

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Stabilita pohybu u softballového nadhazovače pomocí  
kinematické analýzy**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

**Mgr. Petra Pravečková, Ph.D.**

Vypracoval:

**Milan Vacek**

Praha, duben 2017

## Prohlášení

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 6. dubna 2017

.....

Milan Vacek

## Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

---

## Poděkování.

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí práce Mgr. Petře Pravečkové, Ph.D. za její cenné rady, které mi byly přínosem při zpracování této práce.

## **Abstrakt**

**Název:** Stabilita pohybu u softballového nadhazovače pomocí kinematické analýzy

**Cíle:** Hlavním cílem této práce je detailní analýza průběhu pohybu nadhazovače. Srovnání různých druhů nadhozu mezi sebou a poukázání na případné odlišnosti.

**Metody:** Pomocí trojrozměrné kinematické analýzy jsme získali potřebná data. Pro studii byl využit systém Qualisys. Vysokofrekvenčními kamerami byl pořízen videozáznam 32 pokusů českého nadhazovače, jenž byl převeden do softwaru, ve kterém probíhala následná analýza.

**Výsledky:** Zjistili jsme, že se jednotlivé druhy nadhozů ve svém pohybu významně neliší. Nejvíce se od ostatních druhů odlišoval zpomalený nadhoz (change up). Rozdíly nejsou dostatečně velké, aby byl schopen pálkař předem poznat, jaký druh nadhozu nadhazovač použije.

**Klíčová slova:** rychlý nadhoz, stoupavý nadhoz, padavý nadhoz a zpomalený nadhoz, biomechanika pohybu, trojrozměrná 3D analýza, Qualisys

## **Abstract**

**Title:** Stability of motion for softball pitcher by kinematic analysis

**Objectives:** The aim of this work was to analyze the motion of softball pitch. We tried to compare and find differences between four kinds of the pitch.

**Methods:** In our thesis we used 3D kinematic analysis to collect data. We used the system Qualysis. High – frequency cameras recorded 32 pitches from the male Czech pitcher and then analyze in specific software.

**Results:** We found out that motion of the pitches are not very different from each other. Only change up is significantly different from other pitches, but still batter is not able to recognize, which kind of the pitch is pitcher going to use.

**Keywords:** fastball, raiseball, dropball, change up, biomechanic of motion, 3D analysis, Qualisys

## OBSAH

1	ÚVOD .....	7
2	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	8
3	TEORETICKÁ ČÁST .....	9
3.1	Pálkovací hry.....	9
3.2	Historie softballu.....	10
3.3	Charakteristika softballu .....	11
3.4	Pravidla softballu (fastpitch).....	12
3.5	Nadhazování.....	14
3.5.1	Pravidla pro nadhazování.....	14
3.5.2	Charakteristika průběhu softballového nadhozu .....	17
3.5.3	Biomechanika nadhozu .....	20
3.5.4	Druhy nadhozů.....	20
3.6	Předešlý výzkum .....	23
4	VÝZKUMNÁ ČÁST .....	25
4.1	Cíle práce .....	25
4.2	Úkoly práce .....	25
4.3	Hypotézy .....	26
4.4	Popis měření.....	26
4.5	Metodika práce.....	28
4.5.1	Charakter výzkumu .....	28
4.5.2	Výzkumný soubor .....	28
4.5.3	Použité metody.....	28
4.5.4	Kritické body nadhozu .....	32
5	VÝSLEDKOVÁ ČÁST A DISKUZNÍ ČÁST .....	34
5.1	Časová analýza.....	34
5.2	Vzdálenosti, délka skoku .....	36
5.3	Rychlost házečí ruky .....	37
5.4	Rychlost nadhozu a doba reakce pálkaře .....	38
5.5	Porovnání úhlů .....	39
5.6	Porovnání nadhozů.....	42
6	ZÁVĚR .....	47
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	48

# 1 ÚVOD

Téma bakalářské práce „Stabilita pohybu u softballového nadhazovače pomocí kinematické analýzy“ jsem si vybral na základě návrhu mé vedoucí práce Mgr. Petry Pravečkové, Ph.D. Softball je mi velmi blízký, jelikož moje sestra se mu věnuje na extraligové i reprezentační úrovni a já její zápasy pravidelně sleduji. Jakmile se mi naskytla možnost přispět svou prací k rozsáhlejšímu výzkumu vedenému na katedře sportovních her UK FTVS, s výběrem jsem neváhal. Téma práce reflektuje mé zájmy a s nimi související výběr mého studijního oboru „Tělesná výchova a sport se zaměřením na vzdělávání – matematika“.

Cílem práce je získání nových poznatků o průběhu pohybu softballového nadhazovače. Zpracované výsledky a z nich vyvozené závěry by měly být vhodným materiálem a zpětnou vazbou jak pro samotné nadhazovače, tak pro softballové trenéry.

Softball je ve světě, zejména v Americe a Japonsku, velmi oblíbený kolektivní sport, který klade důraz na souhru celého týmu, ale nechává vyniknout i jednotlivé hráče. Zásadní vliv na výsledek utkání má sportovní výkon nadhazovače, proto považuji za přínosné zabývat se hlouběji analýzou jeho pohybu.

V teoretické části práce se setkáme s charakteristikou softballu, stručným výkladem pravidel, popisem průběhu nadhozu a výčtem jednotlivých druhů nadhozu. Dále je zde uveden souhrn poznatků o kinematické analýze získaný z několika dostupných pramenů. Výzkumná část obsahuje vysvětlení průběhu měření, analýzu výsledků a jejich interpretaci pomocí grafů, tabulek a doplňujících textů. Prezentovaný výzkum a jeho výsledky jsou poté konfrontovány s podobnými, již publikovanými výzkumy.



## **2 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK**

**UK FTVS** – Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu

**OH** – Olympijské hry

**LOH** – letní olympijské hry

**YMCA** – Young Men's Christian Association (křesťanské sdružení mladých lidí)

**ČSR** – Československá republika

**OV ČSTV** – Okresní výbor Československého svazu tělesné výchovy

**ÚV ČSTV** – Ústřední výbor Československého svazu tělesné výchovy

**ČSA** – Česká softballová asociace

**ČBA** – Česká baseballová asociace

**QTM** – Qualysis track manager (specifický software pro 3D analýzu videozáznamů)

**AIM** – Automatic marker identification (automatická identifikace markerů)

## 3 TEORETICKÁ ČÁST

### 3.1 Pálkovací hry

Pohybové hry jsou všechny hry, kde je nutný pohyb k plnění herního úkolu. Pohybové hry můžeme rozdělit do dvou základních kategorií na hry sportovní a hry drobné (malé). Sportovní hry na rozdíl od drobných her jsou institucionálně řízeny, mají mezinárodně či národně platná pravidla. Sportovní hru definuje Táborský (2004, s. 11) takto: „*Sportovní hra je soutěživá činnost dvou soupeřů v jednotném prostoru a čase, kteří podle institucionálně schválených pravidel usilují o prokázání vlastní převahy lepším ovládním společného předmětu.*“ Základní charakteristikou sportovních her je tedy soutěživost, současnost, kolektivnost, proměnlivost situace, pravidla (Süss, 2003).

Sportovní hry můžeme dále dělit dle několika různých kritérií: podle hrací plochy, podle počtu hráčů, podle způsobu pohybu. Jedním z nejužívanějších rozdělení her dle Táborského (2005) je podle způsobu získávání bodů. Rozlišujeme hry:

- brankové (fotbal, hokej, florbal, basketbal),
- síťové (volejbal, tenis, badminton),
- pálkovací (baseball, softball, kriket),

Výše je uvedeno jen několik příkladů sportovních her a jejich rozřazení. Softball patří do kategorie her pálkovacích. Baseball společně se softballem patří mezi neznámější a nejrozšířenější pálkovací hry na světě. Baseball a softball byly olympijskými sporty v letech 1996 – 2008. Baseball reprezentovali na olympijských hrách (dále jen OH) muži, zatímco softball hráli ženy. Ze čtyř letních olympijských her (dále jen LOH) získal 3 zlaté medaile ze softballu tým USA a na posledních hrách, kde se softball objevil, v Pekingu 2008, se podařilo přerušit nadvládu USA Japonsku. V současné době se vrátil baseball a softball do rodiny olympijských sportů a bude součástí LOH v Tokiu 2020, jelikož baseball a softball se těší v Japonsku velké oblibě. Poté budou tyto sporty pravděpodobně opět z programu vyjmuty. Česká reprezentace žen již zahájila přípravu na evropskou část olympijské kvalifikace, kde se pokusí prosadit v těžké konkurenci a získat jediné postupové místo. Na LOH 2016 v Riu neměla česká výprava jediného zástupce v

kolektivních sportovních hrách. Softballistky mají šanci tento nelichotivý fakt napravit. Jejich účast na LOH 2020 v Tokiu by byla velkým úspěchem. (Pravečková, 2009)

Pod označením softball se skrývají dvě podobné pálkovací hry, a to fastpitch softball a slowpitch softball. Princip hry je v zásadě totožný, liší se pouze v provedení nadhozu a s ním související úpravy pravidel a parametrů hrací plochy. Jak napovídá název slowpitch, nadhoz je pomalý a vysoký, uzpůsobený spíše pro rekreační pojetí hry. Proto slowpitch mohou hrát muži i ženy dohromady (Süss, 2003).

V textu budeme dále rozumět pod pojmem softball jeho sportovněji variantu, tedy fastpitch.

## **3.2 Historie softballu**

Na přelomu 12. a 13. století se v Anglii na venkově hrála hra zvaná Stool Ball, nazývaná podle stoliček, kolem kterých farmáři běhali, když se trefili holí do míčku. V 18. století studenti nahradili stoličky kolíky a nazvali hru Goal Ball. V té době se také poprvé setkáváme s označením hry Base-Ball. Podobnou hru začali hrát také přistěhovalci na území Spojených států pod názvy Rounders, Town Ball nebo Boston Ball. Teprve později kolem poloviny 19. století se ustálil pojem Baseball a byla sepsána Alexandrem Catwrightem standardizovaná pravidla. Postupem času obliba hry stále rostla a roku 1876 byla ustanovena Národní liga profesionálních baseballových klubů. Zanedlouho vzniká několik dalších lig, které tvoří konkurenci Národní lize, ale pouze Americká liga, opírající se o venkov, se dokázala prosadit. Dnes tvoří tyto dvě ligy společně Major League, která je známá po celém světě a má miliony fanoušků (Süss, 2003).

Počátky softballu se datují na konec 19. století. Softball vzniká jako průpravná hra v tělocvičně pro baseballové hráče. Vzhledem k omezenému prostoru se zmenšilo hřiště, zvětšil míč a zkrátila pálka. Průpravná hra pod označením indoor – outdoor se příliš nerozšířila a vznikají nová označení i pravidla - softbaseball, baseball for woman, playgroundball apod. V roce 1930 dochází ke sjednocení pravidel a prvnímu oficiálnímu utkání v softballe. V roce 1952 byla založena mezinárodní softballová federace ISF a od

roku 1965 se konají pravidelně mistrovství světa pro ženy, od roku 1966 pro muže (Süss, 2003).

U nás se objevuje playgroundball začátkem 20. století díky organizaci YMCA, která vydala první pravidla. Ve 30. letech se v Brně hraje pravidelně Brněnská liga v baseballu. Okupace ČSR omezila rozvoj softballu a baseballu u nás, ale přesto se v Brně a v Praze Modřanech stále pravidelně hraje. Po druhé světové válce se opět zásluhou YMCA podaří Jaroslavu Firstovi vydat příručku s pravidly a rozbořem hry po stránce techniky a taktiky *Učme se hře, kterou hrají miliony*. Doc. František Stibitz v padesátých letech vydává první ucelená skripta *Sportovní hry III. – Pálkovaná*. V roce 1963 byla vytvořena sekce softballu při OV ČSTV v Praze. Po několika složitých jednání v roce 1976 vzniká svaz softballu a baseballu ÚV ČSTV. Od roku 1990 jsme členem Evropské softballové asociace (ESF). S rozpadem Československa vznikají dva nové svazy, jejichž název přetrvává dodnes – Česká softballová asociace (ČSA) a Česká baseballová asociace (ČBA) (Süss, 2003).

### 3.3 Charakteristika softballu

Softball se těší velké popularitě v Americe, Asii, Austrálii a také Evropě. Na evropském kontinentu patří český softball mezi absolutní špičku. Reprezentace mužů již dlouhodobě kraluje evropskému softballu a reprezentace žen pravidelně soupeří o medailové pozice s týmy Itálie a Nizozemí. V České republice stále roste mládežnická základna, k čemuž přispívá fakt, že softball je součástí výuky na základních, středních i vysokých školách. V upravené podobě se s ním můžeme setkat v rámci různých táborových her a podobných aktivit. Ve prospěch softballu hovoří jeho komplexnost pohybových dovedností. V průběhu hry musí hráč zvládnout běh, hod, chycení i odpálení míče, rychlou reakci, samostatné rozhodování, to vše v co nejkratším čase (Süss, 2003).

Pro nezasvěcené jedince často zůstává tento sport nepochopen. Od nejrozšířenějších sportovních her u nás, jakými jsou fotbal a hokej, kde je princip hry zřejmý na první pohled, se softball velmi odlišuje. Nastupují proti sobě dva týmy o devíti hráčích, přičemž jeden tým vždy utočí, snaží se získat body, a druhý se mu v tom snaží zabránit, dokud se role nevymění. Základní pravidla nejsou složitá, avšak rozmanitost možných herních

situací a taktických prvků dělá z průběhu utkání leckdy nepochopitelnou změť pobíhajících hráčů. Až při detailním nastudování pravidel a pochopení v praxi dokáže člověk ocenit kouzlo této hry. Níže je uveden pouze výňatek z pravidel, které považuji za důležité pro orientaci v problematice softballového nadhozu.

### 3.4 Pravidla softballu (fastpitch)

Výňatek je převzat z oficiálních pravidel pro všechny soutěže pořádané Českou softballovou asociací ([www.softball.cz](http://www.softball.cz)). Celé znění pravidel naleznete na webových stránkách ČSA v elektronické podobě.

Pravidla byla přeložena Komisí rozhodčích ČSA a jsou platná na čtyřleté období 2014–2017. Stručný popis pravidel byl porovnán s výběrem pravidel, které byly uvedeny v závěrečné práci Brabce (2010).

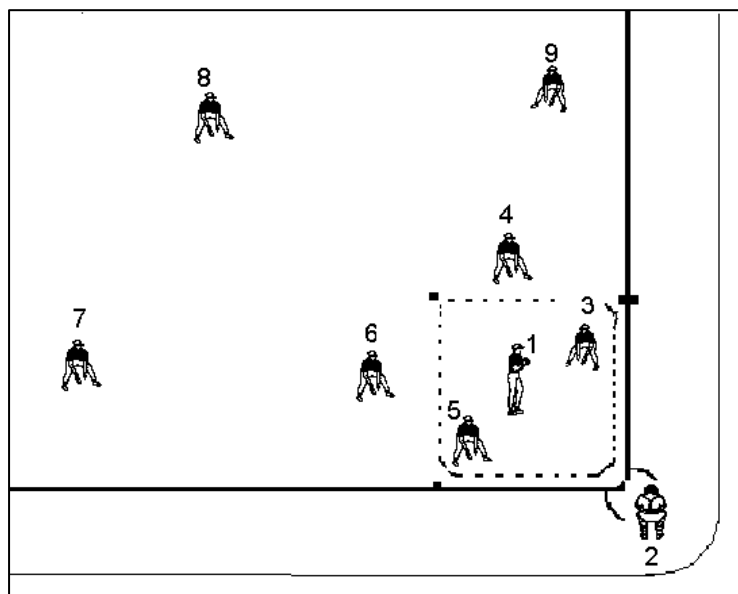
Každé družstvo má minimálně devět hráčů, přičemž každý z nich má na hřišti svou pozici označenou číslem a názvem (obr. č. 1). Hráči na pozici 1 – 6 hrají ve vnitřním poli, hráči na pozici 7 – 9 se vyskytují nejčastěji ve vnějším poli.

1 – nadhazovač	5 – 3. metař
2 – chytač (zadák)	6 – spojka
3 – 1. metař	7 – levý polař
4 – 2. metař	8 – střední polař
	9 – pravý polař

Hřiště má tvar  $\frac{1}{4}$  kruhové výseče o poloměru 76,2 m pro muže a 67,06 m pro ženy. Pole je prostor mezi pomezními čarami, které svírají s domácí metou pravý úhel. Vzdálenost mezi metami je pro všechny kategorie stejná, a to 18,29 m. Nadhazovací meta je od domácí mety vzdálena 14,02 m pro muže a 13,11 m pro ženy. Dvanáctipalcový míč má tvar koule a jeho obvod musí měřit mezi 30,2 cm a 30,8 cm. Hmotnost míče by se měla pohybovat mezi 178,0 g a 198,4 g. Důležité pro nadhazování jsou také švy, kterých musí mít míč alespoň 88. Každý hráč musí mít rukavici. Pálka nesmí být delší než 86,4 cm a mít vyšší hmotnost než 1077 g. Kruhový průřez pálky

nesmí být větší než 5,7 cm. Z vybavení dále musí pálkaři a běžci používat helmu, chytači kromě helmy také další chrániče krku, trupu, holení.

Obr. č. 1. Ilustrační obrázek hřiště a pozic polařů (Bronclík, 2015)



Řádná hra má 7 směn. Je-li utkání po odehrání směn nerozhodné, prodlužuje se o další směnu. Utkání může být ukončeno předčasně, pokud je rozdíl ve skóre 7 (muži) či 10 (ženy) bodů po 5. směně nebo 15 bodů po 4. směně. Jedna směna odpovídá úseku hry, kdy se obě družstva vystřídají jak v útoku, tak v poli. Ke střídání dochází vždy po třech vyautovaných hráčích v útoku. Možností, jak hráče vyautovat, je několik. Mezi ty nejběžnější se řadí chycení odpáleného míče ze vzduchu, tečování běžce mezi metami, hození třech dobrých nadhozů, aniž by je pálkař odpálil, zašlápnutí mety při nuceném postupu a další možnosti spíše technického rázu.

Cílem hry je dosáhnout vyššího počtu bodů než druhé družstvo. Bod družstvo získá pouze v době, kdy útočí (je na pálce) tak, že pálkař promění svůj start na pálce v zisk minimálně jedné mety. Pokud pálkař/běžec oběhne postupně všechny čtyři mety, aniž by byl vyautován, získává pro své družstvo bod. Nejvíce oceňovaným způsobem získání bodu je tzv. homerun, kdy pálkař odpálí míč mezi čarami ohraničujícími hřiště až za hrazení v předepsané vzdálenosti.

## 3.5 Nadhazování

Osou se nazývá v softballe dvojice hráčů nadhazovač a zadák. Tito dva jsou zapojeni do hry nejvíce a účastní se každé rozehry, jelikož každá rozehra začíná nadhozem a jeho kvalita a výběr ovlivňuje její výsledek. Je prokázáno, že herní výkon nadhazovače ovlivňuje až 70 % týmového výkonu. Potter a Johnson (2007) uvádí, že fastpitch softball je hra nadhazovačů. Ne nadarmo se v USA uvádí nejen názvy týmů, které budou proti sobě hrát, ale také jména nadhazovačů, kteří pravděpodobně v utkání začnou na pozici nadhazovače. Zadák se kromě chytání nadhozeného míče podílí na výběru nadhozu. Většinou navrhuje nadhazovači prostřednictvím předem domluvených nonverbálních signálů umístění a druh nadhozu. Zadák je tedy vůdčí osobností týmu a řídí všechny poláře (Süss, 2003).

### 3.5.1 Pravidla pro nadhazování

#### KAPITOLA VI. - NADHAZOVÁNÍ

##### §1. Před nadhozem.

Před zahájením nadhozu musí nahazovač zaujmout postavení na nadhazovací metě.

- a. Nadhazovač nesmí zaujmout nadhazovací postavení na metě nebo v její blízkosti, dokud nemá míč v ruce.
- b. Nadhazovač nemůže zaujmout nadhazovací postavení, dokud chytač ve svém území není připraven chytit míč.
- c. Musí pevně stát na obou nohách a musí se oběma nohama dotýkat nadhazovací mety. Boky musí mít rovnoběžně se spojnicí první a třetí mety.
- d. Nadhazovač může přijímat nebo být připraven přijímat signály od chytače pouze v postavení s míčem v jedné ruce nebo v rukavici a rukama rozpojenýma, pokud stojí oběma nohama na nadhazovací metě.
- e. Po přijetí signálů a před započítáním nadhozu musí být nadhazovač se spojenýma rukama před tělem, s míčem v ruce nebo v rukavici a čelem k pálkaři v naprostém klidu po dobu nejméně 2 (dvě) a nejvýše 5 (pět) sekund.

## § 2. Začátek nadhozu.

Nadhoz začíná, jestliže nadhazovač rozpojí ruce nebo provede jakýkoliv pohyb, který je součástí náprahu.

## § 3. Správný nadhoz

- a. Nadhazovač nesmí provést žádný pohyb nesouvisející s nadhozem.
- b. Nesmí provést takový pohyb, kdy rozpojí ruce, švihne jimi dozadu a zpět a znovu spojí ruce před tělem.
- c. Nesmí švihový pohyb paže směrem vpřed přerušit nebo dokonce změnit jeho směr v opačný.
- d. Při otáčivém nadhozu nesmí nadhazovač provést paží víc než jeden kruh. Před zahájením otáčivého nadhozu smí nadhazovač provést náprah vzad.
- e. Během dokončení otočky musí být ruka níže než bok a zápěstí nesmí být dále od těla než loket.
- f. Pohyb paže a ruky v zápěstí během a po vypuštění míče musí směřovat vpřed před tělo.
- g. Obě nohy musí zůstat v kontaktu s nadhazovací metou a stojná noha musí zůstat v klidu až do zahájení nadhozu.
- h. Stojná noha musí zůstat v kontaktu s nadhazovací metou až do doby, kdy se od ní odrazí nebo od ní odskočí.
- i. Během nadhozu musí nadhazovač vykročit současně s vypuštěním míče z ruky. Vykročení musí být směrem k pálkaři v rozmezí šířky nadhazovací mety (61 cm).  
POZNÁMKA (h-i): Za vykročení se nepovažuje, jestliže *kterákoliv* noha nadhazovače sklouzne napříč nadhazovací metou za předpokladu, že zůstane v kontaktu s metou a nedojde k *žádnému odtažení vzad mimo metu*. Zhoupnutí dozadu, při kterém nadhazovač zvedne stojnou nohu z mety a *opět se na ni postaví*, se považuje za nesprávný nadhoz.
- j. Stojná noha musí zůstat v kontaktu s nadhazovací metou nebo se od ní odtáhnout či



odrazit nebo být ve vzduchu před dopadem švihové nohy na zem.

*POZNÁMKA: Nadhazovač smí odskočit od nadhazovací mety, doskočit a plynulým pohybem vypustit míč směrem k domácí metě. Odrazová noha se smí odrazit nebo dokončit plynulý pohyb. Toto se nepovažuje za crow-hop.*

k. Za správný nadhoz se považuje odtažení nebo odskok a následný dopad, pokud počáteční odraz byl od nadhazovací mety. Odstoupení stojné nohy z mety a následné odtažení nebo odskok se považuje za nesprávný nadhoz.

l. Když se nadhazovač odrazí od nadhazovací mety, celý pohyb nadhazovací ruky musí být plynulý.

m. Nadhazovač se nesmí odrazit z jiného místa než od nadhazovací mety před tím, než rozpojí ruce.

n. Nadhazovač nesmí po vypuštění míče z ruky pokračovat v otáčivém nadhozu.

o. Nadhazovač nesmí úmyslně upustit, kutálet nebo nadhodit úmyslně o zem, aby tím znemožnil pálkaři odpal.

p. Nadhazovač musí nadhodit do 20 vteřin od chvíle, kdy dostane míč, nebo od povelu rozhodčího "hra" („Play ball“).

DŮSLEDEK § 3 p: Pálkaři se přiznává špatný nadhoz.

([www.softball.cz](http://www.softball.cz))

V průběhu výzkumu proband porušil výše zmíněné pravidlo § 3. k. Vzhledem k charakteru výzkumu a s přihlédnutím k okolnostem, že podmínky byly pouze tréninkového charakteru, je analýza provedena i s tímto porušením pravidel.

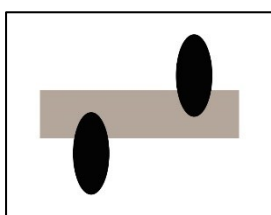
### 3.5.2 Charakteristika průběhu softballového nadhozu

Nadhazovač má své postavení v poli dáno přímo pravidly. „*Musí se v okamžiku zahájení nadhozu dotýkat oběma nohama nadhazovací mety. Po skončení provedení nadhozu se nadhazovač zapojuje normálně do hry v poli, jako každý jiný polář. Má své povinnosti pro zpracování odpalů, krytí met i zabíhání. Nejčastěji zabíhá všechny příhozy vnějších polářů do vnitřního pole. Nejen na domácí metu, ale i v okamžiku jedometového odpalu příslušného vnitřního poláře*“ (Süss, 2000, s. 78.).

#### **Příprava na nadhoz**

- Při přípravě na nadhoz musí nadhazovač stát na nadhazovací metě. Nejčastěji tak, že se patou a špičkou dotýká mety, ne však ze stran. Viz obr. č. 2
- Míč drží v jedné ruce
- Osa ramen je rovnoběžná se spojnicí první a třetí mety.

Obr. č. 2. Postavení chodidel na nadhazovací metě (Bronclík, 2015)



#### **Signál**

- Signál přijímá nadhazovač pohledem k chytači
- Míč může být držen buď v holé ruce nebo v rukavici, ale ruce nesmí být spojené.
- Po přijetí signálu musí nadhazovač spojit ruce před tělem. V té době si upravuje nadhazovač úchop míče dle druhu nadhozu, který chce použít.
- Váha se přenáší na zadní nohu s mírným záklonem

Dle pravidel má nadhazovač pouze 10 vteřin na zahájení nadhozu od doby, kdy jsou všichni ostatní připraveni, tzn. rozhodčí, zadák, pákkař (Waage, 1998).

Nyní následuje samotný nadhoz. Süß (2003) ve své knize popisuje dva základní styly nadhazování – otočkou a prakem. Technika nadhozu otočkou je o něco jednodušší a v současnosti se používá na vrcholové úrovni výhradně tento styl. Z toho důvodu byl vybrán proband, který nadhazuje otočkou a bude popsán průběh nadhozu otočkou.

## **Technika nadhozu**

*„Technika ve sportu znamená způsob provedení požadovaného pohybového úkolu, tedy jeho provedení, průběh – uspořádání pohybu v prostoru a čase.“* (Perič a Dovalil, 2010, str. 134)

Technika provedení je podmíněna mnoha faktory, především:

- rozvoj vytrvalostních, silových, rychlostních schopností
- mezisvalová a vnitrosvalová koordinace
- psychické vlastnosti (motivace, koncentrace a další)

Zjednodušeně můžeme říci, že kvalitní sportovní technika musí být aplikovatelná přímo ve sportovní praxi, kde v různých situacích jde o synchronizaci propojení rovnováhy, kontroly, přesnosti a síly v každé mikrofázi pohybu. Sportovní technika přizpůsobená somatickým, kondičním funkčním a psychickým znakům konkrétního sportovce se nazývá styl (Psalman, 2010).

Další pojmy, které se pojí s problematikou nadhazování jsou:

**Stabilita**, tzn. *„stálost pohybových dovedností vůči nepříznivým účinkům vnějšího i vnitřního prostředí. Je výrazem automatizace pohybu.“*

**Variabilita**, tj. *„pohotovost měnit některé části pohybových dovedností v závislosti na měnících se podmínkách“* (Perič a Dovalil, 2010, str. 135).

Obr. č. 3. Nadhoz otočkou (www.fastpitchpower.com, upraveno)



### Způsob provedení

Ze základního postoje se nadhazovač naklání vpřed, přenáší tedy váhu na odrazovou nohu. Vykročí švihovou pokrčenou nohou směrem k domácí metě a následně provádí nadhazovač poskok, kdy se odráží z přední nohy. Ve světě se můžeme setkat s dvěma typy skoku. Někteří nadhazovači dopadnou nejprve na odrazovou nohu a poté dokračují švihovou (případ našeho probanda), někteří dopadnou rovnou na švihovou nohu. Dále paže směřují obě vpřed a v momentě, kdy je míč na úrovni hrudníku se oddělují. V tu dobu také začíná rotace v bocích a ramenech (viz 4. snímek na obr. č. 3). U pravorukého nadhazovače se ramena otevírají směrem ke třetí metě. Dopad na odrazovou nohu přichází těsně po momentě, kdy je házecí ruka v pozici tzv. 12 hodin. Tedy dosahuje maximální výšky (viz 5. snímek na obr. č. 3). Paže s rukavicí směřuje natažená k domácí metě. Nyní házecí paže zahajuje silovou fázi, tzn. pohyb dolů po oblouku. Současně se boky zavírají zpět směrem k domácí metě. Dopad švihové nohy by měl být ideálně na pomyslnou spojnici přední hrany nadhazovací mety a domácí mety (powerline). Špička dopadá na tuto spojnici a chodidlo s ní svírá přibližně úhel 45°. Váha se přenáší vpřed, kolena jsou mírně pokrčená a loket házecí paže také. Paže s rukavicí koná protipohyb. V době, kdy je míč u těla pod úrovní boků, dochází k vypuštění míče rychlým švihem zápěstí (viz 7. snímek obr. č. 3). Při dokončení pohybu pokračuje házecí paže vpřed a nahoru. Odrazová noha se zvedá a míří vpravo od švihové nohy. Boky se otevírají k domácí metě a nadhazovač se připravuje do střehového postavení na případné zpracování odpáleného míče (Potter, Johnson, 2007).

Dříve byl skok u nás zakázán. S jeho povolením dosahují nadhazovači mnohem vyšších rychlostí nadhozu a délkou skoku výrazně zkracují dobu pálkaře na reakci. Pravidla pro nadhazování se můžou v různých zemích lišit a také v USA některé organizace používají určité vlastní úpravy.

### 3.5.3 Biomechanika nadhozu

Cílem nadhazovače je vyprodukovat velké množství kinetické energie, kterou následně předá míči. Kinetická energie vzniká zejména rotací horní končetiny v ramenním kloubu a prudkou flexí v zápěstí pro vypuštění míče. Na získání energie se také podílí svaly dolních končetin a trupu (Brabec, 2010).

### 3.5.4 Druhy nadhozů

Mezi základní druhy softballových nadhozů patří rychlý nadhoz (fastball), padavý nadhoz (dropball), stoupavý nadhoz (raiseball), zpomalený nadhoz (change up) a točený nadhoz (curveball). Existují ještě další druhy nadhozů, ale vychází z těchto základních druhů a jsou jejich odvozeninami nebo kombinacemi (Knobloch a kol, 1997).

Proband ve výzkumu užíval prvních čtyřech výše zmíněných druhů a ty si podrobněji popíšeme. Držení míče bývá u jednotlivých nadhozů individuální záležitostí, dle velikosti ruky apod. Přesto jsou dána určitá doporučení, které jsou níže vyobrazena.

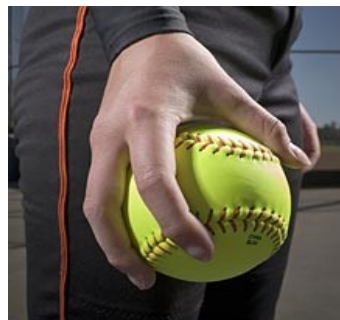
#### **Fastball**

Jde o základní typ nadhozu, který jak napovídá jeho název, letí maximální rychlostí, kterou je nadhazovač schopen vyvinout. Pokud řeknete člověku, aby hodil co nejrychleji míč spodním obloukem, pravděpodobně využije právě tohoto typu nadhozu, aniž by jej znal. Trajektorie letu míče je téměř rovná s mírným poklesem u domácí mety (viz obr. č. 4). Nadhazovač míči udílí lehce dopřednou rotaci. Držení míče je převážně ve dvou či více prstech kolmo na švy tak, jak je patrné na obrázku č. 5 (Brabec, 2010).

Obr. č. 4. Trajektorie letu míče při fastballu



Obr. č. 5. Držení míče – fastball  
([www.legacy.sandiegouniontribune.com](http://www.legacy.sandiegouniontribune.com))



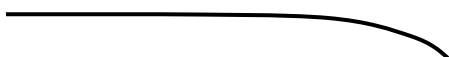
## Dropball

Název koresponduje s křivkou označující trajektorii letu míče (viz obr. č. 6). Nadhazovač udává míči rotaci směrem vpřed, díky čemuž má míč tendenci před domácí metou směřovat k zemi. Je dobré ho umístit nízko ve strike zóně, případně pod ní. Úchop je s dvěma či více prsty na míči, kdy pouze první článek prstů překrývá švy, podobně, jako u fastballu. Při vypuštění se míč “vykutálí“ z prstů, které táhnou míč proti švům. Prsty následně směřují vzhůru (Waage, 2002).

*Obr. č. 7. Držení míče – dropball (Brabec, 2010)*



*Obr. č. 6: Trajektorie letu míče při dropballu*



## Raiseball

Je protikladem pro dropball. Úkolem nadhazovače je udělit míči zpětnou rotaci tak, aby trajektorie letu měla stoupavou tendenci. Při vypuštění míče je většinou u nadhazovače patrný záklon a větší pokrčení přední nohy, aby mohl nadhazovač míči lépe udělit zpětnou rotaci. Nejčastějším umístěním nadhozu je vrchní hrana strike zóny. Držení míče při raiseballu je velmi specifické (viz obr. č. 9) (Brabec, 2010).

*Obr. č. 9. Držení míče – raiseball  
(Brabec, 2010)*



*Obr. č. 8. Trajektorie letu míče při raiseballu*



## Change up

Největší předností tohoto nadhozu je jeho malá rychlost. Předchozí tři druhy létají přibližně stejnou rychlostí. Pokud se nadhazovač rozhodne využít change upu, klade si za cíl zmást pálkaře a hodit mu výrazně pomalejší nadhoz. To vede ke špatnému kontaktování míče pálkařem, či v ideálním případě prošvihnutí, aniž by pálkař míč zasáhl. Trajektorie letu míče je v zásadě rovná, s žádným výrazným poklesem ani vystoupáním. Je to dáno tím, že míči není udílena téměř žádná rotace a ve vzduchu tzv. „plave“, což také ztěžuje pálkařovu situaci. Na obr. č. 11 můžeme vidět držení míče při change upu. Někdy se můžeme setkat i s vytočením ruky do pronace, pak hovoříme o tzv. „pétangovém“ stylu change upu se zpětnou rotací. (obr. č. 12) (Brabec, 2010).

*Obr. č. 10. Trajektorie letu míče při change upu*

---

*Obr. č. 11. Držení míče – change up  
(Brabec, 2010)*



*Obr. č. 12. „Pétangové“ držení change upu  
(Brabec, 2010)*



### 3.6 Předešlý výzkum

V této kapitole bych rád shrnul, k jakým závěrům došli různí autoři při výzkumech a měřeních obdobných s naším výzkumem. Bohužel většina studií pochází z doby, kdy nadhazovači neprováděli skok, ale pouze výkrok, jelikož odrazová noha musela zůstat v kontaktu s nadhazovací metou. Níže uvedené výzkumy pracují s analýzou ženského nadhozu. Srovnáním dat s naším výzkumem se věnuje výsledková a diskuzní část práce.

Tomášek (2007) se ve své diplomové práci zabývá srovnáním techniky pěti vrcholových evropských nadhazovaček s českou reprezentantkou, kterou analyzovala ve své práci Bernardová (2006) pomocí kinematické analýzy, provedené z videozáznamů pořízených během ME v softballu žen v Praze 2005. Jejich práce jsou velmi podobně koncipovány. Oba určují jako kritické body nadhozu začátek výkroku, vrchol nápřahu, konec výkroku, vypuštění míče a dokončení pohybu. Studie se zabývá čtyřmi druhy nadhozů: fastball, raiseball, dropball a change up. Tomášek (2007) i Bernardová (2006) dospěli k závěru, že v průměru nadhazovačky dosahují konce výkroku o 0,04s – 0,08s později než vrcholu nápřahu. Rychlost nadhozu se pohybovala v průměru mezi 69–94 km/h. Podíl rychlosti zápěstí házecí ruky a míče dosahoval u nadhazovaček sledovaných Tomáškem (2007) 30-45 %. Jak sám autor uvádí, rychlost zápěstí v době vypuštění míče shledal největším rozdílem mezi jeho výzkumem a výzkumem Bernardové (2006). Ta naměřila hodnoty téměř dvojnásobně větší. Úhel boků k dopředné rovině při vrcholu nápřahu se pohybuje mezi 1° a 10°, úhel v pravém lokti ve stejný kritický moment je okolo 150°. Vzdálenost kotníků při dokroku dosahuje hodnot v rozmezí 85–100 cm. V okamžiku vypuštění míče naměřil Tomášek (2007) výšku pravého kolene kolem 40 cm, výšku levého kolene okolo 50 cm. Vzdálenost pravého zápěstí byla od země 65 cm. Úhel boků se hodně měnil a pohyboval se kolem 15°. Úhel v pravém lokti dosahoval v momentě vypuštění míče maxima 142 - 177° (Tomášek, 2007).



Alderson a Elliott (1999) se zabývali také 3D kinematickou analýzou pohybu nadhazovaček. Zkoumali 10 nejlepších nadhazovaček podle australského trenéra z regionu západní Austrálie. Věk nadhazovaček byl kolem 19 let o výšce 169 cm. Ve své práci došli k závěrům, že rotace boků je významně menší než rotace ramen a dále se spíše zabývali přetěžování ramenního kloubu a zdravotními komplikacemi.

Odborný článek, publikovaný v americkém časopise o sportovní medicíně, od Wenera (2006) porovnává zatížení ramene při softballovém a baseballovém nadhozu. Metoda kinematické analýzy přinesla mj. také data vhodná k srovnání s naší prací. Autoři analyzovali 24 elitních světových nadhazovaček. Pro studii využili videozáznamy z OH 1996 a od každé nadhazovačky vybrali k analýze jeden stoupavý nadhoz (raiseball). Věk softballistek byl v průměru 25 let o výšce 170 cm. Průměrná rychlost nadhozu činila 97,2 km/h. Dopad švihové nohy byl u pravorukých hráček mírně vlevo (z pohledu nadhazovačky) od powerline. Rozdíl mezi dopadem švihové nohy a vrcholem náprahu se pohyboval kolem 0,05s. Časový interval mezi vrcholem náprahu a vypuštěním míče byl 0,1s. Boky svírali s dopřednou rovinou v momentě dopadu přibližně 20° a v momentě vypuštění kolem 38°. Úhel v lokti házecí ruky dosahoval v momentě vypuštění míče 172°.

## 4 VÝZKUMNÁ ČÁST

### 4.1 Cíle práce

V Bakalářské práci si klademe za cíl detailněji zpracovat průběh pohybu softballového nadhozu. S využitím systému Qualisys analyzovat získaná data a vyvodit z nich příslušné závěry. Výsledky by měly být přínosem pro samotnou hru, jelikož by měly přinést cenné informace pro nadhazovače, pálkaře i trenéry.

Cílem je srovnání jednotlivých nadhozů stejného druhu a také různých druhů nadhozů z hlediska průběhu pohybu. Odhalení okem pozorovatelných odlišností může mít zásadní vliv na úspěšnost pálkaře.

### 4.2 Úkoly práce

1. Vypracovat rešerše z odborné literatury týkající se vybraného tématu.
2. Výběr nadhazovače, na kterém bude provedeno měření.
3. Určení pořadí a druhů nadhozu, které budou v měření použity.
4. Měření kamerovým systémem Qualisys a převedení záznamu pohybu do počítačového programu v podobě animace.
5. Úprava jednotlivých pokusů v počítačovém programu.
6. Zpracování a analýza nasbíraných dat, popis tabulek a grafů.
7. Srovnání vybraných druhů nadhozů.

### 4.3 Hypotézy

1. Předpokládáme, že jednotlivé pokusy stejného druhu nadhozu se v průběhu pohybu významně neliší.
2. Předpokládáme, že různé druhy nadhozu mají významné odlišnosti i v průběhu pohybu nadhazovače.
3. Předpokládáme, že odlišnosti v průběhu pohybu různých druhů nadhozů není schopen pálkař rozpoznat tak, aby stačil na ně adekvátně zareagovat.

### 4.4 Popis měření

Měření probíhalo v prosinci 2016 v tělocvičně na fakultě FTVS UK. Účastníky měření byli odborníci obsluhující systém Qualysis, několik zaměstnanců FTVS včetně vedoucí práce, řešitel, nadhazovač a jeho chytač. V době měření měl nadhazovač již po sezoně a zároveň pauzu před zimní přípravou v hale. Měření probíhalo v nestandardních tréninkových podmínkách a rušivé elementy jako zahájení nadhozu na pokyn, přítomnost více lidí, kamery, nalepené markery aj. mohly do jisté míry ovlivnit naměřené výsledky. Nadhazovač se dopouští v každém svém pokusu výkroku pravou nohou mezi přípravnou fází a odrazem, který by byl v utkání podléhajícím pravidlům ČSA považován za porušení pravidel. I přes tuto skutečnost jsou pokusy zpracovány tak, jak je nadhazovač provedl, tedy i s výše zmíněným výkrokem. Na porovnání nadhozů nemá tento výkrok zásadní vliv.

Po rozcvičení obou aktérů a přípravě kamerového systému následovalo nalepení markerů na tělo nadhazovače. Markery jsou malé stříbrné kuličky o průměru okolo 1 cm, které snímají kamery a jejich stopa se zaznamená v programu QTM. Umístění jednotlivých markerů je uvedeno v tabulce č. 1.

Nadhazovač poté provedl 32 nadhozů. Sledovány byly čtyři druhy nadhozů, podle předem připraveného protokolu.

- rychlý nadhoz (fastball),
- zpomalený nadhoz (change up),
- stoupavý nadhoz (raise ball),
- padavý nadhoz (dropball),

Ze všech 32 se nepodařilo některé systémem Qualisys zachytit a některé byly vyhodnoceny jako nevhodné pro analýzu. Z již zmíněných 32 nadhozů bylo zpracováno a analyzováno 24.

*Tab. č. 1. Umístění markerů*

Pojmenování markeru	Umístění markeru	Latinský název
KotníkL	zevní kotník	malleolus lateralis
KotníkP	zevní kotník	malleolus lateralis
KolenoL	zevní stehenní hrbol	condylus lateralis
KolenoP	zevní stehenní hrbol	condylus lateralis
BokL	kyčelní hřeben	crista iliaca
BokP	kyčelní hřeben	crista iliaca
RamenoL	velký hrbolek	tuberculum majus
RamenoP	velký hrbolek	tuberculum majus
LoketL	loketní výběžek	olecranon
LoketP	loketní výběžek	olecranon
ZápěstíL	bodcovitý výběžek	processus styloideus
ZápěstíP	bodcovitý výběžek	processus styloideus
BicepsP	dvouhlavý sval pažní	M. biceps brachii
Krk	třetí krční obratel	processus spinosus C <sub>3</sub>

## 4.5 Metodika práce

### 4.5.1 Charakter výzkumu

Jde o případovou studii srovnávacího charakteru průběhu pohybu softballového nadhozu pomocí kinematické analýzy. Tento typ studie se zabývá sběrem velkého množství dat od jednoho probanda. Předpokladem je, že prozkoumání jedince nám pomůže pochopit jemu podobné případy.

### 4.5.2 Výzkumný soubor

Pozorovaným objektem je 22letý nadhazovač, který se v současnosti věnuje softballu na klubové i reprezentační úrovni a patří mezi nadějně české nadhazovače. Přestože většinou patří mezi juniorskou kategorii, již několik let nastupuje v seniorské nejvyšší soutěži. V době výzkumu mu bylo 21 let, měřil 180 cm při hmotnosti 86,4 kg. Jeho házečí paže je pravá, tudíž výzkum je popisován pro praváka. Pro leváka by byla analýza pohybu analogická.

### 4.5.3 Použité metody

#### **Kinematická analýza**

Při rychlosti provedení, kterou dobří nadhazovači disponují, se jen těžko podaří lidskému oku odhalit odlišnosti v technice. Proto se hledají způsoby, jak pozorovat a snímat pohyb, abychom byli schopni lépe analyzovat rychlý pohyb nadhazovače. Využitím videotechniky je dnes možné provést videozáznam a při zpomaleném záznamu odhalit detaily a nedostatky (Janura a Zahálka, 2004). Pro nadhazování je správné technické provedení velmi důležité, jelikož nadhazovač provádí opakovaný pohyb, který vede k vysokému zatížení pletence ramenního kloubu házečí ruky. Na paži v okamžiku vypuštění míče může působit negativní síla rovnající se 50% - 150% tělesné váhy

nadhazovače. Chybné provedení může vést k přetěžování házece ruky a častým zraněním. Pro detailní rozbor techniky se využívá kinematická analýza (Süss a Zahálka, 2000).

Kinematická analýza je metoda, která je založena na získání souřadnic bodů umístěných na těle sledovaného subjektu. Z historického pohledu vznikla tato metoda s rozvojem záznamových médií. Nástupem výpočetní techniky dochází k jejímu širšímu využití. (Soumar, 2011)

Při kinematické analýze je pohyb posuzován bez ohledu na příčiny (síly), které jej způsobují. Základními pojmy, se kterými pracuje, je prostor a čas, resp. vychází z určení závislosti dráhy na čase. Z tohoto vztahu je dále odvozena rychlost, zrychlení, úhlová rychlost, úhlové zrychlení. Matematický postup pro výpočet daných veličin je využití integrálního počtu, konkrétně opakovaného derivování (Soumar, 2011).

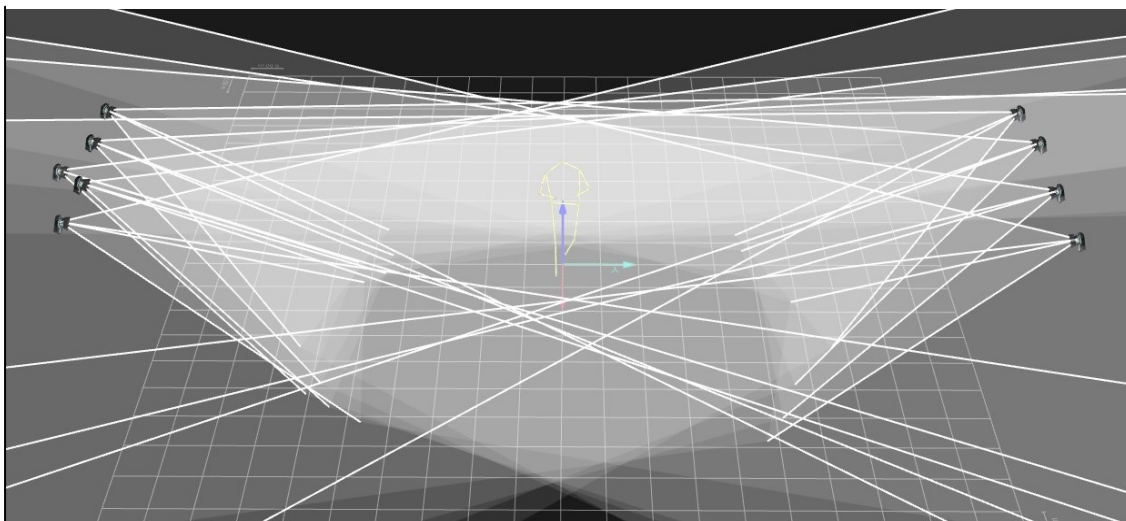
Využití kinematické analýzy je široké, mezi oblasti využití se řadí především zdravotnictví (ortotika, protetika, fyzioterapie), sport (technika sportovního výkonu), dále průmysl (řízení pohybu strojů), filmový průmysl a další. V praxi se využívá dvou forem kinematografie: rovinná (2D) a prostorová (3D). My pracujeme s 3D analýzou (Soumar, 2011).

## **Qualisys track manager**

*Qualisys* je švédská firma zabývající se studií pohybu. Poskytuje vysokofrekvenční kamerový systém a počítačový software pro zachycení a následnou 3D analýzu pohybu měřeného objektu. Systém *Qualisys* je optoelektronické zařízení využívající odraz infračerveného světla od aktivních či pasivních reflexních značek, umístěných na těle tzv. markerů.

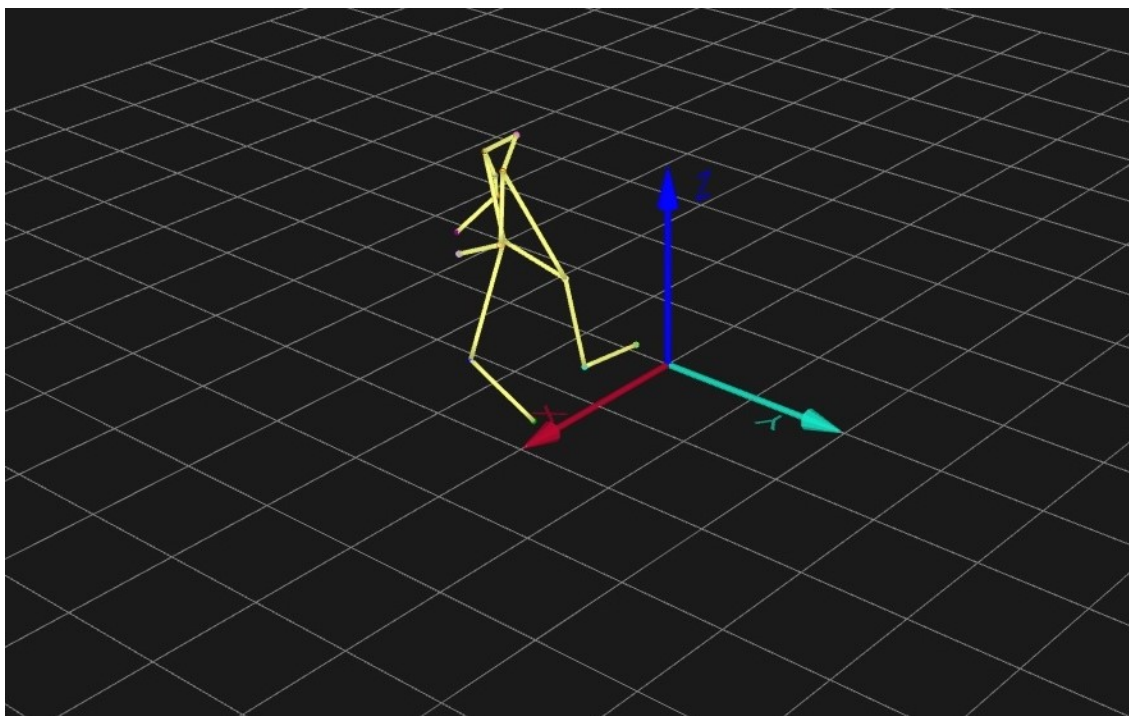
Pro výzkum, který je zpracován v této bakalářské práci bylo zapůjčeno devět kamer *Oqus*, které byly rozmístěny v tělocvičně tak, aby zabíraly celý prostor, ve kterém se nadhazovač pohyboval při jeho měřených pokusech (viz obr. č. 13) Videozáznam z kamer byl převeden do počítačového programu *Qualisys track manager*, v kterém probíhala hlavní část analýzy pohybu.

Obr. č. 13. Rozmístění a pokrytí kamerového systému



Software QTM převádí videozáznam do trojrozměrného kartézského souřadnicového systému, ve kterém se zobrazí poloha markerů. Nadhazovač se pohyboval vpřed ve směru osy X, pohyb do strany je zobrazen osou Y a vertikální pohyb popisuje osa Z (viz obr. č. 14).

Obr. č. 14. Souřadnicový systém



Frekvence kamerového záznamu je 500 snímků za sekundu. Pro lepší orientaci lze jednotlivé markery pojmenovat, barevně odlišit a spojit čarou, která naznačuje lidské kosti, pro vykreslení postavy, což je také vidět na obr. č. 14. Program nabízí využití AIM, kdy není nutné při každém pokusu pojmenovávat a spojovat jednotlivé markery, ale aplikovat uložený model na všechny pokusy.

Samotné zpracování a analyzování spočívá v úpravě trajektorií markerů, zejména spojování částí trajektorií v jeden celek, dále označení předem zvolených kritických bodů a export dat do jednoho ze zvolených programů. Já jsem si pro další práci s daty vybral program Microsoft Excel 2016.

### **Matematicko – statistické metody**

Pro zpracování dat jsem využil počítačového programu Microsoft office Excel a běžných matematicko – statistických metod (aritmetický průměr, směrodatná odchylka).



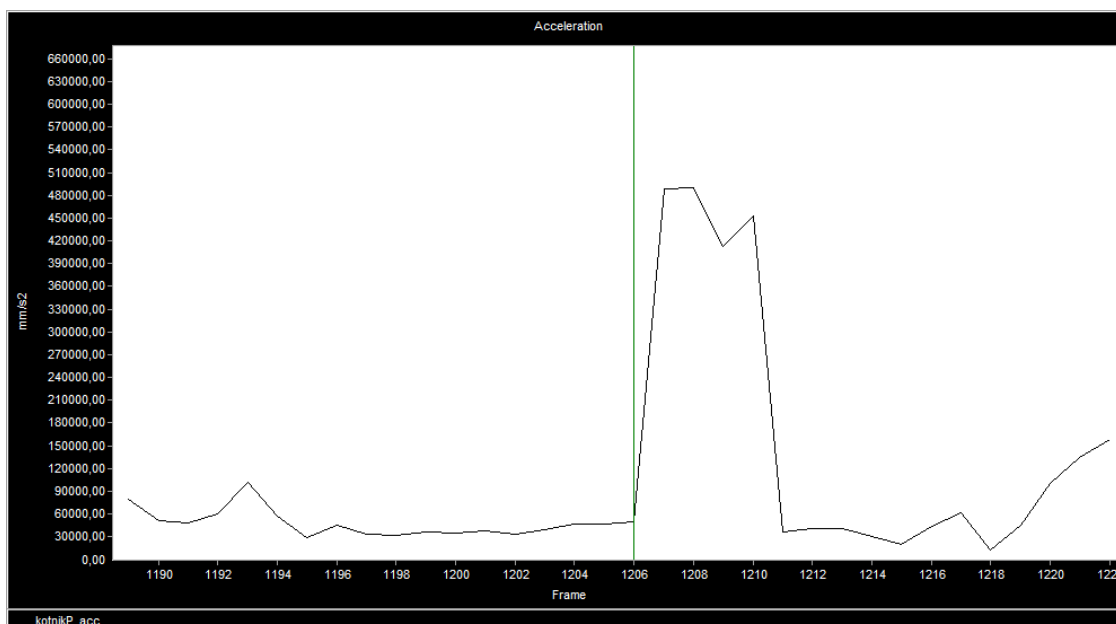
#### 4.5.4 Kritické body nadhozu

Pro analýzu pohybu bylo třeba určit kritické body, ve kterých budeme jednotlivé pokusy srovnávat. Například Kempf (2002) popisuje pohyb podle pozice házečí paže. Jelikož paže opisuje kruh, je příhodné představit si paži jako hodinovou ručičku a jednotlivé fáze průběhu nadhozu popisovat vzhledem k tomu, na jaké číslo na hodinách paže směřuje. Tzn. vrchol nápřahu – 12 hodin, vypuštění míče – 6 hodin atd. Toto označení se vžilo již dříve a používá ho mnoho dalších autorů.

My jsme při určování vycházeli z fází nadhozu tak, jak je popisuje Tomášek (2007) a dále jsme určili několik vlastních bodů. Jedná se o následující momenty:

- **Konec přípravné fáze** (Moment, kdy končí doba, po kterou byl nadhazovač v klidu a začíná vykonávat pohyb lokty směrem vzhůru.)
- **Odras kotníkP** (Odras pravé nohy od podložky jsme určily dle rychlého nárůstu zrychlení pravého kotníku nadhazovače. Příklad vidíte na obr. č. 15.)

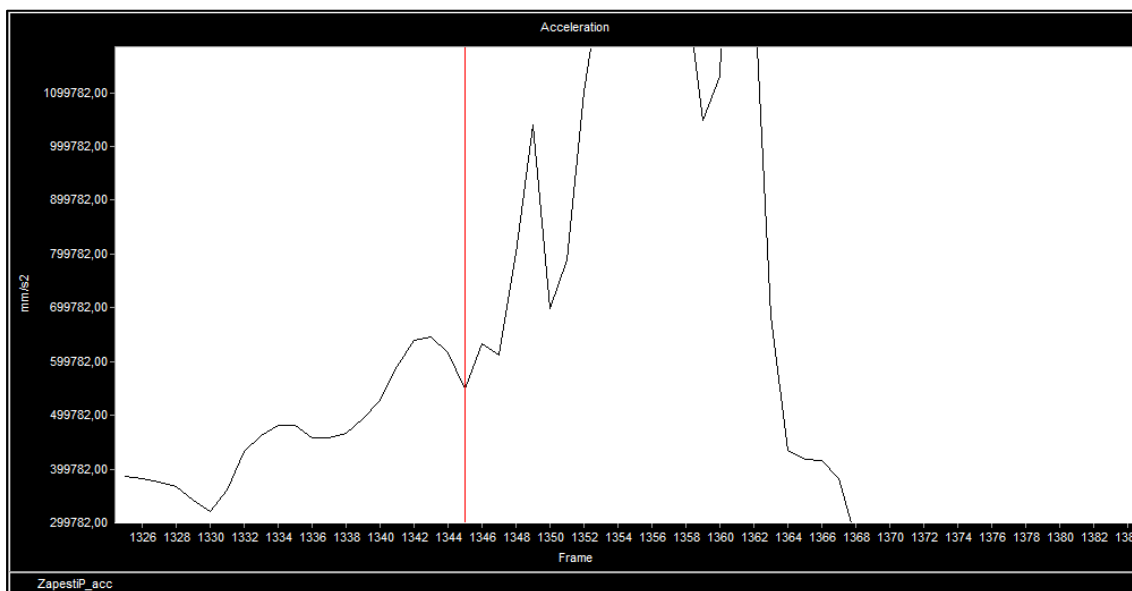
Obr. č. 15. Odras pravé nohy



- **Maximální výška kolenoL** (Je určena okamžikem maximální hodnoty souřadnice Z, která označuje výšku.)
- **Maximální výška bokL** (Maximální dosažená hodnota na ose Z.)

- **Maximální výška bokP** (Maximální dosažená hodnota na ose Z.)
- **Dopad kotník P** (Označuje moment, kdy dochází opět k prudkému zvýšení hodnot zrychlení pravého kotníku, stejně jako při určování odrazu.)
- **Maximální výška zápěstíP** (Analogicky s určováním max. výšek boků a kolene.) Pro tento moment také využíváme v práci označení vrchol náprahu.
- **Dopad kotníkL** (stejně jako dopad kotníkP)
- **Předloktí vodorovně s osou X** (Jde o okamžik, kdy je házečí paže v tzv. pozici 3 hodin. Spojnice zápěstí a lokte pravé paže je v tu chvíli rovnoběžná s rovinou povrchu.)
- **Vypuštění míče** (Moment vypuštění míče jsme označili jako lokální minimum na grafu zrychlení pravého zápěstí, který se časově nejvíce blíží pozici, kdy by mělo dojít k vypuštění míče. Z pravidla to bývá na úrovni pravého boku. Pokles ve zrychlení zápěstí by měl být způsoben jeho švihem a měl by tedy označovat moment vypuštění. Příklad je k vidění na obr. č. 16.)

Obr. č. 16. Vypuštění míče



- **Dokončení pohybu** (Dokončení pohybu jsme stanovili v momentě 0,25s po vypuštění míče.)

## 5 VÝSLEDKOVÁ ČÁST A DISKUZNÍ ČÁST

### 5.1 Časová analýza

V následující tabulce č. 2 jsou uvedeny průměrné hodnoty doby trvání nadhozu v sekundách. Kromě celkové doby trvání nadhozu (tj. od konce přípravné fáze do počátku fáze dokončení pohybu) jsou zde uvedeny i průměrné hodnoty mezi jednotlivými kritickými body.

Tab. č. 2. Časová analýza

	change up	fastball	raiseball	dropball
konec přípravné fáze	0.000	0.000	0.000	0.000
odraz pravé nohy	1.578	1.759	1.858	1.973
max. výška kolenoL	0.132	0.116	0.109	0.126
max. výška bokL	0.020	0.023	0.022	0.021
max. výška bokP	0.017	0.006	-0.002	0.001
dopad pravé nohy	0.126	0.149	0.151	0.149
max. výška zápěstíP	0.048	0.052	0.055	0.057
dopad levé nohy	0.061	0.059	0.054	0.051
předloktíP rovn. s osou X	0.051	0.046	0.048	0.054
vypuštění míče	0.051	0.045	0.046	0.043
dokončení pohybu	0.250	0.250	0.250	0.250
<b>celkem</b>	<b>2.476</b>	<b>2.505</b>	<b>2.593</b>	<b>2.640</b>
<b>Doba od odrazu p. nohy do vypuštění míče</b>	<b>0,506</b>	<b>0,496</b>	<b>0,485</b>	<b>0,501</b>

Jako nejkratší průběh pohybu se ukazuje u zpomaleného nadhozu (change upu) 2,476s. Naopak nejdéle trvá pohyb nadhazovači u padavého nadhozu (dropballu) 2,640s. Ač se zdá rozdíl mezi nejkratším a nejdelším nadhozem velmi malý, při celkové době kolem 2,5s tvoří rozdíl 0,164s více než 6,5 % doby trvání nadhozu. V tabulce můžeme vidět, že daný rozdíl vzniká již mezi přípravnou fází a odrazem pravé nohy. V této fázi nadhozu dělal proband výkrok pravou nohou, lze tedy usoudit, že tento krok je proveden u change upu nejrychleji, případně je výkrok kratší, než je tomu u ostatních nadhozů. Proto je v tabulce uveden ještě jeden řádek pod označením „doba od odrazu pravé nohy do vypuštění míče“. Při pohledu na poslední řádek se pořadí nadhozů zcela změnilo.

Rozdíly již nejsou tak výrazné, ale nyní trvá change up nejdéle 0,506s, zatímco nejkratší dobu mezi těmito kritickými body vykazuje raiseball.

Mezi max. výškou zápěstíP a dopadem kotníkuL byla časová prodleva v průměru 0,053s. Náš proband dosahuje obdobných hodnot jako výzkum Tomáška (2007), Bernardové (2006) i Wenera (2006). Přitom Werner (1998) označuje za nejefektivnější, aby časový odstup mezi těmito momenty byl co nejkratší. Naopak Joseph (2003) uvádí, že drobný časový odstup v řádech několika setin sekundy je pro nadhazovače výhodnější.

Dalším zajímavým údajem je fakt, že u raiseballu nadhazovač dosáhne nejprve max. výšky pravého boku a následně levého boku. U ostatních nadhozů je tomu naopak, avšak rozdíl se pohybuje v řádu tisícín sekundy. Při pohledu na časový úsek mezi fázi max. výšky zápěstíP a vypuštěním míče, pozorujeme opět rozdíl mezi change upem a ostatními nadhozy. Change up dosahuje nejvyšší hodnoty (0,163s; 0,150s; 0,148s; 0,148s).

Z pohledu nadhazovače je velmi důležité načasování, kdy zahájit rotaci v ramenním kloubu házečí ruky. Nejprve totiž nadhazovač provede odraz do skoku a poté teprve zahajuje hlavní část rotace v ramenním kloubu. K tomuto momentu dochází u fastballu v průměru až za 0,2s po odrazu. U change upu je to 0,1s po odrazu. Hodnoty raiseballu a dropballu se od fastballu téměř neliší. V momentě, který jsme označili jako zahájení rotace v ramenním kloubu urazilo zápěstíP na své cestě za opsáním kruhu ( $360^\circ$ ) přibližně  $80^\circ$ . Jestliže budeme předpokládat, že k vypuštění míče dochází při dokončení celé otočky, tak zbývajících  $280^\circ$  urazí zápěstíP u fastballu (raiseballu, dropballu) v průměru za 0,3s. U change upu za 0,4s. To znamená, že při fastballu je schopný udělat nadhazovač horní končetinou přibližně 2,5 otáčky za sekundu, zatímco u change upu o půl otáčky méně.

## 5.2 Vzdálenosti, délka skoku

Tabulka č. 3 zachycuje rozdíly mezi nadhozy různého druhu, vztažených k délce skoku. Hodnoty jsou aritmetickým průměrem jednotlivých pokusů.

Tab. č. 3. Vzdálenosti

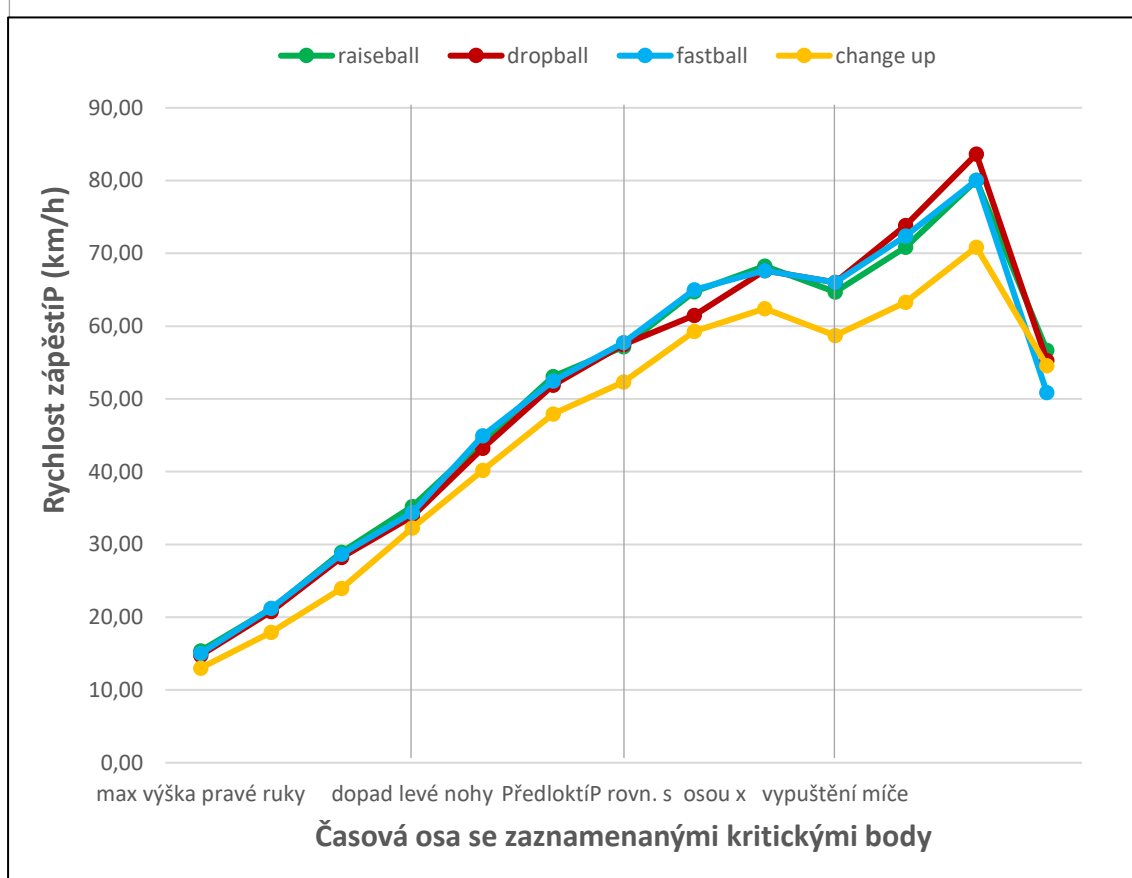
Vzdálenosti odečtené z osy x v centimetrech				
	fastball	dropball	raiseball	change up
Vzdálenost pravé nohy uražená do skoku	61.95	59.06	62.37	47.18
Vzdálenost uražená skokem měřeno ke kotníkuP	129.74	129.56	130.38	117.22
Vzdálenost uražená skokem měřeno ke kotníkuL	263.20	261.61	261.71	242.06
Vzdálenost kotníků na koci přípravné fáze	48.08	49.00	47.55	47.71
Celková vzdálenost od odhodového prkna (kotníkP) do místa vypuštění míče	265.89	258.39	265.45	232.03

První řádek tabulky „Vzdálenost pravé nohy uražená do skoku“ koresponduje s výsledky z předchozí kapitoly 4.1 Časová analýza. Úvodní výkrok je u change upu o více než 10 cm kratší oproti ostatním druhům nadhozu. Následný skok je také u change upu nejkratší. V celkové vzdálenosti od odhodového prkna do místa vypuštění míče dosahuje rozdíl cca 30 cm. Tento rozdíl umocňuje charakter zpomaleného nadhozu. Postavení kotníků na konci přípravné fáze je u všech druhů srovnatelné. Předešlé výzkumy popsané v kapitole 2.6 analyzují hráčky ženského pohlaví, navíc v době, kdy se skok při nadhozu nepoužíval. Délka výkroku se pohybovala kolem 85 – 100 cm. Náš proband dosahuje skokem hodnot kolem 260 cm, což výrazně ovlivňuje další hodnoty např. rychlost nadhozu, výška jednotlivých segmentů apod.

### 5.3 Rychlost házečí ruky

Na grafu č. 1 můžeme pozorovat graf vývoje rychlosti pravého zápěstí nadhazovače. Zaznamenaný je interval mezi kritickými body max. výška zápěstíP a vypuštění míče + 0,03s. Vývoj rychlosti rychlého nadhozu (fastballu) a padavého nadhozu (dropballu) je téměř totožný. Naopak pomalý nadhoz (change up) se od ostatních významně odlišuje. V době vypuštění míče dosahuje zápěstí při change upu rychlosti v průměru o 7km/h menší, než je tomu u ostatních nadhozů, kde jsou rozdíly zanedbatelné, což dokazuje tabulka č. 4. Z grafu je také patrné, že maximální rychlosti dosahuje zápěstí 0,02s od vypuštění míče.

Graf č. 1. Vývoj rychlosti házečí ruky



Tab. č. 4: Rychlost zápěstíP v době vypuštění míče

	fastball	dropball	raiseball	change up
<b>Vypuštění míče</b>	<b>66.02</b>	<b>65.99</b>	<b>64,69</b>	<b>58.72</b>

## 5.4 Rychlost nadhozu a doba reakce pálkaře

Zajímavé srovnání nám poskytuje pohled na tabulku č. 4 a tabulku č. 5, která zobrazuje naměřené rychlosti nadhozu. Hodnoty byly měřeny v průběhu výzkumu přenosným zařízením na měření rychlosti a zaznamenávány k jednotlivým pokusům.

Tab. č. 5. Rychlost nadhozu

	Rychlost nadhozu v km/h			
	fastball	dropball	raiseball	change up
pokus 1	118	118,4	107.6	91.9
pokus 2	116.3	117,1	109.5	84.3
pokus 3	116.8	116,8	107.9	100.9
pokus 4	117.5	119,2	108.4	88.3
pokus 5	116.4		111.7	96.2
pokus 6	113.5			92.9
pokus 7	120.8			
<b>průměr</b>	<b>117.0</b>	<b>117,9</b>	<b>109,0</b>	<b>92.4</b>

Vidíme, že rozdíly v rychlosti zápěstí při vypuštění míče ještě nejsou u jednotlivých druhů tak významné, jako u rychlosti míče. Jako nejrychlejší se překvapivě v průměru ukazuje dropball 117,9 km/h o necelý 1 km/h byl v průměru rychlejší než fastball. Podíl rychlosti zápěstí na výsledné rychlosti nadhozu je u fastballu 77,2 %, dropball 77,8 %, raiseball 70,5 % a change up 54,3 %. Tyto výsledky se významně liší od hodnot, ke kterým dospěl Tomášek (2007), které se pohybovali jen okolo 30–45%.

Vzhledem k tomu, že známe vzdálenost, o kterou se nadhazovač přiblížil z nadhazovací mety k pálkaři (tab. č. 3), a známe rychlost nadhozu, můžeme vypočítat přibližně, jak dlouho by letěl míč k pálkaři, resp. jakou dobu by měl pálkař na

vyhodnocení druhu nadhozu a adekvátní reakci (tab. č. 6). (Hodnoty jsou orientační, jelikož při výpočtu předpokládáme, že míč letěl po přímce a konstantní rychlostí).

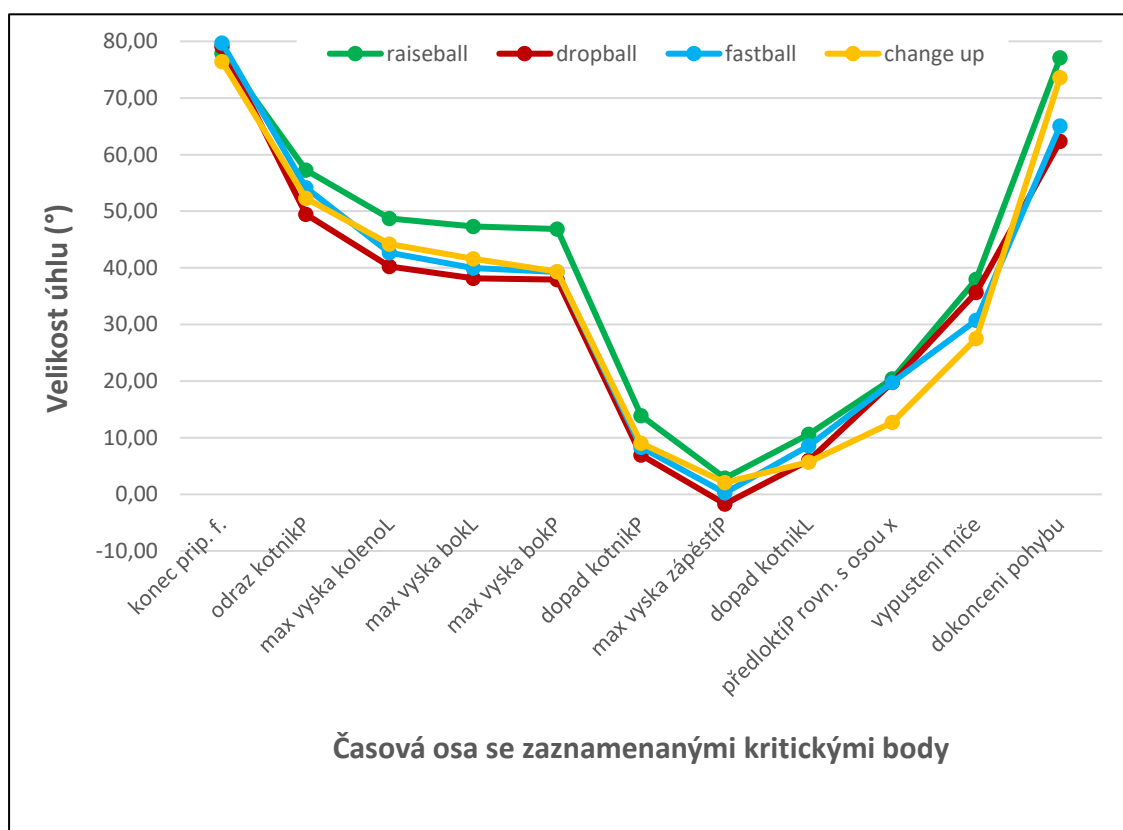
Tab. č. 6. Čas na reakci pálkaře

Čas na reakci pálkaře v sekundách			
fastball	dropball	raiseball	change up
0.35	0.35	0.38	0.46

## 5.5 Porovnání úhlů

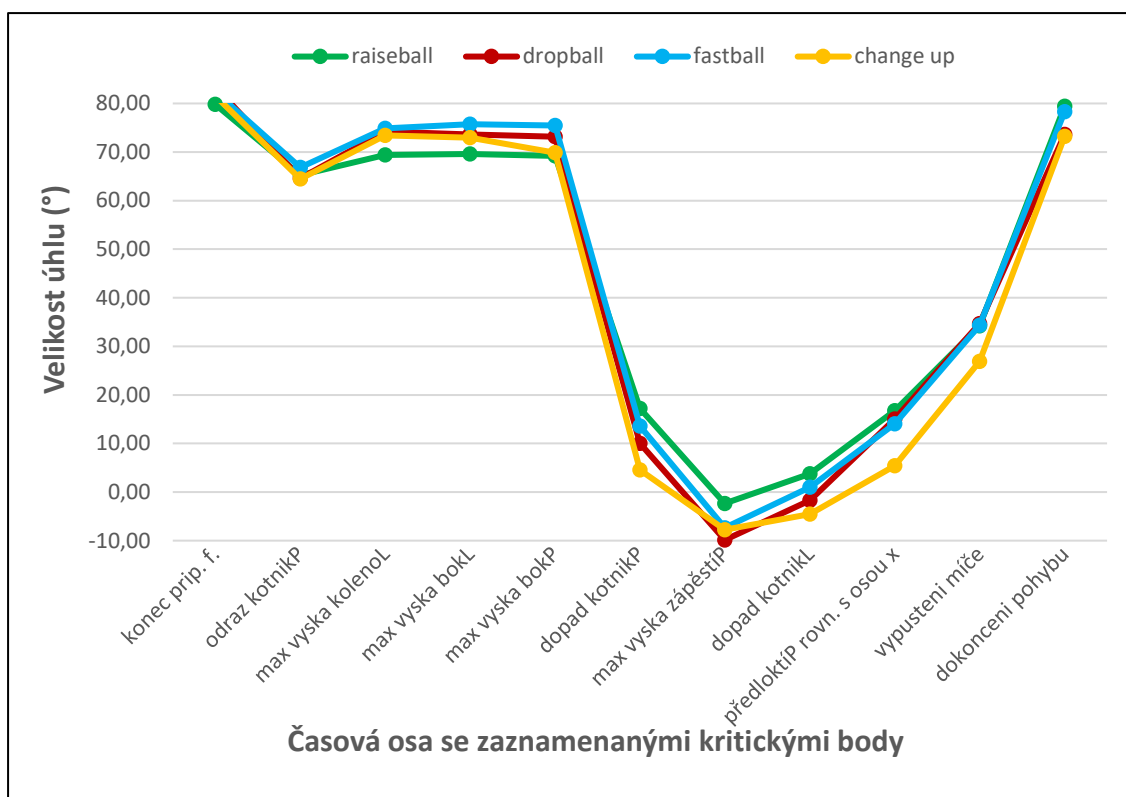
Grafy č. 2 a č. 3 srovnávají velikosti úhlu mezi boky a rovinou povrchu, resp. rameny a rovinou povrchu.

Graf č. 2. Vývoj velikosti úhlu mezi boky a rovinou povrchu





Graf č. 3. Vývoj velikosti úhlu mezi rameny a rovinou povrchu



Ve srovnání s hodnotami Tomáška (2007) jsme dospěli k výraznější rotaci, jak v bocích, tak ramenou nadhazovače. Úhel boků v momentě max. výšky zápěstí P je dokonce pod 0° konkrétně mezi -1,69° (dropball) a 2,88 (raiseball). Při vypuštění míče byly hodnoty mezi 27,5° (change up) a 38° (raiseball). Výsledky se více přibližují hodnotám Wernera (38°) než Tomáška (15°). Na rozdíl od Aldersona a Elliotta (1999) jsme dospěli k závěru, že rotace boků není výrazně větší než rotace ramen, spíše naopak. Úhel mezi rameny a dopřednou rovinou dosahoval při vrcholu nápřahu u všech nadhozů záporných hodnot.

V tabulce č. 7 můžeme vidět velikosti vnitřního úhlu v lokti házečí ruky při jednotlivých druzích nadhozu. Tabulka zobrazuje velikost v momentě maximální výšky házečí paže a v momentě vypuštění míče. Obdobně jako v předchozích výsledcích se nejvíce od ostatních druhů nadhozu odlišuje change up. Oproti naměřeným hodnotám Tomáška (2007) dosahuje náš proband nižších hodnot zejména při vrcholu nápřahu.

Tab. č. 7. Vnitřní úhel v lokti házečí ruky

		Úhel v lokti ve stupních							
		fastball		dropball		raiseball		change up	
pokus		max. výška zápěstí P	vypuštění míče	max. výška zápěstí P	vypuštění míče	max. výška zápěstí P	vypuštění míče	max. výška zápěstí P	vypuštění míče
1		132.69	146.54	132.77	145.40	130.46	147.77	122.84	144.32
2		128.84	146.15	129.01	144.49	132.31	146.04	124.09	146.02
3		130.30	147.98	133.82	149.68	132.33	147.98	116.67	139.65
4		130.36	144.81	134.43	149.05	132.26	147.78	122.25	142.99
5		128.32	144.50			128.54	146.75	122.67	146.13
6		124.07	144.72					126.90	144.59
7		133.87	147.83						
<b>Pr.</b>		<b>129.78</b>	<b>146.08</b>	<b>132.51</b>	<b>147.16</b>	<b>131.18</b>	<b>147.26</b>	<b>122.57</b>	<b>143.95</b>

## 5.6 Porovnání nadhozů

V následující tabulce č. 8 jsou zaznamenány souřadnice jednoho vybraného pokusu pro ilustraci, jakým způsobem byly pokusy zpracovány.

Tab. č. 8. Fastball souřadnice

		konec přípravné fáze	odraz kotníkP	max. výška kolenoL	max. výška bokL	max. výška bokP	dopad kotníkP	max. výška zápěstíP	dopad kotníkL	předloktíP vodorovně s osou x	vypuštění míče	dokončení pohybu
KotníkL	X	0.00	2049.48	2811.64	2904.89	2889.65	3390.81	3544.39	3629.29	3693.43	3696.22	3705.64
	Y	0.00	115.27	83.55	88.63	87.31	224.83	249.27	228.36	285.26	289.50	221.14
	Z	70.43	287.78	830.55	823.42	826.60	467.64	281.86	145.75	79.89	84.31	166.71
KotníkP	X	470.38	1031.56	1313.22	1440.17	1417.21	2319.29	2407.25	2416.56	2531.56	2706.02	3463.21
	Y	-111.45	-59.93	152.10	227.12	215.43	413.40	491.32	498.33	504.18	564.94	41.32
	Z	69.20	104.55	283.72	336.03	327.34	154.36	127.04	129.07	159.02	198.05	229.06
KolenoL	X	186.19	1871.50	2404.86	2496.55	2481.34	3050.69	3260.87	3403.00	3544.24	3606.39	3718.73
	Y	116.24	87.25	55.28	61.62	59.76	95.62	75.86	74.64	65.85	70.81	101.39
	Z	433.12	687.91	993.42	983.67	986.52	701.49	549.10	463.25	418.96	442.33	572.35
KolenoP	X	379.96	1256.10	1590.64	1690.60	1673.71	2304.78	2519.46	2618.67	2774.30	2890.75	3649.19
	Y	-125.00	-165.46	-45.06	-55.59	-54.80	49.33	136.78	204.82	257.27	212.71	-205.86
	Z	469.59	438.79	526.69	515.45	518.07	384.02	338.92	373.04	407.80	350.96	505.40
BokL	X	120.48	1524.19	2031.23	2118.07	2103.79	2705.78	2966.77	3159.67	3345.31	3404.21	3574.43
	Y	161.98	205.16	180.52	178.98	178.75	121.94	108.03	129.86	144.98	126.82	3.23
	Z	920.52	938.96	1065.18	1070.51	1069.90	978.95	901.17	842.39	795.01	820.29	1130.36
BokP	X	161.83	1290.89	1768.50	1848.87	1835.24	2349.53	2602.61	2789.70	2999.62	3084.60	3482.80
	Y	-189.59	-73.42	-50.29	-46.12	-46.78	56.38	95.82	77.67	5.77	-70.85	-266.87
	Z	976.45	959.85	1042.23	1043.67	1044.03	937.50	854.93	829.42	813.48	833.23	1061.28
ZápěstíP	X	279.97	1844.65	2415.10	2501.49	2487.09	2781.59	2598.07	2376.36	2412.49	3062.79	3959.64
	Y	-145.79	-328.28	-230.02	-218.76	-220.71	-178.76	-194.31	-167.31	-65.71	-104.72	-543.59
	Z	1190.67	919.64	1116.52	1140.85	1136.16	1632.02	1795.73	1644.32	970.21	545.09	1549.98
ZápěstíL	X	232.81	1974.61	2388.18	2435.49	2427.02	3054.75	3321.02	3481.38	3657.83	3758.33	3916.95
	Y	140.92	-128.55	-133.88	-126.83	-128.89	0.99	153.83	253.95	340.37	299.40	-73.72
	Z	1217.79	1010.71	1489.73	1551.93	1541.94	1652.59	1490.73	1314.44	1066.03	914.63	1056.06
LoketP	X	189.08	1634.90	2203.22	2285.76	2272.26	2548.98	2478.27	2459.28	2670.63	3011.82	3760.14
	Y	-342.62	-322.56	-239.60	-227.77	-230.19	-221.04	-120.49	-72.32	-17.37	-91.40	-612.05
	Z	1137.89	1053.23	1254.60	1274.00	1270.79	1543.99	1581.21	1423.19	970.86	825.25	1426.52
LoketL	X	62.54	1854.32	2326.71	2390.35	2379.57	2872.57	3065.16	3212.79	3419.82	3541.24	3771.39
	Y	295.01	43.99	114.38	125.04	123.17	131.84	128.39	187.32	276.30	253.21	48.34
	Z	1140.67	1157.84	1495.99	1527.39	1522.73	1521.67	1415.34	1316.09	1153.83	1060.62	1233.38
RamenoP	X	83.05	1497.03	2019.12	2095.42	2083.24	2382.13	2559.12	2693.90	2879.27	3074.47	3573.20
	Y	-272.95	-278.88	-195.89	-179.16	-182.17	-40.08	-1.31	-45.57	-97.34	-212.96	-507.23
	Z	1363.72	1294.03	1465.88	1476.39	1474.54	1477.45	1369.33	1300.92	1165.48	1112.43	1509.27
RamenoL	X	29.31	1656.51	2069.39	2135.49	2124.50	2620.36	2830.55	3010.68	3280.32	3424.17	3683.23
	Y	166.17	35.49	102.13	115.86	113.91	68.76	-5.89	-31.14	22.11	36.09	-41.29
	Z	1391.62	1349.26	1502.64	1507.30	1506.96	1443.81	1358.58	1315.66	1264.96	1243.87	1504.01

Tabulka č. 9 byla opět vybrána pouze pro ilustraci způsobu porovnání jednotlivých nadhozů. Od souřadnicových hodnot jednoho nadhozu jsme odečetli hodnoty druhého. Pro lepší orientaci v získaných datech jsou rozdíly přesahující hodnotu 10 cm zvýrazněny barevně, abychom dokázali snáze určit, kde dochází k významným odlišnostem v průběhu pohybu. Zbývající tabulky jsou součástí přílohy č. 3. *Tabulky s porovnáním nadhozů.*

Tab. č. 9. Porovnání souřadnic change up – fastball

Change up minus fastball												
	konec přípravné fáze	dopad KotníkP	max. výška Kolenol	max. výška BokL	max. výška BokP	dopad KotníkP	max. výška ZápěstíP	dopad KotníkL	předloktíP rovn. S osou x	vypuštění míče	dokončení pohybu	
KotníkL	X	0.000	-545.783	-328.620	-341.487	-298.095	-325.727	-342.139	-362.730	-388.079	-373.120	-307.532
	Y	0.000	-8.751	-35.885	-44.134	-40.115	-111.094	-70.493	-66.510	-54.364	-47.046	-42.454
	Z	0.363	-95.027	-110.362	-91.908	-84.934	30.601	56.050	28.444	9.486	-2.388	8.650
KotníkP	X	-3.622	-151.343	-170.036	-251.713	-124.226	-276.502	-246.362	-249.906	-291.977	-340.516	-272.090
	Y	-20.664	-41.092	-86.906	-109.283	-49.709	-99.370	-92.560	-94.219	-122.461	-178.345	-68.639
	Z	-1.008	-19.193	-103.883	-68.707	-35.980	-2.693	3.660	-7.224	-4.528	-10.206	3.447
Kolenol	X	7.069	-241.492	-210.566	-250.850	-214.296	-337.393	-341.773	-346.377	-348.921	-313.113	-207.923
	Y	-5.224	-88.898	-58.225	-57.062	-53.455	-61.241	-47.423	-57.278	-65.466	-59.503	-45.510
	Z	-0.784	-79.959	-5.481	-1.755	-9.026	30.486	57.576	40.330	22.410	3.278	17.399
KolenolP	X	14.027	-169.385	-169.803	-213.987	-178.041	-311.512	-303.787	-308.167	-298.244	-286.810	-150.604
	Y	-7.207	-57.639	-48.659	-45.303	-50.524	-84.038	-74.318	-104.688	-109.797	-84.244	-47.064
	Z	2.391	-12.267	10.483	13.983	10.528	12.222	9.052	10.842	0.818	11.563	0.496
BokL	X	15.624	-206.211	-212.287	-251.323	-215.570	-335.885	-347.279	-346.645	-320.566	-273.301	-219.283
	Y	-5.070	-39.938	-25.789	-26.342	-30.091	-65.727	-45.690	-58.222	-61.634	-40.711	-43.717
	Z	-2.565	-27.306	19.225	17.273	15.517	22.986	38.566	51.373	48.102	40.230	16.575
BokP	X	14.653	-217.480	-207.779	-244.820	-215.353	-340.181	-352.616	-357.110	-341.129	-293.003	-193.249
	Y	-7.433	-36.517	-33.062	-32.897	-30.171	-70.938	-56.585	-40.107	-18.191	-5.319	-58.954
	Z	21.538	1.547	22.269	20.811	21.253	30.062	53.650	52.660	56.172	29.709	33.953
ZápěstíP	X	30.334	-270.792	-227.528	-264.818	-237.636	-413.776	-339.746	-348.213	-330.841	-342.276	-238.472
	Y	12.583	-59.287	-36.790	-39.477	-27.382	20.268	45.026	48.998	36.801	1.659	-71.456
	Z	6.098	12.053	126.837	123.199	149.617	81.665	40.167	89.272	68.791	34.419	277.834
ZápěstíL	X	29.274	-279.745	-223.727	-238.047	-204.524	-289.501	-293.106	-318.005	-335.869	-334.924	-255.625
	Y	-9.465	-31.956	-0.963	-0.968	3.568	-12.224	-48.455	-62.595	-57.725	-34.878	-46.379
	Z	3.297	5.819	65.750	36.810	58.215	-20.462	-11.815	24.931	42.752	58.649	77.743
LoketP	X	54.057	-266.196	-233.728	-269.282	-244.362	-400.589	-337.564	-353.917	-345.688	-328.832	-283.431
	Y	13.136	-47.599	-33.799	-37.673	-31.703	27.652	18.435	37.967	34.193	6.555	-93.829
	Z	16.915	19.432	86.920	82.978	101.597	71.775	49.258	80.074	67.622	18.825	203.767
LoketL	X	50.248	-255.533	-238.707	-261.727	-230.256	-310.933	-297.677	-312.288	-324.811	-326.442	-296.357
	Y	5.505	-5.304	-21.744	-22.003	-26.111	-28.234	-26.597	-75.546	-89.444	-67.015	-43.072
	Z	15.211	-20.813	22.329	8.768	16.276	-1.927	18.263	43.766	64.277	65.239	48.933
RamenolP	X	46.916	-271.537	-247.761	-279.058	-254.019	-334.274	-318.010	-354.430	-360.178	-361.450	-251.340
	Y	2.904	-19.146	-12.852	-20.115	-5.015	6.607	-11.812	-7.370	-12.571	-18.684	38.146
	Z	4.837	2.127	23.718	23.791	29.153	19.863	58.353	72.913	46.364	10.986	66.931
RamenolL	X	40.751	-248.021	-239.252	-264.253	-233.029	-318.731	-307.907	-340.968	-345.364	-342.534	-266.074
	Y	-2.617	-9.719	-13.734	-25.403	-23.812	-33.427	-15.505	-43.470	-75.759	-67.292	-22.472
	Z	5.678	-3.858	4.595	3.858	5.211	16.699	39.950	54.390	57.794	56.429	56.989

Při pohledu do tabulek v příloze č. 2 si všimněme, že souřadnice kotníkuL na konci přípravné fáze mají vždy  $X=0$  a  $Y=0$ . Důvod je takový, že jsme všechny souřadnice každého pokusu odečetli tak, aby měly stejný počátek. Až na osu Z, kde rozdíly nevadí. Tím je zajištěna možnost vzájemně pokusy porovnat. Pokud bychom tomu tak neučinili, byla by data zkreslená, jelikož pokud by nadhazovač nestál při zahájení pokusu přesně na stejném místě, docházelo by k vychýlení souřadnic.

V tabulkách jsou barevně vyznačena čísla přesahující hodnotu 100 mm. Je to pro lepší identifikaci, kde dochází k významným odlišnostem. Z jednotlivých pokusů stejného druhu nadhozu je vypočítán aritmetický průměr a tyto průměry jsou poté porovnávány mezi sebou.

- **Change up – fastball**

Již dříve zmíněný výsledek lze vidět u každého markeru. Hodnota souřadnice X je u fastballu ve všech fázích nadhozu významně větší, než je tomu u change upu. Znamená to delší výkrok u fastballu a tedy posunutí celého nadhozu více vpřed. Také skok je při fastballu delší, navíc posunutý více vlevo. Vyplývá to z rozdílů souřadnic v době dopadu pravé nohy. Skok je srovnatelně vysoký u obou nadhozů, ale vzhledem k jeho délce lze pozorovat pozdější dosažení max. výšky levého kolene, tudíž vyšší souřadnice Z u obou kotníků v tomto kritickém bodě.

Vyšší hodnoty souřadnice Z u pravého zápěstí v době letové fáze přikládám opět rozdílu v délce skoku. Jelikož je u change upu skok kratší, dosahuje jednotlivých kritických bodů v kratších intervalech, a to v době, kdy má zápěstí výše. Při dokončení pohybu směřuje pravé zápěstí u change upu strměji nahoru.

- **Change up – raiseball**

Při porovnání change upu s raiseballem je k vidění opět posun souřadnic raiseballu vpřed (osa X) stejně, jako tomu bylo u porovnání change upu s fastballem. Ještě výraznější, než v předchozím porovnání je posun souřadnic dolních končetin vlevo (osa Y). Zajímavá hodnota je k vidění u pravého zápěstí v době dopadu levého kotníku. Hodnota na ose Y je naopak o 10 cm vyšší u change upu. Hodnoty pravé části těla jsou kladné a hodnoty levé poloviny těla záporné. Z toho usuzuji, že u raiseballu nedochází k takovému natočení boků a ramen ve fázi mezi dopadem pravé nohy a vypuštěním míče.

Během dokončení pohybu směřuje pravá horní končetina při change upu více nahoru a vpřed.

- **Change up – dropball**

Stále znatelný je posun vpřed u change upu, na druhé straně posun vlevo není tak výrazný. Jak bylo popsáno výše, kratší skok má za následek vyšší hodnoty souřadnice Z u pravého zápěstí change upu. Novou skutečností je velmi nízká poloha levého kolene v přípravné fázi u dropballu. Při dokončení pohybu směřují obě horní končetiny u change upu více nahoru a vpravo.

- **Fastball – dropball**

Porovnání těchto dvou druhů nadhozu je charakteristické posunem dolních končetin fastballu vlevo po dopadu pravé nohy. Také můžeme vidět nízkou polohu levého kolene u dropballu v přípravné fázi.

- **Raiseball – dropball**

Při pohledu do tabulky je porovnání raiseball – dropball velmi podobné předchozímu porovnání fastball – dropball. Kromě výše zmíněných rozdílů je třeba ještě upozornit na otevřenější postavení boků a ramen u raiseballu, při odrazu pravé nohy je u raiseballu pravé i levé zápěstí již více vpřed a levý loket výše. V okamžiku maximální výšky pravého zápěstí je pravé zápěstí u raiseballu více vlevo.

- **Fastball – raiseball**

Pokud bychom hledali nejvíce podobné nadhozy, co se týká průběhu pohybu, můžeme za výsledek označit právě porovnání fastballu a raiseballu. Jedinou hodnotou překračující rozdíl 10 cm je hodnota na ose X u pravého kotníku v době odrazu pravé nohy. Při raiseballu je kotník v momentě odrazu více vpřed. Ve fázi dokončení pohybu jsou u fastballu obě horní končetiny více vlevo a pravá ruka směřuje vpřed a výš.

Tab. č. 10. Nejdůležitější hodnoty

Průměrná hodnota ± směrodatná odchylka					
	fastball	dropball	raiseball	change up	celkový průměr*
rychlost nadhozu (km/h)	117.0±2.0	117.9±0.0	109.0±1.5	92.4±5.3	109.1±10.2
rychlost zápěstí při vypuštění míče	66.0±1.4	66.0±1.4	64.7±5.2	58.7±2.8	63.9±3.0
délka skoku ke kotnikuP (cm)	129.7±3.9	129.6±2.7	130.4±3.5	117.2±4.4	126.7±5.5
délka skoku ke kotnikuL (cm)	263.2±5.6	262.2±2.9	261.7±4.4	239.9±7.0	256.8±9.7
max. výška kolenoL (cm)	100.8±2.0	101.6±2.4	101.4±1.8	100.3±2.8	101.0±0.5
max. výška bokL (cm)	108.6±1.6	108.7±1.2	108.4±1.5	110.3±1.7	109.0±0.8
max. výška bokP (cm)	106.2±1.3	108.5±1.0	106.0±1.9	108.4±2.1	107.3±1.2
max. výška zápěstíP (cm)	183.1±2.3	186.4±1.3	181.3±0.8	187.1±1.5	184.5±2.4
úhel spojnice boků s rovinou XZ při vypuštění míče ve °	34.1±5.9	35.7±1.8	38.0±3.4	27.5±2.8	33.8±3.9
úhel spojnice ramen s rovinou XZ při vypuštění míče ve °	34.4±2.1	34.7±1.8	34.2±3.9	26.9±2.3	32.6±3.3
*Směrodatná odchylka u tohoto průměru vyjadřuje odchylku mezi jednotlivými druhy.					

Tabulka č. 10 shrnuje nejzajímavější hodnoty. Můžeme zde vidět srovnání jak každého druhu nadhozu zvlášť, tak porovnání mezi sebou. Směrodatná odchylka nám označuje míru statistické disperze, tzn. jak moc se od sebe hodnoty liší.

U některých údajů nalezneme vysoké hodnoty směrodatné odchylky, naznačující velké rozdíly mezi jednotlivými pokusy např. rychlost nadhozu u change upu (92.4±5.3), úhel boků u fastballu (34.1±5.9) nebo třeba v délce skoku. Přesto u většiny údajů je odchylka minimální a můžeme říci, že nadhazovač má pohyby dobře zažitě. Z tabulky vyplývá, že change up se odlišuje od ostatních nadhozů velmi výrazně. To se také projevilo na směrodatné odchylce v celkovém průměru. (viz poslední sloupec)

## 6 ZÁVĚR

Po vyhodnocení všech získaných dat, vytvořených tabulek a grafů jsem dospěl k závěru, že rozdíly mezi jednotlivými pokusy stejného druhu nadhozu nejsou významné. Přesto, že směrodatná odchylka je u některých veličin poměrně vysoká, považuji techniku nadhazovače za stabilní. Pro detailnější rozbor by bylo třeba analyzovat větší počet pokusů od jednoho druhu nadhozu.

Hypotézu, že různé druhy nadhozu mají významné odlišnosti i v průběhu pohybu nadhazovače, se nám povedlo vyvrátit. Z výsledků vyplývá, že fastball, dropball a raiseball se v průběhu pohybu téměř neliší. Za zmínku stojí asi jen větší rotace boků a ramen u dropballu a naopak menší vytočení boků a ramen u raiseballu. Výraznější rozdíly oproti ostatním nadhozům vykazuje change up. Zejména délka skoku je výrazně kratší a rychlost zápěstí házecí ruky menší. Vytočení boků a ramen nedosahuje tak vysokých hodnot jako u ostatních nadhozů. Loket je v době maximální výšky pravého zápěstí ve výraznější flexi.

Přesto, že se change up významně odlišuje od jiných druhů nadhozu, domnívám se, že pálkař nemá možnost včas identifikovat, jaký druh nadhozu nadhazovač zvolí. Rozdíly se pohybují v řádech centimetrů a časový úsek mezi odrazem a vypuštěním míče je přibližně 0,5s, což nedává pálkaři možnost na adekvátní reakci. V přípravné fázi nadhozu jsem neshledal žádné odlišnosti, které by mohl pálkař zpozorovat.

Výsledky mohou být zkresleny nízkým počtem analyzovaných pokusů, individuální technikou nadhazovače a faktem, že měření probíhalo v netradičním prostředí. Do jisté míry se na hodnotách také projevil výkrok, jenž proband provedl u každého nadhozu a který je v rozporu s pravidly. Pro zobecnění výsledků je nutné pokračovat ve výzkumu dalšími studii.

Věřím, že jsme v práci dospěli k zajímavým poznatkům, které mohou být inspirací pro další studie i samotné hráče, kteří si mohou své výsledky porovnat s naší prací. Systém Qualysis a prostředí programu QTM považuji za velmi vhodný nástroj pro 3D analýzu pohybu s velkým spektrem využití nejen pro softball.



## 7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ALDERSON, J., ELLIOTT, B. *Kinetics of the windmill softball pitch for woman*. Perth : The University of Western Australia, 1999
2. BERNARDOVÁ, M. *Kinematické změny ve způsobech provedení softballového nadhozu*. Praha : UK FTVS, 2006. Diplomová práce na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy na katedře sportovních her. Vedoucí diplomové práce Doc. PhDr. Vladimír Süß, PhD.
3. BRABEC, J. *Srovnávací analýza činnosti vybraných svalových skupin pomocí elektromyografie u vybraných druhů nadhozů v softbale*. Praha : UK FTVS, 2010. Diplomová práce na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy na katedře sportovních her. Vedoucí práce Doc. PhDr. Vladimír Süß, PhD.
4. DYLEVSKÝ, I. *Základy anatomie*. Praha : Triton, 2006. ISBN 80-7254-886-7.
5. JANURA, M., ZAHÁLKA, F. *Kinematická analýza pohybu člověka. 1. vyd.* Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2004.
6. JOSEPH, J. *The Softball Coaching Bible*. Champaign : Human Kinetics, 2002. ISBN 0-7360-3827-2.
7. KEMPF, CH. *The softball pitching edge*. Champaign, IL : Human Kinetics, 2002. ISBN 0-7360-3825-6.
8. KNOBLOCH. P., a kol. *Softball, baseball pro trenéry všech tříd* Praha : Tělovýchovná škola, 1997.
9. LISS, V., VÝCHODSKÝ, P. *Pravidla softballu 2014-2017*. Česká softballová asociace [online]. c2014 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: [http://www.softball.cz/download/2014/Pravidla\\_2014-2017\\_final\\_20140228.pdf](http://www.softball.cz/download/2014/Pravidla_2014-2017_final_20140228.pdf)
10. PERIČ, T., DOVALIL, J. *Sportovní trénink*. Praha : Grada Publishing, 2010. ISBN 978-80-247-6842-7.
11. POTTER, D., JOHNSON, L. V. *Steps to success 3rd. ed.* Champaign : Human Kinetics, 2007. ISBN 0-7360-5953-9
12. PSALMAN, V. *Hodnotenie športovej techniky z aspektu biomechaniky*. Bratislava : ICM Agency, 2010. ISBN 978-80-89257-22-.
13. PRAVEČKOVÁ, P. *Evaluač softballových hodů pomocí povrchové elektromyografie a kinematické analýzy (2D a 3D)*. Praha : UK FTVS, 2009.

Disertační práce na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy na katedře sportovních her. Vedoucí práce Doc. PhDr. Vladimír Süß, PhD.

14. ZAHÁLKA, F., SÜSS, V. *Srovnávací prostorová 3D analýza softbalového nadhozu*. In SUCHOMEL, A., JANDOVÁ, S. (editoři). *Tělesná výchova a sport 2000*, Liberec- Euroregion Nisa. Sborník příspěvků z mezinárodní vědecké 64 konference- Liberec 22.-23. června 2000. Liberec: KTV FP TU, 2000. s. 349- 352. ISBN 80-7083-417-X.
15. SOUMAR, L. *Kinematická analýza*. Ústí nad Labem : Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, 2011. ISBN 978-80-7414-399-1.
16. SÜSS, V. *Softball a baseball*. Praha : Grada Publishing, 2003. ISBN 80-247-0658-X.
17. TÁBORSKÝ, F. *Sportovní hry*. Praha : Grada Publishing, 2004. ISBN 80-247-0875-2.
18. TÁBORSKÝ, F. *Sportovní hry II: základní pravidla, organizace, historie*. Praha : Grada Publishing, 2005. ISBN 80-247-1330-6.
19. TOMÁŠEK, P. *Kinematické změny v technice provedení softbalového nadhozu*. Praha : UK FTVS, 2007. Diplomová práce na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy na katedře sportovních her. Vedoucí práce Doc. PhDr. Vladimír Süß, PhD.
20. WAAGE, G. WAAGE, M. *Příručka pro softbalové trenéry I* Praha: Czech Softball Association, 1998.
21. WAAGE, G. WAAGE, M. *Příručka pro softbalové trenéry: Úroveň 2*. Praha : Czech Softball Association, 2002.
22. WERNER, S. L. *Softball Pitching at the 1996 Olympic Games*. FastPitch World, 1998.
23. WERNER, S. L., JONES, D. G., GUIDO, J. A., BRUNET, M. E. *Kinematics and Kinetics of Elite Windmill Softball Pitching*. American Journal of Sports Medicine [online]. 2006, 34(4), 597-603 [cit. 2017-03-27]. DOI: 10.1177/0363546505281796. ISSN 0363-5465. Dostupné z: <http://ajs.sagepub.com/lookup/doi/10.1177/0363546505281796>

# **PŘÍLOHY**

Příloha č. 1. Souhlas etické komise FTVS UK s výzkumem

Příloha č. 2. Informovaný souhlas

Příloha č. 3. Tabulky s porovnáním nadhozů

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:** Stabilita pohybu u softbalového nadhazovače pomocí kinematické analýzy

**Forma projektu:** výzkumná práce – bakalářská práce

**Období realizace:** prosinec 2016

**Předkladatel:** Milan Vacek

**Hlavní řešitel:** Milan Vacek

**Vedoucí práce (v případě studentské práce):** Mgr. Petra Pravečková, Ph.D.

**Název grantu:**

**Popis projektu:** Projektem je bakalářská práce, jejímž cílem je pomocí kinematické analýzy interpretovat odlišnosti v průběhu pohybu různých druhů softbalového nadhozu. Výzkumu se účastní softbalový nadhazovač a jeho chytač. Nadhozy budou zaznamenávány pohybovým systémem *Qualisys*. Na oblečení nadhazovače do oblasti větších kloubů budou přilepeny markery (plastové kuličky o průměru cca 1 cm), které budou snímány kamerou systému *Qualisys*. Následně se průběh pohybu zobrazí v počítačovém programu pomocí kartézského souřadnicového systému. Naměřená data budou dále analyzována v souladu s cílem bakalářské práce.

**Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky:** Jedná se o neinvazivní metodu. Před měřením bude dán prostor oběma účastníkům na řádné rozsvícení pro minimalizaci rizik vzniku úrazu. Jedná se o standardní tréninkovou činnost, kdy nadhazovač provádí softbalové nadhozy a chytač mu je chytá.

**Etické aspekty výzkumu:** Účastníky měření jsou dva zletilí muži – nadhazovač a chytač. Jedná se o výkonostní sportovce s pravidelným tréninkem. Ani jeden z nich nevykazuje žádné zdravotní obtíže. Osobní data účastníků budou anonymizována. Po anonymizaci budou osobní data smazána.

**Informovaný souhlas:** přiložen

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

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

V Praze dne: 14.12.2016

Podpis předkladatele: 

### Vyjádření Etické komise UK FTVS

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

**Členové:** prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: ..... 21/6/2016 .....


dne: ..... 15. 12. 2016 .....

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

**Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.**

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

- 20 -

  
podpis předsedkyně EK UK FTVS

## INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); [Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování](#) (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a [Úmluva o lidských právech a biomedicíně](#) č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu v rámci bakalářské práce s názvem Stabilita pohybu u softballového nadhazovače pomocí kinematické analýzy, prováděné na UK FTVS.

Cílem bakalářské práce je pomocí kinematické analýzy interpretovat odlišnosti v průběhu pohybu různých druhů softballového nadhozu. Měření bude probíhat tak, že se na vybraná místa na těle nadhazovače přilepí malé plastové kuličky (markery) o průměru cca 1 cm. Jedná se zejména o oblasti kloubů. Markery se připevní zpravidla na oblečení nadhazovače. Umístění markerů na nadhazovače nezpůsobí žádnou bolest ani poškození oblečení. Zároveň by to ani nemělo nadhazovače limitovat v pohybu. Tyto kuličky bude snímat v průběhu nadhozu kamerový systém. Následně se markery zobrazí v počítačovém programu jako body v trojrozměrném kartézském souřadnicovém systému.

Nadhazovač provede celkem několik zkušebních nadhozů dle svého uvážení a poté 25 měřených pokusů. Úkolem chytače je chytat nadhozy. Celková doba měření včetně přípravy je odhadována na 3 hodiny. Očekávatelným přínosem projektu je detailní zpracování průběhu pohybu při nadhozu. Cílem je zpracovat získaná data a využít je pro samotnou hru. Rizika prováděného testování nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u tohoto typu testování a pohybové aktivity.

Účastníci nemají nárok na finanční odměnu. Účastníci budou mít možnost se seznámit s výsledky a závěry projektu po zveřejnění bakalářské práce v repozitáři závěrečných prací UK. Případně po osobní konzultaci s vedoucím projektu či řešitelem bakalářské práce.

Získaná data budou zpracovávána a uchována v anonymní podobě a publikována v bakalářské práci a v odborných časopisech a na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu:

Milan Vacek 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 účasti 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: .....

### Příloha č. 3: Tabulky s porovnáním nadhozů

Change up minus fastball												
	konec přípravné fáze	dopad KotníkP	max. výška Kolenol	max. výška BokL	max. výška BokP	dopad KotníkP	max. výška ZápěstíP	dopad KotníkL	předloktíP rovn. S osou x	vypuštění míče	dokončení pohybu	
KotníkL	X	0.000	-545.783	-328.620	-341.487	-298.095	-325.727	-342.139	-362.730	-388.079	-373.120	-307.532
	Y	0.000	-8.751	-35.885	-44.134	-40.115	-111.094	-70.493	-66.510	-54.364	-47.046	-42.454
	Z	0.363	-95.027	-110.362	-91.908	-84.934	30.601	56.050	28.444	9.486	-2.388	8.650
KotníkP	X	-3.622	-151.343	-170.036	-251.713	-124.226	-276.502	-246.362	-249.906	-291.977	-340.516	-272.090
	Y	-20.664	-41.092	-86.906	-109.283	-49.709	-99.370	-92.560	-94.219	-122.461	-178.345	-68.639
	Z	-1.008	-19.193	-103.883	-68.707	-35.980	-2.693	3.660	-7.224	-4.528	-10.206	3.447
Kolenol	X	7.069	-241.492	-210.566	-250.850	-214.296	-337.393	-341.773	-346.377	-348.921	-313.113	-207.923
	Y	-5.224	-88.898	-58.225	-57.062	-53.455	-61.241	-47.423	-57.278	-65.466	-59.503	-45.510
	Z	-0.784	-79.959	-5.481	-1.755	-9.026	30.486	57.576	40.330	22.410	3.278	17.399
Kolenop	X	14.027	-169.385	-169.803	-213.987	-178.041	-311.512	-303.787	-308.167	-298.244	-286.810	-150.604
	Y	-7.207	-57.639	-48.659	-45.303	-50.524	-84.038	-74.318	-104.688	-109.797	-84.244	-47.064
	Z	2.391	-12.267	10.483	13.983	10.528	12.222	9.052	10.842	0.818	11.563	0.496
BokL	X	15.624	-206.211	-212.287	-251.323	-215.570	-335.885	-347.279	-346.645	-320.566	-273.301	-219.283
	Y	-5.070	-39.938	-25.789	-26.342	-30.091	-65.727	-45.690	-58.222	-61.634	-40.711	-43.717
	Z	-2.565	-27.306	19.225	17.273	15.517	22.986	38.566	51.373	48.102	40.230	16.575
BokP	X	14.653	-217.480	-207.779	-244.820	-215.353	-340.181	-352.616	-357.110	-341.129	-293.003	-193.249
	Y	-7.433	-36.517	-33.062	-32.897	-30.171	-70.938	-56.585	-40.107	-18.191	-5.319	-58.954
	Z	21.538	1.547	22.269	20.811	21.253	30.062	53.650	52.660	56.172	29.709	33.953
ZápěstíP	X	30.334	-270.792	-227.528	-264.818	-237.636	-413.776	-339.746	-348.213	-330.841	-342.276	-238.472
	Y	12.583	-59.287	-36.790	-39.477	-27.382	20.268	45.026	48.998	36.801	1.659	-71.456
	Z	6.098	12.053	126.837	123.199	149.617	81.665	40.167	89.272	68.791	34.419	277.834
ZápěstíL	X	29.274	-279.745	-223.727	-238.047	-204.524	-289.501	-293.106	-318.005	-335.869	-334.924	-255.625
	Y	-9.465	-31.956	-0.963	-0.968	3.568	-12.224	-48.455	-62.595	-57.725	-34.878	-46.379
	Z	3.297	5.819	65.750	36.810	58.215	-20.462	-11.815	24.931	42.752	58.649	77.743
LoketP	X	54.057	-266.196	-233.728	-269.282	-244.362	-400.589	-337.564	-353.917	-345.688	-328.832	-283.431
	Y	13.136	-47.599	-33.799	-37.673	-31.703	27.652	18.435	37.967	34.193	6.555	-93.829
	Z	16.915	19.432	86.920	82.978	101.597	71.775	49.258	80.074	67.622	18.825	203.767
LoketL	X	50.248	-255.533	-238.707	-261.727	-230.256	-310.933	-297.677	-312.288	-324.811	-326.442	-296.357
	Y	5.505	-5.304	-21.744	-22.003	-26.111	-28.234	-26.597	-75.546	-89.444	-67.015	-43.072
	Z	15.211	-20.813	22.329	8.768	16.276	-1.927	18.263	43.766	64.277	65.239	48.933
Ramenop	X	46.916	-271.537	-247.761	-279.058	-254.019	-334.274	-318.010	-354.430	-360.178	-361.450	-251.340
	Y	2.904	-19.146	-12.852	-20.115	-5.015	6.607	-11.812	-7.370	-12.571	-18.684	38.146
	Z	4.837	2.127	23.718	23.791	29.153	19.863	58.353	72.913	46.364	10.986	66.931
Ramenol	X	40.751	-248.021	-239.252	-264.253	-233.029	-318.731	-307.907	-340.968	-345.364	-342.534	-266.074
	Y	-2.617	-9.719	-13.734	-25.403	-23.812	-33.427	-15.505	-43.470	-75.759	-67.292	-22.472
	Z	5.678	-3.858	4.595	3.858	5.211	16.699	39.950	54.390	57.794	56.429	56.989

change up minus raiseball												
	konec připravné	dopad KotníkP	max. výška Kolenol	max. výška BokL	max. výška BokP	dopad KotníkP	max. výška ZápěstíP	dopad KotníkL	předloktíP rovn. S	vypuštění míče	dokončení pohybu	
KotníkL	X	0.000	-646.989	-354.215	-342.590	-304.190	-316.554	-337.890	-346.719	-365.618	-352.890	-322.833
	Y	0.000	-8.664	-51.694	-61.825	-58.861	-133.048	-100.030	-102.487	-106.412	-99.324	-97.965
	Z	0.241	-165.347	-130.403	-112.367	-105.063	12.483	48.004	21.072	6.067	-3.723	24.474
KotníkP	X	1.670	-150.232	-184.198	-235.587	-114.300	-281.801	-256.184	-250.198	-292.241	-355.214	-362.524
	Y	-17.821	-53.738	-108.044	-118.814	-60.335	-141.364	-143.657	-145.134	-177.652	-242.921	-100.724
	Z	-0.099	-26.986	-94.521	-43.168	-16.365	-8.561	-5.122	-10.355	-10.405	-17.995	27.814
Kolenol	X	10.708	-284.090	-224.016	-242.397	-209.995	-323.000	-336.188	-328.192	-337.154	-304.350	-204.103
	Y	-6.377	-104.724	-82.475	-80.572	-77.302	-84.066	-72.596	-85.034	-101.516	-96.541	-54.434
	Z	-2.745	-115.265	-11.811	-9.689	-15.880	19.054	51.045	30.350	26.981	9.520	30.856
Kolenop	X	10.759	-179.844	-179.077	-201.327	-170.609	-308.869	-309.060	-296.117	-286.094	-286.099	-250.178
	Y	-8.908	-80.985	-66.771	-67.799	-74.055	-105.454	-97.967	-121.763	-141.805	-141.429	-16.066
	Z	0.039	-17.767	9.495	15.482	12.037	29.345	32.335	28.894	8.601	8.138	29.811
BokL	X	17.291	-235.893	-224.097	-241.019	-209.259	-312.733	-333.494	-318.188	-285.963	-239.766	-228.034
	Y	-7.930	-50.734	-36.138	-37.927	-42.003	-86.108	-70.277	-76.558	-66.525	-50.565	20.960
	Z	-5.028	-40.732	18.429	18.920	17.194	23.760	43.525	44.821	31.520	19.348	36.304
BokP	X	10.230	-246.327	-215.944	-234.475	-208.841	-319.770	-340.294	-327.435	-327.795	-288.255	-189.289
	Y	-11.859	-46.740	-51.733	-50.031	-46.379	-79.969	-61.794	-37.812	-13.658	1.272	4.457
	Z	7.779	-9.787	23.583	23.611	23.547	33.831	57.291	46.073	52.401	34.632	102.912
ZápěstíP	X	-3.495	-326.597	-236.856	-253.858	-228.894	-412.342	-325.254	-318.696	-304.072	-332.522	659.872
	Y	-1.551	-53.261	-30.194	-28.524	-16.564	44.330	77.779	100.027	75.809	-7.546	2.552
	Z	-14.349	-21.069	149.016	158.725	184.953	112.430	57.975	48.037	67.484	64.539	689.250
ZápěstíL	X	23.707	-326.928	-224.669	-226.396	-194.493	-257.411	-262.995	-260.445	-285.629	-317.955	-353.204
	Y	-16.641	-39.511	-0.771	2.383	6.852	-9.624	-64.264	-79.687	-94.860	-70.975	87.370
	Z	-14.684	-43.338	61.435	49.433	70.726	-31.016	-27.907	-24.502	-11.633	6.799	73.617
LoketP	X	7.250	-322.499	-243.573	-259.608	-237.094	-400.568	-327.448	-315.012	-315.491	-320.062	-232.393
	Y	8.732	-51.951	-29.109	-29.984	-23.172	57.619	55.292	77.778	60.790	18.603	158.256
	Z	-10.116	-12.573	101.682	108.283	127.192	103.556	71.779	57.632	69.245	48.279	314.416
LoketL	X	29.146	-299.390	-245.660	-251.710	-223.219	-286.685	-274.656	-257.106	-272.511	-300.507	-342.788
	Y	-13.866	-11.730	-24.875	-22.632	-28.124	-31.046	-39.137	-82.168	-94.285	-58.557	79.274
	Z	-1.440	-65.237	13.794	9.096	16.819	-5.087	15.644	18.488	34.398	28.394	45.801
Ramenop	X	13.988	-308.192	-257.723	-270.383	-248.111	-320.217	-299.715	-321.879	-338.338	-346.084	-247.475
	Y	-8.027	-32.100	-9.044	-10.629	1.735	35.478	10.192	13.002	10.071	12.468	157.294
	Z	-2.031	-9.740	39.661	42.544	48.261	33.021	72.707	78.009	63.483	47.316	146.925
Ramenol	X	23.684	-273.792	-242.300	-251.011	-222.304	-296.952	-291.663	-297.631	-309.591	-317.905	-336.896
	Y	-10.351	-24.251	-20.747	-25.679	-25.098	-37.517	-14.537	-30.994	-56.331	-28.123	119.364
	Z	-0.228	-21.895	2.889	5.796	7.168	23.071	48.318	50.167	49.232	48.405	59.427



dropball minus change up												
	konec připravné	dopad KotníkP	max. výška Kolenol	max. výška BokL	max. výška BokP	dopad KotníkP	max. výška ZápěstíP	dopad KotníkL	předloktíP rovn. S	vypuštění míče	dokončení pohybu	
KotníkL	X	0.000	573.743	354.695	331.365	300.526	305.049	320.601	327.194	365.148	351.885	286.518
	Y	0.000	-89.686	-55.297	-48.183	-50.316	-5.800	-48.855	-58.680	-64.140	-75.259	-58.128
	Z	0.700	101.682	143.266	119.122	111.371	-23.721	-61.390	-17.903	-10.990	0.787	-48.181
KotníkP	X	12.902	131.703	192.678	243.287	142.021	255.081	235.328	215.151	262.725	288.884	74.182
	Y	20.184	5.809	52.035	58.916	10.067	-8.671	-25.136	-25.845	2.063	45.775	26.395
	Z	1.098	10.984	100.078	51.456	28.281	-2.801	-3.679	2.834	-8.804	-27.244	35.556
Kolenol	X	-54.201	229.332	217.192	227.504	203.565	317.305	316.249	295.508	314.717	273.357	154.638
	Y	-22.933	28.061	-8.021	-9.885	-13.348	-39.883	-48.421	-42.267	-25.301	-23.051	44.124
	Z	-108.515	64.935	13.119	12.933	18.618	-19.177	-54.240	-28.147	-13.299	5.938	-46.913
KolenolP	X	5.587	149.701	176.754	189.942	167.287	273.594	270.446	257.185	268.032	238.653	17.876
	Y	8.572	3.722	-11.685	-11.113	-7.681	-13.043	-48.819	-26.085	-5.220	-23.085	28.592
	Z	4.515	5.486	-4.216	-7.240	-4.669	2.456	12.410	3.005	-3.548	-1.362	14.239
BokL	X	1.376	196.631	219.383	229.419	206.096	310.529	323.312	294.555	293.774	233.740	192.411
	Y	8.796	-12.457	-40.409	-39.848	-36.725	-8.199	-24.953	-8.839	10.085	14.067	115.678
	Z	2.210	14.093	-15.624	-16.240	-14.009	-17.474	-32.437	-39.364	-48.221	-36.793	-63.119
BokP	X	-1.281	183.521	205.018	216.639	198.152	312.528	329.155	300.049	311.530	257.541	152.475
	Y	11.290	1.808	-20.421	-25.791	-27.506	5.747	-1.508	-10.342	-35.094	-31.403	160.138
	Z	-15.220	0.210	1.815	2.494	1.498	-10.979	-37.697	-28.011	-30.436	4.289	3.121
ZápěstíP	X	-12.792	226.105	229.824	246.230	229.727	403.145	332.392	331.041	315.459	276.554	208.199
	Y	-6.531	5.470	14.171	18.626	8.264	30.993	25.506	-12.271	-55.746	-64.969	319.407
	Z	-4.738	18.767	-82.116	-86.515	-107.406	-37.947	-6.784	34.537	-47.696	7.686	-224.587
ZápěstíL	X	-3.516	234.261	205.680	206.069	182.026	273.864	278.991	282.150	330.746	326.571	303.426
	Y	15.467	1.643	23.830	26.499	21.734	34.714	56.296	26.018	23.658	-3.910	45.955
	Z	-14.451	-49.440	-53.506	-34.960	-50.274	33.365	4.569	-15.712	-83.104	-83.961	-102.500
LoketP	X	-36.350	225.108	235.983	250.384	236.034	390.841	337.643	316.285	328.226	286.489	246.030
	Y	-6.894	4.458	16.965	20.983	16.305	13.891	22.726	-21.862	-58.294	-36.520	173.938
	Z	-10.119	17.824	-39.344	-40.783	-55.522	-24.106	-24.224	9.575	-44.727	15.639	-185.664
LoketL	X	-17.059	217.430	239.404	244.201	222.916	296.692	285.960	273.613	320.398	313.356	343.001
	Y	8.432	-13.650	35.970	34.964	38.801	26.397	24.821	47.759	61.835	37.621	91.691
	Z	-4.745	-40.522	-56.776	-43.282	-47.417	-0.870	-24.103	-37.376	-95.800	-89.269	-106.781
RamenolP	X	-24.290	229.956	252.176	261.452	246.639	327.210	311.542	310.181	341.816	330.422	275.990
	Y	3.051	6.063	16.474	19.124	8.227	1.395	14.586	12.419	7.225	25.214	203.587
	Z	-4.041	20.261	9.387	6.495	2.449	0.713	-41.679	-28.322	-19.494	30.311	-47.492
RamenolL	X	-5.568	229.067	239.333	246.223	225.208	307.165	294.474	288.486	331.536	319.798	335.045
	Y	8.590	-2.106	20.080	19.610	19.602	24.797	7.403	30.505	78.122	74.707	158.966
	Z	-0.797	-22.969	-18.061	-17.784	-18.646	-11.715	-26.711	-32.592	-54.535	-56.021	-86.053

dropball minus fastball												
	konec připravné	dopad KotníkP	max. výška Kolenol	max. výška BokL	max. výška BokP	dopad KotníkP	max. výška ZápěstíP	dopad KotníkL	předloktíP rovn. S	vypuštění míče	dokončení pohybu	
KotníkL	X	0.000	27.960	26.075	-10.122	2.431	-20.678	-21.538	-35.536	-22.931	-21.235	-21.014
	Y	0.000	-98.437	-91.182	-92.317	-90.431	-116.893	-119.348	-125.190	-118.504	-122.305	-100.582
	Z	1.063	6.655	32.904	27.213	26.437	6.880	-5.341	10.542	-1.503	-1.602	-39.530
KotníkP	X	9.280	-19.640	22.642	-8.427	17.794	-21.421	-11.035	-34.755	-29.252	-51.632	-197.908
	Y	-0.480	-35.284	-34.871	-50.367	-39.642	-108.041	-117.697	-120.064	-120.398	-132.571	-42.244
	Z	0.090	-8.209	-3.805	-17.251	-7.699	-5.494	-0.019	-4.390	-13.333	-37.451	39.003
Kolenol	X	-47.131	-12.161	6.626	-23.347	-10.731	-20.088	-25.524	-50.868	-34.204	-39.756	-53.285
	Y	-28.157	-60.837	-66.246	-66.947	-66.803	-101.124	-95.844	-99.545	-90.767	-82.555	-1.385
	Z	-109.300	-15.024	7.638	11.178	9.592	11.308	3.336	12.184	9.111	9.216	-29.514
Kolenop	X	19.614	-19.683	6.951	-24.045	-10.754	-37.918	-33.341	-50.982	-30.212	-48.157	-132.728
	Y	1.365	-53.917	-60.343	-56.417	-58.205	-97.081	-123.137	-130.772	-115.017	-107.329	-18.472
	Z	6.906	-6.781	6.267	6.743	5.859	14.678	21.462	13.847	-2.729	10.200	14.736
BokL	X	17.000	-9.580	7.096	-21.903	-9.474	-25.356	-23.967	-52.091	-26.792	-39.562	-26.872
	Y	3.726	-52.395	-66.198	-66.191	-66.816	-73.925	-70.643	-67.061	-51.549	-26.644	71.962
	Z	-0.355	-13.214	3.601	1.032	1.508	5.513	6.129	12.009	-0.118	3.437	-46.545
BokP	X	13.372	-33.959	-2.760	-28.180	-17.200	-27.652	-23.461	-57.061	-29.600	-35.462	-40.774
	Y	3.857	-34.709	-53.482	-58.687	-57.676	-65.191	-58.094	-50.448	-53.284	-36.722	101.184
	Z	6.318	1.757	24.084	23.305	22.751	19.082	15.953	24.649	25.736	33.999	37.074
ZápěstíP	X	17.543	-44.687	2.295	-18.588	-7.909	-10.631	-7.354	-17.171	-15.382	-65.722	-30.273
	Y	6.052	-53.817	-22.619	-20.852	-19.117	51.261	70.532	36.727	-18.945	-63.310	247.951
	Z	1.361	30.820	44.721	36.684	42.211	43.718	33.383	123.809	21.095	42.105	53.247
ZápěstíL	X	25.757	-45.485	-18.047	-31.978	-22.498	-15.637	-14.115	-35.855	-5.123	-8.353	47.800
	Y	6.002	-30.312	22.867	25.531	25.301	22.490	7.841	-36.577	-34.068	-38.788	-0.424
	Z	-11.154	-43.621	12.244	1.850	7.941	12.903	-7.246	9.220	-40.352	-25.312	-24.757
LoketP	X	17.707	-41.088	2.255	-18.899	-8.327	-9.748	0.079	-37.632	-17.462	-42.343	-37.402
	Y	6.241	-43.141	-16.835	-16.690	-15.397	41.543	41.161	16.104	-24.101	-29.965	80.109
	Z	6.796	37.255	47.576	42.195	46.076	47.669	25.034	89.649	22.895	34.464	18.103
LoketL	X	33.190	-38.104	0.698	-17.526	-7.340	-14.241	-11.717	-38.675	-4.413	-13.086	46.644
	Y	13.937	-18.954	14.226	12.961	12.690	-1.837	-1.776	-27.788	-27.609	-29.394	48.619
	Z	10.467	-61.336	-34.447	-34.514	-31.142	-2.796	-5.839	6.390	-31.524	-24.030	-57.849
Ramenop	X	22.626	-41.581	4.414	-17.606	-7.380	-7.065	-6.468	-44.250	-18.362	-31.028	24.650
	Y	5.956	-13.083	3.622	-0.991	3.212	8.002	2.773	5.049	-5.345	6.530	241.733
	Z	0.796	22.387	33.105	30.286	31.602	20.576	16.674	44.591	26.870	41.298	19.439
Ramenol	X	35.183	-18.954	0.082	-18.029	-7.822	-11.566	-13.434	-52.482	-13.829	-22.735	68.972
	Y	5.973	-11.825	6.345	-5.792	-4.210	-8.630	-8.102	-12.965	2.363	7.415	136.494
	Z	4.880	-26.827	-13.465	-13.926	-13.435	4.984	13.239	21.798	3.260	0.408	-29.064

dropball minus raiseball												
	konec připravné	dopad KotníkP	max. výška Kolenol	max. výška BokL	max. výška BokP	dopad KotníkP	max. výška ZápěstíP	dopad KotníkL	předloktíP rovn. S	vypuštění míče	dokončení pohybu	
KotníkL	X	0.000	-73.246	0.479	-11.225	-3.664	-11.506	-17.289	-19.525	-0.469	-1.005	-36.315
	Y	0.000	-98.350	-106.992	-110.008	-109.177	-138.848	-148.884	-161.168	-170.552	-174.583	-156.093
	Z	0.941	-63.665	12.863	6.755	6.308	-11.238	-13.386	3.169	-4.923	-2.937	-23.706
KotníkP	X	14.572	-18.529	8.480	7.700	27.720	-26.720	-20.857	-35.047	-29.516	-66.330	-288.342
	Y	2.364	-47.929	-56.009	-59.898	-50.268	-150.035	-168.793	-170.980	-175.589	-197.146	-74.328
	Z	0.999	-16.002	5.557	8.288	11.916	-11.362	-8.800	-7.521	-19.209	-45.239	63.370
Kolenol	X	-43.493	-54.758	-6.825	-14.893	-6.429	-5.695	-19.939	-32.684	-22.437	-30.993	-49.465
	Y	-29.310	-76.664	-90.496	-90.457	-90.651	-123.949	-121.017	-127.301	-126.817	-119.592	-10.310
	Z	-111.260	-50.330	1.308	3.244	2.737	-0.123	-3.194	2.203	13.682	15.459	-16.057
KolenolP	X	16.346	-30.143	-2.323	-11.385	-3.322	-35.275	-38.614	-38.932	-18.062	-47.446	-232.302
	Y	-0.336	-77.263	-78.456	-78.912	-81.736	-118.497	-146.786	-147.847	-147.026	-164.513	12.526
	Z	4.554	-12.281	5.279	8.242	7.368	31.802	44.745	31.900	5.053	6.775	44.051
BokL	X	18.667	-39.262	-4.714	-11.600	-3.163	-2.204	-10.183	-23.633	7.811	-6.026	-35.624
	Y	0.866	-63.191	-76.547	-77.775	-78.728	-94.307	-95.230	-85.397	-56.441	-36.497	136.638
	Z	-2.818	-26.639	2.805	2.680	3.185	6.286	11.088	5.457	-16.701	-17.445	-26.816
BokP	X	8.949	-62.806	-10.926	-17.836	-10.689	-7.241	-11.139	-27.386	-16.266	-30.713	-36.814
	Y	-0.569	-44.932	-72.154	-75.822	-73.884	-74.222	-63.302	-48.153	-48.751	-30.131	164.595
	Z	-7.441	-9.577	25.399	26.105	25.045	22.852	19.594	18.062	21.965	38.922	106.033
ZápěstíP	X	-16.287	-100.492	-7.032	-7.628	0.833	-9.197	7.138	12.346	11.387	-55.968	868.071
	Y	-8.082	-47.791	-16.023	-9.898	-8.299	75.323	103.285	87.756	20.063	-72.515	321.959
	Z	-19.087	-2.302	66.900	72.210	77.546	74.483	51.192	82.574	19.789	72.225	464.663
ZápěstíL	X	20.191	-92.667	-18.988	-20.327	-12.467	16.453	15.996	21.705	45.117	8.616	-49.778
	Y	-1.174	-37.868	23.059	28.882	28.586	25.090	-7.968	-53.669	-71.202	-74.885	133.324
	Z	-29.134	-92.778	7.929	14.473	20.452	2.349	-23.338	-40.214	-94.737	-77.162	-28.883
LoketP	X	-29.101	-97.391	-7.590	-9.224	-1.060	-9.727	10.195	1.273	12.736	-33.573	13.637
	Y	1.837	-47.493	-12.144	-9.002	-6.867	71.510	78.017	55.915	2.496	-17.917	332.195
	Z	-20.235	5.251	62.337	67.499	71.670	79.451	47.555	67.208	24.519	63.918	128.752
LoketL	X	12.088	-81.960	-6.256	-7.509	-0.303	10.007	11.304	16.507	47.887	12.849	0.214
	Y	-5.434	-25.380	11.095	12.332	10.677	-4.649	-14.316	-34.409	-32.450	-20.936	170.964
	Z	-6.184	-105.760	-42.982	-34.186	-30.598	-5.957	-8.458	-18.887	-61.403	-60.875	-60.981
RamenolP	X	-10.302	-78.236	-5.548	-8.932	-1.472	6.993	11.826	-11.698	3.478	-15.662	28.515
	Y	-4.975	-26.037	7.430	8.496	9.962	36.873	24.777	25.422	17.297	37.683	360.881
	Z	-6.072	10.521	49.048	49.039	50.711	33.734	31.028	49.687	43.989	77.628	99.433
RamenolL	X	18.116	-44.725	-2.967	-4.788	2.903	10.213	2.811	-9.146	21.945	1.893	-1.850
	Y	-1.761	-26.357	-0.667	-6.069	-5.496	-12.720	-7.134	-0.489	21.791	46.585	278.330
	Z	-1.025	-44.864	-15.172	-11.987	-11.477	11.356	21.607	17.574	-5.302	-7.615	-26.626

raiseball minus fastball												
	konec přípravné	dopad KotníkP	max. výška Kolenol	max. výška BokL	max. výška BokP	dopad KotníkP	max. výška ZápěstíP	dopad KotníkL	předloktíP rovn. S	vypuštění míče	dokončení pohybu	
KotníkL	X	0.000	101.206	25.595	1.103	6.095	-9.173	-4.249	-16.011	-22.462	-20.229	15.301
	Y	0.000	-0.087	15.810	17.691	18.747	21.955	29.536	35.978	52.048	52.278	55.511
	Z	0.121	70.320	20.041	20.459	20.129	18.118	8.046	7.373	3.419	1.335	-15.824
KotníkP	X	-5.292	-1.111	14.162	-16.127	-9.926	5.300	9.822	0.292	0.264	14.698	90.434
	Y	-2.844	12.645	21.138	9.531	10.626	41.993	51.097	50.915	55.191	64.576	32.085
	Z	-0.909	7.793	-9.362	-25.540	-19.615	5.867	8.781	3.131	5.877	7.789	-24.367
Kolenol	X	-3.638	42.598	13.451	-8.453	-4.302	-14.393	-5.585	-18.185	-11.767	-8.763	-3.820
	Y	1.153	15.826	24.250	23.510	23.847	22.826	25.173	27.756	36.050	37.037	8.924
	Z	1.961	35.306	6.329	7.934	6.855	11.432	6.530	9.981	-4.571	-6.243	-13.457
KolenolP	X	3.268	10.459	9.273	-12.660	-7.432	-2.643	5.273	-12.050	-12.150	-0.710	99.574
	Y	1.701	23.346	18.112	22.496	23.531	21.415	23.649	17.075	32.008	57.185	-30.998
	Z	2.352	5.500	0.987	-1.499	-1.509	-17.123	-23.282	-18.053	-7.782	3.425	-29.315
BokL	X	-1.667	29.682	11.810	-10.303	-6.311	-23.151	-13.784	-28.458	-34.603	-33.536	8.752
	Y	2.861	10.796	10.350	11.585	11.912	20.381	24.587	18.336	4.892	9.853	-64.676
	Z	2.463	13.426	0.797	-1.647	-1.677	-0.773	-4.958	6.552	16.582	20.882	-19.729
BokP	X	4.423	28.847	8.166	-10.344	-6.512	-20.411	-12.322	-29.675	-13.334	-4.749	-3.960
	Y	4.426	10.223	18.671	17.134	16.208	9.031	5.208	-2.295	-4.533	-6.591	-63.411
	Z	13.759	11.334	-1.314	-2.800	-2.294	-3.770	-3.641	6.587	3.770	-4.923	-68.959
ZápěstíP	X	33.829	55.805	9.328	-10.960	-8.742	-1.434	-14.492	-29.517	-26.769	-9.754	-898.344
	Y	14.134	-6.026	-6.596	-10.953	-10.818	-24.062	-32.753	-51.029	-39.008	9.204	-74.008
	Z	20.448	33.122	-22.178	-35.526	-35.336	-30.765	-17.808	41.235	1.307	-30.120	-411.416
ZápěstíL	X	5.567	47.183	0.942	-11.651	-10.031	-32.090	-30.111	-57.561	-50.240	-16.969	97.579
	Y	7.176	7.555	-0.192	-3.351	-3.285	-2.600	15.809	17.092	37.135	36.097	-133.749
	Z	17.980	49.157	4.315	-12.623	-12.511	10.554	16.092	49.434	54.385	51.850	4.126
LoketP	X	46.807	56.303	9.845	-9.675	-7.267	-0.020	-10.116	-38.904	-30.198	-8.770	-51.038
	Y	4.404	4.352	-4.690	-7.689	-8.530	-29.967	-36.856	-39.811	-26.597	-12.048	-252.086
	Z	27.031	32.005	-14.761	-25.305	-25.594	-31.782	-22.521	22.442	-1.623	-29.455	-110.649
LoketL	X	21.102	43.856	6.953	-10.017	-7.037	-24.248	-23.021	-55.182	-52.300	-25.935	46.431
	Y	19.371	6.425	3.130	0.629	2.013	2.813	12.540	6.621	4.841	-8.458	-122.345
	Z	16.651	44.424	8.535	-0.328	-0.543	3.160	2.619	25.277	29.879	36.845	3.132
RamenolP	X	32.928	36.656	9.962	-8.675	-5.908	-14.058	-18.294	-32.552	-21.840	-15.366	-3.865
	Y	10.931	12.954	-3.808	-9.486	-6.750	-28.872	-22.004	-20.372	-22.642	-31.153	-119.147
	Z	6.868	11.867	-15.944	-18.753	-19.108	-13.158	-14.354	-5.096	-17.119	-36.330	-79.994
RamenolL	X	17.067	25.771	3.049	-13.242	-10.725	-21.779	-16.244	-43.337	-35.773	-24.629	70.822
	Y	7.734	14.532	7.012	0.276	1.286	4.090	-0.968	-12.476	-19.428	-39.169	-141.836
	Z	5.905	18.037	1.707	-1.939	-1.958	-6.372	-8.368	4.224	8.562	8.024	-2.438