

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Katedra sportovních her

Kinematické změny v technice provedení softballového nadhozu

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

PhDr. Vladimír Süß, Ph.D.

Odborný konzultant:

Ing. František Zahálka, Ph.D.

Vypracoval:

Petr Tomášek

5. ročník Tv-M

Praha 2007

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a použil jen literaturu uvedenou v seznamu literatury.

Souhlasím, aby tato práce byla uložena na Univerzitě Karlově v Praze, v knihovně Fakulty tělesné výchovy a sportu a zpřístupněna ke studijním účelům.

A handwritten signature in blue ink, reading "Petr Voráček". The signature is written in a cursive style with a large, stylized initial 'P'.

Upřímně děkuji PhDr. Vladimíru Süssovi, Ph.D. a Ing. Františku Zahálkovi,
Ph.D za cenné rady, odborné vedení a pomoc při vypracování diplomové práce.

Abstrakt

Název práce: Kinematické změny v technice provedení softballového nadhozu

Cíle práce: Porovnat provedení nadhozů u vrcholových evropských softbalových nadhazovaček a následně porovnat jejich techniku s technikou vrcholové české nadhazovačky

Metody: Pro zkoumání rozdílů v technice byly zvoleny vrcholové evropské nadhazovačky, 3 Italky a 2 Řekyně. Videozáznam byl pořízen na ME 2005 v Praze. Pro deskripci softballového nadhozu byla použita metoda prostorové 3D analýzy.

Výsledky: Ukazují rozdíly mezi technikami nadhozů jednotlivých nadhazovaček a umožňují porovnání s dalšími ostatními studii.

Klíčová slova: softball, nadhoz, technika, kinematická analýza, prostorová 3D analýza

Abstract

Headline: Kinematic changes in technique of a softball pitch.

Aims of thesis: I will compare the pitches of professional european softball woman pitchers and then I will compare their technique with professional czech woman pitcher.

Methods: For examination of different techniques, I choosed these professional european softball woman pitchers 3 Italians and 2 Greeks. Videotape was taken on European championship 2005 in Prague. For description of softball pitch I used a method of 3D analysis.

Results: They show the difference between the techniques of each pitcher and they can be used for comparison with other studies.

Key words: Softball, pitching, technique, kinematics analysis, 3D analysis.

Obsah:

1... Úvod	8
1.1..Obecná charakteristika softballu	8
1.2. Vznik a historie Softballu	8
1.2.1. Historie a vývoj Softballu v České republice	9
1.3..Stručná pravidla softballu	11
1.3.1. Hřiště	11
1.3.2. Výzbroj a výstroj	11
1.3.3. Hra v obraně	12
1.3.4. Hra v útoku	13
1.4..Nastínění problémů tématu	13
1.5..Vytyčené cíle a úkoly práce	15
1.5.1. Cíle diplomové práce	15
1.5.2. Úkoly práce	15
2. Teoretická východiska práce	16
2.1..Pravidla nadhazování	16
2.1.1. Před nadhozem	16
2.1.2. Začátek nadhozu	16
2.1.3. Správný nadhoz	17
2.2..Nadhazovací styly	18
2.2.1. Nadhoz otočkou (Windmill)	19
2.2.1.1.Držení míče	19
2.2.1.2.Základní postoj	20
2.2.1.3.Výkrok	20
2.2.1.4.Nápřah	20
2.2.1.5.Silová fáze	21
2.2.1.6.Fáze vypuštění míče	22
2.2.1.7.Dokončení pohybu	22
2.3..Nadhazovací druhy	23
2.3.1. Padavý nadhoz (drop ball)	24
2.3.2. Stoupavý nadhoz (rise ball)	24

2.3.3. Zpomalený nadhoz (change-up)	25
3. Metodika a organizace práce	26
3.1..Charakteristika sledovaného souboru.....	26
3.2..Charakteristika použité metody	26
3.3..Výběr sledovaných nadhozů.....	27
3.4..Postup digitalizace obrazu.....	29
3.5..Nadefinování sledovaných proměnných	31
3.6..Podrobnější charakteristika sledovaných (základních) poloh	34
3.6.1. Základní postavení.....	34
3.6.2. Začátek výkroku	34
3.6.3. Vrchol náprahu	35
3.6.4. Konec výkroku	36
3.6.5. Vypuštění míče	36
3.6.6. Dokončení pohybu.....	37
4. Výsledky kinematické analýzy	38
5. Vyhodnocení a diskuze.....	53
5.1. Časový průběh v základních polohách	53
5.2. Rychlost nadhozu	54
5.3. Zkoumané polohy	55
5.3.1. Základní postavení.....	55
5.3.2. Začátek výkroku	56
5.3.3. Vrchol náprahu	57
5.3.4. Konec výkroku	58
5.3.5. Vypuštění míče	59
5.3.6. Dokončení pohybu.....	60
6. Shrnutí a závěr	64
7. Soupis použité literatury	66
8. Příloha.....	68

1. Úvod

1.1 Obecná charakteristika softballu

Softbal je pálkovací hra. Jde o jednodušší variantu baseballu, méně náročnou hlavně na čas a prostor.

Patří týmové sportovní hry, ale dává také možnost vyniknout individualitě jednotlivců. Při hře v obraně jde vždy o taktickou souhru více hráčů, naproti tomu v útoku se jedná o zcela individuální výkon pálkaře.

Softball je oblíbený po celém světě zejména pro pestrost pohybových dovedností, jako jsou běhání, házení, chytání a odpalování. Zároveň klade vysoké požadavky na okamžité rozhodování, rychlou reakci a taktické myšlení.

Softballu se v České republice věnují muži i ženy na všech úrovních a česká reprezentace slaví úspěchy i v evropském měřítku. Nejvyšší soutěží v ČR je 1. softballová liga mužů i žen. Softball nebo jeho zjednodušené formy jsou také součástí výuky tělesné výchovy na základních a středních školách. Často se hraje na letních táborech nebo jako rekreační a doplňkový sport. Výhodou je přirozený pohyb se zapojením všech svalových skupin, proto tento sport může na různých úrovních hrát každý v jakémkoliv věku.

Největší popularitou se těší v Severní Americe, ale i v Latinské Americe a v Asii. V Evropě je nejrozšířenější a zároveň na nejvyšší úrovni v Itálii a Holandsku.

1.2 Vznik a historie Softballu

Traduje se, že softball vznikl v roce 1887 na Den díkůvzdání v Chicagu, když skupina mladých lidí použila z recese v tělocvičně koště místo pálky a boxerskou rukavici místo míče a zahrála si poněkud upravený baseball. Jednomu z nich, Georgi Hancockovi, se hra tak zalíbila, že vyrobil zvláštní větší míč a upravil pravidla pro baseball a stal se tak prvním propagátorem nové hry, která se začala nazývat "halový baseball" (Indoor baseball). Hra se během několika let rozšířila v různých podobách a

pod různými názvy jako - Diamond Ball, Mush Ball, Kitten Ball, Playground Ball a podobně, a rozšířila se nejprve po spojených státech a následně i po celém světě.

První soutěž byla uspořádána ve spojených státech v roce 1900 v Mineapolis ve státě Minesota, ale k masovějšímu rozvoji tohoto sportu došlo až ve dvacátých letech minulého století. V této době již také začala být nutnost sjednotit hru pod jeden název a také sjednotit pravidla. Hře se počalo říkat Softball a v roce 1930 byla z různých variant sestavena a sjednocena její pravidla. První mezinárodní turnaj byl uspořádán roku 1933 v Chicagu u příležitosti Světové výstavy (Süss, 2003).

Na této výstavě také zúčastnění funkcionáři založili Amatérskou softballovou asociaci A.S.A. která dodnes řídí a koordinuje softballové dění ve spojených státech. Softball se z Ameriky dále šířil do ostatních částí světa a v roce 1952 byla založena Mezinárodní softballová federace (International Softball Federation - I.S.F.), která měla sjednotit organizovaný softball, pořádat MS světa a zapojit softball do olympijského hnutí. (Mašín, Porš a Süss, 1989)

Na program letních OH se softball žen dostal poprvé v roce 1996, avšak v roce 2008 má být zatím jeho zařazení poslední.

1.2.1 Historie a vývoj Softballu v České republice

Podle některých historických pramenů se různé pálkovací hry hrály v našich zemích již v roce 1610. Koncem 19. století byly v Čechách pálkovací hry, jako pasák, barborky nebo špaček velmi oblíbené. Ale s rozvojem sportovních her (fotbal, basketball, házená) na začátku 20. století začíná na našem území pozvolný úpadek. Až roku 1919 profesor Machotka, Čech z Omahy, začal vést kurzy playgroundu pro vojenské účely YMCA. Roku 1926 YMCA v Praze vydává první pravidla (Stibitz, 1968). YMCA se také až do okupace 1939 stává baštou softballu a pořádá pravidelná mistrovství.

Po druhé světové válce se na rozvoji pálkovacích her u nás opět podílí YMCA - jejímž prostřednictvím vydává v roce 1947 Jaroslav First oficiální pravidla softballu a první příručku s rozbohem hry po technické i taktické stránce - *Učme se hře, kterou hrají miliony.*

V padesátých letech se softball dostává díky profesoru Stibitzovi na tehdejší Institut tělesné výchovy a sportu a vychází první ucelený metodický materiál - *Sportovní hry III - pálkovaná*. Tato publikace se stává na dlouhou dobu jediným zdrojem informací v češtině.

Na přelomu 50. a 60. let se softball hraje zejména na vysokých školách v Praze a Brně, ale také v Přerově a Hradci Králové. Rekreační forma softballu byla populární zejména na letních táborech a jako doplňkový sport na soustředěních jiných sportů.

V roce 1963 vznikla sekce softballu při OV ČSTV v Praze. Tato sekce byla roku 1965 povýšena na Svaz softballu a baseballu MV ČSTV Praha. V únoru 1976 dalo plénum ČÚV ČSTV souhlas k ustanovení Svazu softballu a baseballu, pod vedením Aleše Hraběte (Süss, 2003).

Postupem času vznikají oblastní svazy v krajích a začínají se hrát pravidelné mistrovství. Od roku 1990 je ČSFR členem Evropské softballové asociace a Evropské baseballové asociace a reprezentační družstva se účastní ME a MS. Po rozpadu republiky se rozdělují svazy na Českou softballovou asociaci a Českou baseballovou asociaci. Klubové celky mužů i žen se pravidelně zúčastňují Pohárů mistrů i Pohárů vítězů. Výsledky reprezentací se rok od roku zlepšují.

1.3 Stručná pravidla softbalu

Oficiální pravidla softbalu jsou poměrně složitá, proto je hra pro náhodného návštěvníka často nepochopitelná. Poslední verze se všemi úpravami je vždy možné najít na webových stránkách ČSA (www.softball.cz).

1.3.1 Hřiště



Obr. 1: Softballové hřiště

Softballové hřiště (znázorněné na obrázku 1) je pravoúhlá kruhová výseč o hraně 70 m pro muže a 60 m pro ostatní kategorie. Nejvhodnější je travnatá, písččná nebo antuková plocha, nebo její kombinace. Hřiště se dělí na vnitřní a vnější pole a zázemí. Vnitřní pole je čtverec o hraně 18,3 m. V rozích tohoto čtverce jsou umístěny čtvercové mety o hraně 38 cm. Domácí meta je 45 cm široký pětiúhelník. Kratší strany měří 22 cm a sbíhající strany měří 30cm. Nadhazovač je vzdálen 14 m od domácí mety u mužů a 12,2 m u ostatních mimo žákyň a žáků do 10 let, pro něž platí 10,7 m. Zámezí je minimálně 8 m.

1.3.2 Výzbroj a výstroj

Míč musí mít tvar koule, je kožený nebo syntetický a má obvod 30,5 cm (12 inch) a hmotnost mezi 178,0-198,4 g. ($6\frac{1}{4}$ -7 oz). Softballová pálka je maximálně 86,4 cm (34 inch) dlouhá s maximálním kruhovým průřezem 5,7 cm ($2\frac{1}{4}$ inch). Hráči v poli používají ke hře kožených rukavic. Jejich horní hrana koše rukavice nesmí být delší než 12,7 cm (5 inch). Chytač musí být chráněn helmou, maskou, chráničem hrudníku a holení, také může mít speciální rukavici. Pálkaři musí mít na hlavě ochrannou helmu po celou dobu hry na metách.

1.3.3 Hra v obraně

Družstvo se skládá z 9 hráčů a náhradníků. Domácí tým má většinou výhodu a dohrává hru v útoku. Úkolem družstva v obraně je co nejrychleji vyřadit tři pálkaře soupeře. Po třech autech dochází ke změně – družstvo v poli jde na pátku a naopak. Softballové utkání se hraje na 7 těchto směn.

Pro vyautování pálkařů je prvním a nejdůležitějším hráčem nadhazovač, který nadhazuje míč do prostoru vytyčeného výškově mezi podpažím a koleny pálkaře. Míč musí proletět nad domácí metou. Míče, které pálkař neodpálil, chytá chytač, který je vrací do hry. Za chytačem stojí hlavní rozhodčí, který určuje, prolétl-li míč pomyslnou obdélníkovou výsečí - zda byl dobrý nebo špatný - strike nebo ball.

Netrefí-li pálkař nadhoz, je jedno, jestli byl nadhozen jako dobrý nebo špatný, započte se jako dobrý. Jestliže pálkař třikrát netrefí jakýkoliv nadhoz, nebo se nepokusí odpálit dobrý nadhoz, je aut - ven ze hry. Pokud chytač zachytí třetí dobrý nadhoz přímo do rukavice, je pálkař automaticky aut. Pokud chytačovi míč upadne, musí ho hodit strážci první mety dříve, než tam běžící pálkař doběhne. O tom, zda byl na metě dříve běžec nebo míč, rozhoduje rozhodčí na 1. metě.

Naopak, když nadhazovač hodí 4 špatné nadhozy, dostává pálkař 1. metu zdarma. Metu zdarma získá také pálkař, který je zasažen nadhozem. Polaři mohou pálkaře vyautovat chycením odpáleného míče přímo v letu, při tomto autu se musí běžci vrátit na metu, ze které vybíhali. Teprve po prvním doteku míče polařem mohou postupovat na metách. Pokud se běžec nevrátí, přihodí polař míč hráči na metě. Zašlápnutí mety hráčem, který drží míč, je třetí způsob vyautování.

Čtvrtý způsob vyautování je příhoz odpáleného míče strážci první mety dříve, než tam doběhne běžící pálkař. Po dobrému odpalu musí vždy pálkař běžet na první metu. Pokud je už obsazena, musí běžec, který získal první metu dříve, postupovat na druhou metu. To je nucený postup. V tomto případě mohou polaři autovat běžce zašlápnutím 2. mety. Podobně lze volit aut zašlápnutím 4 (domácí mety), je-li běžci obsazena 1. 2. a 3. meta. V těchto situacích mohou obránci zahrát dva nebo dokonce tři auty.

Pátým způsobem autování je tečování, když se polář se zpracovaným míčem dotkne soupeře kdekoli mimo metu. Výjimkou je první a domácí meta, které jsou průběžné. Běžící pálkař se po proběhnutí vrátí na 1. metu a čeká na další rozehru.

Dále existuje řada technických autů: například opustí-li běžec metu dříve, než nadhazovač vypustil míč z ruky, dvojí odpal, odhození pátky po odpalu na chytáče, rozhodčího nebo diváky, kopnutí do odpáleného míče běžícím pálkařem, nebo překážení poláři v chycení odpalu apod. Po třetím autu se hráči v poli vymění s hráči na pálce.

1.3.4 Hra v útoku

Hráči jdou vždy ve stejném pořadí za sebou na pátku a snaží se získat body tím, že oběhnou všechny mety a vrátí se zpět na domácí. Kdo má více bodů vyhrává.

Po odpalu se hráč snaží dosáhnout co nejvíce met. Pokud odpálí za plot ohraničující hřiště je to tak zvaný "homerun" a hráč může v klidu oběhnout všechny čtyři mety.

Odpal mimo výseč se v prvních dvou případech počítá jako strike - dobrý nadhoz. Dále může mít pálkař libovolný počet odpalů mimo hřiště a nepočítají se.

Po úspěšném odpalu a dosažení 1. mety se pálkař stává běžcem. Dále postupuje po odpalu - nucený postup, nebo krádeží mety po vypuštění míče nadhazovačem. Po jakékoli chybě polářů může běžec získat další metu.

1.4 Nastínění problémů tématu

Nadhazovač je bezesporu jednou z ústředních postav v softballovém utkání. Nadhazovač začíná každou rozehru a určuje nadhozem její další ráz. Spolu se zadákem ovlivňují až 70 % týmového herního výkonu. (Süss, 2003). Nadhazovač by měl být inteligentní, tvořivý, schopný kombinovat, logicky uvažovat, s dobrou pamětí, schopný koncentrace pozornosti i uvolnění v relativně krátkých časových úsecích, odolný vůči

náročným situacím, ochotný spolupracovat a schopný přijmout kritiku i radu. (Mašín, Porš a Süss, 1989).

Kromě svých povinností v poli se nadhazovači musí soustředit na správné provedení nadhozu, aby míč našel to pravé místo podle signálů chytače či trenéra, a to s nejvyšší možnou rotací a většinou i rychlostí. Vysoká fyzická zátěž je dána opakovaným prováděním pohybu, lokálním zatížením až přetěžováním nadhazovací paže a často umocněna o snahu provést nadhoz v maximální rychlosti. Nadhazovači jsou tak vystaveni vysokému riziku zranění nadhazovací paže, pokud nadhoz neprovedou technicky správně. Na paži v okamžiku vypuštění míče může působit negativní síla rovnající se 50% - 150% tělesné váhy. (Süss a Zahálka, 2000). To znamená, že není snadné nadhazovat celé utkání.

Vedle fyzické únavy však působí na nadhazovače také únava psychická. Ztrátu koncentrace může zapříčinit série odpalů soupeře, provokace soupeře nebo diváků a toto všechno působí negativně na psychiku nadhazovače a tím okamžitě klesá jeho výkonnost.

Jedním z hlavních předpokladů dobré taktiky je znalost nebo aspoň odhad pálkaře. Prakticky každý pálkař má nějakou slabinu a tu musí nadhazovač znát nebo případně odhalit.

Hlavním cílem nadhazovače je tedy předvést strategický nadhoz, aniž by se zranil. Přitom se snaží soupeři znemožnit odpal, a to vše musí probíhat v souladu s pravidly. Nadhazovač by tudíž měl, ať už po vlastním úsudku nebo na signál, provést určitou techniku nadhozu, a to co nejsprávněji, aby se minimalizovalo působení negativní síly.

Jak ale poznat správně provedenou techniku nadhozu od nesprávné? Lidské oko není právě nejdokonalejší optický přístroj, tak na vrcholové úrovni se většina nadhozů může jevit jako technicky zdařených a to obzvláště při vysoké rychlosti provedení. Proto se hledají způsoby pozorování nebo snímání pohybu nadhazovače, které by nám odhalily rozdíly v technice lidskému oku skryté. Zde se naskýtá prostor pro využití videotechniky a odhalit tak detaily a nedostatky. Při zpomaleném záznamu můžeme rozpoznat různé změny polohy některých segmentů těla, ale ani to není pro přesný rozbor techniky pohybu zcela dostačující. Pro detailní rozbor techniky se využívá kinematická analýza a kinematické metody, které sledují pohyb bez ohledu na

příčiny, které jej způsobují. Ze základních parametrů – dráha, úhel a jejich závislosti na čase můžeme odvodit další veličiny pomocí derivování (Janura a Zahálka, 2004).

Pomocí výsledků, získaných kinematickou analýzou můžeme zjistit odchylky od správné nebo nesprávné techniky nadhozu a aplikací těchto poznatků do praxe mohou nadhazovači odhalit a následně i odstranit jakékoliv odchylky od správné techniky, zlepšit tak svou techniku a vyvarovat se tím rizika přetížení či zranění nadhazovací paže. Navíc s kombinací dobré fyzické připravenosti lze očekávat zvyšování rychlosti nadhozů a tím i větší úspěšnost nadhazovačů.

1.5 Vytyčené cíle a úkoly práce

1.5.1 Cíle diplomové práce

Cílem mé diplomové práce je zjistit zda a jak se mění provedení nadhozů u vrcholové evropských softbalových nadhazovaček, vztáhnout tyto změny k dosažené rychlosti nadhozu a následně porovnat jejich techniku s technikou vrcholové české nadhazovačky.

1.5.2 Úkoly práce

- Zpracovat natočené videozáznamy nadhozů pěti vrcholových evropských nadhazovaček z ME 2005.
- U každé z pěti zvolených nadhazovaček vybrat tři videozáznamy zdařených pokusů.
- Provést digitalizaci vybraných videozáznamů.
- Odlišit a charakterizovat sledované polohy nadhozu.
- Vybrat a nadefinovat sledované proměnné veličiny.
- Získat výstupy z analyzovaných videozáznamů.
- Vyhodnotit a porovnat změny v jednotlivých kinematických proměnných mezi technikami jednotlivých nadhazovaček

2. Teoretická východiska práce

2.1 Pravidla nadhazování

2.1.1. Před nadhozem

Před zahájením nadhozu musí nahazovač zaujmout postavení na nadhazovací metě.

- a. Nahazovač 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 nohou 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 s míčem v obou rukou před tělem a čelem k pálkaři v naprostém klidu po dobu nejméně 2 (dvě) a nejvýše 5 (pět) sekund.

2.1.2 Začátek nadhozu

Nadhoz začíná po předchozím spojení obou rukou, jakmile nadhazovač pustí jednou rukou míč resp. rozpojí ruce.

2.1.3 Správný nadhoz

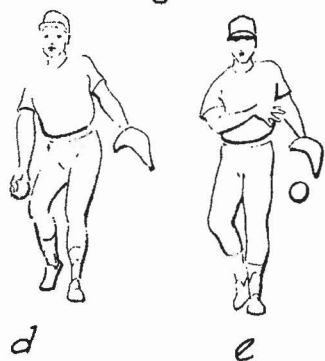
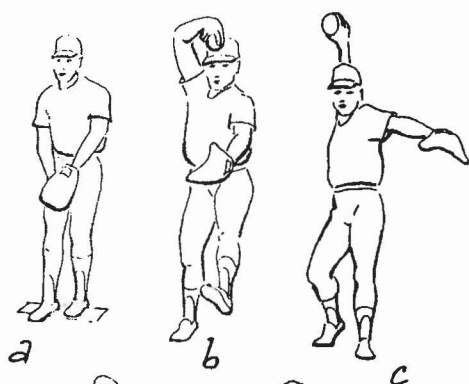
- a. Nadhazovač nesmí provést žádný pohyb nesouvisející s nadhozem.
- b. Nesmí provést takový pohyb, kdy rozpojí ruce, švihne jimi dozadu a zpět a znovu spojí ruce před tělem.
- c. Nesmí švihový pohyb paže směrem vpřed přerušit nebo dokonce změnit jeho směr v opačný.
- d. Při otáčivém nadhozu nesmí nadhazovač provést paží víc než jeden kruh. Před zahájením otáčivého nadhozu smí nadhazovač provést nápřah 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 po celou dobu do vykročení jednou nohou.
- h. Během nadhozu musí nadhazovač vykročit současně s vypuštěním míče z ruky. Vykročení musí být směrem k pálkaři v rozmezí šířky nadhazovací mety (61 cm).
- i. Stojná noha může zůstat během nadhozu v kontaktu s metou, nebo se jí může nadhazovač odrazit od mety a vytáhnout jí za sebou dříve, než výkročnou nohou došlápne na zem, za předpokladu, že stojná noha se po celou dobu výkroku dotýká země.
- j. Nadhazovač se nesmí odrazit z jiného místa než od nadhazovací mety před tím, než vykročí (stojnou nohou).
- k. Nadhazovač nesmí po vypuštění míče z ruky pokračovat v otáčivém nadhozu.
- l. Nadhazovač nesmí úmyslně upustit, kutálet nebo nadhodit úmyslně o zem, aby tím znemožnil pálkaři odpal.
- m. Nadhazovač musí nadhodit do 20 vteřin od chvíle, kdy dostane míč, nebo od povelu rozhodčího "hra" („Play ball“). (CSA, 2006)

2.2 Nadhazovací styly

Pravidly je softballový nadhoz omezen na hod spodním obloukem. Dlouholetou praxí se vyvinuly dva základní styly nadhazování:

- Nadhoz otočkou (Windmill)
- Nadhoz prakem (Slingshot)

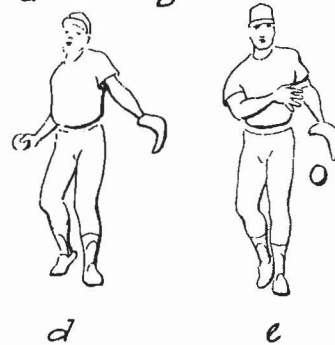
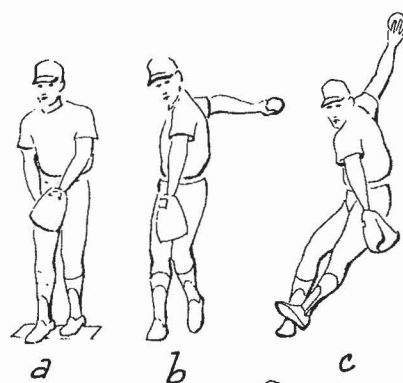
Obrázek 2 a 3 - nadhoz otočkou a prakem (ČSTV, 1989)



Nadhaz otočkou

Fáze nadhozu:

- a) základní postavení
- b) náprah a výkrok
- c) dokrok a silová akce paže
- d) vypuštění míče
- e) dokončení švihů



Nadhaz prakem

Na první pohled se tyto dva styly liší ve způsobu náprahu. U praku je to zášvih paže a u otočky je náprahem kruhový pohyb paže, ale existují zde i další rozdíly v technice, např. rotace boků, poloha ramen, místo vypuštění míče, oba styly však mají podobnou mechaniku a vyžadují stejné principy pohybu a pákového převodu (Süss, 1998). Nadhoz otočkou je v současnosti používán většinou nadhazovačů a nadhazovaček, i proto, že je poněkud jednodušší. Zatěžuje však více paži a rameno, jelikož vede k menší rotaci těla. Nadhoz prakem je koordinačně náročnější a techničtější, klade větší důraz na rotaci trupu. (Süss, 2003).

V dalším popisu nadhozů se zaměřuji na techniku nadhozu otočkou, protože všechny sledované nadhazovačky používají právě tento nadhazovací styl.

2.2.1 Nadhoz otočkou (Windmill)

2.2.1.1 Držení míče

Držení míče je záležitost naprosto individuální, je povoleno jakékoli uchopení míče. Míč se z převážné většiny drží v prstech, aby byla využita všechna síla. Podle velikosti a síly ruky nadhazovače a jejího vztahu k velikosti míče nadhazovač volí uchopení dvěma, třemi či čtyřmi prsty. Nejlepší kontrolu, rotaci a rychlost nadhozu poskytuje držení dvěma prsty. Úchop je pevný, aby se předešlo upuštění míče, nesmí ale být křečovitý. Míč se drží přes švy, konce prstů by měly být umístěny až za švy. Ruka tak získá lepší kontakt s míčem a udělí mu větší točivý moment. Vzhledem k zvláštnímu tvaru švů míče můžeme použít takzvané držení "přes dva" nebo "přes čtyři" švy. Konkrétním držením a rozložením prstů na míči jsou charakterizovány různé druhy nadhozů. (Bernardová, 2006)

2.2.1.2 Základní postoj

V základním postoji (obr. 4) musí stát nadhazovač oběma nohama na zemi a dotýkat se jimi nadhazovací mety. Patou pravé nohy je opřen o přední okraj nadhazovací mety, špička nohy přesahuje přes metu. Levá noha ve výkroku má zůstat co nejvíce vzadu, špičkou se však musí mety dotýkat. Šíře postavení je individuální, ale musí umožnit co nejpohodlnější postoj a zároveň zajistit dostatečnou rovnováhu. Pravé chodidlo může být poněkud pootočeno směrem ke třetí metě, aby byla usnadněna rotace boků. Není nutno stát uprostřed mety, zaujatá poloha by se však neměla měnit. Postoj je uvolněný, nadhazovač musí stát v klidu, čelem k pálkaři, s rameny rovnoběžně se spojnicí první a třetí mety. Míč musí být držen oběma rukama před tělem. Před zahájením nadhozu se váha těla přesouvá na levou nohu. To umožní nadhazovači zvýšit hybnost a sílu při výkroku.



Obr. 4: Základní postoj

2.2.1.3 Výkrok

Nadhazovač musí podle pravidel vykročit k domácí metě. Dokročit by měl na mírně pokrčenou nohu, aby zmírnil náraz vykročené nohy při dopadu na zem. Chodidlo je natočeno od směru k domácí metě do 30 stupňů, směrem k metě třetí. Délka výkroku závisí na výšce nadhazovače a na druhu nadhozu. Obecně kratší výkrok vede k nadhozu směrem dolů a delší výkrok naopak způsobí vysoký nadhoz.



Obr. 5: Výkrok a nápřah

2.2.1.4 Nápřah

Pohyb paží začíná rozpojením rukou v základním postoji. V počátku zahájení otáčivého pohybu se zvedají obě paže současně. Ve většině případů je rozpoj během současného pohybu paží vzhůru. Ruka s rukavicí

by se neměla oddělit příliš brzy, až když míč dosáhne přibližně výšky hrudníku. Házecí paže bude opisovat kruhovou dráhu, která je v ideálním případě v rovině kolmé k zemi. Síla, kterou předáváme míči se vytváří na konci ruky, a proto je nutné, aby opisovaný kruh byl co největší a byl veden co nejbližší u těla. Na vrcholu nápřahu by se v tomto případě měl dotknout bicepsem ucha a v okamžiku těsně před vypuštěním míče prochází ruka kolem boku. Levou paži s rukavicí zastavuje nadhazovač zhruba v úrovni výšky ramen, nebo i výše. Často bývá vytočena malíkovou hranou vzhůru.

2.2.1.5 Silová fáze

Ve vrcholu nápřahu, kde se paže a zápěstí otáčí o 90°, by mělo být zápěstí v prodloužení předloktí. Z této polohy v průběhu švihů paže dolů provede nadhazovač extenzi zápěstí, až do okamžiku vypuštění míče, kdy musí zápěstí silně vymrštít vpřed. Ve vrcholu nápřahu je tělo natočeno tak, že ramena a boky jsou obráceny ke třetí metě.



Obr. 6: Silová fáze

V této fázi pohybu je paže s rukavicí držena neustále nahoře v úrovni ramen. Když se nadhazovací ruka pohybuje dolů do oblasti boku, přenáší nadhazovač váhu těla na vykročenou nohu a ramena a boky se začínají otáčet směrem k domácí metě tak, že rotace končí pod úhlem přibližně 45 stupňů ke směru k domácí metě. Tento pohyb poskytne nadhazovači možnost přenést do míče více síly. Paže s rukavicí v této fázi pohybu vykonává protipohyb, který umožní rotaci boků a zajistí lepší rovnováhu při nadhozu. Zapojením boků do pohybu uvolní nadhazovač zátěž kladenou na rameno,

neboť síla a odpor jsou rovnoměrně rozloženy na celé tělo. Pohyb celým tělem pak vyústí do správného konečného postavení. Když vykročenou nohou došlapuje, tělo by mělo být vzpřímené a v této poloze by mělo zůstat během vypuštění míče.

2.2.1.6 Fáze vypuštění míče

V okamžiku vypuštění míče (obr. 7) je paže kolmo k zemi a napjatá. Míč vypuštěný u boku je dopraven do strike zóny švihem zápěstí. Švihnutí zápěstím synchronně s pohybem těla je jeden z nejdůležitějších prvků nadhozu. Při předčasném švihnutí letí míč na zem, je-li opožděné, bude nadhoz vysoký. Po vypuštění míče je nadhazovací ruka obrácena k domácí metě se zápěstím pokrčeným vpřed u rovného nadhozu a různě se vytáčejícím, pokud nadhazovač nadhazuje míče točené.



Obr. 7: Vypuštění míče

2.2.1.7 Dokončení pohybu

Vykročená noha by měla zůstat během dokončení pohybu (obr. 8) mírně pokrčená a nehybná. Stojná noha je po odrazu z nadhazovací mety také stále pokrčená a její špička je tažena kupředu z mety k levé straně vykročené nohy. Stojná noha pak dokončí svůj pohyb vpravo od nohy ve výkroku a tím je dokončen pohyb boků, které jsou teď obráceny k domácí metě. Horní část těla je ve vzpřímené poloze. Nadhazovací paže pokračuje v pohybu vpřed a dokončuje jej v různých směrech podle druhu nadhozu. Ruka s rukavicí se stahuje zpět na úroveň pasu, rukavice je otočena k domácí metě. Hlava by měla zůstat během všech fází pohybu co možná nejdéle nehybná a oči musí celou dobu sledovat cíl. Po skončení pohybu by měl nadhazovač zaujmout polařský střeh, aby se mohl zapojit do obranné činnosti družstva. (Süss, 2003)



Obr. 8: Dokončení pohybu

2.3 Nadhazovací druhy

Kromě stylu provedeného nadhozu, také rozlišujeme druhy nadhozů. Základním druhem nadhozu je přímý nadhoz, to je však dost idealizované označení, protože skoro každý nadhoz aspoň částečně rotuje nebo mění směr. Vyspělí nadhazovači používají celou řadu dalších nadhozů, kterým se říká technické nadhozy. Obecně lze říci, že k nácviku technických nadhozů může nadhazovač přistoupit až po dokonalém zvládnutí přímého nadhozu, když ho dokáže co nejpřesněji umístit do jakéhokoliv místa které chytač určí. Tato fáze nácviku trvá velice dlouho a jednou z nejčastějších chyb začínajících nadhazovačů je, že se pokoušejí zvládnout technické nadhozy aniž mají vytvořen dynamický stereotyp nadhazovacího pohybu a zvládli i problematiku přímého nadhozu. (Mašín, Porš a Süß, 1989)

Každý technický nadhoz je determinován třemi základními faktory – *rotací, umístěním a rychlostí*. Dráha letu je ovlivňována odporem prostředí, větrem, vlhkostí vzduchu a dalšími faktory. Proto jsou technické nadhozy nejtěžší a nejvíce ceněnou činností nadhazovače. (Knobloch a kol, 1997)

Mezi technické nadhozy patří:

- padavý nadhoz (drop ball)
- stoupavý nadhoz (rise ball)
- točený nadhoz (curve ball)
- s opačnou rotací (screw ball)
- točený přímý (slider)
- zpomalený nadhoz (change up)

(Mašín, Porš a Süß, 1989)

Technika se neustále vyvíjí kupředu, tak bychom jistě našli ještě další druhy. Nejpoužívanějšími druhy technických nadhozů jsou stoupavý nadhoz, padavý nadhoz a nadhoz se změnou rychlosti (zpomalený) a dalo by se říci, že ostatní nadhozy jsou odvozeninami nebo kombinacemi těchto tří základních nadhozů. (Knobloch a kol, 1997) Tyto tři druhy nadhozů zde podrobněji rozeberu.

2.3.1 Padavý nadhoz (drop ball)

Aby byl nadhoz opravdu padavý, musí mít vrchní rotaci, neboli musí rotovat dolů. Míč můžeme držet dvěma, třemi či čtyřmi prsty, pouze první článek prstů překrývá švy. Preferuje se však držení dvěma prsty, protože aktivita zápěstí i rychlost jsou větší. Další variabilita v držení je možná díky volbě rotace přes dva nebo čtyři švy. U obou držení palec spočívá například na boku švu a prostředníček na boku sousedního švu (Veroni, 1998). Rozdíl je v položení ukazováčku, při rotaci přes dva švy spočívá rovnoběžně vzhledem k zakřivení švu ve tvaru C. Při rotaci přes čtyři švy musí ukazováček ležet rovnoběžně s rovným švem. Umístění palce na boku švu je na kraji nebo v polovině vzdálenosti ukazováčku a prostředníčku a nebo v bodě, který je nadhazovači nejpříjemnější. Všechny prsty na míči by ho měly svírat stejnou silou.

Výkrok je při padavém nadhozu kratší než obvykle, po jeho dokončení se má nadhazovač lehce naklonit nad výkročnou nohu. Toto naklonění umožní nadhazovači vypustit míč ve vyšším bodě a přitom zachová klesající úhel nadhozu. Navíc, když ruka mívá boky, nadhazovač začne rolovat ruku přes vršek míče a udělí mu tak rotaci směrem dolů. Po vypuštění jdou zápěstí a prsty přímo vzhůru, ruka končí orientována dolů přes pravou nohu (u praváka), tělo je lehce ohnuto v pase a rameno se natáčí před tělo

2.3.2 Stoupavý nadhoz (rise ball)

Při stoupavém nadhozu je nejobtížnějším úkolem vystihnout správnou rotaci míče. Při správné zpětné rotaci na základě aerodynamiky dochází na horní hraně míče k podtlaku a míč tak stoupá. Cílem nadhazovače je tedy udělit míči dostatečnou zpětnou rotaci a omezit na minimum jakoukoliv rotaci boční, a tím dosáhnout maximum stoupavého účinku nadhozu. Jakákoliv boční rotace může být způsobena špatně zažitou technikou, jako třeba přetočením zápěstí, špatným dokončením nadhozu nebo neschopností zachovat správné nastavení ramen a boků. Uchopení míče se provádí dvěma nebo třemi prsty, ukazováček je ohnutý a zapřený o šev míče bříškem prstu nebo prvním kloubem. Nadhazovač by se měl snažit umístit co nejvíce prstů na švy, aby měl lepší úchop a švih. Pokud bezpečně ovládá správnou rotaci, záleží individuálně na nadhazovači, zda zvolí rotaci přes dva nebo čtyři švy. (Bernardová 2006)

Postoj je při stoupavém nadhozu lehce posunut zpět, váha těla by měla spočívat za přední nohou. Po vykročení má nadhazovač směřovat levým ramenem přímo vpřed a o trochu výše než ramenem nadhazovací paže. Boky zůstávají otevřeny až do vypuštění míče. Vypuštění míče probíhá ve vyšším bodě, těsně před průchodem paže kolem boků, ruka by měla být pod míčem, palec ukazuje směrem vzad. Vypuštění míče je provedeno ostrým švihnutím zápěstí vpřed. Po vypuštění míče se přesune váha zpět na pivotovou nohu, kousek za nohu výkročnou. Záda jsou lehce prohnuta, hrud' směřuje vpřed, ruka dokončuje pohyb vysoko.

2.3.3 Zpomalený nadhoz (change-up)

Zpomalený nadhoz má za cíl znejistit pálkaře v jeho koncentraci, rovnováze a načasování, vyvést ho z rytmu. Nadhazovač se snaží překvapit pálkaře náhlým zpomalením rychlosti obvyklého nadhozu a proto se snaží provádět všechny pohyby až do vypuštění stejně a se stejnou rychlostí jako u normálního nadhozu. Z hlediska účelnosti je třeba, aby si nadhoz zachoval zdání rovné dráhy letu a zasáhl strike zónu.

Aby nadhazovač dosáhl žádaného zpomalení ale přitom zachoval maximální rychlost paže, musí omezit švih zápěstí a dokončení pohybu. Omezení švihu zápěstí je zajištěno upravením úchopu. Je třeba zkrátit vzdálenost míče směrem do dlaně a zvětšit plochu tření míče v ruce. Možné úchopy jsou např. hluboko v dlani (klouzavý nadhoz) nebo s pokrčením kloubů („knuckle“ nadhoz).

Pro zachování momentu překvapení, je samozřejmě třeba, schovávat co nejdéle úchop v rukavici. V okamžiku vypuštění míče se má ruka otočit dolů, malíkovou hranou k zemi. Paže dokončuje pohyb buď silou při straně těžkým otřením předloktí o bok nebo natažená vpřed k pálkaři jako by strkala míč z ruky.

3. Metodika a organizace práce

3.1 Charakteristika sledovaného souboru

Pro studii jsem zvolil soubor pěti vrcholových nadhazovaček Evropy (3 Italky a 2 Řekyně). Videozáznam byl pořízen při 14. ME v Praze v srpnu 2005. Týmy Itálie a Řecka na tomto mistrovství obsadily první a druhé místo. Naše hráčky, hlavně díky slabému výkonu na pálce, skončily až šesté.

Vybrané nadhazovačky tedy patří mezi naprostou evropskou špičku a budu chtít pomocí kinematické analýzy rozebrat a popsat jejich techniku nadhozů a výsledky porovnat s výsledky kinematické analýzy české nadhazovačky.

3.2 Charakteristika použité metody

Pro popis změn v provedení jednotlivých nadhozů jsem využil kinematickou analýzu. Tato metoda se v dnešní době techniky velmi rychle rozvíjí, proto se o ní rozepíši trochu podrobněji.

Kinematická analýza je základním prostředkem pro vyšetřování pohybu z pohledu kinematické geometrie a kinematiky, pracuje s pojmy prostor a čas a s dalšími pojmy z těchto odvozenými jako dráha, rychlost, zrychlení, úhel, úhlová rychlost apod. V praxi se využívá dvou forem kinematografie: *rovinná (2D)*, která studuje pohyb pouze v jedné rovině a *prostorová (3D)*, která popisuje pohyb těla a jednotlivých tělních segmentů v prostoru.

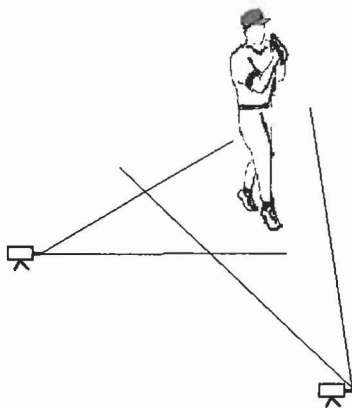
Mezi hlavní výhody využití analýzy pohybu můžeme zařadit tyto faktory:

- možnost uchování záznamu v pohybu
- záznam pohybů prováděných velkou rychlostí nebo ve ztížených prostorových podmínkách
- opakované vyhodnocení pohybové sekvence
- porovnání provedení u více jedinců současně (Janura, Zahálka, 2004)

Z nich okamžitě vidíme, že využití videotechniky při sledování lidského pohybu a jeho následné vyhodnocení může mít ve sportu široké uplatnění.

V našem případě byl pohyb objektu zaznamenáván pomocí digitálního videozáznamu. Videozáznam převádí náš trojrozměrný prostorový pohled (3D) na pohled dvojrozměrný (2D), proto při prostorové 3D analýze je nezbytné natáčet pohyb minimálně ze dvou kamer a je třeba zajistit, aby byly viditelné všechny hlavní sledované body lidského těla.

Pro zajištění vhodného použití kamer při analýze pohybu je v první fázi důležité jejich správné umístění. Umístění kamer v našem případě je znázorněno na obrázku 5. Pro snímání obrazu byly použity kamery Sony s frekvencí 25 obrázků za sekundu. Parametry použitých kamer: ohnisková vzdálenost $f = 28$ mm, zobrazované pole 720 x 576 pixelu.



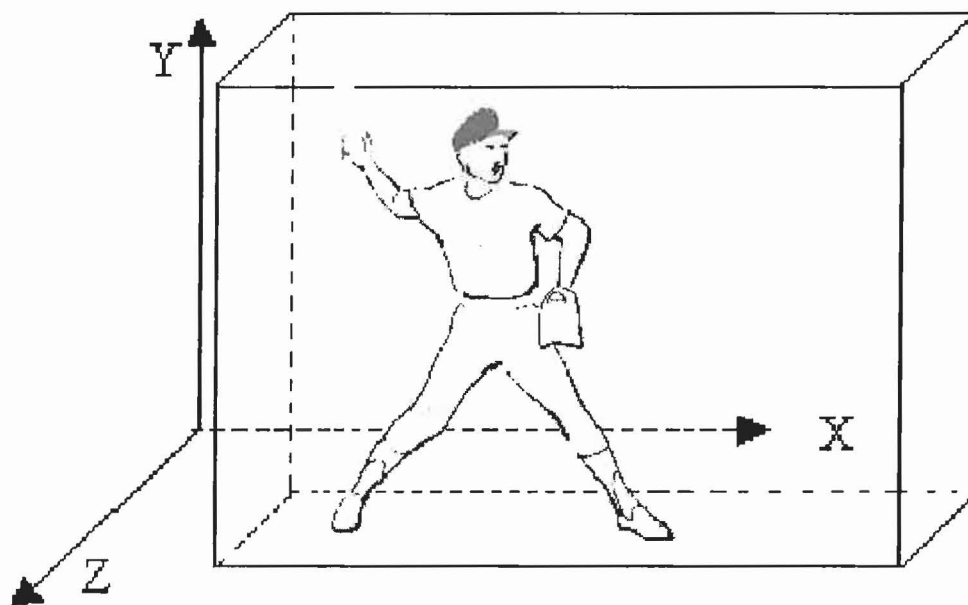
Obr. 9: Umístění kamer pro snímání pohybu

Videozáznam musí být následně přehrán do počítače a sestříhán do požadované velikosti a formátu. Na stříh videa, jsem použil programy Adobe Premiere a na doladění pak ještě Virtual Dub. Na vlastní 3D analýzu jsem pak použil program TEMA - trackEye Motion Analysis 2.3.

Podstatou kinematografické (videografické) vyšetřovací metody je analýza pohybu důležitých bodů, vybraných segmentů nebo celého těla na základě vyhodnocení filmového záznamu nebo videozáznamu. Pro možnost určení polohy bodů a z ní polohy segmentů a následně celého těla je tedy nezbytné definování souřadného systému. Nejčastěji používaným je KSS (kartézský systém souřadnic), méně často se setkáme s určením polohy podle polárních souřadnic. (Janura, Zahálka, 2004) Kartézskou soustavu zavedeme kalibrací, což znamená, že do zvoleného obrazu zaneseme měřítko, podle kterého je možné polohu sledovaného bodu přesně určit.

Měření prostor byl kalibrován kvádrem složeným ze dvou částí s vnějšími rozměry 1 x 2 x 4 m. Reálný zobrazený prostor měl šíři větší než 5 m. Reálná situace umístění kalibračního kvádru je znázorněna na obrázku 10.

Obr. 10: Souřadnicový systém a umístění kalibračního kvádru



Pro výpočet prostorových souřadnic 3D byla použita metoda DLT (Direct Linear Transformation – přímá lineární transformace).

Celý proces se skládá z tří dílčích kroků: digitalizace videozáznamů, vyhlazení dat a nadefinování proměnných.

3.3 Výběr sledovaných nadhozů

Po dohodě se školitelem jsem tedy vybral 3 nadhazovačky Itálie a 2 Řecka za předpokladu, že to jsou nejlepší nadhazovačky Evropy. U každé nadhazovačky jsem vybral tři zdařené nadhozy a celkem těchto patnáct nadhozů analyzoval. Pro sledování změn v jednotlivých technikách jsem z videozáznamů stanovil šest základních poloh nadhozu, které se vyskytují v každém jeho provedení.

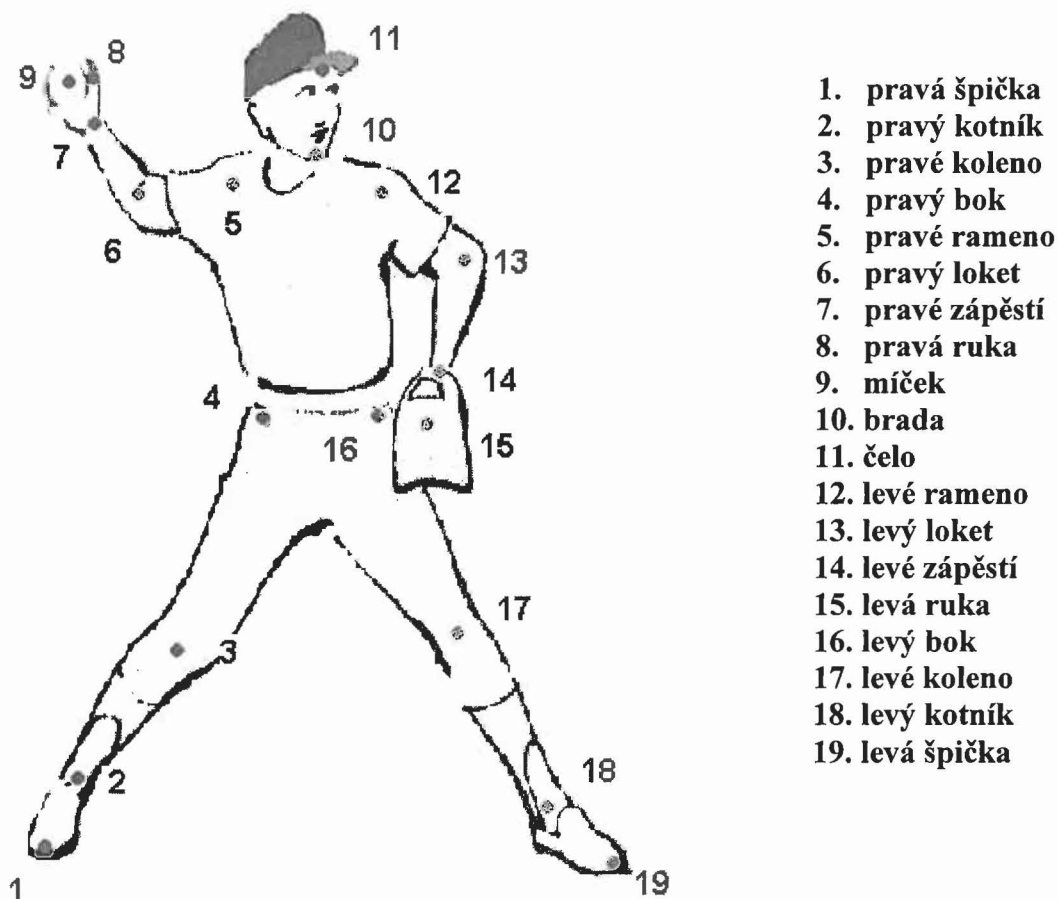
3.4 Postup digitalizace obrazu

V prvním místě jsem tedy musel převést videozáznam ze záznamového média (videokazety) do počítače. To jsem učinil pomocí dříve již řečeného programu Adobe Premiere a aby byl zachycen celý rozsah pohybu – od základního postavení až po dokončení pohybu – stanovil jsme potřebný počet snímků pro digitalizaci každého pokusu. Jelikož se jednalo o pět různých nadhazovaček, tak jsem musel ke každé přistupovat individuálně. Pro získání prostorových souřadnic bodu je tedy potřeba minimalně dvou kamer, tj. dvě dvojice rovinných souřadnic daného bodu. Aby jsme získali odpovídající si souřadnice, musíme obě kamery navzájem zesynchronizovat neboli sladit. To znamená všechny záznamy (půl snímky, snímky) musí odpovídat poloze bodu, kterou tento bod zaujímal ve stejném okamžiku. (Janura, Zahálka, 2004)

Poté si potřebujeme nadefinovat a označit body pomocí kterých chceme danou techniku analyzovat. Nejpřesnější je ještě před pořizováním videozáznamu objekt našeho zájmu označkovat, ale to můžeme většinou použít jen v laboratorních podmínkách. V našem případě, když již máme připravené a sladěné videozáznamy ze dvou kamer, musíme na každém z těchto nadhozů vybrat pomocí myši klíčové body, tj. body které nás zajímají a tento postup opakovat na každém snímku námi vybraného záznamu.

Body jsou podobné při různých biomechanických analýzách, většinou to jsou klouby, případně body ohraničují některé segmenty těla. Vybral jsem 19 bodů, jejich umístění a popis je uveden na obrázku 11.

Obrázek 11: Rozmístění klíčových bodů



Po analyzování vybraného videozáznamu z jedné kamery, jsem analyzoval videozáznam téhož nadhozu i z kamery druhé. Získáme tak rovinné souřadnice bodů ze dvou různých pohledů a program TEMA pak pomocí DLT (přímá, lineární) transformace souřadnic převede rovinné obrazové souřadnice do skutečných (reálných) prostorových souřadnic. (Janura, Zahálka, 2004) Spojením jednotlivých bodů do segmentů se vytvoří souřadnice lidského těla (Süss a Zahálka, 2000). Tak získáme model sledované dovednosti v prostoru, se kterým umí počítač dále pracovat. Ze

souřadnic můžeme získat trajektorie jednotlivých částí těla, můžeme sledovat jejich pohyb, vzdálenosti, časy, úhlové rychlosti, zrychlení, atd. Pomocí těchto údajů pak můžeme rozlišit změny v provedení jednotlivých technik, které samotným lidským okem nepostřehneme.

Nevýhodou analýzy bez použití značek je, že musíme počítat se subjektivní chybou operátora. Správné označení bodů je podmíněno kvalitou záznamu a zkušeností vyhodnocovatele. Tyto odchylky od naprosto přesného měření můžeme odstranit nebo alespoň částečně zeslabit vyhlazením dat (smoothing).

Další nevýhodou manuálního odečtu je značná časová náročnost vyhodnocení. Například obodování asi sekundového videozáznamu jednoho nadhozu mi trvalo přibližně hodinu. Na druhou stranu je tímto způsobem možné zadat body, které by metodou povrchových značek nebylo možné nebo bylo jen velmi obtížné určit. (Janura, Zahálka, 2004)

3.5 Nadefinování sledovaných proměnných

Pro mojí práci jsme společně se školitelem a na základě předchozí práce M. Bernardové (2006) vybrali celkem 24 proměnných, které jsou sledovány v závislosti na čase v průběhu nadhozu a definovány k určitým segmentům lidského těla. Jejich změny jsem zkoumal v těchto šesti základních polohách - základní postavení, začátek výkroku, vrchol nápřahu, konec výkroku, vypuštění míče a dokončení pohybu. Jejich změny v těchto šesti polohách zhodnotím v diskuzi.

Proměnné:

1. *Trajektorie P špička v y: charakterizuje vertikální změny polohy špičky nohy.*
2. *Trajektorie L špička v y: charakterizuje vertikální změny polohy.*
3. *Trajektorie L koleno v y: charakterizuje vertikální změny polohy.*
4. *Trajektorie P koleno v y: charakterizuje vertikální změny polohy.*
5. *Trajektorie L bok v y: charakterizuje vertikální změny polohy.*
6. *Trajektorie P bok v y: charakterizuje vertikální změny polohy.*
7. *Trajektorie P kotník v rovině xz: deskripce pohybu kotníku stojné nohy – průmět do roviny hřiště.*
8. *Trajektorie P zápěstí v rovině xy: slouží ke stanovení dílčích fází pohybu, zejména okamžiku vrcholu náprahu.*
9. *Trajektorie P zápěstí v rovině xz: charakterizuje polohu zápěstí vzhledem k rovině otáčení paže.*
10. *Vzdálenost P – L kotník: určuje postavení chodidel v základním postavení, v průběhu pohybu určuje velikost výkroku.*
11. *Rychlost míče: jedna ze základních proměnných, které charakterizují výsledek dovednosti nadhazování.*
12. *Rychlost P zápěstí: charakterizuje podíl "vlivu" rychlosti v zápěstí na celkovou rychlost míče.*
13. *Rychlost L kolene: charakterizuje rychlost výkroku.*
14. *Rychlost L zápěstí: charakterizuje změny rychlosti v pohybu levé paže a její podíl na dynamice nadhozu.*

15. Úhel spojnice boků k rovině xy : charakterizuje vytočení boků.
16. Úhel spojnice boků k rovině xz : charakterizuje "náklon" roviny boků (úklon ve vertikální rovině).
17. Úhel L chodidlo k rovině xy : charakterizuje vytočení špičky levého chodidla od směru k domácí metě.
18. Úhel P chodidlo k rovině xy : charakterizuje vytočení špičky pravého chodidla od směru k domácí metě.
19. Úhel spojnice boků a spojnice ramen: charakterizuje natočení ramen vůči bokům.
20. Úhel holeně a stehna v L kolenu: charakterizuje pokrčení levé nohy.
21. Úhel holeně a stehna v P kolenu: charakterizuje pokrčení pravé nohy.
22. Úhel předloktí a paže v L lokti: charakterizuje pokrčení levé paže.
23. Úhel předloktí a paže v P lokti: charakterizuje pokrčení pravé paže.
24. Úhel bok a nadloktí v L rameni: charakterizuje odtažení levé paže od trupu.

3.6 Podrobnější charakteristika sledovaných (základních) poloh

Pro sledování proměnných jsem vybrali šest základních poloh softballového nadhozu.

3.6.1 Základní postavení



Obr. 12: Základní postavení

Za základní postavení (obr. 12) považujeme postavení nadhazovače na nadhazovací metě v klidové poloze před zahájením nadhozu, tak jak je vymezeno pravidly. Nadhazovač tedy stojí čelem k pálkaři, chodidla jsou od sebe přibližně na vzdálenost ramen, boky má rovnoběžně se spojnicí první a třetí mety. Váha těla spočívá hlavně na levé stojné noze, obě nohy se dotýkají mety. Postoj je uvolněný, paže volně spuštěny a ruce spojeny v úrovni pasu. Nadhazovač co nejdéle skrývá míč v rukavici, aby pálkař nemohl vidět úchop. Variabilita základního postavení je dána hlavně držením míče před tělem a postojem na metě. Tím pádem může být míč držen kdekoli před tělem, tedy v rozmezí mezi boky a hlavou. Postoj může být úzký nebo široký či jinak individuálně přizpůsobený za předpokladu, že se obě nohy dotýkají mety.

3.6.2 Začátek výkroku

Jako začátek výkroku (obr. 13) volíme postoj, kdy výkročná noha (u nadhazovačky která nadhazuje pravou rukou to je noha levá) zahájí svůj pohyb vpřed, směrem k domácí metě. Ruce se rozpojují, většinou za současného pohybu paží vzhůru a nadhazovací paže (pravá) se pohybuje většinou ze zášvihu kolem boků vpřed a pak vzhůru kolem ramene. Hlava a (levá) paže



Obr. 13: Začátek výkroku

s rukavicí udržují rovnováhu.

Začátkem výkroku se rychlost výkročného (levého) kolene začne zvyšovat. Přesný čas této změny se zjistí odečtem z grafu nebo z tabulky proměnné rychlost L kolene.

3.6.3 Vrchol nápřahu

Při vrcholu nápřahu (obr. 14) se ruka s míčem nachází v nejvyšším bodě kruhu opsaného paží. Měl by nastat těsně před dokončením výkroku (dopadem výkročné nohy). Zápěstí by mělo být maximálně ohnuto dozadu po celou dobu švihů.

Nadhazovací paže je maximálně extendovaná, ale i uvolněná a snaží se opsat největší možný kruh, co nejbližší tělu. Rovina ve které kruh

leží, je kolmá k zemi. Při průchodu kolem hlavy by se měl biceps otřít o ucho nadhazovačky a dlaň by se měla začít otáčet ke třetí metě a paže pokračuje v rotaci dopředu. Hlava, ramena, boky a výkročná noha směřují k zadákovi, ramena a boky k němu ještě nejsou zcela dotočené. Stojná noha je mírně flexovaná, její chodidlo je otočeno ke třetí metě.

Paže s rukavicí je natažená vpřed, alespoň rovnoběžně se zemí nebo výše, ve směru zadáka a pomáhá udržovat rovnováhu. Klíčová při udržení rovnováhy je však hlava, její kolmý průmět na zem by měl ležet na spojnici chodidel. (Bernardová, 2006)

Při vrcholu nápřahu je vzdálenost zápěstí nadhazovací paže od země maximální. Okamžik, kdy toto maximum nastane, lehce odečteme z grafu nebo tabulky nadhozu.



Obr. 14: Vrchol nápřahu

3.6.4 Konec výkroku

Konec výkroku (obr. 15) nastává v okamžiku, kdy výkročná noha došlápne na zem. Měl by nastat těsně po dosažení vrcholu nápřahu. Díky krátkému časovému



Obr. 15: Konec výkroku

rozdílu je postavení těla velice podobné postavení při vrcholu nápřahu, jediný rozdíl je, že všechny rotace by již měli být dokončené. Výkročná noha spočívá na zemi, je maximálně extendována, její chodidlo je otočeno od první mety asi o 30° ke třetí metě (jestliže nadhazovača nadhazuje pravou rukou). Ruka s míčem se nachází přibližně v horní třetině zadního půlkruhu. Tělo je při došlapu vzpřímené a mělo by tak zůstat až do vypuštění míče.

Konec výkroku nastane, když se vzdálenost špičky výkročné nohy od země bude opět rovnat nule. Tento okamžik odečteme opět snadno z tabulky nebo grafu proměnné trajektorie L špička v y.

3.6.5 Vypuštění míče

Vypuštěním míče (obr. 16) miníme okamžik kdy nadhazovača drží míč naposledy v ruce. V okamžiku vypuštění míče je paže kolmo k zemi a napjatá. Míč vypuštěný u boku je dopraven do strike zóny švihem zápěstí. Švihnutí zápěstím synchronně s pohybem těla je jeden z nejdůležitějších prvků nadhozu. Při předčasném švihnutí letí míč na zem, je-li opožděné, bude nadhoz vysoký. Po vypuštění míče je nadhazovací ruka obrácena k domácí metě se zápěstím pokrčeným vpřed u rovného



Obr. 16: Vypuštění míče

nadhozu a různě se vytáčejícím pokud nadhazovač nadhazuje míče točené. Tělo je vzpřímené, stojná noha se odráží z nadhazovací mety, přičemž její špička stále směřuje ke třetí metě. Paže s rukavicí dokončuje protipohyb vzhledem k rotaci ramen a boků. Současný pohyb nadhazovací paže po oblouku dolů a odraz stojné nohy zajišťuje efektivitu nadhozu a mnohokrát zmenšuje riziko zranění nadhazovací paže. Dochází k flexi v kolenním kloubu výkročné nohy, která je na celém chodidle a přenáší se na ní váha.

3.6.6 Dokončení pohybu

Za moment dokončení pohybu (obr. 17) považujeme digitalizovaný snímek který odpovídá celkovému dokončení pohybu, nadhoz má již být kompletně ukončen. Vykročená noha by měla zůstat během dokončení pohybu nehybná. Stojná noha je po odrazu z nadhazovací mety také pokrčená a její špička je tažena kupředu z mety k levé straně výkročné nohy. Stojná noha pak dokončí svůj pohyb vpravo od nohy ve výkroku a tím je dokončen pohyb boků, které jsou teď obráceny k domácí metě. Horní část těla je ve vzpřímené poloze. Nadhazovací paže pokračuje v pohybu vpřed a dokončuje jej v různých směrech podle druhu nadhozu. Ruka s rukavicí se stahuje zpět na úroveň pasu, rukavice je otočena k domácí metě. Hlava by měla zůstat během všech fází pohybu co možná nejdéle nehybná a oči musí celou dobu sledovat cíl. Po skončení pohybu by měl nadhazovač zaujmout polařský stěh, aby se mohl zapojit do obranné činnosti družstva.



Obr. 17: Dokončení pohybu

Čas dokončení pohybu určíme poněkud obtížněji, neboť dokončení je u každé nadhazovačky trochu jiné. Po zvážení, pro porovnání ve stejném čase, jsem nakonec za dokončení pohybu zvolil 6 snímek po vypuštění míče.

4. Výsledky kinematické analýzy

Díky kinematické analýze jsem u každého ze tří nadhozů, každé z pěti nadhazovaček dospěl k hodnotám dvaceti čtyř sledovaných proměnných v šesti základních polohách. Pro pozdější využití příkládám kompletní neupravené výsledky každého pokusu v příloze. V této výsledkové části uvádím pouze vhodně uspořádaná data použitá v srovnávání a hodnocení. U každé sledované proměnné jsou v tabulce uvedeny její hodnoty v každém z patnácti nadhozů a v šesti základních polohách. Výsledky jsem zaokrouhlil na dvě desetinná místa. Navíc v tabulce č.1 je shrnut časový průběh jednotlivých nadhozů.

Tabulka č.1 Časy základních poloh (s)

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol náprahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>dokončení pohybu</i>
<i>i10-1</i>	0	0,8	1,2	1,24	1,36	1,6
<i>i10-2</i>	0	0,8	1,2	1,24	1,36	1,6
<i>i10-3</i>	0	0,8	1,2	1,24	1,36	1,6
<i>i13-1</i>	0	0,84	1,24	1,28	1,36	1,6
<i>i13-2</i>	0	0,8	1,2	1,28	1,36	1,6
<i>i13-3</i>	0	0,8	1,2	1,28	1,36	1,6
<i>i16-1</i>	0	0,8	1,2	1,28	1,36	1,6
<i>i16-2</i>	0	0,84	1,2	1,28	1,36	1,6
<i>i16-3</i>	0	0,84	1,2	1,28	1,36	1,6
<i>ř15-1</i>	0	0,84	1,24	1,28	1,36	1,6
<i>ř15-2</i>	0	0,84	1,2	1,28	1,36	1,6
<i>ř15-3</i>	0	0,84	1,24	1,28	1,36	1,6
<i>ř16-1</i>	0	0,88	1,24	1,28	1,36	1,6
<i>ř16-2</i>	0	0,84	1,2	1,24	1,36	1,6
<i>ř16-3</i>	0	0,84	1,2	1,24	1,36	1,6

Tabulka č.2 Trajektorie špička P v rovině y (m)

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol nápřahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>dokončení pohybu</i>
<i>i10-1</i>	0,22	0,15	0,13	0,13	0,14	0,17
<i>i10-2</i>	0,22	0,15	0,15	0,14	0,14	0,17
<i>i10-3</i>	0,22	0,15	0,15	0,16	0,14	0,17
<i>i13-1</i>	0,18	0,09	0,11	0,11	0,11	0,3
<i>i13-2</i>	0,18	0,1	0,1	0,1	0,07	0,3
<i>i13-3</i>	0,17	0,1	0,1	0,12	0,09	0,29
<i>i16-1</i>	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,18
<i>i16-2</i>	0,08	0,08	0,09	0,08	0,07	0,16
<i>i16-3</i>	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,24
<i>ř15-1</i>	0,29	0,18	0,18	0,18	0,17	0,14
<i>ř15-2</i>	0,29	0,17	0,17	0,18	0,16	0,17
<i>ř15-3</i>	0,29	0,18	0,17	0,18	0,17	0,14
<i>ř16-1</i>	0,18	0,16	0,13	0,12	0,13	0,27
<i>ř16-2</i>	0,18	0,16	0,14	0,13	0,14	0,17
<i>ř16-3</i>	0,19	0,16	0,14	0,13	0,14	0,15

Tabulka č. 3 Trajektorie špička L v rovině y (m)

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol nápřahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>dokončení pohybu</i>
<i>i10-1</i>	0,17	0,15	0,14	0,12	0,12	0,11
<i>i10-2</i>	0,17	0,15	0,14	0,14	0,12	0,15
<i>i10-3</i>	0,18	0,15	0,17	0,12	0,12	0,12
<i>i13-1</i>	0,08	0,08	0,27	0,13	0,11	0,11
<i>i13-2</i>	0,08	0,08	0,32	0,11	0,11	0,11
<i>i13-3</i>	0,08	0,07	0,36	0,11	0,11	0,11
<i>i16-1</i>	0,07	0,07	0,25	0,1	0,1	0,1
<i>i16-2</i>	0,07	0,07	0,26	0,11	0,11	0,11
<i>i16-3</i>	0,07	0,07	0,28	0,09	0,08	0,09
<i>ř15-1</i>	0,18	0,17	0,25	0,14	0,15	0,14
<i>ř15-2</i>	0,19	0,17	0,3	0,12	0,13	0,12
<i>ř15-3</i>	0,17	0,16	0,23	0,14	0,13	0,12
<i>ř16-1</i>	0,17	0,15	0,18	0,13	0,11	0,11
<i>ř16-2</i>	0,17	0,15	0,16	0,12	0,11	0,11
<i>ř16-3</i>	0,16	0,15	0,19	0,14	0,11	0,15

Tabulka č. 4 Trajektorie koleno P v rovině y (m)

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol nápřahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>dokončení pohybu</i>
<i>i10-1</i>	0,6	0,54	0,56	0,54	0,5	0,6
<i>i10-2</i>	0,61	0,54	0,6	0,57	0,53	0,63
<i>i10-3</i>	0,59	0,53	0,55	0,53	0,46	0,6
<i>i13-1</i>	0,57	0,51	0,49	0,44	0,38	0,5
<i>i13-2</i>	0,58	0,5	0,47	0,4	0,37	0,52
<i>i13-3</i>	0,56	0,5	0,46	0,42	0,37	0,5
<i>i16-1</i>	0,59	0,51	0,38	0,35	0,36	0,57
<i>i16-2</i>	0,59	0,48	0,4	0,37	0,37	0,53
<i>i16-3</i>	0,58	0,48	0,39	0,34	0,36	0,5
<i>ř15-1</i>	0,59	0,55	0,47	0,44	0,38	0,42
<i>ř15-2</i>	0,59	0,54	0,5	0,41	0,39	0,46
<i>ř15-3</i>	0,58	0,54	0,48	0,44	0,38	0,42
<i>ř16-1</i>	0,59	0,51	0,5	0,43	0,41	0,5
<i>ř16-2</i>	0,6	0,53	0,53	0,45	0,4	0,53
<i>ř16-3</i>	0,59	0,52	0,52	0,45	0,4	0,55

Tabulka č. 5 Trajektorie koleno L v rovině y (m)

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol nápřahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>dokončení pohybu</i>
<i>i10-1</i>	0,56	0,51	0,52	0,49	0,54	0,63
<i>i10-2</i>	0,57	0,55	0,51	0,48	0,52	0,6
<i>i10-3</i>	0,58	0,53	0,53	0,47	0,54	0,62
<i>i13-1</i>	0,56	0,5	0,66	0,59	0,55	0,57
<i>i13-2</i>	0,54	0,46	0,66	0,53	0,54	0,54
<i>i13-3</i>	0,53	0,48	0,66	0,56	0,57	0,57
<i>i16-1</i>	0,56	0,47	0,65	0,58	0,57	0,62
<i>i16-2</i>	0,59	0,47	0,66	0,56	0,57	0,59
<i>i16-3</i>	0,57	0,44	0,65	0,57	0,56	0,58
<i>ř15-1</i>	0,57	0,49	0,54	0,49	0,48	0,48
<i>ř15-2</i>	0,56	0,49	0,56	0,46	0,5	0,49
<i>ř15-3</i>	0,58	0,49	0,53	0,49	0,48	0,49
<i>ř16-1</i>	0,57	0,49	0,49	0,46	0,47	0,53
<i>ř16-2</i>	0,59	0,54	0,52	0,49	0,52	0,59
<i>ř16-3</i>	0,57	0,51	0,51	0,48	0,5	0,61

Tabulka č. 6 Trajektorie bok P v rovině y (m)

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol nápřahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>dokončení pohybu</i>
<i>i10-1</i>	0,92	0,87	0,81	0,78	0,82	0,99
<i>i10-2</i>	0,89	0,84	0,8	0,76	0,81	0,97
<i>i10-3</i>	0,89	0,85	0,8	0,77	0,77	0,97
<i>i13-1</i>	0,89	0,8	0,75	0,72	0,7	0,79
<i>i13-2</i>	0,9	0,84	0,71	0,7	0,72	0,8
<i>i13-3</i>	0,91	0,83	0,77	0,74	0,74	0,82
<i>i16-1</i>	0,9	0,84	0,74	0,73	0,72	0,97
<i>i16-2</i>	0,9	0,85	0,79	0,77	0,77	0,96
<i>i16-3</i>	0,94	0,88	0,78	0,77	0,76	0,94
<i>ř15-1</i>	0,9	0,85	0,73	0,72	0,69	0,77
<i>ř15-2</i>	0,88	0,85	0,73	0,68	0,67	0,78
<i>ř15-3</i>	0,9	0,86	0,72	0,69	0,67	0,79
<i>ř16-1</i>	0,87	0,82	0,7	0,65	0,64	0,82
<i>ř16-2</i>	0,88	0,78	0,7	0,66	0,64	0,83
<i>ř16-3</i>	0,87	0,81	0,71	0,66	0,66	0,86

Tabulka č. 7 Trajektorie bok L v rovině y (m)

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol nápřahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>dokončení pohybu</i>
<i>i10-1</i>	0,9	0,86	0,82	0,78	0,82	0,99
<i>i10-2</i>	0,91	0,87	0,82	0,79	0,83	0,97
<i>i10-3</i>	0,87	0,85	0,82	0,79	0,81	0,98
<i>i13-1</i>	0,89	0,81	0,84	0,82	0,82	0,89
<i>i13-2</i>	0,89	0,78	0,82	0,78	0,81	0,91
<i>i13-3</i>	0,91	0,85	0,83	0,78	0,79	0,89
<i>i16-1</i>	0,92	0,85	0,86	0,81	0,82	0,97
<i>i16-2</i>	0,88	0,82	0,88	0,83	0,79	0,99
<i>i16-3</i>	0,9	0,83	0,89	0,83	0,81	0,96
<i>ř15-1</i>	0,88	0,81	0,77	0,74	0,71	0,77
<i>ř15-2</i>	0,91	0,81	0,79	0,73	0,74	0,8
<i>ř15-3</i>	0,88	0,84	0,76	0,73	0,71	0,78
<i>ř16-1</i>	0,88	0,78	0,72	0,69	0,68	0,83
<i>ř16-2</i>	0,88	0,81	0,75	0,72	0,73	0,89
<i>ř16-3</i>	0,86	0,78	0,74	0,69	0,71	0,9

Tabulka č. 8 Trajektorie kotníků P v rovině xz (m)

		základní postavení	začátek výkroku	vrchol náprahu	konec výkroku	vypuštění míče	dokončení pohybu
i10-1	x[m]	-0,01	0,04	0,63	0,68	0,79	1,46
	z[m]	1,31	1,23	1,07	1,03	1,01	1,18
i10-2	x[m]	-0,02	0,03	0,58	0,64	0,77	1,39
	z[m]	1,28	1,2	1,13	1,08	1,06	1,21
i10-3	x[m]	-0,01	0	0,6	0,67	0,79	1,31
	z[m]	1,27	1,19	1	1,05	1,01	1,14
i13-1	x[m]	-0,21	-0,15	0,31	0,4	0,58	1,21
	z[m]	1,4	1,44	1,45	1,44	1,35	1,06
i13-2	x[m]	-0,21	-0,14	0,29	0,47	0,65	1,2
	z[m]	1,4	1,42	1,41	1,43	1,32	1,23
i13-3	x[m]	-0,22	-0,16	0,27	0,45	0,64	1,2
	z[m]	1,39	1,4	1,39	1,4	1,28	1,12
i16-1	x[m]	-0,15	-0,14	0,55	0,67	0,7	1,12
	z[m]	1,43	1,42	1,08	1,06	1,06	1,19
i16-2	x[m]	-0,15	-0,13	0,42	0,57	0,69	0,86
	z[m]	1,42	1,41	1,19	1,26	1,27	1,2
i16-3	x[m]	-0,14	-0,13	0,5	0,67	0,68	1,17
	z[m]	1,42	1,42	1,11	1,07	1,04	1,08
ř15-1	x[m]	-0,07	-0,02	0,56	0,64	0,71	0,96
	z[m]	1,38	1,39	1,34	1,37	1,29	1,22
ř15-2	x[m]	-0,08	0	0,5	0,65	0,72	0,95
	z[m]	1,37	1,38	1,32	1,36	1,25	1,29
ř15-3	x[m]	-0,08	-0,02	0,56	0,63	0,71	0,94
	z[m]	1,37	1,38	1,32	1,35	1,28	1,15
ř16-1	x[m]	-0,11	-0,05	0,5	0,55	0,59	1,05
	z[m]	1,31	1,28	1,11	1,07	1,1	0,98
ř16-2	x[m]	-0,11	-0,04	0,47	0,55	0,69	1,21
	z[m]	1,32	1,26	1,1	1,07	1,11	1,09
ř16-3	x[m]	-0,11	-0,03	0,5	0,56	0,69	1,05
	z[m]	1,29	1,25	1,09	1,06	1,06	1,08

Tabulka č. 9 Trajektorie zápěstí P v rovině xy (m)

		základní postavení	začátek výkroku	vrchol náprahu	konec výkroku	vypuštění míče	dokončení pohybu
i10-1	x[m]	-0,07	0,13	0,83	0,63	1,34	1,85
	y[m]	0,9	0,93	1,62	1,48	0,74	1,41
i10-2	x[m]	-0,05	0,13	0,8	0,6	1,34	1,7
	y[m]	0,88	0,93	1,74	1,58	0,81	1,42
i10-3	x[m]	-0,07	0,08	0,86	0,7	1,23	1,73
	y[m]	0,88	0,92	1,6	1,51	0,68	1,46
i13-1	x[m]	-0,17	-0,08	0,6	0,4	0,72	1,55
	y[m]	1,07	1,08	1,72	1,47	0,72	1,26
i13-2	x[m]	-0,16	-0,08	0,64	0,36	1,08	1,55
	y[m]	1,09	1,1	1,75	1,17	0,63	1,16
i13-3	x[m]	-0,19	-0,05	0,7	0,36	1,03	1,6
	y[m]	1,09	1,15	1,75	1,27	0,62	1,14
i16-1	x[m]	-0,17	-0,32	0,55	0,33	1	1,15
	y[m]	1,75	1,25	1,75	1,26	0,66	1,64
i16-2	x[m]	-0,31	-0,3	0,65	0,33	0,79	1,01
	y[m]	1,74	1,2	1,77	1,45	0,71	1,08
i16-3	x[m]	-0,28	-0,32	0,62	0,33	0,84	1,23
	y[m]	1,75	1,18	1,74	1,39	0,68	1,6
ř15-1	x[m]	0,15	-0,12	0,73	0,53	0,72	1,56
	y[m]	1,34	1,21	1,65	1,5	0,7	1,1
ř15-2	x[m]	0,15	-0,14	0,81	0,46	1,05	1,6
	y[m]	1,28	1,22	1,63	1,27	0,58	1,09
ř15-3	x[m]	0,16	-0,11	0,72	0,51	0,73	1,63
	y[m]	1,36	1,24	1,64	1,48	0,66	1,17
ř16-1	x[m]	0,06	-0,08	0,64	0,48	0,73	1,71
	y[m]	1,04	1,29	1,49	1,33	0,6	1,12
ř16-2	x[m]	0,05	-0,1	0,69	0,51	1,12	1,66
	y[m]	1,09	1,31	1,49	1,37	0,56	1,02
ř16-3	x[m]	0,08	-0,12	0,73	0,54	1,13	1,75
	y[m]	1,1	1,32	1,5	1,39	0,56	1,27

Tabulka č. 10 Trajektorie zápěstí P v rovině xz (m)

		základní postavení	začátek výkroku	vrchol náprahu	konec výkroku	vypuštění míče	dokončení pohybu
i10-1	x[m]	-0,07	0,13	0,83	0,63	1,34	1,85
	z[m]	1,22	1,33	1,35	1,35	1,24	1,41
i10-2	x[m]	-0,05	0,13	0,8	0,6	1,34	1,7
	z[m]	1,2	1,29	1,17	1,18	1,29	1,27
i10-3	x[m]	-0,07	0,08	0,86	0,7	1,23	1,73
	z[m]	1,21	1,29	1,46	1,48	1,04	1,47
i13-1	x[m]	-0,17	-0,08	0,6	0,4	0,72	1,55
	z[m]	1,4	1,51	1,41	1,55	1,71	1,37
i13-2	x[m]	-0,16	-0,08	0,64	0,36	1,08	1,55
	z[m]	1,41	1,58	1,55	1,66	1,39	1,43
i13-3	x[m]	-0,19	-0,05	0,7	0,36	1,03	1,6
	z[m]	1,39	1,54	1,49	1,64	1,34	1,4
i16-1	x[m]	-0,17	-0,32	0,55	0,33	1	1,15
	z[m]	1,22	1,53	1,32	1,43	1,27	1,46
i16-2	x[m]	-0,31	-0,3	0,65	0,33	0,79	1,01
	z[m]	1,23	1,46	1,19	1,33	1,34	1,55
i16-3	x[m]	-0,28	-0,32	0,62	0,33	0,84	1,23
	z[m]	1,24	1,49	1,32	1,46	1,31	1,57
ř15-1	x[m]	0,15	-0,12	0,73	0,53	0,72	1,56
	z[m]	1,32	1,31	1,36	1,39	1,35	1,18
ř15-2	x[m]	0,15	-0,14	0,81	0,46	1,05	1,6
	z[m]	1,31	1,3	1,36	1,38	1,32	1,39
ř15-3	x[m]	0,16	-0,11	0,72	0,51	0,73	1,63
	z[m]	1,3	1,3	1,37	1,38	1,33	1,32
ř16-1	x[m]	0,06	-0,08	0,64	0,48	0,73	1,71
	z[m]	1,2	1,57	1,42	1,42	1,29	1,46
ř16-2	x[m]	0,05	-0,1	0,69	0,51	1,12	1,66
	z[m]	1,2	1,56	1,39	1,44	1,28	1,46
ř16-3	x[m]	0,08	-0,12	0,73	0,54	1,13	1,75
	z[m]	1,2	1,52	1,36	1,41	1,28	1,49

Tabulka č. 11 vzdálenost P-L kotník (m)

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol náprahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>dokončení pohybu</i>
<i>i10-1</i>	0,32	0,25	0,77	0,76	0,7	0,24
<i>i10-2</i>	0,31	0,28	0,74	0,72	0,66	0,17
<i>i10-3</i>	0,31	0,28	0,78	0,79	0,71	0,18
<i>i13-1</i>	0,25	0,25	1,1	1	0,81	0,37
<i>i13-2</i>	0,26	0,29	1,16	0,96	0,78	0,33
<i>i13-3</i>	0,25	0,28	1,18	0,96	0,78	0,35
<i>i16-1</i>	0,32	0,26	0,9	0,82	0,83	0,44
<i>i16-2</i>	0,32	0,24	0,98	0,9	0,81	0,62
<i>i16-3</i>	0,32	0,22	0,95	0,84	0,85	0,41
<i>ř15-1</i>	0,24	0,25	0,88	0,85	0,8	0,55
<i>ř15-2</i>	0,24	0,26	0,89	0,84	0,78	0,57
<i>ř15-3</i>	0,24	0,27	0,86	0,85	0,81	0,58
<i>ř16-1</i>	0,28	0,21	0,78	0,81	0,84	0,45
<i>ř16-2</i>	0,3	0,24	0,79	0,79	0,74	0,28
<i>ř16-3</i>	0,28	0,26	0,79	0,8	0,74	0,46

Tabulka č. 12 rychlost míče (m/s)

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol náprahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>maximální rychlost</i>
<i>i10-1</i>	0,21	1,9	2,85	4,03	18,37	22,66
<i>i10-2</i>	0,27	1,73	2,94	4,47	18,99	22,42
<i>i10-3</i>	0,18	1,7	2,26	4,21	17,39	23,73
<i>i13-1</i>	0,31	1,64	3,31	4,66	13,14	23,26
<i>i13-2</i>	0,43	2,01	3,79	7,88	19,6	26,17
<i>i13-3</i>	0,29	2,04	3,61	7,22	18,96	26,17
<i>i16-1</i>	3,24	1,79	3,51	7,53	18,29	25,09
<i>i16-2</i>	2,43	1,99	3,17	6,21	14,48	24,84
<i>i16-3</i>	2,5	2,41	3,32	6,39	16,31	24,38
<i>ř15-1</i>	2,36	0,72	3,03	4,38	12,23	24,07
<i>ř15-2</i>	2,3	0,9	2,81	6,15	17,26	24,11
<i>ř15-3</i>	2,17	0,47	2,91	4,5	12,3	24,11
<i>ř16-1</i>	1,06	2,39	2,92	4,5	11,83	22,46
<i>ř16-2</i>	0,88	1,77	2,53	3,84	14,38	19,23
<i>ř16-3</i>	1,23	2	2,51	3,73	17,12	22,58

Tabulka č. 13 rychlost zápěstí P (m/s)

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol náprahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>dokončení pohybu</i>
<i>i10-1</i>	0,24	1,82	2,15	3,5	6,05	1,04
<i>i10-2</i>	0,29	1,68	2,33	3,84	5,88	0,16
<i>i10-3</i>	0,35	1,72	1,7	3,57	5,33	0,82
<i>i13-1</i>	0,3	2,3	4,18	5,99	6,08	1,42
<i>i13-2</i>	0,43	1,29	2,92	5,49	6,38	1,59
<i>i13-3</i>	0,37	1,51	2,66	5,17	6,42	1,34
<i>i16-1</i>	2,58	1,75	2,57	5,39	5,78	2,94
<i>i16-2</i>	2,01	1,92	2,33	5	5,83	2,8
<i>i16-3</i>	2,19	2,25	2,2	4,96	5,75	3,31
<i>ř15-1</i>	2,06	0,79	2,35	3,78	5,4	1,37
<i>ř15-2</i>	2,15	1,09	1,91	4,51	5,72	0,95
<i>ř15-3</i>	1,86	0,36	2,26	3,88	5,68	0,64
<i>ř16-1</i>	0,75	1,97	2,28	3,83	5,84	0,92
<i>ř16-2</i>	0,69	1,45	1,68	3,2	5,88	0,67
<i>ř16-3</i>	0,89	1,66	1,7	3,17	5,78	0,52

Tabulka č. 14 rychlost zápěstí L (m/s)

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol náprahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>dokončení pohybu</i>
<i>i10-1</i>	0,42	1,76	1,62	1,53	1,36	1,41
<i>i10-2</i>	0,32	1,76	1,77	1,45	1,11	0,97
<i>i10-3</i>	0,29	1,49	1,56	1,7	1,04	0,86
<i>i13-1</i>	0,27	0,9	3,71	3,98	2,68	0,79
<i>i13-2</i>	0,32	0,6	3,74	3,95	1,49	1,37
<i>i13-3</i>	0,24	0,51	3,62	3,95	1,67	0,96
<i>i16-1</i>	2,85	2,51	5,05	4,6	2,36	1,07
<i>i16-2</i>	1,9	2,48	4,45	3,93	2,31	0,57
<i>i16-3</i>	2,32	2,54	4,8	4,78	2,93	0,39
<i>ř15-1</i>	2,39	2,63	3,15	3,41	2,76	0,5
<i>ř15-2</i>	2,6	2,8	3,07	3,71	2,54	1,62
<i>ř15-3</i>	2,14	2,44	3,39	3,6	2,83	1,35
<i>ř16-1</i>	0,71	2,77	2,83	2,99	2,18	0,78
<i>ř16-2</i>	0,92	2,91	3,39	3,66	1,7	0,95
<i>ř16-3</i>	1,1	2,88	3,16	3,36	2,13	0,74

Tabulka č. 15 rychlost kolene (m/s)

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol nápřahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>dokončení pohybu</i>
<i>i10-1</i>	0,27	2,9	2,09	1,75	0,77	1,29
<i>i10-2</i>	0,2	2,72	2,06	1,75	0,89	1,04
<i>i10-3</i>	0,33	2,6	2,26	1,86	0,71	1,16
<i>i13-1</i>	0,15	2,94	2,11	1,51	0,74	0,49
<i>i13-2</i>	0,13	2,77	2,3	1,21	0,52	0,61
<i>i13-3</i>	0,11	2,63	2,35	1,12	0,6	0,61
<i>i16-1</i>	0,18	3,41	2,41	1,46	0,47	0,93
<i>i16-2</i>	0,15	3,65	2,59	1,61	0,66	0,07
<i>i16-3</i>	0,18	3,82	2,63	1,69	0,5	0,73
<i>ř15-1</i>	0,02	2,54	2,41	1,77	0,58	0,09
<i>ř15-2</i>	0,04	2,79	2,61	1,38	0,38	0,11
<i>ř15-3</i>	0,06	2,49	2,34	1,77	0,68	0,09
<i>ř16-1</i>	0,12	2,82	2,46	2,07	1,1	0,33
<i>ř16-2</i>	0,54	2,56	2,52	2,29	0,96	0,63
<i>ř16-3</i>	0,11	2,7	2,56	2,29	0,91	0,88

Tabulka č. 16 úhel boků k rovině xy (°)

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol nápřahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>dokončení pohybu</i>
<i>i10-1</i>	81,38	85,1	1,73	2,63	19,38	74,62
<i>i10-2</i>	74,1	79,62	0,57	3,71	17,67	81,43
<i>i10-3</i>	76,86	69,73	9,49	2,03	11,38	86,45
<i>i13-1</i>	81,27	86,54	10,21	1,62	17,36	50,83
<i>i13-2</i>	84,44	76,59	7,19	17,49	8,04	52,15
<i>i13-3</i>	88,33	84,74	3,03	12,32	13,81	53,78
<i>i16-1</i>	77,87	86,57	14,24	23,06	29,4	78,61
<i>i16-2</i>	83,82	74,75	14,95	23,69	36,29	53,18
<i>i16-3</i>	77,91	76,06	7,54	23,08	23,37	40,97
<i>ř15-1</i>	79,66	79,87	6,98	5,82	20,64	82,08
<i>ř15-2</i>	78,82	82,36	1,25	17,17	20,6	75,51
<i>ř15-3</i>	75,81	80,08	7,88	13,7	9,8	77,48
<i>ř16-1</i>	84,1	74,69	8,01	6,15	7,88	45,53
<i>ř16-2</i>	83,03	74,24	6,18	7,67	7,81	50,83
<i>ř16-3</i>	81,3	77,34	7,31	9,31	21,59	34,38

Tabulka č. 17 úhel boků k rovině xz (°)

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol nápřahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>dokončení pohybu</i>
<i>i10-1</i>	6,08	2,43	1,73	2,33	1,93	2,01
<i>i10-2</i>	5,52	9,9	4,88	7,94	6,01	1,06
<i>i10-3</i>	3,72	1,09	6,22	5,83	10,56	1,91
<i>i13-1</i>	0,23	1,36	22,33	27,76	30,6	35,13
<i>i13-2</i>	2,96	13,4	24,58	19,51	26,41	36,6
<i>i13-3</i>	0,21	3,84	16,65	11,57	11,47	23,61
<i>i16-1</i>	5,99	2,42	32,93	24,54	29,1	0,77
<i>i16-2</i>	6,15	10,3	29,28	14,64	7,33	8,29
<i>i16-3</i>	9,46	13,89	30,39	19,46	14,93	4,59
<i>ř15-1</i>	2,8	8,68	10,37	6,11	5,88	0
<i>ř15-2</i>	5,73	7,58	14,7	11,74	17,22	6,21
<i>ř15-3</i>	3,66	5,55	8,36	9,92	8,65	1,12
<i>ř16-1</i>	1,65	8,13	6,5	10,54	8,56	4,19
<i>ř16-2</i>	1,94	6,42	14,16	16,85	21,08	17,02
<i>ř16-3</i>	2,53	5,72	7,59	8,77	12,8	9,73

Tabulka č. 18 úhel chodidlo P k rovině xy (°)

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol nápřahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>dokončení pohybu</i>
<i>i10-1</i>	9,63	20,61	46,62	53,46	48,26	34,31
<i>i10-2</i>	7,4	0,43	47,96	52,93	46,32	31,17
<i>i10-3</i>	8,64	30,4	25,53	29,91	27,88	39,43
<i>i13-1</i>	26,74	17,38	16,24	28,96	23,65	31,97
<i>i13-2</i>	26,87	21,93	4,05	9,78	24,35	34,61
<i>i13-3</i>	23,61	25,38	13,48	20,24	3,46	31,15
<i>i16-1</i>	3,52	4,97	39,29	36,32	2,02	17,73
<i>i16-2</i>	3,53	8,58	19,33	4,63	36,35	9,85
<i>i16-3</i>	6,96	7,1	50,7	38,53	20,66	1,99
<i>ř15-1</i>	7,45	21,37	23,76	29,45	53,16	10,34
<i>ř15-2</i>	7,76	23,83	28,26	47,18	46,91	14,33
<i>ř15-3</i>	12,77	22,64	29,69	38,45	37,32	15,98
<i>ř16-1</i>	6,2	11,78	19,04	26,16	21,84	26,77
<i>ř16-2</i>	2,43	26,15	26,57	27,76	19,55	6,82
<i>ř16-3</i>	11,92	14,11	18,52	33,87	37,25	6,01

Tabulka č. 19 úhel chodidlo L k rovině xy (°)

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol náprahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>dokončení pohybu</i>
<i>i10-1</i>	0	10,78	34,54	52,3	49,27	2,12
<i>i10-2</i>	0,41	0,38	32,18	48,11	38,27	6,81
<i>i10-3</i>	19,92	12,22	32,06	53,65	46,98	9,64
<i>i13-1</i>	2,82	11,8	10,53	19,61	23,46	22,58
<i>i13-2</i>	4,45	2,07	25,72	26,47	26,71	32,76
<i>i13-3</i>	4,16	3,67	18,31	21,93	25,58	34,74
<i>i16-1</i>	21,2	19,8	3	17,61	18,67	7,69
<i>i16-2</i>	10,46	23,61	3,67	21,1	27,1	24,5
<i>i16-3</i>	15,5	14,42	3,78	19,16	21,81	17,28
<i>ř15-1</i>	4,56	3,68	27,24	21,6	28,52	24,69
<i>ř15-2</i>	0,74	1,31	26,8	13,15	18,63	13,42
<i>ř15-3</i>	11,15	3,13	24,41	25,47	24,3	21,29
<i>ř16-1</i>	4,31	18,16	19,72	17,46	24,94	24,76
<i>ř16-2</i>	4,27	18,65	17,27	15	27,46	16,63
<i>ř16-3</i>	8,63	0,64	16,24	16,57	27,02	15,58

Tabulka č. 20 úhel boků a ramen (°)

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol náprahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>dokončení pohybu</i>
<i>i10-1</i>	15,83	24,27	26,91	21,11	41,18	22,91
<i>i10-2</i>	15,32	72,84	32,81	38,33	47,89	7,65
<i>i10-3</i>	17,54	37,38	38,92	30,72	40,16	13,2
<i>i13-1</i>	20,57	51,62	28,5	39,76	33,33	38,48
<i>i13-2</i>	19,31	43,9	38,72	14,45	38,05	32,29
<i>i13-3</i>	23,56	59,43	43,01	23,31	35,74	50,1
<i>i16-1</i>	18,43	26,67	36,37	20,49	28,47	14,1
<i>i16-2</i>	11,94	14,45	38,58	11,98	4,34	43,59
<i>i16-3</i>	14,17	22,78	38,8	12,81	16,88	34,55
<i>ř15-1</i>	11,88	37,71	54,24	30,26	19,32	27,17
<i>ř15-2</i>	10,5	56,55	50,83	12,23	21,19	23,96
<i>ř15-3</i>	17,69	54,67	36,04	18,4	21,55	33,17
<i>ř16-1</i>	24,84	54,47	36,17	37,85	38,93	39,16
<i>ř16-2</i>	10,21	48,39	31,83	21,96	35,87	30,83
<i>ř16-3</i>	22,1	44,47	26,68	15,66	25,21	51,11

Tabulka č. 21 úhel v kolenní P (°)

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol náprahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>dokončení pohybu</i>
<i>i10-1</i>	172,71	137,89	129,87	133,33	167,46	158,1
<i>i10-2</i>	170,84	137,44	127,82	128,24	160,45	162,21
<i>i10-3</i>	171,5	141,6	127,32	143,08	161,15	143,68
<i>i13-1</i>	166,41	130,23	134,78	142,23	122,32	89,91
<i>i13-2</i>	168,53	133,54	137,03	141,06	115,25	93,5
<i>i13-3</i>	164,65	130,48	138,13	138,63	115,04	91,13
<i>i16-1</i>	168,04	125,09	124,04	124,3	109,13	104,18
<i>i16-2</i>	161,16	123,41	118,69	116,11	122,36	114,48
<i>i16-3</i>	165,35	125,68	123,01	127,14	116,57	84,09
<i>ř15-1</i>	170,96	139,36	130,46	134,2	141,99	102,18
<i>ř15-2</i>	171,74	135,27	122,79	149,86	152,08	99,35
<i>ř15-3</i>	173,49	137,59	132,05	138,81	158,62	106,13
<i>ř16-1</i>	171,14	131,19	112,47	120,86	154,56	102,48
<i>ř16-2</i>	166,93	130,33	116,82	125,14	160,73	118,4
<i>ř16-3</i>	168,37	127,19	109,82	118,14	159,03	145,64

Tabulka č. 22 úhel v kolenní L (°)

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol náprahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>dokončení pohybu</i>
<i>i10-1</i>	158,11	130,66	158,64	162	160,58	170,44
<i>i10-2</i>	161,13	152,82	150,12	151,55	169,48	165,52
<i>i10-3</i>	150,35	142,14	164,24	158	154,18	165,07
<i>i13-1</i>	165,71	128,02	147,02	155,26	161,17	173,72
<i>i13-2</i>	174,89	138,99	161,9	154,39	165,7	169,41
<i>i13-3</i>	167,24	146,68	167,73	156,8	172,47	171,13
<i>i16-1</i>	170,96	132,58	145,17	153,04	147,72	159,98
<i>i16-2</i>	174,17	135,28	148,1	161,8	144,8	173,81
<i>i16-3</i>	177,86	121,45	155,71	161,64	149,64	172,14
<i>ř15-1</i>	168,63	133,77	156,19	165,62	166,45	174,32
<i>ř15-2</i>	171,8	122,22	138,41	161,84	159,06	168,04
<i>ř15-3</i>	170,4	136,21	149,37	155,79	164,34	166,38
<i>ř16-1</i>	164,39	139,48	156,37	159,22	143,72	171,42
<i>ř16-2</i>	170,42	145,05	160,47	155,77	154,14	169,14
<i>ř16-3</i>	164,77	136,32	156,68	151,61	137,66	168,59

Tabulka č. 23 úhel v lokti P (°)

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol náprahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>dokončení pohybu</i>
<i>i10-1</i>	152,04	76,53	131,93	129,54	142,66	91,65
<i>i10-2</i>	161,79	78,15	140,21	148,76	142,71	48,43
<i>i10-3</i>	154,78	73,75	158,43	134,1	153,46	76,56
<i>i13-1</i>	83,27	84,22	150,67	134,22	148,59	151,53
<i>i13-2</i>	81,53	96,46	149,69	136,6	172,66	156,72
<i>i13-3</i>	67,8	80,73	148,09	139,25	177,57	170,28
<i>i16-1</i>	111,55	135,44	162,91	125,15	165,8	55,76
<i>i16-2</i>	93,65	124,04	157,99	148,82	157,63	153,96
<i>i16-3</i>	98,35	131,26	158,88	142,31	159,01	61,42
<i>ř15-1</i>	81,57	130,9	172,98	164,09	142,82	149,29
<i>ř15-2</i>	75,96	140,13	165,22	144,24	171,51	143,53
<i>ř15-3</i>	83,56	128,42	167,1	156,01	143,9	145,04
<i>ř16-1</i>	87,56	161,65	155,54	144,13	154,78	150,73
<i>ř16-2</i>	90,35	161,6	143,73	151,1	160,32	124,73
<i>ř16-3</i>	85,91	172,08	153,82	163,43	160,1	130,78

Tabulka č. 24 úhel v lokti L (°)

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol náprahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>dokončení pohybu</i>
<i>i10-1</i>	153,06	166,64	148,71	156,36	134,88	142,9
<i>i10-2</i>	155,15	167,72	156,16	164,85	134,08	111,5
<i>i10-3</i>	152,43	138,29	156,5	165,74	119,48	140,64
<i>i13-1</i>	115,2	82,75	158,23	140,52	159,13	119,5
<i>i13-2</i>	101,09	76,43	165,21	160,74	163,94	154,72
<i>i13-3</i>	97,44	79,53	161,22	156,83	162,7	143,07
<i>i16-1</i>	115,45	102,2	155,9	154,06	174,43	166,9
<i>i16-2</i>	59,03	91,9	162,46	138,06	131,5	52,4
<i>i16-3</i>	100,85	107,79	140,36	156,72	161,61	168,7
<i>ř15-1</i>	87,7	140,28	165,3	143,3	130,4	114,97
<i>ř15-2</i>	71,84	128,54	178,41	140	156,49	90,98
<i>ř15-3</i>	81,08	135,67	173,25	155,03	160,4	96,53
<i>ř16-1</i>	89,69	139,83	117,13	147,01	88,54	68,43
<i>ř16-2</i>	102,3	105,37	160,98	157,59	105,6	111,85
<i>ř16-3</i>	98,11	106,2	142,7	154,85	124,81	125,36

Tabulka č. 25 **úhel v rameni L (°)**

	<i>základní postavení</i>	<i>začátek výkroku</i>	<i>vrchol náprahu</i>	<i>konec výkroku</i>	<i>vypuštění míče</i>	<i>dokončení pohybu</i>
<i>i10-1</i>	23,47	29,94	63,78	63,87	23,05	16,38
<i>i10-2</i>	23,67	22,48	61,55	60,56	22,92	9,85
<i>i10-3</i>	22,64	26,58	69,37	64,25	20,13	11,25
<i>i13-1</i>	30,57	44,6	92,95	77,2	28,48	36,44
<i>i13-2</i>	34,56	36,48	99,56	52,3	20,5	25,15
<i>i13-3</i>	28	48,36	102,69	55,91	20,69	26,95
<i>i16-1</i>	131,89	29,56	93,62	53,41	17,67	24,61
<i>i16-2</i>	152,18	29,61	115,13	63,13	20,1	36,45
<i>i16-3</i>	138,94	25,64	98,86	61,38	20,88	31,77
<i>ř15-1</i>	88,42	44,52	116,6	101,45	37,42	33,02
<i>ř15-2</i>	81,12	31,97	127,16	67,87	30,4	47,99
<i>ř15-3</i>	94,42	45,76	124,16	103,72	37,53	50,34
<i>ř16-1</i>	55,41	103,61	99,86	34,78	33,36	47,82
<i>ř16-2</i>	49,1	76,79	110,94	95,21	43,2	44,2
<i>ř16-3</i>	46,87	80,46	109,28	96,27	27,17	38,44

Výsledná data budu porovnávat s výslednými daty diplomové práce Mileny Bernardové z roku 2006, které pro srovnání přiložím do přílohy.

5. Vyhodnocení a diskuze

5.1 Časový průběh v základních polohách

Průběh celého pohybu při nadhozech všech sledovaných nadhazovaček je z hlediska načasování dobře zažitý (tabulka 1), ale pro lepší a hlavně přesnější porovnání by byla potřeba lepší technická vybavenost, to znamená, že při takto rychlém pohybu bychom potřebovali lepší videokameru s frekvencí alespoň 50 snímků za vteřinu nebo v lepším případě ještě více. Při digitalizaci a analýze jsem pro všechny nadhozy určil stejný čas vypuštění míče, pro časové srovnání jsem za dokončení pohybu vždy označil 6-tý snímek po vypuštění a za základní postavení 35-tý snímek před vypuštěním, proto se rozdíly v načasování pohybu projevují ve třech základních polohách ze šesti – *začátku výkroku, vrcholu náprahu a konci výkroku*.

Začátek výkroku se pohybuje mezi 0,8s - 0,84s což znamená rozdíl jednoho snímku. U *i16*, *ř15* a *ř16* je začátek výkroku o trochu pozdější, přisuzuji to hlavně méně dynamickému provedení nadhozu směrem vpřed k domácí metě. Rozdíl v poloze *kotníku P* mezi základním postavením je v průměru o 15cm menší. Maximální rozdíl mezi *i10* a *ř15* je dokonce více než 0,5 metru.

Vrchol náprahu mají 4 nadhazovačky ve stejný čas 1,2s, jen *ř15* ho má o 0,04 setiny sekundy pozdější. Důvod proč toto zpoždění nastává se mi nepodařilo pomocí definovaných proměnných určit, protože toto zpoždění se na trajektoriích segmentů ani na rychlosti nadhozu nijak výrazněji neprojevovalo.

Konec výkroku následuje po vrcholu náprahu za 0,04-0,08 sekund. *I13* a *i16* dokračují o 0,04s později, což je způsobeno větší vzdáleností kotníku L od sebe a větší výškou špičky L od země při vrcholu náprahu. Tento rozdíl vzdálenosti kotníků činí u *i16* 0,1-0,2m a u *i13* dokonce 0,3-0,4m. Tento rozdíl je však částečně způsoben i vyšší výškou obou nadhazovaček. Toto mírné časové zpoždění se také odráží v rychlosti míče, ale přímou závislost mezi tímto zpožděním a touto proměnnou se mi nepodařilo zjistit.

Jak uvádí Werner (1998), v okamžiku dokončení výkroku by se měla paže nacházet ve vrcholu nápřahu, aby se minimalizovalo působení negativních sil na ramenní a loketní kloub. Této studii se přibližují 3 z 5 analyzovaných nadhazovaček, kdy konec výkroku následuje pouze o 0,04s po vrcholu nápřahu. Ale na druhou stranu, tyto 3 nadhazovačky dosahují nižší rychlosti nadhozu, než zbylé 2, jejichž konec výkroku je zpožděn o 0,08s, což preferují Joseph (2002) a Veroni (1998), kdy časová posloupnost vrchol nápřahu – dokončení výkroku by měla být s minimálním časovým odstupem.

Při porovnávání s daty Bernardové (2006) jsem zjistil, že daná česká nadhazovačka má časový průběh téměř identický s mnou posuzovanými nadhazovačkami. Výraznější změna se sice ukázala v začátku výkroku, ale pro stejné rozdíly u všech nadhozů jsem tuto změnu přisoudil subjektivnímu posouzení začátku výkroku. Vrchol nápřahu má také v čase 1,2s a dokročení o chvíli pozdější (0,08s) stejně jako *i13* a *i16*, což se projevuje i ve větší vzdálenosti kotníku při vrcholu nápřahu a konce výkroku.

5.2 Rychlost nadhozu

Podle rychlosti nadhozu by se mohla určovat jeho kvalita a účinnost. Není to sice 100% pravda, ale je to jeden z hlavních faktorů nadhozu. Rychlost můžeme vyčíst z tabulky číslo 12. Rychlost míče jsem vypočítával absolutně ze všech třech souřadnic nadhozů. Maximální rychlost se pohybovala v rozmezí 19,23 - 26,17m/s (69,23 - 94,21km/h). Nadhazovačky dosahovaly poměrně stabilních rychlostí, které se lišily maximálně v rozmezí 1 m/s, jen *ř16* při svém druhém nadhozu měla pokles rychlosti o 3m/s. Nejrychleji nadhazovala *i1,3* která se blížila k rychlosti 27,7m/s (100km/h).

Nejvyšší nárůst rychlosti míče nastává mezi dokončením výkroku a okamžikem vypuštění míče. Tento nárůst přesahoval i hodnotu 14m/s. Podíl rychlosti zápěstí na rychlosti míče se rojevil vcelku nízký, při vypuštění dosahoval 30-45%.

Javůrková (2000) uvádí maximální rychlosti míče u stoupavého nadhozu 23,5m/s. Kromě *ř16* tuto rychlost všechny nadhazovačky překonaly.

Při porovnání s daty Bernardové (2006) česká nadhazovačka v průměru dosahovala o 2 - 5m/s nižší rychlosti nadhozů.

5.3 Zkoumané polohy

5.3.1 Základní postavení

Rozdíly v základním postavení se do značné míry odvíjejí od zahajovacího rituálu každé nadhazovačky. Nadhazovačky *i10*, *i13* a *ř16* zahajují nadhoz se spojenýma rukama v úrovni pasu, zatímco *ř15* je má v úrovni temene hlavy a *i16* dokonce úplně ve vzpažení. Tento odlišný způsob zahájení se projevil ve vyšší rychlosti míče při zahájení nadhozu, ale hlavně se nejvýrazněji projevil v *úhlu ramene L* (tabulka č.25). Rozdíl v úhlu činí u *ř15* v průměru oproti ostatním 35° a u *i16* dokonce maximální rozdíl až 130° . Vzdálenost kotníků se pohybuje v rozmezí 8 centimetrů a jednotlivé nadhazovačky mají postavení chodidel v základním postavení dobře zažitě, neboť proměnná *vzdálenost kotníků* (tabulka č.11) se při jednotlivých pokusech téměř nemění.

U nadhazovačky *i16* vidíme podle proměnné *špička P* (tabulka č.2), že má při zahájení nadhozu váhu rozdělenou rovnoměrněji mezi obě nohy, zatímco ostatní nadhazovačky ji mají z větší části na zadní výkročné noze.

Všechny rychlosti jsou v této chvíli zanedbatelné, výška kolen a boků je dána velikostí jednotlivých segmentů těla a rozdíly v úhlech jsou dány hlavně díky odlišnému postavení. Nejvýraznější rozdíl je patrný u nadhazovačky *i10* která zahajuje pohyb s téměř napjatými pažemi, které při mírném předklonu jsou spojeny až pod úroveň pasu. Díky tomuto postavení má v průměru o $50-60^\circ$ větší úhly v loktech.

Při porovnání s prací Bernardové (2006) má česká nadhazovačka v základním postavení váhu rozloženu rovnoměrněji na obě chodidla jako *i16*. Má o 10 centimetrů větší vzdálenost obou kotníků, to znamená, že má téměř o čtvrtinu širší postavení nohou, což je již dost výrazné. Podle úhlu v rameni vidíme, že také začíná nadhoz s rukama spojenýma před tělem přibližně na úrovni pasu. Ostatní proměnné jsou v průměru stejné jako u mnou sledovaných nadhazovaček.

5.3.2 Začátek výkroku

Při začátku výkroku se tělo začíná pohybovat vpřed a mírně dolů, protože nadhazovačky mírně pokrčí kolena, což můžeme zjistit v tabulkách č.4 a č.5, kde vzdálenost kolen od země je v průměru o 5-10% menší a v tabulkách č.21 a 22 vidíme, že úhel v obou kolenou se zmenšil průměrně o 30°. Všechny nadhazovačky mají tuto změnu přibližně stejnou.

Vzdálenost špičky *P* od země (tabulka č.2) se u všech nadhazovaček snížila, neboť nadhazovačky již přenesly svoji hmotnost na pravou nohu a levou tak odlehčily pro zahájení následujícího výkroku.

Díky snížení se zmenšila i vzdálenost obou boků od země a to v průměru o 5-8 centimetrů (tabulky č.6 a č.7). Tabulka č.16 nám ukazuje, že úhel boků k rovině *xy* se začíná pozvolna zmenšovat, to znamená, že boky se budou v průběhu výkroku natáčet ke spojnici domácí a druhé mety. Úhel boků se zemí se mění oproti tomu jen nepatrně. Úhel boků a ramen (tabulka č.20) se začíná mírně zvětšovat, což díky jen nepatrné změně úhlu boků se zemí znamená, že se ramena mírně uklání směrem k paži s rukavicí a to je zapříčiněno hlavně zapažením nadhazovací paže, čímž se nadhazovačky snaží v paži vytvořit jisté předpětí. Toto vidíme ve změnách souřadnic *x* a *y* zápěstí *P* v tabulce č 9. Nadhazovačky *i10* a *i13* využívají tohoto předpětí jen v menší míře, což můžeme vidět i v menší změně úhlu lokte *P* v tabulce č.23.

Úhly chodidel (tabulky č.18 a č.19) se příliš nemění nebo jen výjimečně a maximálně o 15°. Hlavně je vidět, že vytočení chodidel nemají nadhazovačky dokonale zažité.

Díky začínajícímu výkroku levé výkročné nohy se rychlost výkročné kolene (tabulka č.15) začíná zvyšovat a to z klidu na 2,5-3,5m/s. Toto zvýšení je nejvíce patrné u *i16*, kdy koleno při třetím nadhozu dosahuje rychlosti 3,82m/s. Ostatní rychlosti se zatím mění jen zanedbatelně. To je způsobeno tím, že obě paže jsou na začátku výkroku v relativním klidu.

V porovnání s výsledky Bernardové (2006) česká nadhazovačka začíná pohyb stejně dopředu, ale mírně nahoru, neboť vzdálenost kolen od země se mírně zvýšila. Váhu má taktéž rozloženou mezi obě končetiny. Pravou paží rovněž zapažuje a vytváří tak předpětí, což vidíme ve zvětšeném úhlu v lokti *P* a změně úhlu mezi boky a rameny.

Úhly chodidel nejsou rovněž příliš ustálené a jejich rozptyl je jen asi o stupeň větší. Asi největší rozdíl je v rychlosti výkročného kolena, kde česká nadhazovačka jeho rychlost oproti základnímu postavení téměř nemění, ale tento rozdíl je možná způsobem subjektivním odečtem začátku výkroku. A to se asi projevilo i na zvýšené rychlosti pravého zápěstí a míče.

5.3.3 Vrchol nápřahu

Vrchol nápřahu nastává, když je zápěstí nadhazovací paže (u všech nadhazovaček se jedná o paži pravou) nejvýše. Tuto hodnotu můžeme vidět v tabulce č.9. Tato vzdálenost je dána především délkou segmentů a všechny nadhazovačky ji mají ve svých nadhozech téměř neměnnou. Jen *i10*, ve svém druhém nadhozu, má tuto hodnotu oproti svým ostatním nadhozům o 14cm větší, což je podle mě způsobeno rychlejším pohybem paže jak můžeme vidět v tabulkách č.12 a č.13 z rychlosti míče a zápěstí. Vzdálenost kotníku (tabulka č.11) je v této chvíli těsně před dokročením největší a u jednotlivých nadhazovaček velmi rozdílná. Tento rozdíl činí více než 40 centimetrů mezi *i10* a *i13*. Jinak všechny nadhazovačky mají tuto vzdálenost v jednotlivých svých pokusech dobře zažitou. Špička L (tabulka č.3) je v této poloze nejvýše od země a to u *i13* dokonce u třetího pokusu 36 centimetrů. Ona má také v průměru tuto špičku asi o 8 cm výše než nadhazovačky ostatní. *I10* a *ř16* mají v průměru špičku o 10 cm níže, což je způsobeno odlišným načasováním nadhozu, kdy u nich dokončení výkroku nadchází bezprostředně po vrcholu nápřahu. Rozdíly u nadhazovaček v jednotlivých pokusech jsou maximálně 3 cm, tudíž se dá říci, že nadhazovačky mají tuto část techniky dobře zažitou. Špička P svoji polohu od země téměř nemění, neboli nadhazovačky neustále stojí touto špičkou pevně na zemi. Změny ostatních trajektorií se buď odvíjejí od již řečeného nebo nejsou příliš významné.

Zajímavá je proměnná úhlu boků k rovině *xy*. Je v tuto chvíli výrazně nejnižší a u *i10* u druhého pokusu dosahuje dokonce pouhých $0,57^\circ$. Skoro všechny nadhazovačky mají tento úhel ve všech pokusech menší než 10° , jen *i16* se v prvním a druhém pokusu dostala zhruba na hodnotu $14,5^\circ$. Jediná *ř16* má postavení boků při jednotlivých nadhozech dobře zažité a rozdíly v úhlu činí jen necelé 2° . V úhlu boků v rovině *xz* mají jednotlivé nadhazovačky větší rozdíly, kdy maximum tohoto rozdílu činí až 31° . *I10* má

tento úhel v průměru nejnižší, jen 5° , zatímco *i13* 20° a *i16* má průměr dokonce 30° . Ve vytočení chodidla od roviny *xy* jsou výrazné rozdíly, které činí až 45° . Největší úhel mají *i10* a *i16* kdy průměr úhlu dosahuje 40° a oproti tomu *i13* má průměr přibližně 12° . U špičky druhé nohy jsou tyto rozdíly v úhlech trochu menší. Činí 30° a největší rozdíl je mezi *i10* průměr 32° a *i16* jen $3,5^\circ$. Úhel boků a ramen se od počátku výkroku snížil a činí teď v průměru 36° , ale nadhazovačky v něm mají v jednotlivých nadhozech značné rozdíly a tu samou věc můžeme říci i o úhlu v lokti L (tabulka č.24) a koleně P (tabulka č.21). Zvýšení úhlu nastalo u lokte P (tabulka č.23) kde všechny nadhazovačky dosahují podobných hodnot, které se pohybují kolem 150° , což je dáno téměř nataženou paží vzhůru. A ze stejného důvodu se zvýšil i úhel v rameni L (tabulka č.25), neboť většina nadhazovaček má levou paži téměř ve vzpažení. Výjimku tvoří *i10* která tuto paži spíše upažuje a proto má i tento úhel o 30° menší.

Rychlost míče (tabulka č.12) se zvýšila na 2,5-3,7 m/s a rychlost pravého zápěstí je přibližně o 0,5 m/s menší. Paže teď vykonává přibližně kruhový pohyb. Rychlost výkročné kolena (tabulka č.15) se snížila a dá se předpokládat, že při a po dokončení výkroku se bude snižovat i nadále. Všechny nadhazovačky mají tuto rychlost srovnatelnou a pohybuje se v rozmezí 2,1-2,6 m/s.

Česká nadhazovačka kterou sledovala Bernardová (2006) má výkrok téměř stejně dlouhý jako *i13*, největší vzdálenost kotníků má 114 centimetrů. Oproti tomu špičku L výkročné nohy má jen ve výšce 10 centimetrů, což je méně než u všech mnou sledovaných nadhazovaček. Jelikož konec výkroku nenásleduje ihned po vrcholu náprahu, tak to můžu zdůvodnit jen tím, že nadhazovačka má výkrok sice dlouhý, ale nepřilíš vysoký. Úhel spojnice boků v rovině *xy* i *xz* dosahuje hodnot spíše nižších. Rychlost míče a zápěstí P má v průměru o 2-3 m/s vyšší, což je vzhledem k dosavadním nízkým hodnotám opravdu hodně.

5.3.4 Konec výkroku

Konec výkroku je charakterizován tím, že vzdálenost špičky L od země se opět snížila téměř na nulu (tabulka č.3). To je způsobeno dokrokem výkročné nohy na zem. Vzdálenost kolene P (tabulka č.4) od země se příliš nemění, ale dokročením se snížila vzdálenost kolene L (tabulka č.5) zhruba o 10 cm. Tato vzdálenost je v tuto chvíli nejmenší z celého nadhozu a činí 46-49 cm. Výjimku tvoří nadhazovačky *i13* a *i16* které jí mají o 10 cm větší. To je způsobeno jednak jejich větší tělesnou výškou, ale hlavně delším a vyšším vedením výkroku. Vzdálenost boku P (tabulka č.6) se téměř nezměnila a boku L se dokročením snížila asi o 5 cm. Vzdálenost kotníků (tabulka č.11) se příliš nezměnila, jen u *i13* a *i16* se díky pozdějšímu dokroku snížila průměrně o 10 cm a dosahuje u všech nadhazovaček hodnot v rozmezí 85-100 centimetrů. Vzdálenost zápěstí P (tabulka č.9) od země se začíná opět snižovat a můžeme zde zaregistrovat dva rozdíly v technice. U nadhazovaček *i10* a *ř16* se díky došlapu bezprostředně po vrcholu náprahu snížila o 10-15 cm, zatímco u ostatních nadhazovaček o 30-50cm. Největšího snížení dosahuje *i13*, která při druhém nadhozu dosáhla snížení 58 cm. Pouze *ř16* má tuto vzdálenost v technice dobře zažitou a mění se jí v průběhu jednotlivých nadhozu jen o 6 cm. Z-ová souřadnice zápěstí P dosahuje nyní největších hodnot a maximum dosahuje u *i13* 166 cm.

Úhly boků s rovinou *xy* (tabulka č.16) se dokročením o výrazněji změnilo pouze u *i13* a *i16* a to o 10°, což je myslím způsobeno jejich pozdějším dokročením. Avšak pouze *i16* má tento úhel v technice výborně zažitý, neboť jeho rozdíly v jednotlivých pokusech činí jen 0,5° a má také tento úhel výrazně největší 23,1-23,6°. Úhel boků se zemí se zmenšil opět pouze u *i13* a *i16* a to zhruba o 10 cm, ale nadhazovačky v jeho velikosti mají v průběhu jednotlivých pokusů značné rozdíly. Úhly chodidel (tabulky č.23 a č.24) se nijak výrazně nezměnily a v průměru se zvětšily o 5-10°. Úhel boků a ramen (tabulka č.20) se snižuje a toto snížení je nejvýznamnější u *i13*, *i16* a *ř15* průměrně o 20 cm. Úhel kolene P (tabulka č.21) se příliš nemění. Zajímavější je spíše sledovat změnu úhlu kolene výkročné nohy, kolene L (tabulka č.22). Zatímco u *i10* a *ř16* se tento úhel téměř nemění, tak u *i16* a *ř15* se o 10 cm zvětšuje a naproti tomu u *i13* se tento úhel o 10 cm zmenšil. Celkově vzato se u všech nadhazovaček tento úhel navzájem přiblížil a je teď v rozmezí 155-165°. Úhel v lokti P (tabulka č.23) se o trochu

zmenšil a úhel v rameni (tabulka č.25) se zmenšil o něco více. Pouze u *i10* díky bezprostřednímu dokročení po vrcholu náprahu zůstává téměř stejný.

Rychlost míče (tabulka č.12) se i nadále zvyšuje a již v ní jsou viditelné rozdíly. Nižší rychlost mají *i10*, *ř15* a *ř16*. Její hodnota se pohybuje v rozmezí 3,8-4,5 m/s. Pouze u *ř15* v druhém nadhozu dosahuje míč rychlosti o 2 m/s větší. *I13* a *i16* dosahují rychlostí 6,30-7,80 m/s. To je myslím opět způsobeno pozdějším dokročením. Pouze *i10* dosahuje u jednotlivých nadhozů stabilních hodnot rychlosti. Rychlost zápěstí P (tabulka č.13) se mění úměrně se změnou rychlosti míče a je jen o 1-2 m/s pomalejší. Rychlost zápěstí L se nijak výrazněji nemění. Rychlost výkročného kolene (tabulka č.15) se po dokročení, jak jsme mohli předpokládat, snížila a to u všech nadhazovaček asi o 0,3-1 m/s.

Bernardová (2006) uvádí rychlost míče jí sledované nadhazovačky v této pozici výrazně vyšší a to až o 5 m/s. Díky tomu má i vyšší rychlost zápěstí P. Rychlost výkročného kolene je přibližně rovnocenná. Úhel boků s rovinou *xy* je spíše nižší. Ostatní proměnné se od mnou sledovaných nadhazovaček příliš neliší.

5.3.5 Vypuštění míče

Vypuštění míče je okamžik kdy nadhazovačka drží naposledy míč v prstech. Vypouští míč v úrovni boků a druhá paže, která zajišťuje rovnováhu je také hodně nízko, tudíž úhel v rameni (tabulka č.25) dosahuje nejnižších hodnot. Nadhazovačky stojí oběma nohama na zemi, proto vzdálenost špiček od země se nijak nezměnila. Vzdálenost kolene P (tabulka č.4) od země je v rozmezí 38-41 cm, jen u *i10* je o 10 cm větší. Tento rozdíl je způsobem větším napnutím pravé nohy, což je vidět i ve větším úhlu kolena P (tabulka č.21). Ve vzdálenosti levého kolena (tabulka č.5) nejsou příliš velké rozdíly a tato vzdálenost se pohybuje v rozmezí 48-57 cm. Vzdálenosti boků (tabulky č.6 a č.7) se moc nezměnily a pravý bok je o několik centimetrů níž. Poloha kotníků se od dokončení výkroku téměř nezměnila. Zápěstí P (tabulka č.9) se v této chvíli nachází v nejnižším bodě své dráhy a jeho vzdálenost od země je u italských nadhazovaček 65-72 cm a u Řekyň o něco nižší 56-66 cm. *Z-ová* souřadnice zápěstí P (tabulka č.10) se snížila a je nyní u všech nadhazovaček ve velmi úzkém rozmezí 129-139 cm, jen *i10* při svém třetím pokusu měla značnou výchylku 104 cm a *i13* při svém

prvním pokusu 171. Tyto výchylky ale pokládám za výjimku a jsou podle mě způsobeny špatnou koncentrací.

Úhel boků s rovinou xy (tabulka č.16) není u žádné nadhazovačky dobře zažitý a pohybuje se v rozmezí 7° - 20° , jen u $i16$ je větší v rozmezí 23° - 36° . Úhly boků s rovinou xz jsou také značně nevyrovnané a rozdíly mezi jednotlivými nadhozy činí až 20° . V průměru mají tento úhel nepatrně větší $i13$ a $i16$. Vytočení chodidel (tabulky č.18 a č.19) je u nadhazovaček hodně individuální. Vytočení chodidla P se pohybuje v rozmezí 2° - 53° a ani jedna nadhazovačka nemá tuto část techniky dobře zažitou. U všech se mezi jednotlivými nadhozy vyskytují rozdíly 15° nebo i více. U chodidla L je situace trochu jiná. Úhly se pohybují v rozmezí 18° - 28° , jediné $i10$ vytáčí toto chodidlo více 38° - 49° . Úhel mezi boky a rameny (tabulka č.20) se pohybuje mezi 20° a 47° . Výjimku tvoří $i16$ která zjevně nemá náklon boků vůči ramenům příliš zažitý a mezi prvním ($28,47^{\circ}$) a druhým ($4,34^{\circ}$) nadhozem má v tomto úhlu rozdíl přes 24° . U úhlu v koleně P (tabulka č.21) jsem zjistil 2 rozdíly v technice. Nadhazovačky $i10$, $\check{r}15$ a $\check{r}16$ ho mají více napnuté a tak se jeho úhel pohybuje v průměru kolem 155° - 165° . Zbylé dvě $i13$ a $i16$ mají pravou nohu trochu pokrčenou a tím je tento úhel menší (110° - 120°). Koleno L (tabulka č.22) je napnuté o trochu více. U $i10$, $i13$ a $\check{r}15$ je průměrně 160° a u $i16$ a $\check{r}16$ zhruba 145° . Úhel lokte P (tabulka č.23) nadhazovací paže je v tuto chvíli maximální v většiny nadhozů a pohybuje se v rozmezí 142° (u $i10$) až 177° (u $i13$). Naproti tomu úhel lokte L paže se rukavicí je více individuální. Zatímco u $i13$, $i16$ a $\check{r}15$ se příliš nezměnil nebo nepatrně zvětšil (kolem 160°), tak u zbylých dvou nadhazovaček se vcelku výrazně zmenšil ($i10$ průměrně 125° a $\check{r}16$ 110°) a v prvním pokusu $\check{r}16$ byl dokonce $88,54^{\circ}$. Což je však výjimka a zapříčinila ji nejspíše chyba v technice. Úhel v rameni L se výrazně snížil a nyní je jeho hodnota od 17° do 43° .

Rychlost míče (tabulka č.12) se od vrcholu náprahu téměř ztrojnásobila a dosahuje nyní hodnot 11-18 m/s. Vidíme že jediné $i10$ má tuto rychlost stabilní. Rychlost zápěstí P se také zvýšila, ale jen o 1-3 m/s na 5,5-6,5 m/s a rychlost míče ji v této chvíli již značně převyšuje. Rychlost zápěstí L se oproti tomu snížila a dosahuje teď rychlostí 1 ($i10$) až 2,9 ($i16$) m/s. Rychlost výkročného kolene se také snížila na 0,5-1 m/s.

Česká nadhazovačka Bernardové (2006), má stále o 10 cm větší vzdálenost kotníků. Úhly boků s rovinou xy i s xz jsou nižší než u všech mnou sledovaných

nadhazovaček. A oproti tomu vytočení levého chodidla o v průměru o 10° větší. A o málo větší je i úhel levého ramene. Rychlost míče při vypuštění je o 2-4 m/s větší, ale nejvýraznější rozdíl je v rychlosti pravého zápěstí. Bernardová naměřila rychlost téměř dvakrát větší, než je průměrná rychlost zápěstí P mnou sledovaných nadhazovaček. Rychlost zápěstí L a kolena L je také větší, ale jen nevýrazně.

5.3.6 Dokončení pohybu

Dokončení pohybu je u každé nadhazovačky dost individuální záležitost. Špička P (tabulka č.2) je u většiny nadhazovaček při těsně před došlapem na zem. Výjimku tvoří *i13* která po vypuštění míče vede pravou nohu nejprve křížem ke spojnici domácí a druhé mety a pokládá ji na zem až o chvíli později. Špička L (tabulka č.3) výkročné nohy a koleno L (tabulka č.5) svou výšku od vypuštění míče změní jen minimálně. Výška kolena P (tabulka č.4) se oproti vypuštění zvýšila a vrací do výše srovnatelné se základním postavením (50-60 cm), jen u *ř15* je asi o 15 cm níže. Oba boky (tabulky č.6 a č.7) mají nadhazovačky přibližně stejně vysoko, jen *i13* díky pozdějšímu došlapu pravou nohou má bok P o 10 cm výše. Trajektorie kotníku P se liší hlavně v rozdílu *x-ových* a *z-tových* souřadnic oproti okamžiku vypuštění míče a závisí na tom, kam pravou nohu nadhazovačka při dokončení nadhozu pokládá. *I10* a *ř16* pokládají pravou nohu směrem vpřed, *i16* vpravo od výkročné nohy, *i13* těsně vedle výkročné nohy a *ř15* vedle výkročné nohy, ale asi 15 centimetrů za. Trajektorie zápěstí P při dokončení pohybu je také velmi individuální a bez použití videa, jen podle hodnot z tabulek č.9 a 10., ji lze jen těžko popsat. Souhrnně vzato paže pokračuje vpřed a vzhůru, což nám dokazují zvyšující se *x-ové* a *y-ové* souřadnice v tabulce č.9. Téměř stejně dokončují pohyb paže nadhazovačky *i13*, *ř15* a *ř16*. Jejich paže pokračuje ve směru letu míče a trochu vlevo přes osu těla. Na velkém úhlu v lokti P (tabulka č.23) vidíme, že jejich pravá paže je téměř napjatá. *I10* pokračuje v kruhovém pohybu paže a nadhoz končí s paží předpaženou pokrčmo vzhůru, což částečně vidíme v tabulce č.23 kde se úhel v lokti pohybuje kolem 90° a *y-nová* souřadnice zápěstí v tabulce č.9 je u ní velmi vysoká. *I16* dokončuje pohyb paže po vypuštění podobně jako *i10* jen v tomto pohybu dále pokračuje až za úroveň hlavy a pokračuje i v pokrčování paže v lokti. Její úhel lokte L je průměrně 57° .

Úhel boků k rovině xy se u všech zvyšuje a nejvýznamněji u *i10* a *ř15* kdy se tento úhel skoro rovná kolmici. Nejmenšího úhlu dosahuje *ř16* v rozmezí 34° - 50° . Úhel k rovině hřiště má většina nadhazovaček menší než 10° jen *i13* díky pomalejšímu dokončení kolem 30° . Vytočení chodidla P (tabulka č.18) mají *i10* a *i13* od 30° do 40° zatímco ostatní nadhazovačky mají tento úhel menší. Vytočení levého chodidla se od vypuštění míče příliš nezměnilo, výjimku tvoří *i10* u které se jeho úhel zmenšil průměrně o 40° . Úhel boků a ramen (tabulka č.20) nemá žádná nadhazovačka při dokončení pohybu příliš zažitý, neboť rozdíly mezi jednotlivými nadhozy činí i více než 20° . Hodnoty tohoto úhlu se pohybují od 7° (*i10*) do 50° (*i13*). Úhel v koleně P se u všech nadhazovaček o trochu zmenšil (o 10° - 20°) a u řeckých nadhazovaček je tato změna větší (průměrně o 40°). Úhel v koleně L se nezměnil nebo se o 10° - 20° zvětšil. Úhel v lokti L a rameni L (tabulky č.24 a č.25) se také příliš nezměnil, ale hodnoty úhlů v jednotlivých nadhozech vykazují rozdíly 30° i více.

Míč se již na snímcích s dokončením pohybu nenachází a tak jsem toto políčko v tabulce č.12 zaplnil maximální rychlostí míče. Rychlost zápěstí P nadhazovací paže se plynule snižuje k nule. Výjimku tvoří *i16* která paží i nadále pokračuje v kruhovém pohybu, což si myslím je pro tělo fyziologicky nejvíce přijatelné a její rychlost zápěstí je v průměru $2,9$ m/s. Rychlost levého zápěstí je zanedbatelná a nadhazovačky levou paží jen kompenzují výkyvy v rovnováze. Rychlost kolene se nepatrně zvýšila o $0,5$ m/s u *i10* z důvodu vykročení pravé nohy vpřed.

Výsledky Bernardové (2006) ukazují že česká nadhazovačka končí v širším postavení než mnou sledované nadhazovačky, neboť vzdálenost kotníků má o 10 cm větší než je mnou naměřené maximum. Trajektorii pravého zápěstí a pravého kotníku jsem bohužel pomocí jejích výsledků nedokázal zjistit. Úhel spojnice boků s rovinou xy má v průměru o 30° menší z čehož bych usuzoval, že pohyb dokončuje dokrokem pravé nohy šikmo vpravo za nohu levou. Úhly chodidla P a L má srovnatelné a stejně tak úhel v koleně L. Úhel v koleně P má spíše větší, srovnatelný s úhlem *i10*. Úhly v lokti P a L (tabulka č.23 a č.24) spíše menší.

6. Shrnutí a závěr

Cílem mé diplomové práce bylo najít a popsat změny v provedení techniky nadhozů vrcholových evropských nadhazovaček a porovnat jejich techniky s technikou vrcholové české nadhazovačky sledované Bernardovou (2006). Své výsledky jsem popsal v kapitole 5. - Vyhodnocení a diskuze.

Nejvýznamnější rozdíly jsem shledal v délce, výšce a načasování dokončení výkroku. Základní postavení jsem shledal u jednotlivých nadhazovaček velmi individuální a stejně tak i dokončení pohybu. Ve zbylých čtyřech fázích nadhozu se lišily již v míře menší.

Při porovnání s výsledky Bernardové (2006) se česká nadhazovačka nejvíce liší v začátku výkroku, kdy všechny mnou sledované nadhazovačky začínají pochyb dopředu a mírně dolů, zatímco česká nadhazovačka dopředu a mírně vzhůru. Česká nadhazovačka dosahuje výrazně větší rychlosti míče a zápěstí při dokončení výkroku a vypuštění míče, kdy při vypuštění míče Bernardová naměřila rychlost zápěstí téměř dvojnásobnou oproti průměru mnou sledovaných nadhazovaček. Česká nadhazovačka má také podle výsledků lépe zažitou techniku nadhozu, ale větší změny v proměnných mezi jednotlivými nadhozy mnou sledovaných nadhazovaček bych přisoudil spíše většímu psychickému tlaku v důležitém utkání.

Na úplný závěr doplním slova ze třetí kapitoly. Technická vyspělost světa kráčí neustále kupředu a pro co nejpřesnější výsledky analýzy pohybu pomocí kinematické analýzy, je třeba disponovat nejnovější a velmi přesnou technickou vybaveností, proto je tato analytická metoda značně nákladná.

Literatura:

- ALLARD, P., STOKES, I. A F., BLANCHI, JP. *Three-dimensional analysis of human movement*. Chamapaign : Human Kinetics, 1995.
- BARRENTINE, S. W., FLEISIG, G. S., WHITESIDE, J. A., ESCAMILLA, R. F., ANDREWS, J. R. Biomechanics of Windmill Softball Pitching With Implications About Injury Mechanisms at the Shoulder and Elbow. *JOSPT* Vol. 28, 12 - 1998.
- 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 PhDr. Vladimír Süs, PhD.
- ČESKÁ SOFTBALLOVÁ ASOCIACE. KOMISE ROZHODČÍCH. *Česká softballová asociace. Pravidla softballu 2006-2009, platná od 1.4.2006* [online]. c 26.4.2006, [cit. 2007-04-18]. Dostupné z <http://www.softball.cz/download/formulare/pravidla2006.pdf>.
- JANURA, M., ZAHÁLKA, F. *Kinematická analýza pohybu člověka*. 1.vyd. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2004.
- JAVŮRKOVÁ, G. *Longitudinální sledování změn v technice nadhazování u vrcholové nadhazovačky v softballu*. Praha : UK FTVS 2000. 48 s. Diplomová práce na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy na katedře sportovních her. Vedoucí diplomové práce PhDr. Vladimír Süs, PhD.
- JOSEPH, J. *The Softball Coaching Bible*. Champaign : Human Kinetics, 2002.
- KNOBLOCH, P., a kol. *Softball, baseball pro trenéry všech tříd*. Praha : Tělovýchovná škola, 1987.

- KNUDSON, D. V., MORRISON, C. S. *Qualitative Analysis of Human Movement*. Champaign : Human Kinetics, 1997.
- MAŠÍN, Z. *Průpravná cvičení v softballu*. Praha : ČÚV ČSTV, 1988
- MAŠÍN, Z., PORŠ, J., SÜSS, V. *Metodický dopis: Základy softballu*. Praha : ČÚV ČSTV, 1989.
- PEARCE, D. *Softball pitching level 3*. Canada 1982.
- REDMER, B. Trunk rotation. *FastPitch World*, 1996.
- STIBITZ, F. *Pálkovaná (softbal)*. Praha : Olympia, 1968.
- SÜSS, V. *Softball a baseball: technika, herní situace, pravidla*. Praha : Grada, 2003.
- SÜSS, V., ZAHÁLKA, F. Diagnostika herních dovedností jako součást kvalitativní analýzy. In *Pedagogická kinantropologie ' 98*. Sborník z vědeckého semináře. Praha : UK FTVS, 1999.
- SÜSS, V., ZAHÁLKA, F. Monitoring of softball pitch performed by a top woman pitcher how it has changed in the course of five years of her practice. *Acta Universitatis Carolinae Kinanthropologica* Vol 37,1 – 2001. Praha : Karolinum, 2001.
- SÜSS, V. *Herní situace v softballu*. Praha : ČSA, 2000.
- VERONI, K. J. *Coaching Fastpitch Softball Successfully*. Champaign : Human Kinetics, 1998.
- WAAGE, G. WAAGE, M. *Příručka pro softballové trenéry: Úroveň 2*. Praha : ČSA, 2002.
- WAAGE, G. WAAGE, M. *Příručka pro softballové trenéry I*. Praha : ČSA, 1998.

- WERNER, S. L. Shoulder distraction force. *FastPitch World*, 1995.
- WERNER, S. L. Softball Pitching at the 1996 Olympic Games. *FastPitch World*, 1998.
- 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 konference – Liberec 22. – 23. června 2000. Liberec : KTV FP TU, 2000.*
- ZAHÁLKA, F., SÜSS, V., TŮMA, M. Hodnocení dovedností pomocí kinematických analýz. In *TÁBORSKÝ, F. Sportovní hry, trénink, výzkum, perspektivy: seminář pořádaný ČOV ve spolupráci s FTVS UK v Praze.. Praha : ČOV, 2000.*

Příloha:

Pro lepší pochopení a zpřesnění sledované tematiky přikládám k diplomové práci DVD-nosič. Jeho součástí jsou upravené videozáznamy jednotlivých nadhozů, výstupné neupravené tabulky z programu TEMA - trackEye Motion Analysis 2.3 a výsledné tabulky Bernardové (2006).