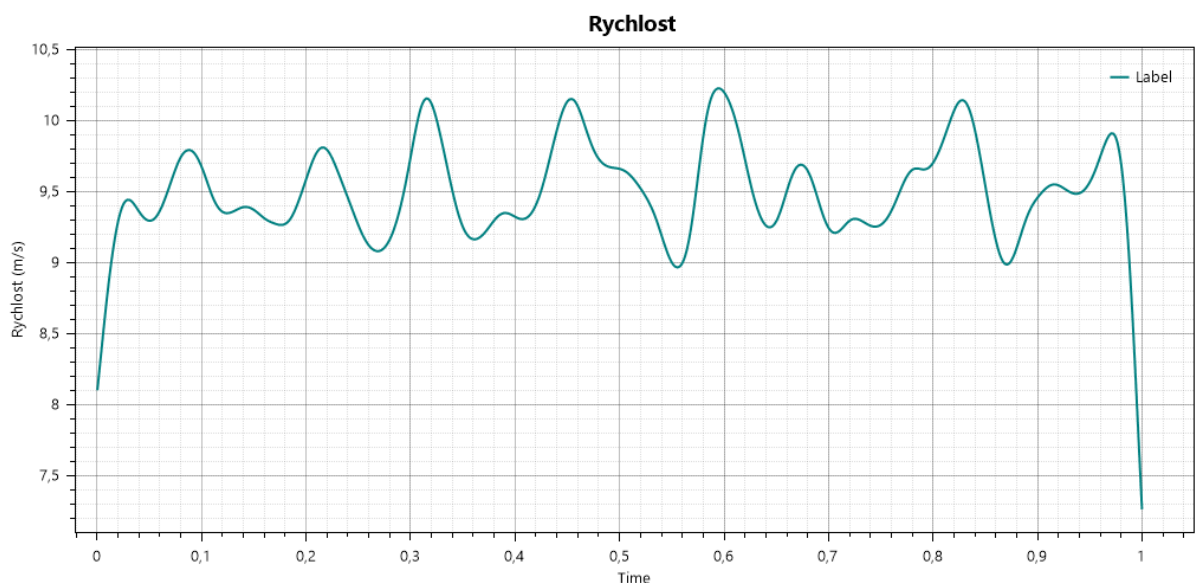
Nevýhody kamerového systému

Velkou nevýhodou tohoto přístroje je bezesporu náročnost rozmístění. Kamery musí být umístěny tak, aby v jejich zorném poli nebyl žádný jiný objekt vyjma měřeného subjektu. Výzkumník musí zajistit, aby do zorného pole nevběhl jiný závodník, organizátor či rozhodčí. Také musí dát pozor, aby kamera nebyla umístěna před jiným objektem (např. sloupem). Náročnost umístění kamer je popsána mj. v biomechanické analýze z MS v Daegu 2011, kterou provedla IAAF (2011). Pro měření skoku dalekého použili výzkumníci 7 digitálních kamer. Zároveň bylo nutné zajistit ochranu kamer před diváky a závodníky, čehož bylo docíleno použitím výstražných čar. Následně bylo rozběžiště rozděleno na 3 zóny po 7 m. V každé zóně byly 2 kamery. Poslední kamera snímala celou plochu a sloužila především jako kontrola.

Další nevýhodou je fakt, že pokud chceme zajistit co nejpřesnější výsledné časy, musíme

použít více kamer. Tato skutečnost souvisí s náročností rozmístění kamer i s následnou kalibrací. Každá kamera je totiž kalibrována trochu jiným způsobem (na jiný bod) a je nastavena na jinou frekvenci snímání. Problematiku kalibrace popisuje ve své studii více autorů (Panoutsakopoulos a Kollias, 2008, Needham a kol. 2018, IAAF 2011). V prvním případě autor práce použil k synchronizaci kamer dvě současně osvětlené diody (LED, frekvence 10 Hz), umístěné v zorném poli každé kamery. V druhém případě byl ke kalibraci použit objekt, který byl umístěn podél středu rozběžiště a vytvořil tak prostor o rozměrech 40 m x 3 m. Pro kontrolu přesnosti měření byla provedena další kalibrace na druhý objekt, který sestával ze značek o předem uvedené vzdálenosti. V posledním případě byla kalibrace provedena pomocí 3 kontrolních objektů (2 m x 1 m x 1 m), které byly umístěny ve 3 zónách snímání. V každé ze zón byl proveden stejný proces kalibrace sestávající v nalezení kontrolních bodů.

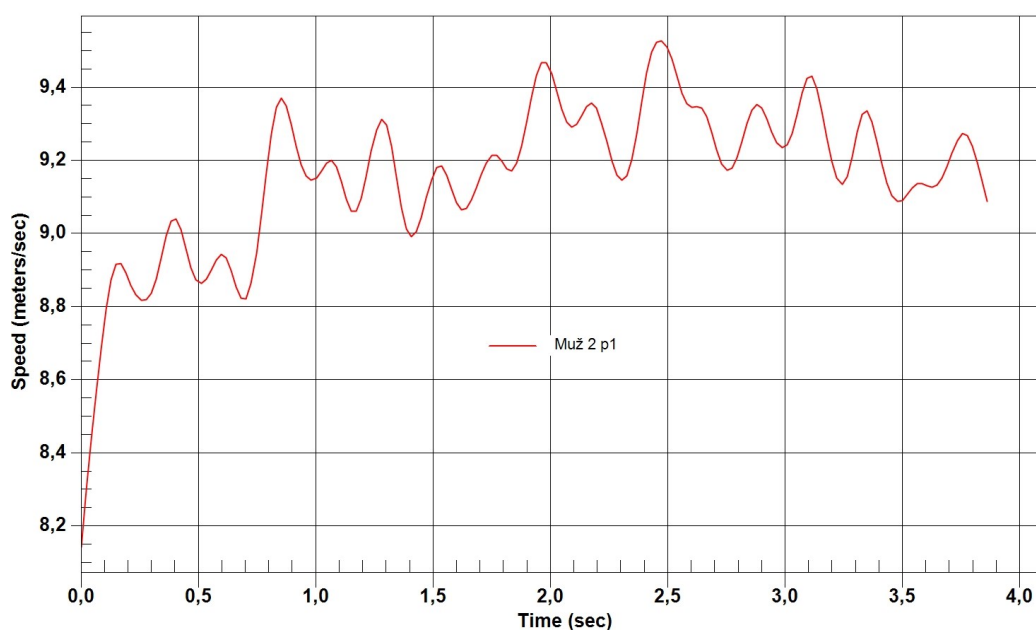
V neposlední řadě je velkou nevýhodou náročné vyhodnocování dat. Ze všech měřicích přístrojů, které uvádíme v této práci, je právě vyhodnocování výsledků z kamerového záznamu nejsložitější.⁹



Graf 5: Graf závislosti rychlosti na čase vytvořený v programu Kinovea pomocí funkce „Trasování“

⁹ Více v kapitole 4.4 Vyhodnocení výsledků.

Muž 2



Graf 6: Graf závislosti rychlosti (m/s) na čase (s) vytvořený pomocí softwaru STALKER ATS II

5.2.2 Radar

Výhody měření pomocí radaru

Radar má oproti kameře a fotobuňce velkou výhodu v jednoduchosti umístění. Tento přístroj zpravidla umístíme před nebo za měřený objekt.¹⁰ K měření obvykle stačí pouze jeden radar. Umístění tak nezabere výzkumníkovi více jak půl hodiny. Problematikou umístění radaru se zabývá ve své studii například Cassirame a kol. (2015). Zařízení bylo umístěno těsně za sektorem skoku o tyči tak, aby bylo možné zaznamenávat náběhovou rychlost během celého rozběhu.

Další výhodou je skutečnost, že se radar nemusí složitě kalibrovat, ale pouze se propojí k počítači s nainstalovaným softwarem a zaměří na měřený objekt.

Vyhodnocování je také jednoduché a rychlé. Probíhá v softwaru STALKER ATS II. Ihned po ukončení měření vidíme výsledný graf, který je poté pouze jemně upraven filtrem.¹¹ Výsledný graf (graf 6), který je srovnán výše, se jeví jako přesnější. V porovnání s náročností vyhodnocování u grafu 5 lze označit i za rychlejší variantu.

¹⁰ Více v kapitole 4.2 Realizace výzkumu (Metodika měření a umístění radaru).

¹¹ Více v kapitole 4.2 Realizace výzkumu (Metodika měření a umístění radaru).

Jako další výhoda se jeví fakt, že radar dokáže zaměřit objekt na vzdálenost větší než 2,5 km. Tudiž není nutné řešit, do jaké vzdálenosti radar umístíme. Za další pozitivum by se dala označit skladnost tohoto přístroje. Radar je umístěn v malém kufru, který lze bez problému vzít do letadla jako příruční zavazadlo. Je tudíž vhodný k cestování na dlouhé vzdálenosti.

Nevýhody měření pomocí radaru

Za nevýhodu lze považovat skutečnost, že radar musí být po celou dobu měření připojen k PC s nainstalovaným softwarem. Toto by se zpočátku nemuselo jevit jako nevýhoda, ale během našeho výzkumu došlo několikrát k „zaseknutí“ programu a počítač musel být restartován. Problémy se objevily i při párování (propojení) radaru s počítačem. Za předpokladu, že dojde k aktualizaci softwaru, která opraví nedostatky, by tato nevýhoda zmizela.

Nevýhodou je také nižší frekvence snímání (50 snímků/s), která je v porovnání s pohyblivou kamerou poloviční (100 snímků/s). Tento fakt dokládají i výsledky našeho měření, kdy se výsledné časy z kamery liší oproti radaru o 0,01–0,02 s.

5.2.3 Fotobuňka

Fotobuňky jsou jedním z nejpoužívanějších přístrojů pro měření náběhových rychlostí. Tato skutečnost je dána tím, že nabízejí oproti jiným přístrojům velké množství výhod.

Výhody měření pomocí fotobuňky

Tou první a bezesporu asi největší výhodou je fakt, že máme ihned po měření k dispozici výsledná data. Není nutné trávit další čas náročným vyhodnocováním, jak je tomu u radaru a u kamery.

Další výhodou spatřuji v jednoduchosti sestavení a v kalibraci přístroje. Zařízení není nutné speciálně nastavovat ani kalibrovat. Pouze se umístí na stativ do takové výšky, ve které se zachytí měřený objekt a spustí se. Problematiku umístění podrobněji popisují ve svých publikacích např. Panoutsakopoulos a kol. 2016 či Miladinov 2006. V prvním případě autoři použili 3 páry fotobuněk umístěných 11 m, 6 m a 1 m před odrazovým břevnem, na stativu ve výšce 1 m a ve vzdálenosti 1 m od rozběžiště (u trojskoku). V druhém případě se autor zaměřil na měření rychlosti v posledních dvou krocích rozběhu ve skoku dalekém. Použil 3 páry fotobuněk umístěných v dvoumetrových intervalech kvůli detailnějšímu zjištění náběhové rychlosti.

Brower Timing System je schopen uložit 126 časů až s 8 dílčími (split) časy pro každého atleta. Při narůstajícím počtu měřených objektů je možné vložit do zařízení identifikaci probanda pomocí čísla. Časy lze následně prohlížet a paměť je zachována i po vypnutí systému. Výsledné časy je možné poté přenést do počítače pomocí USB Interface CM.

Jako velký přínos se jeví 4 různé uspořádání startu:

Touch and Release – „*Stiskni a uvolni*“; startovní impulz vzniká až při uvolnění startovní dotykové destičky

Ready! Set! Go! – „*Připravit! Pozor! Start!*“; v této variantě vysílá časomíra zvukový signál v libovolném intervalu po sobě pro všechny tři povely; v tomto režimu se čas rozeběhne po signálu „*Start!*“ a časomíra následně změří reakční čas atleta

Hit – „*Stisk*“; u této varianty startu se čas rozebíhá po stisku (úderu, doteku) startovní destičky

Microphone – „*Mikrofon*“; v tomto nastavení se používá zabudovaný mikrofon, který po zachycení zvuku spustí čas; tento režim se využívá k nácviku reakce na výstřel ze startovní pistole

Podle tematického zaměření měření si výzkumník (trenér) může zvolit jednu z variant startu. Další možností je nahrazení startu fotobránou v případě letného startu. Tuto možnost jsme využili při našem výzkumu. Další výhodou je vysoký vysílací dosah, který zajišťuje při zajištění přímé viditelnosti možnost měření až na 260 m. Uživatelé ocení i skladnost zařízení. Vše potřebné pro provoz je umístěno v jednom balení (brašně) o hmotnosti 4 kg (ALL System, 2003).

Nevýhody měření pomocí fotobuňky

Velkou nevýhodou je fakt, že máme informace pouze o výsledném čase, ale nemáme přehled o průběhu měřeného úseku. Nevíme, kdy docházelo ke zrychlení, zpomalení apod. Je např. obtížné objasnit, proč byl pokus č. 1 pomalejší než pokus č. 2. Další nevýhodou je neexistence programu pro další práci s vyhodnocenými daty. Nelze tedy vytvářet grafy a zjišťovat další statistiky, jako je tomu u radaru.

Při měření na závodech je nutné vyhradit území měřené fotobuňkami výstražnými prvky, aby nedošlo k proběhnutí fotobránou jiným závodníkem, organizátorem či rozhodčím. Toto se jeví jako další znevýhodnění, protože je velmi těžké na velkých závodech zajistit, aby nikdo neproběhl skrz fotobránu.

5.3 Shrnutí výsledků a doporučení pro trenéry

V první kapitole byly prezentovány výsledky z jednotlivých měřících přístrojů. Zároveň se autor snažil vysvětlit, proč došlo k rozdílům ve výsledných časech. Vyjma dívky č. 1, kde se výzkumnému týmu podařilo naměřit stejný čas pro všechna zařízení, došlo u ostatních probandů k naměření rozdílných časů u jednotlivých přístrojů. Výsledné časy se lišily maximálně o 0,02 s.

Výše je uvedeno několik důvodů, které mohly vést k rozdílům v časech. Nelze tedy jednoznačně odpovědět na výzkumnou otázku č. 1. Jednou z příčin, která mohla vést k rozdílům, je dle mého názoru rozdílná frekvence snímání jednotlivých přístrojů. Důvodem rozdílných časů mezi radarem a fotobuňkou byl nejspíše fakt, že proband protnul fotobuňku dřív rukou než hrudníkem, z kterého se odečítala data z kamery. Rozdíly mohlo způsobit i rozdílné vyhodnocování dat z radaru (program STALKER ATS II) a kamery (program Kinovea). I přes rozdíly v časech lze výsledky považovat za validní, protože s maximální chybovostí 0,02 s jsme před měřením počítali.

Druhá kapitola byla zaměřena na porovnání jednotlivých přístrojů z hlediska náročnosti na rozmístění, kalibraci, vyhodnocování dat apod. U každého zařízení autor uvedl výčet jeho výhod a nevýhod. Za největší výhodu kamerového systému náš výzkumný tým shledal široké využití videozáznamu, který slouží jako záloha dat, lze z něj zjišťovat výsledné časy a vytvářet grafy. Za největší nevýhody tohoto přístroje považujeme náročnost rozmístění a vyhodnocování dat.

Co se týká radaru, tak zde spatřujeme největší výhody v jednoduchosti rozmístění, kalibraci a v rychlosti vyhodnocování dat. Jako největší nevýhoda radaru se jeví nutnost propojení s počítačem. S tím se pojí problémy s párováním či prací v softwaru STALKER ATS II.

Fotobuňka má největší výhodu v rychlosti vyhodnocování dat, které jsou známé prakticky ihned po ukončení měření. Největší nevýhodou fotobuňky je fakt, že nejsou k dispozici informace o průběhu měřeného úseku. Nelze tedy objasnit, proč došlo ke zpomalení či zrychlení.

5.3.1 Doporučení pro trenéry

Je velmi obtížné uvést, který z přístrojů se jeví jako nejlepší pro použití v trenérské praxi. I v tomto případě tudíž nelze jednoznačně odpovědět na výzkumnou otázku č. 2. Záleží

na aktuálních potřebách trenéra – co chce z měření zjistit, kolik času může věnovat vyhodnocování dat a celému výzkumu. Na základě výše uvedených výhod a nevýhod lze uvést pouze doporučení zařízení, které se nejlépe hodí na měření podle předem uvedených kritérií trenéra.

Pokud trenér potřebuje rychle zjistit časy svého svěřence a nepotřebuje další informace o pohybu, tak je nejlepším řešením fotobuňka. Ta trenérovi zajistí relativně přesné časy, které bude mít k dispozici ihned a může na základě nich určit další tréninkový postup.

Jestliže je cílem trenéra relativně rychlé zjištění času, podložené grafickým znázorněním, pak je nejlepší variantou radar. Podle křivek v grafu lze zjistit, kde došlo k poklesu a kde ke zvýšení rychlosti. A podle toho určit, na co se v tréninku zaměřit.

Pokud má trenér více času na měření a následné vyhodnocování dat, potřebuje zjistit nejen výsledný čas, ale také mít vše podloženo dalším materiálem, pak je nejlepším doporučením kamera. Toto zařízení umožňuje trenérovi rozebrat do detailu průběh pohybu na celém měřeném úseku. Trenér může přesně určit, proč došlo ke zpomalení či zrychlení a zaměřit se na tyto nedostatky v tréninku. V neposlední řadě funguje kamera jako zpětná vazba pro svěřence, který si může z videozáznamu udělat představu o svém výkonu.

Tím nejlepším řešením je ovšem kombinace více měřících přístrojů. Tímto způsobem využije trenér výhody každého měřícího přístroje. Zároveň bude mít jistotu, že pokud jeden z přístrojů nebude fungovat či nezachytí korektně snímáný objekt, jsou ještě dva další jako pojistka. Tento způsob je však organizačně i časově náročný.

Kombinaci různých měřících přístrojů popisují ve své studii *Stálost a variabilita kinematických parametrů v trojskoku* Čoh, Štuhec a Vertič (2011). Pro svůj výzkum použili technologii OPTO – TRACK, fotobuňky (Brower Timing System) a 4 kamery (SONY DVCAM DSR-300 PK). Výsledkem bylo zjištění řady kinematických údajů jako náběhová rychlost, délka kroku, úhel vzletu těžiště, ztráta horizontální rychlosti v posledních třech krocích (hop, step, jump), délka oporové fáze, letové fáze apod.

6. Závěr

Cílem této práce bylo porovnání jednotlivých měřicích přístrojů na zjištění náběhové rychlosti, konkrétně radaru, kamery a fotobuňky a následné určení jejich výhod a nevýhod. Dále bylo záměrem uvedení metodiky měření a vytvoření stručného návodu na vyhodnocení dat. V neposlední řadě si práce kladla za cíl poskytnout doporučení pro trenérskou praxi.

Z výsledků je patrné, že mezi přístroji existují rozdíly. Nejednalo se pouze o rozdíly ve výsledných časech, ale také v náročnosti na umístění, vyhodnocování dat, kalibraci apod. U každého ze zařízení byly uvedeny jeho výhody i nevýhody. Žádný z přístrojů nevyšel z tohoto srovnání jako vítěz. Pro adekvátní hodnocení výsledných časů by bylo nutné uskutečnit výzkum na větším počtu probandů k získání více dat.

Metodika měření byla podrobně popsána v teoretické části práce a následně v podkapitole *4.1 Realizace výzkumu*. Návod na vyhodnocování dat byl obsažen v podkapitole *4.2 Vyhodnocení výsledků*, kdy byla data z kamery vyhodnocena prostřednictvím programu Kinovea a z radaru prostřednictvím programu STALKER ATS II.

Na základě zjištěných výhod a nevýhod jednotlivých přístrojů, byly v práci uvedeny doporučení, které ze zařízení se nejlépe hodí na měření podle předem uvedených kritérií trenéra.

Jsem si vědom skutečnosti, že tato práce je pouhým úvodem do dané problematiky. Je nutné dále pokračovat ve výzkumu, a proto bych chtěl svou další diplomovou práci zaměřit na prohloubení tohoto tématu. Věřím, že tato bakalářská práce poslouží jako zdroj informací pro trenéry i jako možné srovnání k dalším odborným studiím.

Soupis použité literatury

1. ALL SYSTEM. *Bezdrátový sprinterský systém – kompletní specifikace* [online]. 2003 [cit. 2018-08-13]. Dostupné z: < <https://www.allsystem.cz/Bezdratovy-sprintersky-system-d291.htm> >.
2. CASSIRAME, J., SANCHEZ, H., MORIN, J.B. *The Elevated Track in Pole Vault: An Advantage During Run-Up?* International Journal of Sports Physiology & Performance, Vol. 13, No. 6, 2018, p. 717–723.
3. ČOH, M., ŠTUHEC, S., VERTIČ, R. *Consistency and Variability of Kinematic Parameters in the Triple Jump*. New Studies in Athletics, Vol. 26, No. 3/4, 2011, p. 63-71.
4. DOSTÁL, E., VELEBIL, V. *Didaktika školní atletiky*. 2. vyd, přeprac. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1991, 260 s. ISBN 80-7066-257-3.
5. FEHER, J., KAPLAN, A. *Biomechanické hodnocení skoku o tyči* [online]. 2018, poslední revize 30. 5. 2018 [cit. 2018-07-13]. Dostupné z: <https://www.atletika.cz/_sys_/FileStorage/download/16/15069/biomechanicka-zprava-tyc-juniorky-mcr-muzu-a-zen-v-hale-2018.pdf>.
6. Fukasiro, S., Wakayama, A. *The men's Long Jump*. New Studies in Athletics, Vol. 7, No. 1, 1992, p. 53-56.
7. GUTHRIE, M. *Coaching track & field successfully*. Champaign, IL: Human Kinetics, c2003. ISBN 0-7360-4274-1.
8. Hayes, D. *The Triple Jump*. In Jarver, J. *The jumps: contemporary theory, technique and training*. 5th ed. Mountain View (CA): Tafnews Press, 2000, p. 150-155. ISBN 0-911521-57-7.
9. Hendl, J. *Kvalitativní výzkum: základní teorie, metody a aplikace*. 4. vyd., přeprac. Praha: Portál, 2016. ISBN 978-80-262-0982-9.
10. JACOBY, E., FRALEY, B. *Complete book of jumps*. Champaign, IL: Human Kinetics, c1995. ISBN 0-87322-673-9.
11. JEŘÁBEK, P. *Atletická příprava: děti a dorost*. Praha: Grada, 2008, 190 s. ISBN 978-80-247-0797-6.
12. JIRKA, J., POPPER J. *Malá encyklopedie atletiky*. Praha: Olympia, 1990, 608 s.

ISBN 27-025-90.

13. KING, T. *Triple jump*. Birmingham: British Athletic Federation, 1996. ISBN 0851341322.
14. KRUBER, D., KRUBER, H., ADAMCZEWSKI, H. *Die Lehre Der Leichtathletik*, Vol. 34, No. 6, 1995.
15. LINTHORNE, P. N., WEETMAN, A. H. G. *Effects of run-up velocity on performance, kinematics, and energy exchanges in the pole vault*. Journal of Sports Science and Medicine, Vol. 11, 2012, p. 245-254.
16. MAREK, J. *Kinematická analýza odrazu ve skoku dalekém*. Praha, 2010, 67 s. Diplomová práce na UK FTVS. Vedoucí diplomové práce Petr Krátký.
17. MCGINNIS, P. Eight Elements For An Effective Takeoff. In JARVER, J. *The jumps: contemporary theory, technique and training*. 5th ed. Mountain View (CA): Tafnews Press, 2000, p. 84-88. ISBN 0-911521-57-7.
18. MILADINOV, O. *New aspects in perfecting the long jump technique*. New Studies in Athletics, Vol. 21, No. 4, 2006, p. 7-25.
19. NEEDHAM, L., EXELL A. T., BEZODIS N. I., IRWIN, G. *Patterns of locomotor regulation during the pole vault approach phase*. Journal of Sports Sciences, Vol. 36, No. 15, 2018, p. 1742-1748.
20. NIKONOV, I. Women Become Pole Vaulters. In JARVER, J. *The jumps: contemporary theory, technique and training*. 5th ed. Mountain View (CA): Tafnews Press, 2000, p. p. 73-76. ISBN 0-911521-57-7.
21. *Owner's Manual* [online]. 2016 [cit. 2018-08-02]. Dostupné z: <https://www.stalkerradar.com/sportsradar/documents/011-0094-00_Stalker_ATS_II_owners_manual.pdf>.
22. PANOUTSAKOPOULOS, V., KOLLIAS, A. I. *Essential parameters in female triple jump technique*. New Studies in Athletics, Vol. 23, No. 4, 2008, p. 53-61.
23. PANOUTSAKOPOULOS, V., THEODOROU, S. A., KOTZAMANIDOU, C. M., SKORDILIS, E., PLAINIS, S., KOLLIAS, A. I. *Influence of Visual Impairment Level on the Regulatory Mechanism Used in the Long Jump*. New Studies in Athletics, Vol. 30, No. 4, 2015, p. 17-31.

24. PANOUTSAKOPOULOS, V. aj. *Gender differences in triple jump phase ratios and arm swing motion of international level athletes*. Acta Gymnica, Vol. 46, No. 4, 2016, p. 174–183.
25. PAŘÍK, O. *Variabilita techniky trojskoku*. Praha, 2006, 104 s. Diplomová práce na UK FTVS. Vedoucí diplomové práce Jitka Vindušková.
26. PETROV, V. *Pole vault – the state of art*. New Studies in Athletics, Vol. 19, No. 3, 2004, p. 23-32.
27. PORTNOY, G. *Differences in some triple jump rhythm parameters*. Modern Athlete & Coach, Vol. 35, No. 1, 1997, p. 11-12.
28. RISK, B. *Groundwork For The Pole Vault*. In JARVER, J. *The jumps: contemporary theory, technique and training*. 5th ed. Mountain View (CA): Tafnews Press, 2000, p. 88-91. ISBN 0-911521-57-7.
29. SEO, J-S., KIM, H-M aj. *2011 IAAF World Championships, Daegu KSSB project final report men's long jump finals*. Korean Society of Sport Biomechanics, 2011, p. 65-72.
30. SCHADE, F. aj. *Pole vault at the World Championships in athletics – Final report*, Helsinki, 2005, p. 14.
31. ŠIMONEK, J., KOŠTIAL, J., VARGA, I. *Atletika – skoky*. Bratislava: Šport, 1976, 216 s.
32. TELLEZ, J. *Elements Of The Long Jump*. In Jarver, J. *The jumps: contemporary theory, technique and training*. 5th ed. Mountain View (CA): Tafnews Press, 2000, p. 103-107. ISBN 0-911521-57-7.
33. VELEBIL, V., KRÁTKÝ, P., FIŠER, V., PRIŠČÁK J. *Atletické skoky*. 1.vyd. Praha: Olympia, 2002, 120 s. ISBN 80-7033-769-9.
34. VESELÝ, T. *Vývoj výkonnosti v trojskoku*. Praha, 2011, 58 s. Diplomová práce na UK FTVS. Vedoucí diplomové práce Petr Krátký.
35. VINDUŠKOVÁ, J. aj. *Abeceda atletického trenéra*. Praha: Olympia, 2003, 284 s. ISBN 80-7033-770-2.
36. WEIDNER, H., DICKWACH, H. *Der Leichtathlet*, Vol. 27, 1989.

Seznam použitých obrázků, tabulek a grafů

Seznam obrázků

Obrázek 1: <i>Schéma umístění fotobuněk pro získávání dat</i>	23
Obrázek 2: <i>Schéma měření náběhové rychlosti v posledních dvou krocích před odrazem (Miladinov, 2006)</i>	23
Obrázek 3: <i>Postup měření pomocí technologie OPTO – TRACK a fotobuněk Brower Timing System (Čoh, Štuhec a Vertič, 2011)</i>	24
Obrázek 4: <i>Rozdělení do 3 zón pro kamerový záznam ve skoku dalekém (IAAF, 2011)</i>	25
Obrázek 5: <i>Umístění kamer, diod a rozdělení zón snímání (Panoutsakopoulos, Kollias, 2008)</i>	25
Obrázek 6: <i>Schéma znázorňující polohu kamery vzhledem k dráze. Kalibrační místa jsou znázorněna kříži ve středu dráhy. Přerušované čáry znázorňují zorné pole každé kamery (Needham a kol., 2018.)</i>	26
Obrázek 7: <i>Schéma měření pomocí radaru (Cassirame a kol., 2015)</i>	27
Obrázek 8: <i>Umístění radaru a fotobuněk č. 1</i>	31
Obrázek 9: <i>Náhled programu Kinovea pro vyhodnocení videozáznamu</i>	33
Obrázek 10: <i>Ukázka funkce „Trasování“ na vytvoření grafu v programu Kinovea</i>	33
Obrázek 11: <i>Náhled programu STALKER ATS II pro vyhodnocení dat z radaru</i>	34

Seznam tabulek

Tabulka 1: <i>Popis jednotlivých fází trojskoku (Vindušková a kol, 2003, s. 194)</i>	14
Tabulka 2: <i>Kinematické údaje Beamona (Mexico City 1968), Powella a Lewisse (Seoul 1988 a Tokyo 1991) (Fukasiro, Wakayama, 1992)</i>	17
Tabulka 3: <i>Náběhové rychlosti finalistů na MS 2009 (Veselý, 2011)</i>	19
Tabulka 4: <i>Korelace mezi délkou kroku a dalšími technickými parametry skoku o tyči (Petrov, 2004)</i>	20

Tabulka 5: <i>Náběhové rychlosti finalistů MS Helsinky 2005 mezi 16–11 m (V16–11m) a 11–6 m (V11–6 m) (Schade a kol, 2005)</i>	22
Tabulka 6: <i>Výsledné časy naměřené u dívky č. 1</i>	35
Tabulka 7: <i>Výsledné časy naměřené u dívky č. 2</i>	37
Tabulka 8: <i>Výsledné časy naměřené u muže č. 1</i>	38

Seznam grafů

Graf 1: <i>Příklad grafu vyhodnocený prostřednictvím softwaru STALKER ATS II (Feher, Kaplan, 2018)</i>	28
Graf 2: <i>Grafické znázornění závislosti rychlosti (m/s) na vzdálenosti (m) prostřednictvím softwaru STALKER ATS II u dívky č. 1</i>	36
Graf 3: <i>Grafické znázornění závislosti rychlosti (m/s) na vzdálenosti (m) u dívky č. 2</i>	37
Graf 4: <i>Grafické znázornění závislosti rychlosti (m/s) na vzdálenosti (m) u muže č. 1</i>	39
Graf 5: <i>Graf závislosti rychlosti na čase vytvořený v programu Kinovea pomocí funkce „Trasování“</i>	41
Graf 6: <i>Graf závislosti rychlosti (m/s) na čase (s) vytvořený pomocí softwaru STALKER ATS II</i>	42

Přílohy

Příloha 1: Souhlas Etické komise UK FTVS

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

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Metodika měření náběhových rychlostí u atletických skokanských disciplín

Forma projektu: výzkumná práce - bakalářská práce

Období realizace: duben 2018 – květen 2018

Předkladatel: Štěpán Wagner

Hlavní řešitel: Štěpán Wagner

Místo výzkumu (pracoviště): atletická dráha UK FTVS – venkovní prostor

Vedoucí práce (v případě studentské práce): Mgr. Jan Fcher

Popis projektu: Ve své bakalářské práci se budu zabývat metodikou měření náběhových rychlostí u atletických skokanských disciplín. Konkrétně se zaměřím na skok o tyči, trojskok a skok daleký. Pro sběr dat využiji měření pomocí radaru, fotobuňky a kamery a následně porovnam výsledky těchto způsobů měření, uvedu jejich výhody, popřípadě nevýhody a využiji pro trenérskou praxi. Vše podložím sekundárními daty, tedy zahraniční a domácí literaturou. Ke svému výzkumu využiji cca 5 studentů UK FTVS.

Charakteristika účastníků výzkumu: Počet účastníků cca 5. Účastníci budou studenti UK FTVS s platnou zdravotní prohládkou. U měření půjde především o ověření jednotlivých typů měřicích přístrojů, a tudíž se může výzkumu účastnit kterýkoli student UK FTVS bez ohledu na jeho výkonnost. Projektu se nezúčastní jedinci, pokud mají akutní onemocnění, dlouhodobé zdravotní problémy, zranění nebo jiné onemocnění či omezení pohybového aparátu ani s kardiovaskulárním onemocněním.

Zajištění bezpečnosti: Jedná se o neinvazivní metodu. Měření bude probíhat na atletické dráze. Studenti provedou rozběh na cca 50 m během něhož budou změřeni pomocí jednotlivých typů měřicích přístrojů. Rizika jsou minimální, nejedná se o pohyb, který by studenti předtím neprováděli. Měření není psychicky ani fyzicky náročné. Před měřením se účastníci rozsvičí. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. U měření bude přítomen vedoucí práce Mgr. Jan Fcher.

Etické aspekty výzkumu: Účastníci výzkumu jsou zletilí jedinci. Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v bakalářské práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána. Anonymizace osob u videozáznamu bude provedena rozmazáním obličejů či částí těla, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované videozáznamy budou po ukončení výzkumu smazány.

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

Text informovaného souhlasu: příložen

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

Potvrzují, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakémkoli změně projektu, zejména použitých metod, zřídí Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 6. 4. 2018

Podpis předkladatele: 

Vyjádření Etické komise UK FTVS

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

Členové: prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

PhDr. Pavel Ilrský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová


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

dne: 10. 4. 2018

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

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

- 20 -
razítko UK FTVS


podpis předsedkyně EK UK FTVS

Příloha 2: Informovaný souhlas

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

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu v rámci bakalářské práce na UK FTVS s názvem Metodika měření náběhových rychlostí u atletických skokanských disciplín prováděné na atletické dráze UK FTVS – venkovní prostor.

1. Projekt není financován.
2. Cílem projektu je určení výhod, nevýhod a využití měření náběhových rychlostí pomocí fotobuňky, kamery a radaru pro trenérskou praxi.
3. Měření bude prováděno na atletické dráze za dobrého počasí. Před měřením se rozcvičíte. Provedete 3krát rozběh na cca 50 m. Při každém rozběhu budete měřeni pomocí jiného měřicího přístroje: fotobuňky, kamery a radaru. Následně budou data vyhodnocena a určíme rozdíly mezi jednotlivými přístroji. Měření bude trvat cca 1 hodinu.
4. Jedná se o neinvazivní metodu. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.
5. Projektu se nezúčastníte, pokud máte akutní onemocnění, dlouhodobé zdravotní problémy, zranění nebo jiné onemocnění či omezení pohybového aparátu ani kardiovaskulární onemocněním.
6. U měření bude přítomen vedoucí práce Mgr. Jan Feher.
7. Hlavním přínosem výzkumného projektu je popsat využití jednotlivých měřicích přístrojů pro trenérskou praxi.
8. Vaše účast na projektu není finančně ohodnocena.
9. S výsledky a závěry měření se mohou účastníci seznámit v bakalářské práci, která bude po obhájení zveřejněna v repozitáři závěrečných prací Univerzity Karlovy nebo na email adrese wagner.stepan@gmail.com.
10. Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v bakalářské práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána. Anonymizace osob u videozáznamu bude provedena rozmazáním obličejů či částí těla, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované videozáznamy budou po ukončení výzkumu smazány.
11. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu:

Podpis:

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení:

Podpis:

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účastí ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu.

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis: