

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

**Kinematická analýza pohybu a střelby
hráče basketbalu**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

VEDOUcí PRÁCE:
Ing. František Zahálka, Ph.D.

ZPRACOVAL:
Stanislav Pantůček

Abstrakt

Název: Kinematická analýza pohybu a střelby hráče basketbalu

Cíle práce: Rozbor technické stránky způsobu provedení pohybu a vrchní střelby jednoruč ve výskoku po odrazu oběma nohama po jedno či víceúderovém driblingu. Porovnání a následné vyhodnocení pohybového cyklu intraindividuální stability jednotlivých střeleckých pokusů daného hráče a posouzení interindividuální stability provedení pohybového cyklu sledované skupiny.

Metoda: Prostorová kinematická analýza provedení pohybového cyklu při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama a plošná kinematická analýza trajektorie letu míče.

Výsledky: Získané výsledky ukazují časoprostorové řešení (v technickém provedení) jednotlivých střeleckých pokusů zkoumaného hráče, dále naznačují kritická místa a jednotlivé fáze při hodnocení daných střeleckých pokusů v analyzované skupině. Snahou je vytvoření didaktické interpretace aplikovatelné v tréninkovém procesu.

Klíčová slova: basketbal, vrchní střelba jednoruč ve výskoku po odrazu oběma nohama, prostorová a plošná kinematická analýza

Abstract

Name: Kinematics analysis o basketball player's movement and jump shot

Main task: Analysis technical method facture movement in jump shot after the one and more dribble. Comparison and subsequently resulting evaluation kinetic cycle intraindividualni steadiness single shooting attempt laid player and appreciation inter-particular steadiness fulfilment kinetic cycle tracked insider.

Method: Space kinematic analysis fulfilment kinetic cycle in jump shot and areal kinematic analysis ball flight trajectory.

Results: Adventitious record reflect spatio-temporal solving (in the technical fulfilment) single shooting attempt investigation player, below suggestive of kritical points and singles phases at classification laid shooting attempt in analyze group. Endeavour be formed didactic interpretation in traning.

Keywords: basketball, jump shot, space and areal kinematics analysis

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a použil pouze pramenů uvedených v seznamu použité literatury.

V Praze dne 4. 9. 2008


.....
Stanislav Pantůček

Touto cestou bych rád vyslovil poděkování Ing. Františku Zahálkovi, Ph.D. za odborné vedení práce, cenné rady a praktické zkušenosti, dále také PaedDr. Michaelu Velenskému, Ph.D. za rady v hodinách basketbalové specializace a také hráčům BC Spartak Rychnov nad Kněžnou za ochotu spolupracovat na této diplomové práci.

Děkuji.

Svoluji k zapůjčení své diplomové práce ke studijním účelům. Prosím, aby byla vedena evidence vypůjčovatelů, kteří musí pramen převzaté literatury řádně citovat.

Jméno a příjmení	Číslo obč. průkazu	Datum vypůjčení	Poznámka
------------------	--------------------	-----------------	----------

OBSAH

1. ÚVOD.....	10
2. BASKETBAL.....	11
2.1. Charakteristika a historie basketbalu.....	11
2.2. Basketbalové pohybové (motorické) dovednosti.....	14
2.3. Herní činnosti jednotlivce.....	15
2.3.1. Obranné činnosti jednotlivce.....	17
2.3.2. Útočné činnosti jednotlivce.....	17
2.3.2.1. Charakteristiky střelby jako útočné HČJ.....	18
2.3.2.2. Přehled dosavadních poznatků o střelbě.....	18
2.3.2.3. Základní situační faktory střelby.....	20
2.3.2.4. Druhotné situační faktory střelby.....	21
2.3.2.5. Hlavní chyby.....	22
2.3.2.6. Způsoby střelby.....	23
2.3.2.6.1. Typový příklad pohybu hráče při „jump shotu“.....	24
3. KINEMATICKÁ ANALÝZA.....	29
3.1. Pojem kinematická analýza.....	29
3.2. Videografická vyšetřovací metoda.....	30
3.3. Základní vztahy pro 2D rovinnou analýzu.....	30
3.4. Základní vztahy pro 3D prostorovou analýzu.....	31
3.5. Přístrojové vybavení a parametry techniky.....	32
3.6. Umístění kamer při 3D analýze.....	33
3.7. Určení obrazových souřadnic bodů (značek).....	34
3.8. Kalibrace a kalibrační pomůcky.....	35
3.9. Zpracování a kvalita vyhodnocených dat.....	36

4. CÍLE PRÁCE	37
4.1. Hypotézy.....	37
4.2. Úkoly.....	37
4.3. Cíle práce.....	38
5. VÝZKUMNÁ METODA	39
5.1. Metoda pozorování u kinematické analýzy.....	39
5.2. Nasnímání videozáznamu.....	39
5.3. Kinematická analýza.....	40
6. VÝSLEDKOVÁ ČÁST	42
6.1. Důležité polohy a pohyby hráče pro hodnocení při jump shotu.....	42
6.2. Intraindividuální stabilita hráče H1 v rovině XY.....	52
6.3. Intraindividuální stabilita hráče H2 v rovině XY.....	56
6.4. Intraindividuální stabilita hráče H3 v rovině XY.....	60
6.5. Intraindividuální stabilita hráče H4 v rovině XY.....	64
6.6. Intraindividuální stabilita hráče H5 v rovině XY.....	68
6.7. Interindividuální stabilita hráče H1 – H5 v rovině XY: pokus 1.....	72
6.8. Interindividuální stabilita hráče H1 – H5 v rovině XY: pokus 2.....	78
7. TABULKOVÉ VYJÁDRĚNÍ ZÍSKANÝCH VÝSLEDKŮ	84
7.1. Komentář k výsledným hodnotám hráče H1.....	84
7.2. Komentář k výsledným hodnotám hráče H2.....	86
7.3. Komentář k výsledným hodnotám hráče H3.....	87
7.4. Komentář k výsledným hodnotám hráče H4.....	88
7.5. Komentář k výsledným hodnotám hráče H5.....	89
7.6. Komentář k výsledným hodnotám hráčů H1 – H5: 1. pokus.....	90
7.7. Komentář k výsledným hodnotám hráčů H1 – H5: 2. pokus.....	92

8. DISKUZE	94
9. ZÁVĚR	99
10. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	102
11. PŘÍLOHY	103

1. ÚVOD

Ve své diplomové práci se zabývám kinematickou analýzou pohybu basketbalisty při provádění vybraných střeleckých hodů u ligových hráčů BC Spartak Rychnov nad Kněžnou. Analyzována je v moderním basketbalu jedna z nejvyužívanějších technik střelby na koš, kterou je *vrchní střelba jednoruč ve výskoku po odrazu oběma nohama*.

Jako každý týmový sport, tak i současný moderní basketbal prochází v posledních letech obdobím mnoha dynamických změn nejen po stránce sportovní (časté změny pravidel pro zrychlení hry), ale také v oblasti ekonomické (komercializace sportu, kdy se tento sport stává na profesionální úrovni byznysem) a kulturní (větší zájem diváků a s tím související návštěvnost). Basketbal se stal hrou účelnou, kdy se hlavním cílem stává vítězství ve hře. Současná hra klade větší nároky na pohybové schopnosti (především na silově vytrvalostní schopnosti), dále na basketbalové dovednosti, psychosomatické předpoklady a tělesnou zdatnost. Toto všem pak ovlivňuje především herní výkon jedinců, které pak vytvářejí kolektivní (týmový) herní výkon. Naopak do pozadí vstupují hlediska jakým je radost ze hry nebo hra na krásu.

Velké požadavky se nekladou pouze na samotné hráče, ale také na trenéry. V minulosti, kdy trenéři kladli důraz především na útočné kombinace a systémy, často docházelo z podcenění činností obranných, a tak bylo pro hráče mnohem jednodušší docílit vstřeleného koše. V současnosti se tento trend zásadně otočil a důraz je především kladen na agresivní pojetí všech obranných činností. Těsné krytí útočníka, týmová spolupráce při bránění soupeře a mnoho dalších faktorů, vede útočníky k zvyšování technické vyspělosti ve všech útočných herních činnostech jednotlivce včetně *střelby* jako konečné fáze útoku. Při zvyšování obranné agresivity musí útočník dosáhnout postavení, kdy si vytvoří relativně klidnou a bezpečnou pozici proto, aby mohl využít svých schopností a získaných dovedností a docílil úspěšně proměněné střely na koš a zároveň nebyl zablokován.

Cílem této práce je rozbor pohybu a střelby u vybraných střeleckých pokusů u druholigového týmu BC Spartak Rychnov nad Kněžnou. Týmové procento úspěšnosti střelby dle loňských statistik není příliš vysoké (při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama kleslo pod 30%).

Na základě detailnějšího rozboru lze doporučit možnosti korekce pohybu a navrhnout případné změny v tréninkových praktikách.

2. BASKETBAL

2.1. CHARAKTERISTIKA A HISTORIE BASKETBALU

Basketbal je v současnosti jednou z nejrozšířenější týmovou sportovní hrou brankového typu. Dle stávajících pravidel FIBA (Fédération de Internationale Basketball Amateur – Mezinárodní basketbalová federace) hrají dva týmy o pěti hráčích na hřišti obdélníkového tvaru o rozměrech 28 x 15metrů, kteří se mohou v průběhu hry vystřídat za určitý počet hráčů. Oproti klasickým brankovým hrám, jako je například fotbal nebo házená, se basketbal liší umístěním branek (v basketbalu košů). Basketbalový koš se z kruhu (obroučky) a desky. Vnitřní průměr obroučky, která je zavěšená vodorovně s podlahou ve výšce 3,05 metrů nad podlahou, je minimálně 450 a maximální 457 milimetrů. Toto platí pro všechny seniorské kategorie – tzn. všechny hráče a hráčky starší 11ti let. Pro minibasketbal (kategorie mladších minižáků) je koš umístěn do výšky 2,60 m nad podlahou. To přisuzuje basketbalu zvláštní ráz sportovní hry bez speciálního hráče – brankáře.

V basketbalu se všichni hráči na palubovce aktivně zapojují od útočné i obranné fáze hry a jejich funkce se nediferencují předem, jako například v ledním hokeji či fotbalu. Hráči své funkce přebírají v okamžiku, kdy mužstvo získá míč pod kontrolu nebo naopak míč ztrácí a musí začít bránit. Rovněž počítání branek (košů) je rozdílné. V basketbalu má koš hodnotu jednoho bodu (při úspěšném trestném hodu při přerušené hře), dvou bodů a tři bodů je dosaženo ze hry – v případě, je-li koše dosaženo střelbou za čarou, označují hranici tříbodového území, pak platí dosažený koš za tři body, ostatní případy pak dosahují hodnoty dvou bodů. Pravidla různých průpravných her však umožňují jak vyšší či nižší počet hráčů, tak počítání košů (bodů) podle domluvy.

Basketbal vznikl v roce 1891 na springfieldské universitě (Springfield College, Massachussets, USA), a jeho zakladatelem je Dr. James Naismith.

Dr. James Naismith považoval basketbal čistě za účelový prostředek. Byl nucen vypořádat se studenty, kteří se v zimě během hodin tělovýchovy nudili při cvičení prostných a gymnastiky. Proto se rozhodl vymyslet halovou hru, která by jim dala možnost zasoutěžit si. Když přibíl dva koše na broskve na deset stop vysoké zábradlí na opačných koncích tělocvičny, určil sběrače, kteří stáli blízko košů na žebříku a vybírali spadlé míče, a rozdělil

svou třídu do dvou devítičlenných družstev, netušil, že by mohl vyvolat ve společnosti lačné sportu téměř okamžité šílenství.

Téměř přes tato hra noc zapustila hra kořeny na středních a vysokých školách, kde opojení studenti volali po basketbalu na úkor všech ostatních sportů a aktivit. Začaly se formovat amatérské týmy a ligy a rozvíjelo se regionální soupeření. Hra dokonce překročila hranice pohlaví, dala dívkám příležitost, aby se nemusely bavit ryze mužskými sporty jako americkým fotbalem.

V lednu 1892 bylo v časopise *Triangl* otištěno prvních třináct pravidel, které zněly:

1. Míč může být házen všemi směry jednou nebo oběma rukama.
2. Míč může být odražen všemi směry jednou nebo oběma rukama (nikdy ne pěstí)
3. Hráč nesmí běhat s míčem. Musí jej odhodit z toho místa, kde jej chytil.
4. Míč musí být držen v rukou nebo mezi nimi. Paží a těla se nesmí používat k držení míče
5. Není dovoleno vrážení, strkání, držení, podrážení či udeření soupeře žádným způsobem. Porušení tohoto pravidla se počítá za osobní chybu a druhé porušení diskvalifikuje hráče až do doby, kdy je dosažen další koš. V případě, že byl prokázán zřejmý úmysl poranit soupeře, byl hráč vyloučen do konce utkání.
6. Osobní chybou je udeření pěstí, porušení pravidel číslo 3, 4 a 5.
7. Jestliže některé družstvo se dopustí tři osobních chyb po sobě, počítá se to jako koš soupeři.
8. Koše je docíleno, jestliže je míč vhozen či odražen do koše a zůstane tam.
9. Vlétne – li míč do zázemí, je vhozován do hřiště tím hráčem, který se jej první zmocní. K vhození je povoleno 5 sekund. Trvá – li déle, vhaduje soupeř.
10. Druhý rozhodčí posuzuje hráče a zaznamenává chyby. Upozorňuje hlavního rozhodčího, když se mužstvo dopustí tři osobních chyb po sobě. Má právo diskvalifikovat hráče podle pravidla čísla 5.
11. Hlavní rozhodčí sleduje míč a rozhoduje, kdy je míč ve hře, v zázemí, které straně patří a měří čas. Rozhoduje, kdy bylo dosaženo koše, a vykonává všechny ostatní povinnosti, které vykonává každý rozhodčí.
12. Hraje se 2 x 15 minut s pěti minutovou přestávkou.

13. Strana, která docílí v hrací době více košů je vítězem. V případě nerozhodného výsledku může hra se souhlasem kapitánů obou družstev pokračovat až do docílení dalšího koše.

Přes velký rozmach basketbalu byly zachovány etické principy. V jejich duchu se také ubírá i další vývoj pravidel. Ze své kolébky na springfieldské universitě začal basketbal rychle pronikat na okolní university a školy. Záhy došlo k měření sil mezi třídami, ale i mezi vybranými celky škol.

Nový sport se rozšířil nejprve na sever do Kanady a teprve těsně před koncem 19 století pronikl na jih do Střední a Jižní Ameriky. Další oblasti, kam se basketbal rozšířil, byly Filipíny, pak Čína, Japonsko, Indie a Persie. Teprve potom došlo na Evropu, kde se hra však začala rychleji rozvíjet až po první světové válce.

V současné době sdružuje Mezinárodní basketbalová federace FIBA kolem 200 členských států a další, především nově vznikající, o členství žádají. Počet registrovaných hráčů a hráček se v celosvětovém měřítku odhaduje na 300 miliónů a zcela určitě nepředstavuje číslo konečné. Orgány FIBA totiž usilují o rozšíření sportovní hry zejména mezi dětmi a mládeží. Mezinárodní basketbalová federace, která vznikla v roce 1932 z potřeby převzít kontrolu nad prudce živelným rozmachem basketbalu a z potřeby sjednotit jeho pravidla, pořádá a organizuje celou řadu soutěží na úrovni klubů i národních mužstev, a to jak z hlediska regionálního (územního či kontinentálního), tak celosvětového. Mezi nejvýznamnější patří olympijský turnaj (hrají muži i ženy jednou za čtyři roky v rámci letních olympijských her), mistrovství světa (hraje se jednou za čtyři roky v období, kdy se nepořádají LOH) a mistrovství Evropy (hraje se jednou za dva roky v období, kdy se nepořádá LOH a MS). Účast v těchto soutěžích podléhá přísným regulím FIBA a je např. podmíněna vysokou sportovně herní výkonností a umístěním v předkolech - tzn. kvalifikacích.

Za nejkvalitnější a nejpřitažlivější klubovou soutěž na světě je pokládána soutěž amerických profesionálních basketbalistů NBA (National Basketball Association). Hraje se na území USA a Kanady a její hráči – je jich zhruba 350 – jsou právem v celosvětovém měřítku považováni za nejlepší. Za své výkony jsou také výborně placeni.

Přestože NBA není součástí FIBA, smějí se od roku 1990 – na základě dohody mezi oběma organizacemi – zúčastňovat její výběry LOH a MS.

Basketbal, jehož popularita v poslední době ještě vzrostla právě zásluhou účasti amerických profesionálních hráčů na LOH 1992 v Barceloně, na MS 1994 v Torontu, na LOH 1996 v Atlantě a na LOH 2000 v Sydney, ale není doménou pouze registrovaných či dokonce profesionálních hráčů, pro něž je úsilí dosahovat co možná nejlepších výsledků v různých soutěžních výkonnostech a vrcholové úrovni vlastní a přirozené. Basketbal je dostupný všem lidem, kteří se chtějí realizovat konkrétní sportovní činností, hledají v ní především radost, uspokojení a jsou při tom ochotni podřídit svoje osobní zájmy zájmu určité sociální skupiny. Jako hra je vhodný pro děti a mládež, která v něm obvykle nachází příjemnou aktivní zábavu.

2.2. BASKETBALOVÉ POHYBOVÉ (MOTORICKÉ) DOVEDNOSTI

Dle Choutky a Dovalila (1991) je pohybová dovednost chápána jako učením získaný předpoklad správně, rychle a úsporně řešit určitý pohybový úkol. Pohybové dovednosti neobyčejně zefektivňují lidskou činnost, s jejich pomocí, zejména kombinováním a přizpůsobováním aktuálním potřebám, je možné řešit velmi složité úkoly. Pohybové dovednosti, kterých se v běžném životě velmi často využívá (chůze, běh, chytání, házení, manipulace s předměty, aj.), se postupem času buď zcela, nebo jen v dílčích pohybových aktech automatizují.

Při posouzení kvality pohybové činnosti vycházíme z hodnocení příslušné pohybové dovednosti. Pokud kvalitativní i kvantitativní charakteristiky dostávají soutěžně výkonnostní charakter, pak lze hovořit o sportovních dovednostech. „Učení se těmto dovednostem je základem technické přípravy sportovce, kdy technika představuje určitý způsob řešení úkolu dané pohybové dovednosti, zvláště s ohledem na zákonitosti pohybu.

Podstatou tréninkového procesu v basketbalu jsou učební podmínky se zaměřením na zdokonalování specifických pohybových dovedností. Basketbalové dovednosti vznikají dlouhodobým osvojováním motorického učení basketbalových herních činností. Cílem tohoto procesu je vytvoření širokého a kvalitního základu basketbalových dovedností takovým způsobem, aby tyto osvojené dovednosti uplatnil na co možná nejvyšší úrovni. Dle Velenského a Kargera (1999) se tedy herní dovedností stává každá osvojená herní činnost a její výsledek ve smyslu možnosti aplikace v utkání.

Základní rysy motorického učení dle Velenského M. a Karger (1999):

- o motorické učení probíhá uvnitř organismu jedince, kde způsobuje krátkodobé či trvalejší změny především v centrální nervové soustavě
- o motorické učení je z hlediska jeho průběhu a výsledků procesem individuálním, pro basketbalovou praxi to pak znamená dosažení různých stupňů výkonů a výsledků
- o průběh motorického učení není přímočarý a může znamenat jak negativní, tak pozitivní posuny, v průběhu učení se dochází také k tzv. „plato“, kdy nedochází ani k negativnímu, ani k pozitivnímu posunu
- o pro zahájení praxe se z hlediska motorického učení ukazuje jako nejvhodnější období mladšího školního věku, což je zhruba od 6ti do 10ti let, zadané úkoly musí odpovídat jejich fyzickým i mentálním zvláštnostem

2.3. HERNÍ ČINNOSTI JEDNOTLIVCE

Herní činnosti jednotlivce (dále jen HČJ) představují konkrétně zaměřené pohybové celky, kterými hráč plní svoje úkoly v utkání. (Velenský M., Karger, 2004). Jako každá jiná činnost mají i herní činnosti jednotlivce tři základní složky: cíl, motiv a způsob realizace.

Cílem HČJ je dosažení základů, v americké terminologii řečeno jako „basic fundamentals“, v každé základní pohybové činnosti v basketbale. Od toho se pak odvíjí i kvalita a účinnost daného pohybového projevu v herních činnostech jednotlivce. Proto je následně možné využívat herních činností ve složitějších technicko-taktických strukturách skupinového (herní kombinace) i týmového rázu (herní systémy).

Motiv vysvětlený jako podnět k činnosti vyplývá z charakteru sportovně herních podmínek, v nichž dochází k činnosti, která je chtěná a dobrovolná.

Způsob realizace tvoří cílesměrné soustavy pohybů. Je pro ně charakteristické neustálé spojení s vnímáním, s interpretací dané herní situace na úrovni odpovídajících herních úkolů a s rozhodováním. Vznik herních činností jednotlivce vysvětlujeme složitou dispoziční strukturou, jejímž jádrem je koordinace motoriky s procesy senzoričnými.

Správné rozpoznání herní situace, ve které se hráč nachází, pak udává způsob realizace HČJ. Nutno dodat, že návaznost herních situací je plynulá a z každé herní situace může vyplývat jeden i více herních úkolů a naopak jeden herní úkol může být realizovaná při změnách herní situace.

Herní činnosti jednotlivce lze popisovat pomocí mnoha charakteristik, které mají současně kompetitivní i kooperativní charakter.

Z hlediska charakteru soutěživého jde o překonání soupeře a zisku relativní výhody. Řeší se jimi střetnutí mezi dvěma soupeři, tj. situace, které se v basketbalové terminologii označují jako jeden proti jednomu.

Kooperační charakter spočívá v tom, že hráč, který vyřeší střetnutí se soupeřem ve svůj prospěch a vyřeší momentální herní úkol (uvolnit se od soupeře pro chycení míče, obejít soupeře, zabránit soupeři ve střelbě atd.), splní svou specifickou kooperační roli tím, že přispěje k dosažení cíle celého družstva.

Z hlediska sociální psychologie jsou herní činnosti jednotlivce, probíhající v těchto střetnutích, specifickým druhem nonverbální převážně pohybové dyadické interakce výrazně kompetitivního typu (Křivohlavý 1978).

Způsob provedení HČJ označujeme jako *technickou stránku*. Ve svém souhrnu vytvářejí všechny tyto pohybové celky herní motoriku. U HČJ je možné vyčlenit z technické stránky různě složité pohybové prvky, které tvoří základ techniky.

Taktickou stránku lze HČJ označit jako proces získávání a zdokonalování vědomostí a dovedností, které umožňují hráči vybírat nejlepší řešení herní situace a následně ho realizovat. Hráč pak plní taktické úkoly, které vyplývají z kompetitivního charakteru herních činností při střetnutí se soupeřem a úkoly, kdy hráč plní svou specifickou kooperační roli v družstvu. Taktické úkoly kompetitivního typu chápe Křivohlavý (1978) jako koncepční pojetí dílčích složek taktického plánu hráče. Dělí se na ty, které si hráč klade sám na sebe, na své jednání, a na ty které zaměřuje na ovlivnění jednání svého soupeře.

Dle plnění taktických úkolů se herní činnosti jednotlivce dělí na útočné a obranné. Obě činnosti jsou na sobě závislé a plynule na sebe navazují. Dají se nadále rozdělit na činnosti individuálního a vztahového typu. Speciální herní činností je doskakování, které lze zařadit do obou HČJ.

2.3.1. OBRANNÉ ČINNOSTI JEDNOTLIVCE

Cílem obranných činností jednotlivce je zamezit soupeři v docílení vstřeleného koše a odebrání míče útočnickovi – tzn. donutit útočníky k chybě.

Individuální obranné činnosti kladou důraz na samotného jedince, kdy při hraničně povolené agresivitě dochází k maximálnímu tlaku obránce na útočníka s cílem zisku míče. Do této skupiny patří:

- *krytí útočníka při střelbě*
- *krytí útočníka s míčem v pohybu (při driblování)*
- *krytí útočníka s míčem na místě (před a po driblingu)*

Obranné činnosti vztahového typu jsou oproti individuálním činnostem „obohaceny“ o spolupráci mezi jednotlivými obránci. Patří sem:

- *krytí útočníka bez míče*
- *krytí útočníků při clonění*

2.3.2. ÚTOČNÉ ČINNOSTI JEDNOTLIVCE

Cílem každého útočného snažení týmu je dosažení branky, v basketbale tedy koše. Pro dosažení co nejvyššího stupně individuální herního výkonu je nutné, aby docházelo k vzájemnému propojování všech útočných činností. Tak jako obranné činnosti, tak i činnosti útočné jsou kategorizovány do individuálních činností a činností vztahového typu.

Nejjednodušší formou individuálních činností je situace jeden proti jednomu, kterou lze považovat za „základ“ basketbalu.

- *uvolňování s míčem na místě (činnost, která předchází driblingu nebo střelbě)*
- *uvolňování s míčem v pohybu (tzv. dribling)*
- *střelba z místa, střelba v pohybu*

Vztahového charakteru jsou všechny útočné činnosti, kde je třeba účasti většího počtu hráčů – nejčastěji pak dva proti dvěma.

- *uvolňování s míčem na místě (tato činnost předchází přihrávce)*
- *přihrávání a chytání míče na místě i v pohybu*
- *uvolňování bez míče*
- *clonění*

2.3.2.1. CHARAKTERISTIKY STŘELBY JAKO ÚTOČNÉ HČJ

Střelba je konečnou fází útočného snažení jednotlivce, respektive celého týmu, jejímž cílem se stává vhození, dopíchnutí či odbití míče do koše soupeře. Střelba, v americké terminologii nazváno jako „shooting“, nabízí v současném moderním basketbalu široké spektrum způsobů provedení (střelba z místa, po předchozím pohybu), směrů a vzdáleností, ze kterých je prováděna. Dále je samotný proces střelby závislý na činnostech, které tento akt přecházejí (při nynějším agresivním pojetí obrany jde především o nalezení relativně klidné pozice na střelu).

Zřejmě nejcharakterističtějším rysem je přesnost a efektivita. „Přesnost nebo úspěšnost je podmíněna využitím všech kladných momentů a prvků s omezením, popřípadě vyloučením všech záporných vlivů.“ (Dobry a Velenský, E., 1987).

Efektivita střelby je do určitého stupně ovlivněna vlastním provedením pohybu. To klade velké nároky na její učení. Dle Wissela (1994) je střelba nejdůležitější dovedností v basketbalu, protože dobrá střelba může často překonávat slabé místa v jiných základních herních dovednostech.

2.3.2.2. PŘEHLED DOSAVADNÍCH POZNATKŮ O STŘELBĚ

Basketbalová střelba obecně je ve sportovních hrách brankového typu ojedinělým způsobem zakončení. Provedení vyžaduje velké nároky na koordinaci a přesnost v celé její fázi. Požadavek přesnosti provedení se již stal nápadem pro řadu přesných charakteristik, které vzešly z prováděných výzkumů. Značná část prováděných šetření technické vyspělosti

hráčů při provádění střely na koš jsou biomechanického rázu. Proto popis (popis je empirický, kdy se jen výjimečně objevuje některé objektivní kinematické údaje) a rozbor techniky můžeme nalézt ve většině učebnic basketbalu. Je podstatné v těchto šetřeních doplnit, že dochází k vypuštění mnoha faktorů, které ovlivňují hráče v herních podmínkách.

Právě oblast kinematické analýzy je zatím v tomto sportu oblastí moc neprobádanou, jelikož se studie herních činností jednotlivce včetně střelby týkaly především onoho biomechanického hlediska. Proto tato práce směřuje k cíli rozboru pohybu z hlediska kinematiky.

Chronografie dosavadních poznatků o střelbě ve vztahu k úspěšnosti střelby:

- 1955 – Keraminas se zabývala úspěšností střelby ve vztahu se vzdáleností od koše
- 1957 – Dowgird a Slupik zkoumali vztahy mezi tvarem ruky a úspěšností střelby.
- 1963 – Dobrý ve své knize píše, že podstatou střelby v basketbalu je šikmý vrh, kdy míč putuje po pomyslné parabole. Rozdíly vznikají mezi střelbou na čistý koš a střelbou o desku. Největší úspěch na čistý koš by měla mít střela, která směřuje na čistý koš pod určitým úhlem, aby dráha letu míče procházela košem.

Střelba na čistý koš je náplní i naší práce, a tak se zde zmíním o několika nejdůležitějších faktorech, které střelbu na přímý koš ovlivňují:

- *počáteční rychlost* (dána silou a dráhou, po které síla působí)
 - *úhel vypuštění míče*
 - *gravitace* (vzhledem k malým rozdílům výšky střelby lze uvažovat za konstantní)
-
- 1969 – Wolkamer a Jessen studovali vliv zvukových a zrakových podnětů na výkon ve střelbě
 - 1968 – Golomazov a Petrov prokázali špatný vliv vzdálenosti od koše na úspěšnost střelby
 - 1971 – Polijevkij a Danilov se zabývali přesností při svalovém vypětí prstů při střelbě

V roce 1987 shrnuli Dobrý a Velenský E. ve své knize výsledky biomechanických výzkumů, které byly prováděny u vrchní střelby jednoruč v výskoku po odrazu oběma nohama u průměrných a vrcholových hráčů.

	Průměrní hráči	Vrcholoví hráči
Výška výskoku	Nižší	Vyšší
Poloha trupu	Odkloněná od vertikální osy	Téměř vertikální
Poloha lokte	Odkloněná od spojnice míč – koš	Téměř na spojnici míč – koš
Nestřílející ruka	Brzy se odtahuje od míče	Je dlouho na míči, odtáhne se později
Rychlost udělená míči	Značně vysoká	Mnohem nižší
Doba od dosažení nejvyššího bodu výskoku do vypuštění míče	Velmi krátká (0,021 s)	Mnohem delší (0,079 – 0,086 s)
Celkové provedení	Chybí koordinace jednotlivých dílčích pohybů	Pohyb je plynulý, konzistentní

Tabulka 1: Výsledky u průměrných a vrcholových hráčů při střelbě jednoruč z výskoku po odrazu oběma nohama (Dobrý, Velenský, E., 1987)

2.3.2.3. ZÁKLADNÍ SITUAČNÍ FAKTORY STŘELBY

Pokud budeme hovořit o vzdálenosti hráče s míčem od koše v okamžiku střelby, pak se vzdálenost od koše dělí na:

- *krátkou* (od 2 metrů) - proměnlivost situačních faktorů je v krátké vzdálenosti od koše hojná.
- *střední* (3 – 6 metrů) – proměnlivost omezenější, kdy se hlavním měřítkem stává herní situace, při které vzdálenost střelce je dostatečně velká pro klidnou střelu

- *dlouhá* (nad 6,25 metrů) – typická střední vzdálenost mezi hráčem s míčem a obráncem. Střelba z této vzdálenosti získala jiný „rozměr“ v roce 1984, kdy byla zavedena hranice (čára) tříbodového území

Jedná-li se o postavení hráče s míčem a soupeře vzhledem ke koši nebo ke koncové čáře na přední polovině:

- *obránce se nachází mezi hráčem s míčem a košem*
- *obránce je blíže koncové čáře než útočník, ale není mezi nimi koš*
- *obránce se nachází vedle hráče s míčem*
- *útočník je blíže koncové čáře než obránce*

Poslední hlavním situačním faktorem je vzdálenost mezi hráčem s míčem a soupeřem, kdy se tato vzdálenost dělí na:

- *krátkou* – při střelbě z krátké vzdálenosti se budou vyskytovat všechny faktory týkající se postavení hráče a soupeře
- *střední* – vyskytuje se především u střelby z dlouhých vzdáleností

2.3.2.4. DRUHOTNÉ SITUAČNÍ FAKTORY STŘELBY

Do této oblasti spadají především herní činnosti, které se vyskytují v herních situacích, které střelbě předchází v jednotlivých vzdálenostech od koše. Také přítomnost soupeře určuje druhotné situační faktory (především jeho pohyb, výška, poloha paží, atd.).

Druhotné situační faktory při střelbě z krátké vzdálenosti:

- Dlouhý přímý únik bez míče a chycení míče v pohybu po přihrávce (krátká, dlouhá)
- Krátký nebo dlouhý únik driblingem
- Doskočení
- Chycení na místě

Druhotné situační faktory při střelbě ze střední a dlouhé vzdálenosti:

- Chycení míče na místě
- Chycení míče po přihrávce od spoluhráče, který se pokusil o únik driblinkem pod koš
- Opakovaná přihrávka mezi dvěma spoluhráči
- Únik driblinkem (bez drilinku) různě dlouhý a různě rychlý a zakončený zastavením
- Clonění

2.3.2.5. HLAVNÍ CHYBY VE STŘELBĚ

Dle Velenského M. a Karger (1999) lze určovat u hráče tyto hlavní chyby:

- Postoj na napjatých nohách – hráč ztrácí stabilitu, přepadává dopředu, dráha letu míče je plochá a směřuje dopředu
- Postoj na napjatých nohách – pohybový impuls vzniká převážně v pažích, míč letí na koš příliš prudce nebo naopak hráč nemůže na koš dohodit
- Zastavený pohyb nohou – hráč nepřenesl plynulý pohyb nohou přes trup na ruce nebo střelba bez propnutí kolen (hráč střílí z podřepu)
- Příliš hluboký postoj (nižší podřep až dřep) – vznik a přenos pohybového impulsu (koordinace nohy – ruce) je pomalý, celé provedení je pomalé a neodpovídá potřebám výbušného provedení v herních podmínkách
- Postoj s předklonem trupu („vystrčený zadek“) – hráč pak přepadává dopředu, dráha letu míče je příliš plochá a taky směřuje dopředu
- Postoj se záklonem trupu – hráč při odhodové fázi zapojuje i pohyb trupu vpřed, přepadává, dráha letu míče směřuje dopředu
- Postoj s opačnou nohou vpředu (u střelby jednoruč) – jde o princip vrhů nebo přihrávek jednoruč – pohyb pak směřuje dopředu, dráha letu míče je plochá a příliš prudká
- Chybné držení míče – obě ruce jsou na míči u sebe, prsty nejsou roztažené nebo jsou roztažené křečovitě – napjatá dlaň, druhá ruka nepřidrží míč ze strany
- Držení míče příliš za hlavou – hráč má sklon propínat paže nikoli směrem vzhůru, ale vpřed

- Chybná poloha loktů – lokty jsou buď příliš křečovité u sebe (pak balastní pohyby hlavy a trupu), nebo loket odhodové paže směřuje příliš vně (pak plochá dráha letu míče)
- Balastní pohyby nohou – hráč před střelbou všelijak přešlapuje a urovnává postoj nebo „pumpuje“ v kolenou - může být u hráče vyjádřena jeho nejistota
- Chybný postoj a poloha paží po odhodu – pohyb paží je nedotažený, celý pohyb směřuje dopředu, paže spadnou dolů – hráči chybí jistota provedení
- Odhod míče bez sklopení zápěstí a udání zpětné rotace míči – ve většině případů znamená nepřesný pokus

2.3.2.6. ZPŮSOBY STŘELBY

Jako se vyvíjely hody ve všech sportovních hrách brankového typu, vyvíjela se i střelba na koš až do současného moderního pojetí. Proto je pro současné agresivní pojetí basketbalu typická různorodost „dopravení“ míče do soupeřova koše. Pokud chceme v této práci analyzovat nynější základ střelby, kterým se stala **vrchní střelba jednoruč ve výskoku po odrazu oběma nohama** (v americké terminologii nazváno jako „jump shot“), je nutné pominout všechny herní činnosti, které střelbě předcházejí. Nejčastěji využívané způsoby střelby (výše zmíněné způsoby střelby) jsou popsány v kapitolách 2.3.2.6.1. a 2.3.2.6.2.



Spodní střelba jednoruč („lay – up“) – tento způsob střelby se nejčastěji využívá při zakončení v pohybu z bezprostřední blízkosti koše. Při tomto typu střelby je nejčastěji používána basketbalová deska. Střela začíná ve chvíli, kdy hráč z předchozí pohybu (dvojkrok levá – pravá) chytí míč do obou rukou (přenáší míč mezi své tělo a obránce). Následně dochází k prudkému odrazu a ostrému trčení pravého kolene směrem vzhůru. Pravá ruka směřuje co nejvíce vysoko za míčem (tzv. donáší ho do koše) a zápěstí levé ruky se od míče odtahuje. Míč pak putuje přes vztyčené zápěstí a konečky prstů na desku či přímo na koš.



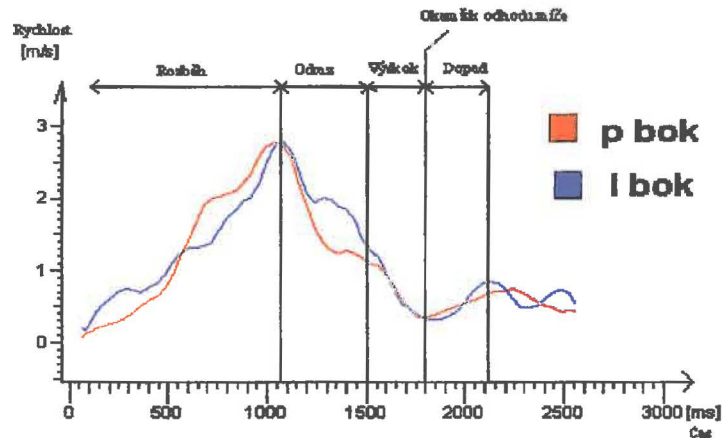
Bočná střelba přes hlavu („hook shot“) – Hook shot nejčastěji používají střední útočníci (podkošovní hráči), kteří by tento způsob střelby měli ovládat oběma rukama. Tato střelba se dá provádět po skončení driblingu, obdržení přihrávky, otočky nebo doskoku. U pravorukého háku dochází k otočení hráče kolem vertikální osy doleva a následnému odrazu a trčení pravého kolene vzhůru, míč je držěn ve střelecké ruce (druhá ruka se dříve odtahuje) a putuje kolmo vzhůru. Po plynulém odhodu míče (levá ruka se již odtáhla) putuje obloukem ke koši. Po dobré technice vystřelení je hráč schopen následného doskakování.

Další méně využívané způsoby střelby: spodní střelba obouruč, vrchní střelbě jednoruč z místa (nejčastěji využívané při střelbě trestných hodů – „free throw“), střelba dopichováním („tip“), střelba po odrazu z jedné nohy ze střední vzdálenosti („running jumper“) nebo zasmečováním („dunk“).

2.3.2.6.1. TYPOVÝ PŘÍKLAD POHYBU HRÁČE PŘI „JUMP SHOTU“

Technika této střelby představuje velmi náročný pohybový projev z hlediska zautomatizované koordinace, který se efektivně uplatňuje v herních podmínkách. Modelový příklad pohybu při vrchní střele jednoruč po odrazu oběma nohama je prováděn po započetí driblingu a následném tzv. „stop-jumpu“. Pohyb lze rozdělit do několika fází, přičemž dochází k jejich plynulému navazování:

- Přípravná fáze hodu - patří sem všechny pohyby a úkony, které hráč vykoná do okamžiku zamíření na koš. Patří *sem postoj a rozběh*.



Obr. 1: Graf dopředné rychlosti vybraných bodů s vymezenými fázemi na ose y v průběhu jump shotu

Postoj: Každý hráč by si měl vybrat takový, který mu nejlépe vyhovuje. V těchto případech nedochází k žádnému projevu vnějších změn pohybu. Postoj by měl být stabilní na mírně pokrčených dolních končetinách, kdy je šíře chodidel zhruba na šíři ramen.

Rozběh: Tato fáze pohybu slouží k získání výhodného místa pro bezpečnou střelbu a



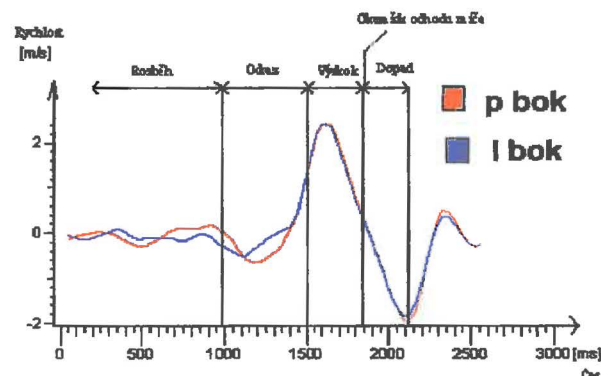
zisku energie pro odraz a následné vystřelení na koš. V rozběhu hráč získává kinetickou energii (pohybová), která se pak v dalších fázích pohybu mění na energii potenciální (polohová). Rozběh je prováděn nejčastěji ze dvou kroků, záleží na podmínkách, kde hráč stojí a kam bude jeho pohyb směřovat. Rychlost běhu určují tři složky: složka dopředná (hodnoty na ose x), složka vertikální (hodnoty na ose y) a složka transverzální (na ose z – v plynulém přímočarém pohybu lze

zanedbávat). Pokud se hráč rozbíhá ze stoje, pak jeho dopředná rychlost stoupá až do maximálních hodnot projevujících se v konečné fázi rozběhu (k její kulminaci tedy dochází těsně před dopadem nohy, která začíná pohyb brzdit). Pokud již hráč vykonával nějakou předchozí činnost, pak je nárůst těchto hodnot mírnější. Vertikální rychlost (tedy snižování a zvyšování pomyslného těžiště těla v čase směrem k podlaze) hráče závisí na kontaktu nohy s podložkou - v době odrazu a dopadu nohy je vertikální rychlost vyšší, naopak v době krátkého letu mezi jednotlivými kroky je nižší. Je nutné doplnit, že záporné hodnoty



vertikální rychlosti vyskytující se na obrázku 2 reprezentují pouze směr pohybu hráče (hráč tedy svůj pohyb brzdí). Rychlost je vždy pouze kladná. U trajektorie pohybu boků na ose y záleží na odrazu nohy, krátkém letu a dopadu obdobně jako vertikální rychlostí, kdy dochází k mírnému či výraznějšímu pohybu boků vertikálním směrem. Faktor, který ovlivňuje pohyb boků je také výška driblingu (rozdíl mezi tzv. nízkým, polovysokým a vysokým driblingem). Míč je v průběhu celé fáze odražen od země (takovým způsobem, aby nebylo porušeno pravidlo o krocích a přerušeni driblingu) a na konci rozběhu chytán do obou rukou.

- o Hlavní fáze hodu – v této fázi dochází k *odrazu, letu a odhodu míče*. Pohyb je ovlivněn předchozím rozběhem a měl by být prováděn velmi dynamicky, tak aby při střele došlo k momentu překvapení a hráč nebyl zablokován oponentem. Začíná dopadem na patu napnuté levé brzdící nohy (u pravorukých hráčů). Následné přitažení pravé nohy a výrazné brždění dopředné rychlosti vede k maximálnímu snížení boků v průběhu celého pohybu. Hlavní fáze hodu končí opuštěním míče z odhodové ruky. Na plynulosti hlavní fáze závisí velikost výskoku a úspěšnost střelby.



Obr. 2: Graf vertikální rychlosti vybraných bodů s vymezenými fázemi na ose y v průběhu jump shotu



Odraz: Před samotným odrazem dochází k brzděnému dvojkroku (podobnost lze nalézt v brždění při smečování ve volejbalu). Transformace impulsu horizontální rychlosti na rychlost vertikální může být prováděna dvěma způsoby – dopadem na obě nohy současně nebo dopadem levá – pravá u pravorukého hráče a pravá – levá u hráče levorukého. Dopředná rychlost plynule klesá až do okamžiku, kdy hráč dosahuje kulminačního bodu výskoku (hodnota se blíží 0,

ale této hodnoty nedosáhne (hráč by se při svém pohybu úplně zastavil) → důsledek předchozího rozběhu Proto hráč v době letu směřuje stále mírně vpřed. V době nejvyššího snížení boků, kdy hráč přisouvá druhou brzdící nohu, dosahuje také vertikální rychlost výrazného snížení a v těchto momentech dochází k transformaci dopředné rychlosti na rychlost vertikální. Naopak v době posledního kontaktu nohy s podložkou, kdy dochází k ukončení odrazu důsledkem propnutí kolen, dosahuje vertikální rychlost svého maxima. Boky se v tomto okamžiku nacházejí ve výšce, která je téměř totožná k výšce postoje před zahájením pohybu. Míč je v této fázi pevně držen oběma rukama, přičemž zápěstí střelecké ruky se v průběhu odrazu dostává „pod míč“. Druhé zápěstí směřuje konečky prstů ve směru pohybu a míč přidržuje na levé straně (u pravorukého hráče).



Letová fáze: Po opuštění podložky dochází ke stabilizaci těla s plynulým zdvihem míče nad hlavu a postupným propnutím lokte střelecké paže směrem vzhůru. Druhá ruka stále přidržuje míč. Především díky působení tíhové síly dochází ke snižování obou rychlostí (horizontální i vertikální). Naopak zdvih boků pokrčuje až do okamžiku, kdy nejčastěji dochází k odhodu míče. Výška výskoku ovlivňuje několik činitelů: plynulý a stupňovaný rozběh, včasná i transformace horizontální rychlosti na rychlost vertikální, mírné snížení boků aj. Pokud je toto zachování, pak se hráč odráží spíše do výšky nežli vpřed. Dále je také výška výskoku dána předchozí činností, kterou hráč provedl před samotnou hlavní fází střelby – pokud hráč provádí jump shot hned po chycení přihrávky od spoluhráče nebo jako v tomto případě po tzv. „stop-jumpu“ (tedy jedno či víceúderovém driblingu).

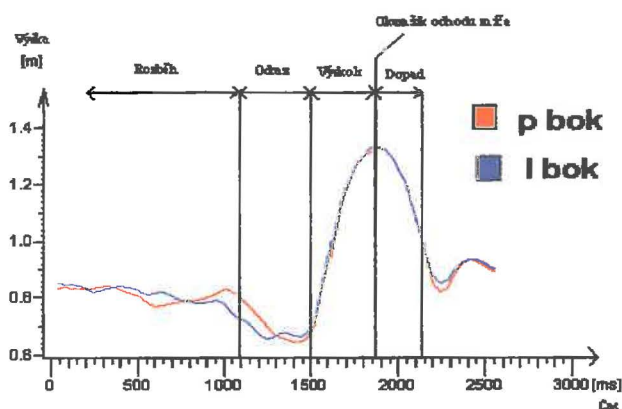
Okamžik odhodu míče: Dochází ke sklopení zápěstí střelecké ruky, druhá ruka se v tomto okamžiku od míče odpoutává. Tímto pohybem dostává míč zpětnou rotaci, která zajišťuje větší stabilitu dráhy letu míče. V tomto okamžiku dochází k maximálnímu zdvih boků. Odhod je pak v závislosti na kulminaci výskoku proveden buď před okamžikem, v okamžiku, nebo po okamžiku kulminace výskoku. V tomto časovém období dosahuje dopředná rychlost svého minima. Křivka vertikální rychlosti v okamžiku kulminace výskoku prochází nulovou hodnotou a znaménko + se mění na -.

- Závěrečná fáze hodů – Pohyb paže pokračuje plynule za odhozeným míčem směrem ke koši a zápěstí je nadále sklopeno. „Sledování míče rukama (v americké terminologii nazváno jako „follow-through“ jsou dle Velenského M. a Karger (1999) konečnou fází správného provedení střelby. V době klesání výskoku dochází k plynulému snižování všech tří hlavních zmiňovaných komponent. Doba letu hráče je ukončena *dopadem*.



Dopad: Samotný dopad již nemá vliv na samotnou střelu. Správný dopad má být měkký a tlumený přes mírně pokrčené dolní končetiny. Hráč nejprve dopadá na špičky, poté na celé chodidlo. Správný dopad má nejen kladný vliv na absorpce nárazu (především klouby kolenní a kyčelní jsou hodně namáhány), ale také nám signalizuje, že se v předchozích fázích nevyskytla závažnější chyba. V době prvního kontaktu s podložkou dochází k mírnému nárůstu dopředné rychlosti, naopak zbylé dvě komponenty (vertikální rychlost a zdvih boků) dosahují maximálně záporných hodnot – kdy hráč tlumí náraz na podložku. Dle plynulého provedení pak následuje brždění pohybu až do úplného zastavení.

Pokud hráč provede všechny popsané prvky správným způsobem, pak se výsledkem stává vysoký oblouk, který vykresluje trajektorii letu míče na koš. Míč získává díky sklopenému zápěstí a odhodu míče přes konečky prstů v okamžicích odhodu míče zpětnou rotaci, a proto se otáčí se kolem podélné osy vzad (v tomto případě nám podélnou osu určuje osa z).



Obr. 3: Trajektorie pohybu vybraných bodů s vymezenými fázemi na ose y v průběhu jump shotu

3. KINEMATICKÁ ANALÝZA

3.1. POJEM KINEMATICKÁ ANALÝZA

Kinematika je částí mechaniky, která se zabývá klasifikací a popisem různých druhů pohybu, ale nezabývá se jejich příčinami (Elliot, B.,1992). Kinematická analýza je tedy metoda, která poskytuje základní informace o pohybu či poloze bodů, tělesa (těla), či soustavy těles v daném časovém období. Jejím cílem je hodnocení a popis vnějšího pohybového projevu těla a jeho segmentů v určitém čase. Hlavními fyzikálními veličinami jsou čas a prostor. Dalšími odvozenými fyzikálními veličinami jsou rychlost, zrychlení, úhel, úhlová rychlost apod. Tyto výstupní hodnoty nám pak určují hodnoty, které spadají do kvantitativní metody kinematické analýzy. Kvantitativní metoda nám tady určuje číselné hodnoty vyjádřených fyzikálních veličin. K získání měřených hodnot je nutné odpovídající vybavení, které nám umožní měřit s co nejmenšími nepřesnostmi (několik kamer, kalibrační krychle, atd.)

Opakem tohoto případu je analýza kvalitativní. Hlavní nároky jsou v tomto případě kladeny především na odbornou způsobilost, znalosti a dovednosti daného pozorovatele. Při této analýze není oproti analýze kvantitativní takový nárok na technické vybavení.

<i>Veličina</i>	<i>Značka</i>	<i>Jednotka</i>	<i>Značka</i>
čas	t	sekunda	s
dráha	s	metr	m
lineární rychlost	v	metr za sekundu	$m \cdot s^{-1}$
lineární zrychlení	a	metr za sekundu na druhou	$m \cdot s^{-2}$
úhel	φ	radián	rad
úhlová rychlost	ω	radián za sekundu	$rad \cdot s^{-1}$
úhlové zrychlení	ε	radián za sekundu na druhou	$rad \cdot s^{-2}$

Tabulka 2: Základní kinematické veličiny a jejich jednotky dle Janury, Zahálky (2004)

Herní dovednosti v basketbalu mají po většinu času dynamický (silově rychlostní) charakter, a tak je při analýze těchto pohybů nezbytné použít zařízení schopné zachytit a

vyhodnotit i při poměrně vysokých rychlostech většinu základních charakteristik. Nejvhodnější metoda pro tuto analýzu je videografická vyšetřovací metoda, která je v současné při kinematických analýzách považována za standardní.

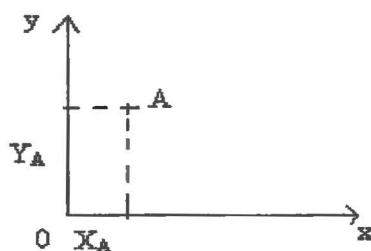
3.2. VIDEOGRAFICKÁ VYŠETŘOVACÍ METODA (KINEMATOGRRAFIE)

Základem této vyšetřovací metody je rozbor vybraných bodů, segmentů nebo celého těla na principu hodnocení videozáznamu. Primárním cílem je označení bodů v průběhu záznamu pohybové činnosti, které nám určují základní veličiny. Budeme-li chtít popsat určitou pohybovou činností, musíme složitou strukturu těla člověka zjednodušit na jednotlivé body. V biomechanice je nejznámější 14ti bodový model lidského těla. Jednotlivé body jsou: hlava a krk, trup a pravolevé nadloktí, předloktí, ruka, stehno, bérce a noha. Nejjednodušší je způsob, kdy dochází k nahrazení jednoho členu řetězce kinematickými dvojicemi nejvýše se dvěma dalšími členy a členy pak tvoří mnohoúhelník.

Pro videografickou vyšetřovací metodu je také důležité určit souřadný systém a prostor, kde budeme pohyb sledovat a měřit. Mezi nejznámější souřadné systémy patří polární (úhlový), sférický (kulový), cylindrický (válcový) nebo kartézský souřadný systém. Všechny základní vztahy pro 2D rovinnou i 3D prostorovou analýzu jsou odvozeny pro tuto diplomovou práci z kartézské soustavy souřadnic (viz obr. 4 a 5). V případě určení prostoru se užívají různé kužely, popřípadě značky nalepené na zem.

3.3. ZÁKLADNÍ VZTAHY PRO 2D ROVINNOU ANALÝZU

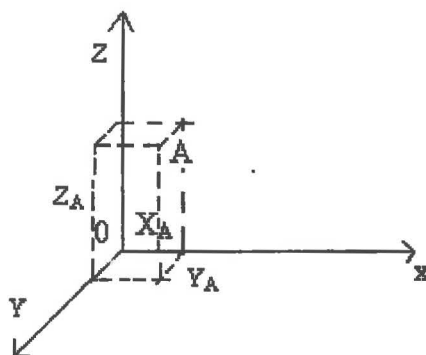
Tato analýza se používá při rozboru filmového záznamu či videozáznamu v jedné rovině (ploše). Nejjednodušší vyjádření 2D analýza je při kolmém postavení kamery (při této analýze postačí pouze jedna kamera) na hodnotící objekt. Pouze pokud je sledovaný pohyb kolmý na danou optickou osu kamery, lze pak vypočítat měřené veličiny jako je velikost segmentů, vzdálenost pozorovaných bodů, či jednotlivé uhly mezi pozorovanými částmi těla. Pokud ovšem pohyb z kolmé roviny vybočí, pak jsou již hodnoty zkresleny (záleží na velikosti vybočení segmentů). V této diplomové práci se tento způsob analyzování uplatňuje při rozboru trajektorie letu míče.



Obr. 4: Určení polohy bodů v kartézské soustavě souřadnic 0_{xy} pro 2D plošnou analýzu

3.4. ZÁKLADNÍ VZTAHY PRO 3D PROSTOROVOU ANALÝZU

V rámci prostorové analýzy je nutné „obohatit“ dvojrozměrnou rovinnou soustavu souřadnic x, y o třetí osu z . Daný bod je pak jednoznačně určen polohou vycházející z propojení všech tří základních os, tedy bod A je dán souřadnicemi $A = [X_A, Y_A, Z_A]$. V tomto případě pak v závislosti na čase můžeme v prostorové analýze měřit veličiny jako je rychlost, dráha (trajektorie pohybu určených bodů), či zrychlení. V prostorové analýze již nedochází k rovinnému zkreslování velikosti částí segmentů, segmentů či těla jako celku. Po zadání kalibračních hodnot nám vychází reálný obraz. Nutností při těchto analýzách je využití více snímacích zařízení společně se zařízeními, které nám určují reálné hodnoty souřadnic – kalibrační krychle atd. Výsledkem jsou pro nás reálné hodnoty zkoumaného pohybu.



Obr. 5: Určení polohy bodů v kartézské soustavě souřadnic 0_{xyz} pro 3D prostorovou analýzu

3.5. PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ A PARAMETRY TECHNIKY

Lidské oko na rozdíl od optického hledí videokamery dokáže rozlišit 3D prostor a tedy i přibližné vzdálenosti, rychlosti atd., které se v tomto prostoru v daný časový okamžik odehrávají. Běžná kamera nikdy tento prostor nezachytí (zachytí pouze rovinný 2D obraz), a proto je nezbytné použít dvou, lépe tři videokamer. Pomocí počítačových programů se následně vytvoří prostorový model pohybu těla či jeho částí. Kinematickou analýzou snímaného pohybu se poté dají určit skutečné rozměry lidského těla. Technika v nynější moderní době pracuje na digitální bázi a je součástí každého pracoviště zabývající se motorikou. Nemusí to být pouze pracoviště sportovní, ale také například pracoviště lékařské.

Vybavení pro kinematickou analýzu:

- *videokamera* – bez záznamové jednotky převádí reálný obraz na videosignál
- *záznamová videokamera* – videokamera obohacená o záznamovou videokazetu
- *videorekordér* – vybavení, který přenáší magnetický záznam na magnetické médium (páska na videokazetě)
- *kamkodér* – videokamera s videorekordérem v jednom bloku
- *osobní počítač (PC – personal computer)* – vybavení sloužící pro přenos, transformaci a analýzu záznamu pohybové činnosti

Hlavní výhodou videotechniky dle Janury, Zahálky (2004) je možnost uchování záznamu pohybu. Záznam pohybů prováděných velkou rychlostí nebo ve ztížených prostorových podmínkách. Opakované vyhodnocení pohybové sekvence a porovnání provedení pohybu u více jedinců současně.

3.6. UMÍSTĚNÍ KAMER PŘI 3D ANALÝZE

V případě snímání 3D pohyb je nutné použít nejméně dvou kamer. Nejvhodnější je umístění kamer takovým způsobem, kdy jejich se úhel mezi jejich optickými osami blíží 90° a rozmístění kamer připomíná tzv. deštník. Je mnoho faktorů, které ovlivňují správné umístění kamer, jednou z ní je například i zkušenost osoby, která natáčení provádí.

První faktor, který ovlivňuje nastavení kamer, je *vzdálenost od snímaného pohybu*. Především při natáčení rychlejších pohybů musí být kamera umístěna v dostatečné vzdálenosti od pohybujícího se objektu, tak aby byl pohyb zachycen po celou dobu jeho trvání. Naopak příliš oddálený pohled nám neumožňuje rozlišit požadované detaily.

Druhým faktorem je *prostor, ve kterém se pohyb zaznamenává*. Nejvhodnější je prohlídka prostoru ještě před umístěním kamer, tak aby při následném natáčení nedocházelo k zakrývání zorného pole. V místech, kde se například konají závody, je pro rozmístění kamer důležité, aby si „kameraman“ vytvořil speciální prostor, ve kterém se nebudou pohybovat diváci, a tak aby i snímaný objekt nebyl zakryt.

Dalším faktorem je *osvětlení vymezeného prostoru*. Jedná-li se o přírodní podmínky, není v naší kompetenci příliš měnit světelné podmínky. Obraz pak může být „podsvícen nebo přesvícen“. Toto má pak za důsledek ztrátu některých detailů na sledovaném cíli. Pokud budeme používat umělé osvětlení (halogeny atd.), tak bychom je měli rozmisťovat rovnoměrně takovým způsobem, aby jejich světelný zdroj nikdy nešel přímo proti objektivu kamery. Umělé světlo také může „vyvolat“ stíny, které nám následně mohou měnit tvary objektu.

Důležitým faktorem je také *pozadí za objektem*. Pozadí za objektem by mělo být jednotné barvy, nejlépe v kontrastu vzhledem k barvám na snímaném tělesu. Proto není vhodné, aby se barva pozadí podobala barvě kůže těla – béžová, hnědá.

Posledním faktorem, který ovlivňuje rozmístění a funkci kamer je okolní *počasí*. Tak jako působí výkyvy počasí na lidský organismus, stejným způsobem působí i na záznamovou mechaniku. Nejen již výše zmíněné světelné podmínky, ale i vlhkost, mlha, sněžení, déšť nebo vítr může zhoršovat kvalitu záznamu. Všechny tyto hlediska mají negativní vliv i na napájení (brány baterie), jelikož zkracují jejich životnost

3.7. URČENÍ OBRAZOVÝCH SOUŘADNIC BODŮ (ZNAČEK)

Odečtení obrazových souřadnic bodů se provádí pomocí speciálního počítačového programu. Operátor pak pomocí počítačové myši zadává „bod po bodu“ do systému. Pro zjednodušení zadávání bodů se používají různé identifikační značky, které se umisťují na lidské tělo. Hlavními vlastnostmi značek jsou velikost, tvar a barva. Odečtení lze provádět třemi různými způsoby: automaticky, poloautomaticky a manuálně, které lze v průběhu odečtu měnit.

Automatický odečet značek je založen na světelném kontrastu jednotlivých obrazových bodů s pozadím. Tento způsob vyhodnocování je nejrychlejší a nejvíce eliminuje subjektivní chyby vyhodnocovatele. Celý proces začíná určením bodu v obrazu a zadáním zvoleného obrazce, ve jehož středu je činitel hledané značky. Dalším krokem je ohraničení oblasti, ve které se bude daný bod v průběhu pohybu „pohybovat“. Poté si již daný program vygeneruje bod v průběhu celého pohybu. Při automatickém odečtu musí být zachována viditelnost alespoň dvou kamer po celou dobu, kdy je pohyb snímán.

Manuální odečet provádí operátor sám bez pomoci systému dle svého subjektivního uvážení a po zadání oblasti si polohu středu značky v průběhu pohybu „vyhodnotí počítač sám“. Hlavní nevýhodou oproti automatickému odečtu je subjektivní chyba a dlouhá doba trvání analýzy, naopak výhodou je použití tzv. „lupy“ pomocí které lze zvětšit obraz daného segmentu a také možnost umístění bodu například do oblasti kloubů – složité lidské mechanismy, ve kterých dochází ke změnám ve středu otáčení.

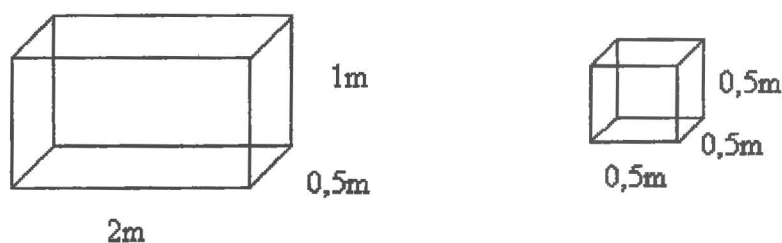
Poloautomatický odečet vzniká spojením předešlých dvou způsobů získávání dat. V tomto případě po určení bodu na obrazu vyhledává polohu značky počítač a vyhodnocovatel pouze stvrzuje či opravuje zadané body. Využívá se nejčastěji v situacích, kdy dochází k částečnému či úplnému zakrytí některého bodu. Výhodou je také snadná korekce všech určených bodů najednou. Jako při manuálním odečtu je nevýhodou časová náročnost.

3.8. KALIBRACE A KALIBRAČNÍ POMŮCKY

„Provedení kalibrace při analýze záznamu je jedním ze základních kroků, které určují závislosti mezi skutečnými velikostmi a odpovídajícími údaji, získanými na záznamu“. (Janura, Zahálka, 2004). Při kalibraci v 3D analýze je důležité, aby nedocházelo k posunům kamery, protože každá nová poloha kamery, zvětšení nebo prostorového uspořádání, vyžaduje novou kalibraci, a tak i nárůst chyb. Další nárůst chyb spočívá při získávání dat mimo kalibrovaný prostor. Pro minimalizaci odchylek je nutná nejen kalibrace prostoru, ale také kalibrace kamery. Pro kalibraci lze použít různé kalibrační rámy – tyče, pruty, řetězce, lana, které jsou buď postaveny na přímo podlaze, nebo můžou být v prostředí zavěšené na strop.

Kalibrace kamery spočívá v nalezení odlišností souřadnic zanalyzovaných bodů od jejich pravých souřadnic, které určují kvalitu vyhodnocovaných dat v závislosti na použitých přístrojích. Pro kalibrace kamer se používají obrazce, který zaplní celý snímaný prostor, aby bylo možné zhodnotit tuto změnu v závislosti na „usazení v obraze“.

Kalibrace prostoru určují souřadnice známých bodů v prostoru (body, jejichž vzdálenost je přesně definovaná), které určují změny mezi obrazovou a reálnou soustavou souřadnic.



Obr. 6: Příklad kalibračního kvádrů a krychle

3.9. ZPRACOVÁNÍ A KVALITA VYHODNOCÝCH DAT

Při zpracování i vyhodnocování dat záleží na metodě, kterou byly data dosaženy. Ať už se jedná o automatickou, poloautomatickou či manuální metodu odečtu, hlavním faktorem, který ovlivňuje kvalitu je samotný pozorovatel. Pečlivou prací v závislosti na správně nastavené měřicí technice může sám operátor zmírnit chyby výstupních hodnot. Za chybu považujeme každý odklon od opravdových hodnot.

Chyby můžeme rozdělit dle Janury, Zahálky, 2004 rozdělit do jednotlivých chyb, přičemž dochází v praxi k jejich prolínání, protože není možné jednoznačně určit jejich hranice.

- *Přístrojové chyby (instrumentální)* – způsobeny konstrukcí mechanického zařízení
- *Metodické chyby* – chyby vzniklé použitou metodikou při zisku, vyhodnocení a zpracování dat
- *Teoretické chyby* – chyby, které vznikají nesprávným použitím parametrů a konstant
- *Statistické chyb* – souvisí s nevhodným použitím statistických metod
- *Subjektivní chyby* – při digitalizaci záznamu jde o podíl lidského faktoru na kvalitu získaných dat

Výstupy, které lze získat zpracováním videozáznamu a jeho následnou analýzou můžeme dělit na (Janura, Zahálka, 2004):

- Kinogram pohybu sestavený z vybraných poloh sestavované činnosti
- Kinogram pohybu (stick figure) získaný analýzou videozáznamu
- Kinogram pohybu vybraného segmentu nebo bodu na lidském těle
- Vybraná klíčová poloha nebo kinogram pohybu doplněný o číselné údaje
- Rychlost zpracování informace
- Účel zpracování materiálu
- Požadavky příjemce
- Limity použitého systému
- Číselné údaje charakterizující funkční závislost sledovaných parametrů
- Grafické vyjádření nebo pozorování závislosti vybraných parametrů
- Kombinace výstupů

4. CÍLE PRÁCE

4.1. HYPOTÉZY

1. Intraindividuální stabilita provedení pohybu a vrchní střelby jednoruč ve výskoku po odrazu oběma nohama je u hráče výkonnostní úrovně vysoká.
2. Hráči výkonnostní úrovně nebudou tvořit z hlediska interindividuální stability homogenní skupinu.
3. Změny horizontální a vertikální složky rychlosti u vybraných hodů bude možné použít jako kritéria pro hodnocení plynulosti pohybu.
4. Neúspěšnost střeleckého pokusu bude možné vztáhnout k porušení plynulosti jednotlivých fází pohybu při jump shotu.

4.2. ÚKOLY

1. Zpracovat odbornou rešerši dané problematiky.
2. Vybrat probandy výkonnostní úrovně pro realizaci experimentu.
3. Natočit videozáznam pohybu hráčů pro potřeby 2D plošné a 3D kinematické analýzy při provádění vrchní střelby jednoruč ve výskoku po odrazu oběma nohama.
4. Pomocí kinematického analyzátoru provést 3D (trojrozměrnou) prostorovou kinematickou analýzu vybraných pokusů výkonnostní úrovně.
5. Stanovit kritická místa a fáze pohybového cyklu při vrchní střelbě jednoruč ve výskoku po odrazu oběma nohama.
6. Posoudit intraindividuální a interindividuální stabilitu provedení pohybu a střelby.

4.3. CÍLE PRÁCE

1. Pomocí kinematické analýzy popsat techniku vrchní střelbu jednoruč po odrazu oběma nohama.
2. Určit shodné a odlišné charakteristiky v technickém provedení při provádění analyzovaných střel a trajektorií letu míče na koš.
3. Určit shodné a odlišné fáze technického provedení v pohybu ve vybraných střelách.
4. Provést srovnání interindividuálních a intraindividuálních charakteristik hráčů.
5. Zhodnotit úspěšnost střelby na koš.
6. Provést didaktickou interpretaci získaných výsledků do tréninkového procesu.

5. VÝZKUMNÁ METODA

5.1. METODA POZOROVÁNÍ U KINEMATICKE ANALÝZY

Ke sledování hráčských dovedností použijeme jednu z forem pozorování. Konkrétně jde o neparticipantní řízené pozorování, které Hendl (1997) definuje jako pozorování s následujícími rysy:

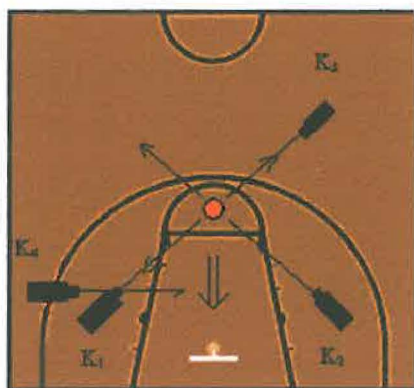
- je přesně vymezen cíl a objekt pozorování
- jsou vymezeny pregnantní způsobem pozorované jevy, pokud možno precizně rozdělené na zaznamenávatelné segmenty
- pozorování je veden záznam, který má průhlednou strukturu a co nejjednodušší způsob registrace pozorovaných jevů
- existuje jasně vymezený postup analýzy získaných dat a jejich zpracování



Pro analýzu bylo vybráno 5 hráčů ligové úrovně, konkrétně hrající druhou basketbalovou ligu. Dále tyto hráče budeme označovat H1 až H5. Kromě hráče H1, jehož je odhodová horní končetina levá, mají ostatní hráči dominantní horní končetinu pravou. Každý hráč absolvoval čtyři pokusy vrchní střelby jednoruč po odrazu oběma – z nichž pak byly subjektivně vybrány dva nejlépe provedené. Tato herní činnost tvořící konečnou fázi útoku je snímána čtyřmi kamerami, přičemž tři z nich natáčejí pohyb hráče a čtvrtá snímá trajektorii letu míče na koš. Cílem je popsat pomocí 3D prostorových charakteristik technické provedení vybraných střeleckých pokusů a 2D plošných charakteristik trajektorie letu míče.

5.2. NASNÍMÁNÍ VIDEOZÁZNAMU

Jak bylo uvedeno v kapitolách 3.3. a 3.4. je nutné použít pro 3D prostorovou analýzu použít nejméně dvou kamer. Pro 2D plošnou analýzu pak postačí kamera jedna. Pro naši analýzu byly použity čtyři kamery mini DV umístěné na stativěch, přičemž tři kamery

snímaly pohyb hráče a čtvrtá trajektorie míče při letu na koš (viz obr. 4). Snímaný prostor byl zkalibrován dvěma kalibračními kvádry o rozměrech 2 x 0,5 x 0,5 m s 12ti kalibračními body. Pro výpočet pak bylo využito systému TEMA BIO 2.3..



Legenda:  - pozice hráče při střele na koš,  - směr letu míče na koš
 K₁, K₂, K₃ – kamery snímající pohyb hráče při střele z místa
 K₄ – kamera snímající trajektorii letu míče na koš

Obr. 7: Umístění kamer při záznamu pohybu hráče při vrchní střele jednoruč z místa na koš (pohled shora)

5.3. KINEMATICKÁ ANALÝZA

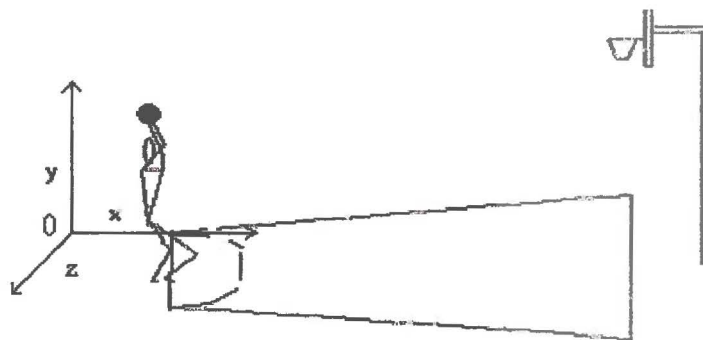
Po nasnímání videozáznamu jsou tyto záznamy z jednotlivých kamer nejprve zkopírovány do počítače, kde se pomocí programu ADOBE PREMIERE zpracují. Po jejich zpracování jsou následně přeneseny do programu TEMA BIO 2.3., kde je proveden samotný rozbor pomocí poloautomatického odečtu bodů.

Pro popis polohy a pohybu těla bylo vyznačeno na těle každého hráče 14 bodů. Tyto na povrchu těla připevněné značky vyznačují pomyslné průsečíky jednotlivých tělesných segmentů a nahrazují středy otáčení jednotlivých kloubů. Dále jsou tyto pomyslné průsečíky pojmenovány dle názvů jednotlivých kloubů.



- **1,2:** Pravý a levý kotník – spodní hlava kosti holenní (malleolus lateralis)
- **3,4:** Pravé a levé koleno – zevní výběžek hlavy kosti lýtkové (caput fibulae)
- **5,6:** Pravý a levý bok – velký trochanter na pánevní kosti (trochanter major ossis femoris)
- **7,8:** Pravé a levé rameno – hlava kosti pažní (caput humeri)
- **9,10:** Pravý a levý loket – zevní výběžek kosti pažní (epikondilus lateralis humerus)
- **11,12:** Pravé a levé zápěstí – spodní výběžek na ulně (processus styloideus)
- **13,14:** Hlava – pravá a levá kost spánková (os temporalis)

Pro stanovení souřadného systému byl zvolen pootočený kartézský souřadný systém O_{XYZ} (viz obr. 8), jehož nulový bod byl umístěn do vzdálenosti 7,75 m od koše – tedy 1,5 metrů před čarou trestného hodu.

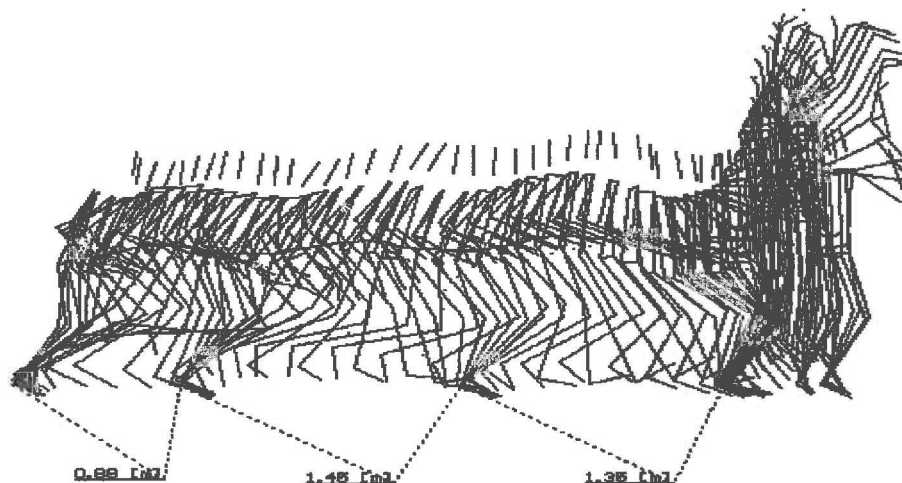


Obr. 8: Stanovení kartézského souřadného systému při jump shotu

- **Osa X:** Horizontální měř pohybu hráče směrem ke koši (při kontinuálním pohybu vpřed záporné hodnoty na této ose zanedbáváme).
- **Osa Y:** Vertikální směr pohybu hráče vzhledem k podlaze.
- **Osa Z:** Transverzální směr pohybu hráče (při kontinuálním pohybu vpřed jsou změny v této ose minimální).

6. VÝSLEDKOVÁ ČÁST

6.1. DŮLEŽITÉ POLOHY A POHYBY HRÁČE PRO HODNOCENÍ PŘI JUMP SHOTU



Obr. 9: Kinogram pohybu hráče při rozběhu ze tří kroků s využitím jednoúderového driblingu a při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama s frekvencí snímků 25 snímků za sekundu.

Klidový postoj: Hráč zaujímá takový postoj, ze kterého je schopen bezprostředně ohrožit koš ze střední nebo dlouhé vzdálenosti. V basketbalové terminologii se tento postoj pak nazývá tzv. „trojnásobně nebezpečný“ (hráč může přímo vystřelit na koš, nahrát svému spoluhráči, či zahájit únik 1 na 1 proti svému obránci). Postoj je uvolněný, dolní končetiny mírně pokrčené, míč je držen pokrčenýma rukama před tělem mírně k boku dominantní strany (u hráčů, jejichž dominantní odhodová ruka je pravá, je míč držen u boku pravého, u hráčů, jejichž dominantní odhodová ruka je levá, pak u boku levého).



Jednotlivé kroky v rozběhu: Rozběh slouží k získání výhodného místa pro bezpečnou střelbu, kdy hráč v herních podmínkách překonává soupeře ve herní situaci 1 na 1. V rozběhu hráč také získává kinetickou energii (pohybová), která se pak v dalších fázích pohybu mění na energii potencionální (polohová). Hráč se poté snadněji odráží nežli v případě vrchní střelby jednoruč z místa. U hodnocení rozběhu zanedbáváme výšku postavy a výšku driblingu. Spolu s postavou je pro názornost uvedena v jednotlivých obrázcích trajektorie těžiště těla ve vertikální ose, která reprezentuje zdvíhání a snižování těla během celého pohybového cyklu.



Obr. 10: Zahájení rozběhu při jump shotu

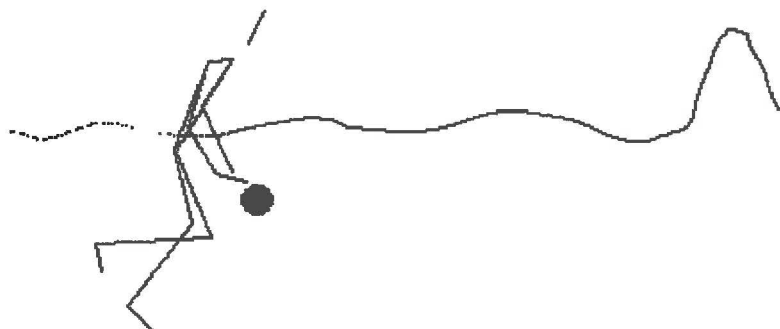
Pohybový cyklus rozběhu je zahájen vykročením nedominantní dolní končetiny, kdy se obě dolní končetiny více pokrčí a výsledkem je snížení vertikální polohy těžiště těla. Hráč začíná zvyšovat svoji dopřednou rychlost. Míč je nadále držen u boku dominantní strany.



Obr. 11: Došlap levé dolní končetiny při prvním kroku

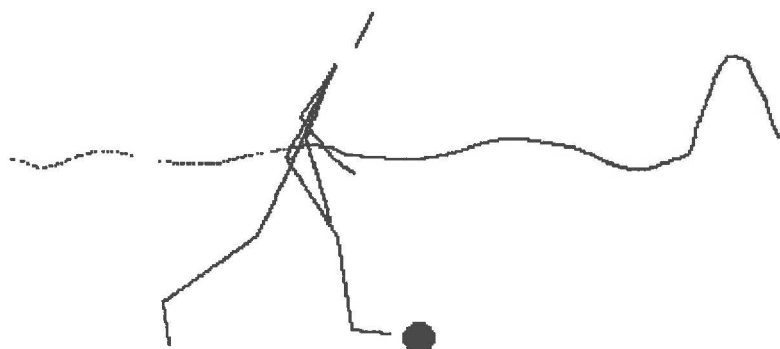
Po došlapu levé nohy dochází k propínání dolní končetiny v koleni a vertikální poloha těžiště těla se zvýší. Podle naznačené délky kroku (Obr. 9) měřené jako vzdálenost ve směru pohybu mezi oběma kotníky lze vidět, že první krok je krokem nejkratším z celého rozběhu.

V tomto konkrétním případě je to 0,88 m, což představuje 60% nejdelšího kroku. Horní končetiny jsou stále mírně pokrčeny a nedominantní ruka se odtahuje od míče.



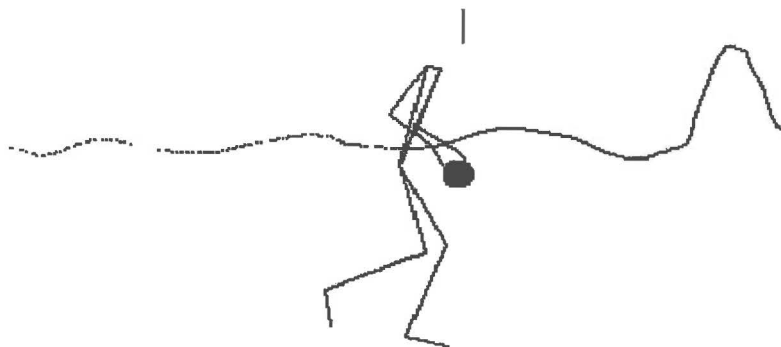
Obr. 12: Přenosová fáze druhého kroku

Druhý krok je krokem nejdelším, během něhož narůstá dopředná rychlost hráče. Během výměny dolních končetin opět dochází ke snížení těžiště těla, které ale v této fázi pohybu není tak výrazné jako při prvním kroku. Míč po sklopení zápěstí dominantní horní končetiny směřuje k podlaze (hráč začíná driblovat).



Obr. 13: Došlap pravé dolní končetiny při druhém kroku

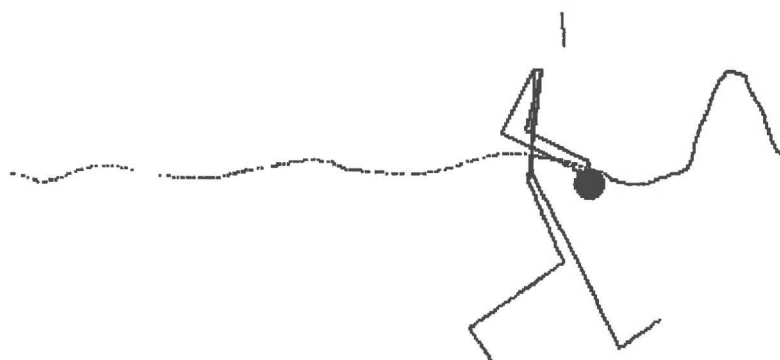
Po došlapu nohy se vzhledem k propnutí obou dolních končetin opět zvýší těžiště těla, ale vzhledem k narůstající rychlosti vpřed již nejsou tyto odchylky tak výrazné. Míč se v tomto okamžiku nachází v kontaktu s podlahou.



Obr. 14: Výměna dolních končetin při druhém kroku

Na konci druhého kroku opět dochází k výměně dolních končetin, kdy dochází k opětovnému snížení vertikální polohy těžiště. Těžiště se v tomto okamžiku nachází nejnižší v průběhu pohybového cyklu rozběhu. Míč je chytán před tělem do pokrčených horních končetin.

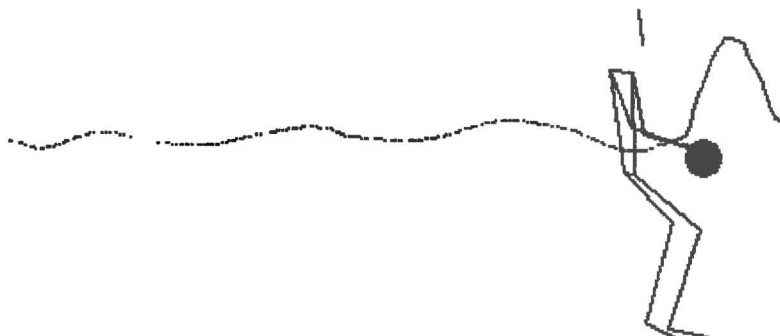
Brzdňý dokrok: Dokrok je krátkou fází jump shotu, kdy hráč svůj dopředný pohyb brzdí a mění ho na pohyb vertikální. Dokrok je svým provedením podobný dokroku při volejbalovém odbití jednoruč vrchem ve výskoku.



Obr. 15: Zahájení brzdňého kroku po chycení míče

Nejvyšší vertikální poloha těžiště v průběhu rozběhu je pozorovatelná těsně před zahájením brzdňého kroku, kdy dochází ke skoro úplnému propnutí levé dolní končetiny. Došlap levé dolní končetiny je prováděn přes patu. V tomto okamžiku dosahuje hráč nejvyšší rychlosti vpřed a zároveň začíná proces transformace energie kinetické získané z rozběhu, na energii potenciální (z pohledu rychlostí pak dochází k transformaci dopředné rychlosti na

rychlost vertikální). Brzdny dokrok již bývá kratší nežli druhý krok rozběhu a jeho délka je závislá na výběru místa pro odhod míče.

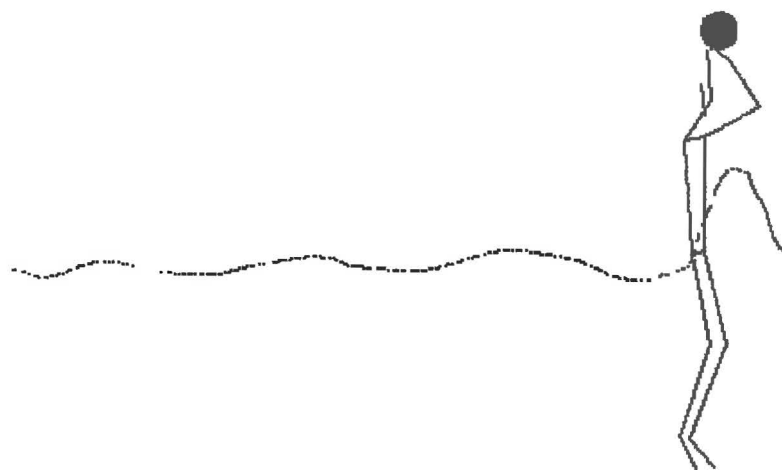


Obr. 16: Maximální snížení těla hráče v posledním okamžiku dokroku a počátku odrazu

Na konci brzdného dokroku zaujme nejprve levá dolní končetina polohu, kdy dochází k výraznějšímu pokrčení v kolenní (absorbuje větší část kinetické energie z rozběhu). Pravá dolní končetina se poté přisouvá k pokrčené první stejné končetině. V tomto okamžiku je vertikální poloha těžiště hráče nejnižší v průběhu celého pohybového cyklu rozběhu i střelby. Tato poloha hráče je posledním momentem dokroku. Od tohoto okamžiku lze následný pohyb hráče považovat za počátek odrazu.

Odras: Odras slouží k dosažení nejvyššího výskoku – tedy rozdílu vzdáleností mezi vertikální polohou těžiště těla a podlahou. V herní praxi využívá hráč výskoku především pro zmenšení pravděpodobnosti zablokování střely obráncem.

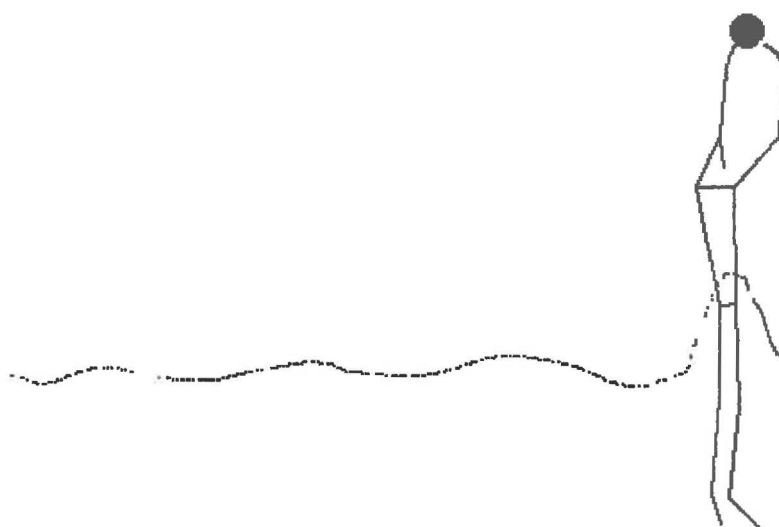
Po začátku odrazu (Obr. 16) dochází k dynamické extenzi v kolenním a kyčelním kloubu. Tělo je při odrazu zvedáno silou, kterou bylo působeno proti podložce a po opuštění podložky stoupá vzhůru. Během napínání dolních končetin se ukončuje zpětná transformace energií a také silové působení do podložky. Dokončuje se také švihový pohyb jednotlivých segmentů těla, které napomáhají provést letovou fázi těla.



Obr. 17: Opuštění podložky těla hráče v konečné fázi odrazu

Velice důležitým okamžikem v konečné fázi odrazu je opuštění podlahy. To je poslední okamžik, kdy je dolní končetina ve styku s podložkou. Míč je v průběhu odhodové fáze přenášen před tělem nad hlavu, odhodová ruka se skládá pod míč, druhá ruka přidržuje míč z boku. Po posledním okamžiku dotyku podložkou již není možné tělu udělit jakoukoliv energii a tělo již pouze „hospodaří“ s energií získanou.

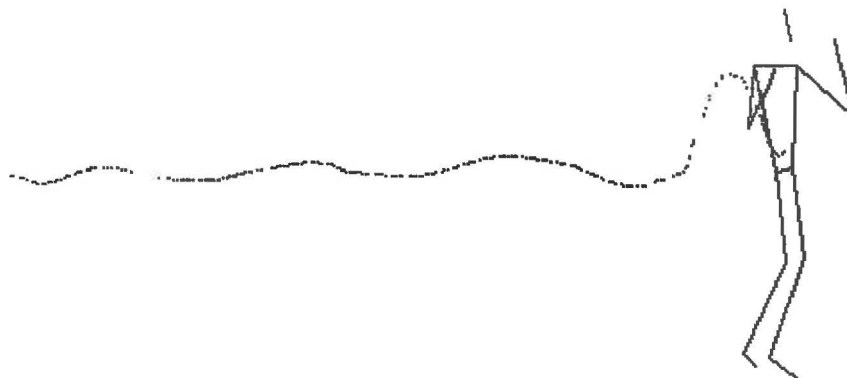
Letová fáze a okamžik odhodu míče:



Obr. 18 : Kulminační fáze letu hráče při jump shotu

Po opuštění podložky stoupá hráč vzhůru až do okamžiku, kdy je tíhovým zrychlením zemské přitažlivosti dosaženo rovnovážného stavu. Od okamžiku opuštění podlahy také dochází k propínání obou horních končetin ve loketních kloubech. Okamžik, kdy je tělo v průběhu letové fáze v rovnovážném stavu, je nazýván kulminačním bodem letu (Obr. 18). V tomto bodě dochází ke sklopení zápěstí střelecké ruky (druhá ruka se odpoutává od míče). Míč dostává zpětnou rotaci. Výsledkem správného odhodu by měla být poměrně vysoká trajektorie letu míče. Po dosažení kulminačního bodu letu již působí zemská přitažlivost a tělo klesá zpět k podložce. Dochází k zpětné transformaci vertikální rychlosti na rychlost horizontální. V případě střelby je důležité, aby byl vlastní odhod prováděn právě v kulminační fázi letu, protože v tomto okamžiku není potřeba provádět žádnou vertikální korekci pomocí práce horních končetin.

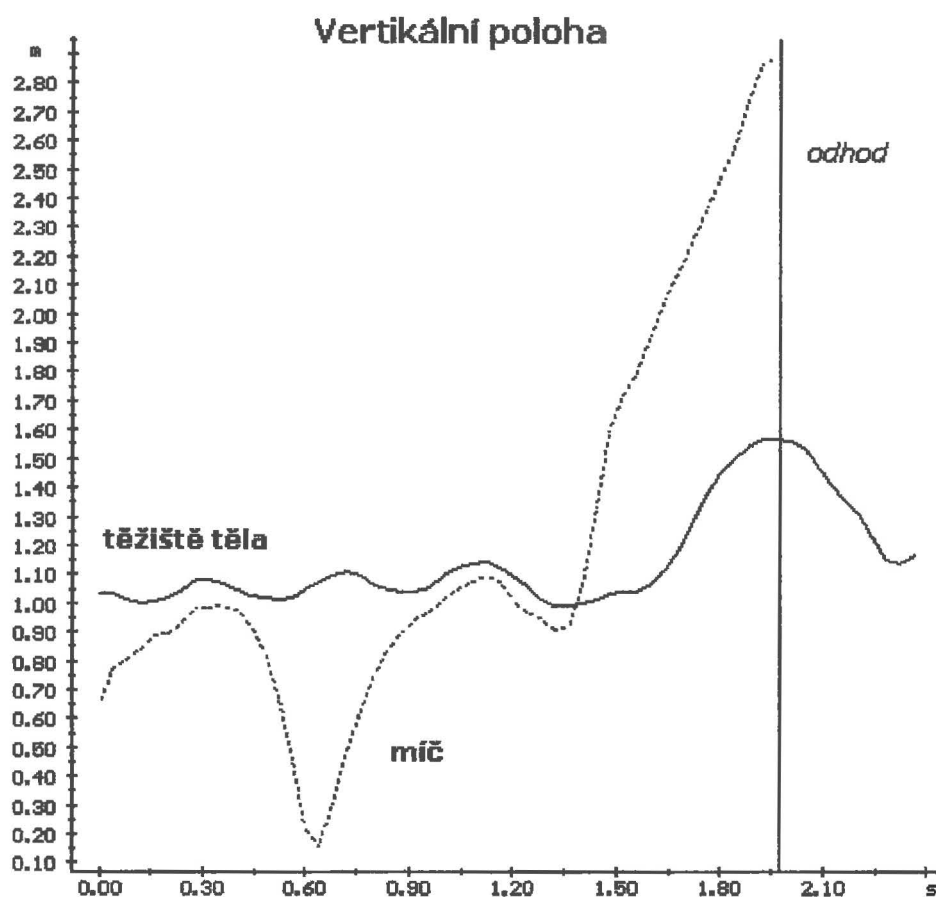
Dopad:



Obr. 19: První kontakt s podložkou ve fázi dopadu

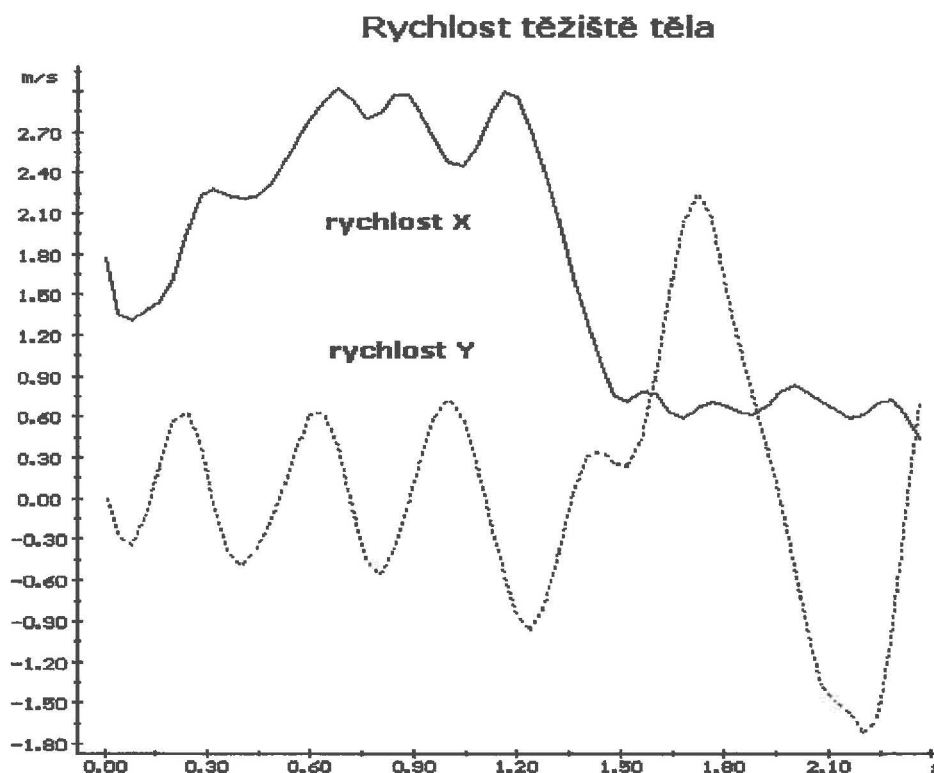
Poslední fází je dopad, kdy se dolní končetiny dostanou do kontaktu s podložkou. Po odhodu míče je z hlediska provedení pohybové činnosti tato fáze ne tolik důležitá, protože už nemůže ovlivnit let míče a tím úspěšnost hodu, ale její důležitost je v jiných ukazatelích. Za prvé lze z dopadu usoudit, zdali byl odraz a let proveden bez poruch koordinace, takže nebylo podstatné provádět během letu korekční pohyby, které by se projevily právě v neuspořádaném postavení těla a segmentů při dopadu. Za druhé je to aspekt zdravotní, kdy by k dopadu mělo docházet na mírně pokrčené dolní končetiny pro maximální absorpci nárazu a tím o eliminaci negativních dopadů na kosterní systém těla. Za třetí je

důležité, aby byl hráč po dopadu schopen zaujmout polohu, pro okamžité zapojení se do další hry a to ať byl hod na koš úspěšný, či nikoliv.



Obr. 20: Graf vertikální změny polohy těžiště a míče během pohybu

Na Obr. 20 je znázorněn průběh vertikální polohy těžiště těla a míče během rozběhu a střelby. Na křivce reprezentující těžiště těla je vidět snižování a zvyšování polohy těžiště těla během oporové fáze a míjení nohou při rozběhu, dokroku a odrazu. V závěrečné fázi je svislou čarou znázorněn odhod míče v čase 2,04 s. Křivka vertikální polohy míče ukazuje, jak je z výchozí polohy míč při prvním kroku zvedán, poté dochází k jednoúderovému driblingu (čas 0,3 – 0,9 s). Před posledním krokem kopíruje vertikální poloha míče polohu těžiště těla a při maximálním snížení těžiště těla v čase 1,34 s dochází k výraznému zdvihání míče, které je mimo mírný zlom při brzděném dokroku druhé dolní končetiny takřka lineární a to až do pozice nad hlavu a okamžiku odhodu míče.



Obr. 21: Rychlost těžiště těla v ose X a v ose Y během rozběhu a odrazu.

Celý pohybový cyklus lze popsat pomocí změn jednotlivých složek rychlosti těla. To je také nejlépe realizovatelné na popisu rychlostních změn polohy těžiště těla. Popisovaná herní situace probíhala v rovině kolmé na desku koše, takže se předpokládá minimální stranová výchylka polohy a pohybu těla hráče mimo tuto osu pohybu (jedná se tedy o přímočarý pohyb ke koši). Proto jsou pro popis nejdůležitější složky vektoru rychlosti v ose X (směr horizontální) a v ose Y (směr vertikální).

Na Obr. 21 jsou znázorněny složky rychlosti v ose X a v ose Y a na průběhu křivek lze pozorovat tzv. transformaci horizontálního impulsu na impuls vertikální. Při posouzení průběhu složky rychlosti v ose X lze pozorovat, jak těžiště těla nabírá horizontální (dopřednou) rychlost až do hodnoty okolo 3 m/s. Křivka není lineární, protože pohyb ve formě rozběhu je reprezentován zrychlováním a zpomalováním. Od okamžiku asi 1,2 s dochází k výraznému brzdění pohybu a tento okamžik je charakterizován došlapem první dolní končetiny při počátku brzděném dvojkroku. Při hodnocení složky rychlosti v ose Y je patrný symetrický nárůst a pokles této složky rychlosti a to opět až do okamžiku asi 1,2 s, kdy je hodnota vertikální složky rychlosti minimální. Na grafu je tato složka znázorněna

v záporných hodnotách, což ve skutečnosti představuje orientačně směr vektoru rychlosti. Rychlost nabývá vždy pouze kladných hodnot, ale její záporné znaménko zde ukazuje, jak se mění hodnota v jednom nebo v druhém směru.

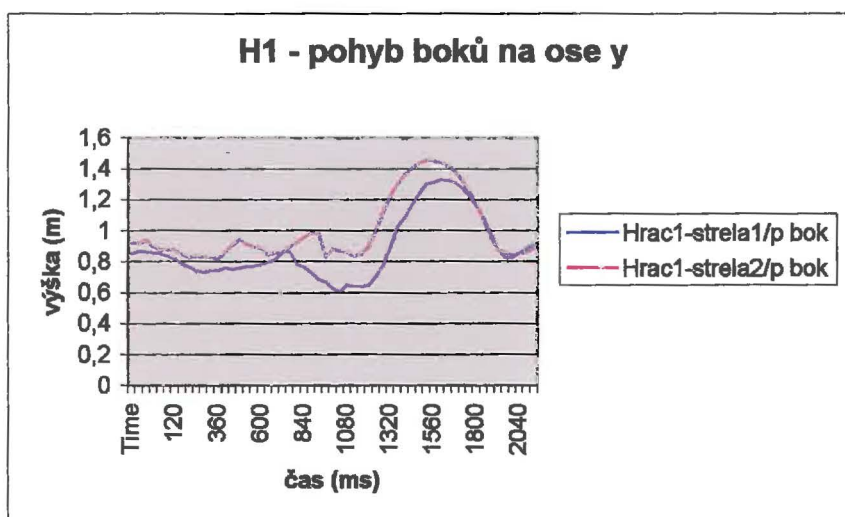
Z klidové polohy těla dochází k vykročení dolní končetiny vpřed a to spolu s propínáním druhé dolní končetiny způsobí zvýšení polohy těžiště těla a zvýšení složky rychlosti. Po opuštění podložky, kdy již nepůsobí žádná oporová síla, dochází k poklesu rychlosti a minima je dosaženo v čase asi 0,45 s, kdy dolní končetina došlápně na podložku. Během oporové fáze je opět pomocí svalové aktivity dosaženo maxima v čase cca 0,65s, kdy dochází k míjení švihové dolní končetiny okolo dolní končetiny oporové. Další krok rozběhu je opět reprezentován maximální hodnotou složky rychlosti a následným minimem po došlapu dolní končetiny na podložku.

Poslední krok v rozběhu není nejdelší a dochází zde také k nejméně výraznějšímu brzdění těla. Přibližně v čase 1,2 s dochází k výraznému snižování rychlosti ve složce X (horizontální pohyb) a oproti tomu dochází k výraznému zvýšení rychlosti ve složce Y (vertikální pohyb). Tato výrazná změna hodnot složek rychlosti se nazývá „transformace horizontálního impulsu na impuls vertikální“. Představuje zhodnocení a přesun kinetické energie (energie pohybová) získané při rozběhu a její transformaci do odrazu. Hodnota vertikální složky rychlosti narůstá až do maximální hodnoty 2,2 m/s. Tohoto maxima je dosaženo v okamžiku, kdy jsou špičky dolních končetin ještě v kontaktu s podložkou. Po opuštění podložky začíná fáze letu, kdy již dochází pouze ke snižování vertikální složky rychlosti těžiště těla. Horizontální složka rychlosti je minimální, protože odraz není prováděn dopředu, naopak je snahou o minimální změnu polohy v horizontálním směru. Čím více bude tělo v pohybu v jiném směru než je vertikální, tím bude vlastní odhod míče ztížen. Pro rozběh je důležité získat kinetickou energii a tu během odrazu efektivně transformovat do energie potenciální (energie polohová).

6.2. INTRAINDIVIDUÁLNÍ STABILITA HRÁČE H1 V ROVINĚ XY

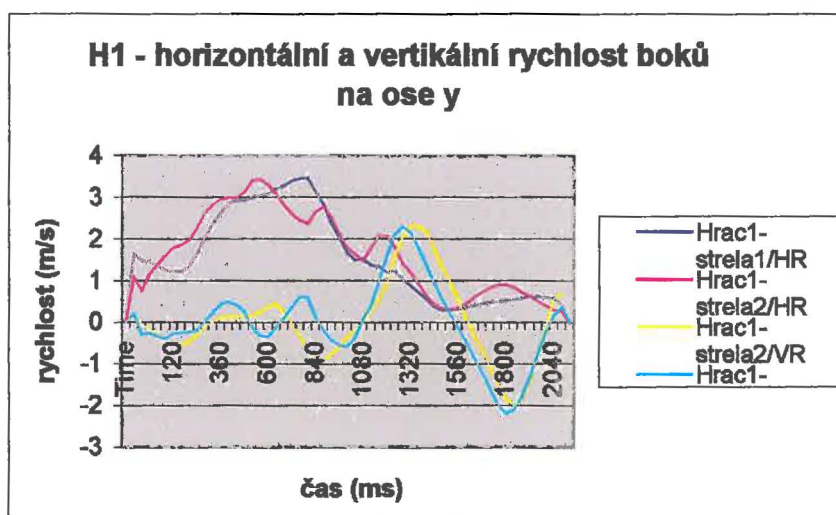
U každého analyzovaného hráče lze z hlediska technického provedení zkoumat intraindividuální stabilitu. V praxi to znamená fakt, že při pevně stanoveném úkolu (v tomto případě vrchní střelby jednoruč ve výskoku po odrazu oběma nohama) dochází v provedení daného úkolu u zkoumaného hráče k odchylkám (zjednodušeně řečeno – hráč nikdy zcela nezkopíruje svůj předchozí pokus).

Ve fázi rozběhu jsou křivky reprezentující průběh pohybu boků na vertikální ose při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama (Graf 4) minimální. V prvním pokusu se výška boků pohybuje v rozmezí 0,81 m - 0,94 m (rozdíl: 0,11 m) U druhého pokusu 0,81 m - 0,98 m (rozdíl: 0,17 m). V čase 800 ms dochází u pokusu prvního k dopadu chodidla první brzděného kroku, u druhého pokusu rozběh pokračuje až do času 920 ms. Boky jsou na konci fáze rozběhu u prvního pokusu se výšce 0,8 m, u druhého pak ve výšce 0,98 m. V pokusu prvním dochází od tohoto okamžiku k plynulému brždění až do času 1040 ms, kdy hráč přisunul druhou nohu na konci brzděného dokroku (boky se v tomto okamžiku nacházejí ve výšce 0,61 m). V pokusu druhém dochází k maximálnímu snížení již v době 1000 ms, což se projevuje značným poklesem hodnoty výšky boků z 0,98 m na 0,83 m. Již v čase 1640 ms v prvním pokusu, kdy míč opouští ruku přes mírně sklopené zápěstí, dosahují boky výšky 1,33 m. O 80 ms dříve, dosáhly kulminace výšky boky u druhého pokusu. V tomto okamžiku se nacházely ve výšce 1,45 m nad podlahou. Při dopadu v čase 1800 ms jsou boky ve výšce 0,96 m nad podlahou.



Graf 4: Trajektorie vertikálního pohybu vybraných bodů při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Na horizontální rychlosti (Graf 5) ve fázi rozběhu je patrné, že byl rozběh u prvního pokusu stupňovanější nežli u pokusu druhého, jelikož hodnota v čase 80 ms dosahuje 1,52 m/s, tedy o 0,48 m/s vyšší hodnoty než u pokusu druhého, u kterého jsme naměřili rychlost 1,04m/s. U druhého pokusu byla v rozběhu naměřena HR již v čase 660 ms (před poslední rozběhovým krokem), v tomto okamžiku byla jeho dopředná rychlost 3,39 m/s. U prvního pokusu byl naopak rozběh stupňovanější a rychlost dosáhla hodnoty 3,40 m/s v okamžiku těsně před dopadem chodidla nohy zahajující brzdný dokrok. Poté již dochází k poklesu horizontální rychlosti až na 0,22 m/s v čase 1520 ms, kdy se hráč nachází ve výskoku chvíli před odhodem míče. Poté se již horizontální rychlost pohybuje okolo hodnoty 0,3 – 0,8 m/s.



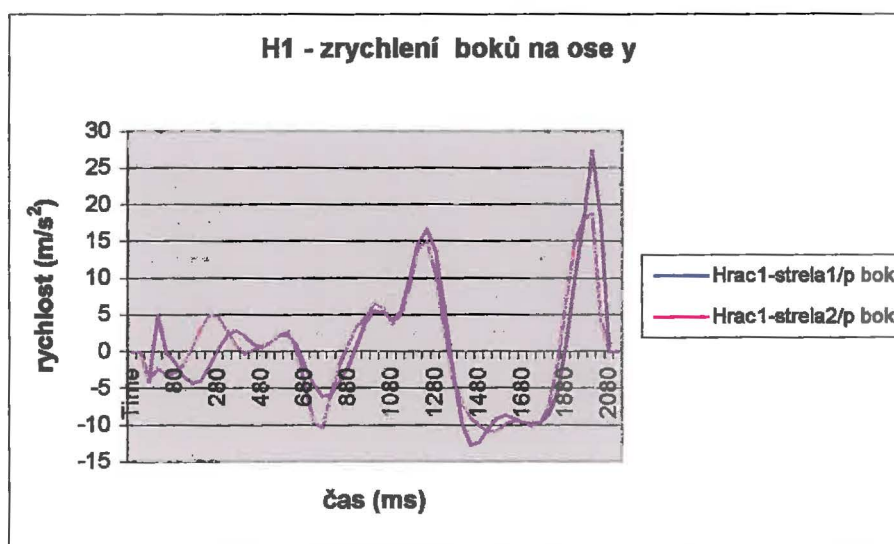
Graf 5: Průběh horizontální a vertikální rychlosti vybraných bodů při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Křivka vertikální rychlosti boků na ose y má podobný charakter jako trajektorie vertikálního pohybu boků na ose y. Pokud se rychlost nachází v záporných hodnotách je pohyb brzděn. Hráč H1 začíná u prvního pokusu brzdit již v čase 840 ms po došlapu první dolní končetiny v brzděném dokroku hodnota vertikální rychlost je - 0,66 m/s. Naopak u pokusu druhého pokusu se ještě obě chodidla nacházejí nad podložkou (dolní končetiny jsou v přenosové fázi druhého kroku), hodnota činí 0,60 m/s. Protože si hráč v druhém pokusu prodloužil rozběh, je brzděný dokrok mnohem kratší a křivka vzestupu rychlosti strmější. Maximálních hodnot dosahuje vertikální rychlost na úplném konci odrazu, při posledním kontaktu špiček chodidel s podložkou, kdy u prvního pokusu je vertikální rychlost zdvihu

boků 2,25 m/s v čase 1320 ms a v čase 1360 pak 2,31 m/s u pokusu druhého. Poté, co opustí chodidla podlahu se plynule začíná vertikální rychlost snižovat a do doby 1640 ms (1. pokus) a 1560 ms (2. pokus) – okamžik odhodu míče, kdy prochází nulovou hodnotou. V době 1800 ms (prvního kontaktu špiček hráče s podložkou), hráč nejvíce brzdí svůj vertikální pohyb. U prvního pokusu hodnota dosahuje rychlosti - 2,18 m/s, u druhého pak - 2,10 m/s. Dopad na podložku je poměrně dobře tlumen.

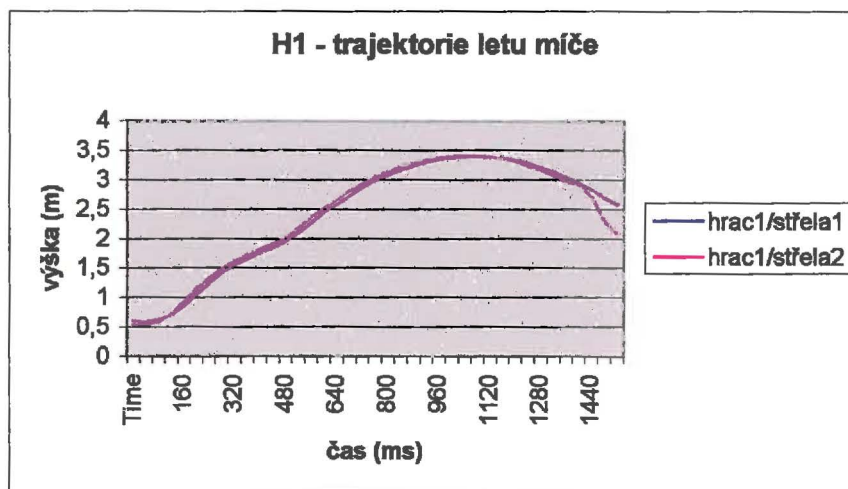
Křivky obou rychlostí se protínají v čase 1240 ms u obou pokusů. V prvním pokusu dochází k transformaci v rychlosti 1,23 m/s, v pokusu druhém pak v rychlosti 1,81 m/s. K opačné transformaci dochází v čase 1600 ms u pokusu prvního (hodnota rychlosti: 0,45 m/s), u pokusu druhého v čase 1520 ms (hodnota rychlosti 0,22 m/s). Tento fakt nám ukazuje, že změna dopředné rychlosti na rychlost vertikální byla provedena plynuleji v prvním pokusu a hráč se odrazil spíše do výšky.

Dvou vrcholů maximálního zrychlení dosahuje hráč v časech 1240 ms, kdy dochází k propínání dolních končetin na počátku odrazu a následně po dopadu hráče zpět na podložku. V prvním případě dosahuje zrychlení hodnoty 16,63 m/s², u druhého pokusu pak hodnoty 14,95 m/s². Naopak nejvíc hráč zpomaluje v čase od 1440 – 1760 ms, kdy se hráč nachází v letu, pak jsou hodnoty u prvního pokusu - 12,36 m/s², u druhého pokusu pak - 9,84 m/s².



Graf 6: Vertikální zrychlení vybraných bodů na při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

V prvním pokusu měl H1 poslední kontakt s podložkou v čase 1320 ms, kdy se jeho boky nacházely ve výšce 0,89 m v čase 1680 ms při odhodu míče, kdy došlo ke kulminaci boků, se boky nacházely ve výšce 1,27 m. Výška výskoku tedy činí 0,38 m. V druhém pokusu se boky nacházely v čase 1360 ms ve výšce 1,10 m. V době odhodu míče pak ve výšce 1,45 m. Výskok v druhém pokusu tedy činí 0,35 m. Délka letu vpřed u hráče činila 0,49 m v prvním pokusu a 0,53 m při pokusu druhém.

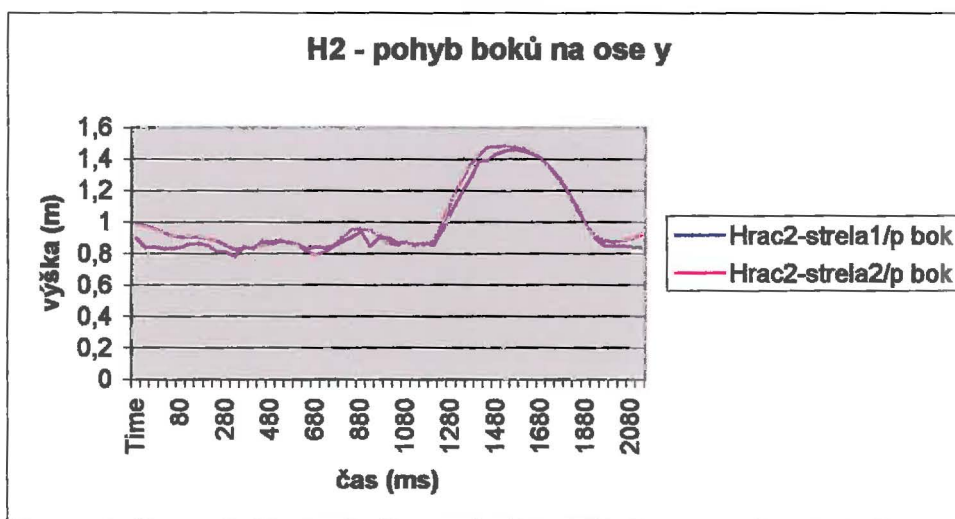


Graf 7 : Trajektorie letu míče při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Z průběhu trajektorie letu míče (Graf 7) není vidět patrný rozdíl až do času 1440 ms, kdy míč dopadá na koš. V prvním pokusu propadá skrz obroučkou, v druhém pokusu se odráží od její levé části a padá pryč. V době kulminace letu se míč nachází ve výšce 3,41 metrů. Ve výsledku je pak první pokus úspěšný a druhý neúspěšný.

6.3. INTRAINDIVIDUÁLNÍ STABILITA HRÁČE H2 V ROVINĚ XY

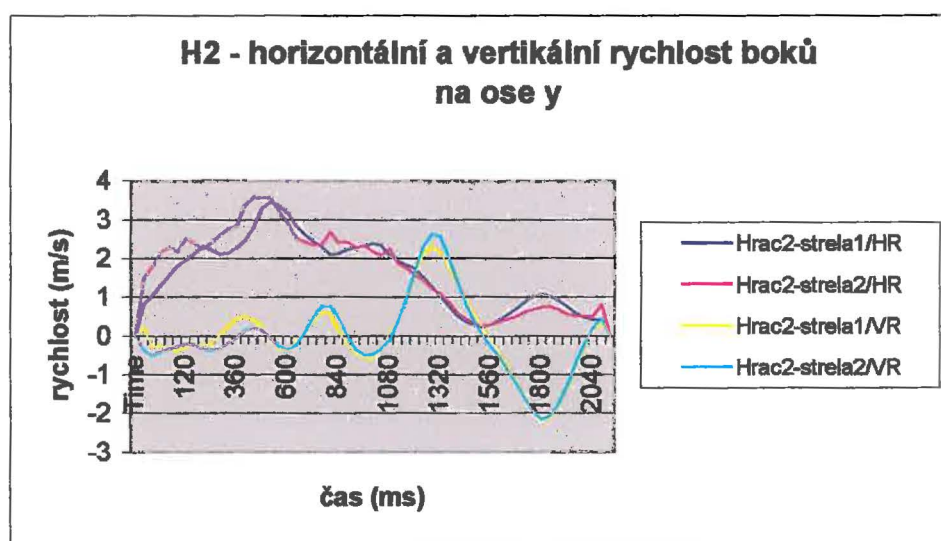
Obě křivky, znázorňující vertikální pohyb boků na ose y hráče H2, mají podobný průběh. Rozběh je prováděn ze tří kroků a hodnoty rozdílu výšky boků dosahují v rozběhu v prvním pokusu 0,12 m, kdy nejprve po počátku driblingu v čase 360 ms dochází k mírnému snížení z hodnoty 0,93 m na hodnotu 0,81 m (1. pokus) a 0,80 ms (2. pokus – čas 720 ms) a následnému zvýšení boků do výšky 0,91 m. V druhém pokusu se nejprve hráčovy boky sníží na 0,78 m a následně zvýší do výšky 0,99 m. Rozdíl výšky boků je tedy v druhém pokusu 0,21 m. V době od začátku brzděného dokroku do maximálního snížení hráče před odrazem (tedy 880 ms – 1200 ms) nedochází k výraznějšímu snížení boků a přípravě hráče na dynamický odraz. Boky se tedy po celou dobu brždění nacházejí v téměř totožné výšce cca 0,87 m nad podlahou. V čase 1520 ms dochází k odhodu míče, boky se v tomto okamžiku nacházejí ve výšce 1,45 m (1. pokus) a 1,49 m (2. pokus). V době prvního kontaktu s podložkou v čase 1800 ms se boky při obou pokusech nacházejí ve výšce 1,06 m.



Graf 8: Trajektorie vertikálního pohybu vybraných bodů při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Ve střední části rozběhu v čase, kdy dochází k výměně dolních končetin ve druhém kroku, dosahuje horizontální rychlost svých maximálních hodnot u obou pokusů (Graf 9). Tato maximální hodnota náleží času 560 ms, kdy má hráč obě chodidla mimo podložku v krátké letové fázi druhého kroku, po kterém teprve následoval krok brzdící. Hráč v tomto okamžiku dosahoval v prvním pokusu rychlost 3,46 m/s a v pokusu druhém pak celých 3,56 m/s. Od této chvíle začal hráč v obou pokusech výrazněji brzdit. V době před prvním

brzdícím dokrokem v čase 800 ms hráč H2, hráčova dopředná rychlost mírně stoupla. V praxi to znamená, že se hráč do brzděného kroku mírně odráží vpřed. V prvním pokusu mírně stoupala dopředná rychlost až do času 1040 ms, (rychlost 2,08 m/s). V pokusu druhém se již hráč výrazněji neodrážel směrem vpřed, a tak rychlost začala opět mírně klesat. Od času 1040 ms (propínání kolen v konečné fázi rozběhu) horizontální rychlost plynule klesala až do doby 1520 m/s, kdy hráč vypouští míč z ruky. Hodnota v prvním pokusu dosahuje 0,22 m/s, při pokusu druhém 0,27 m/s. Od tohoto momentu dochází opět k mírnému nárůstu až do času 1800 ms, kdy se hráč špičkami chodidel dotkne podložky.

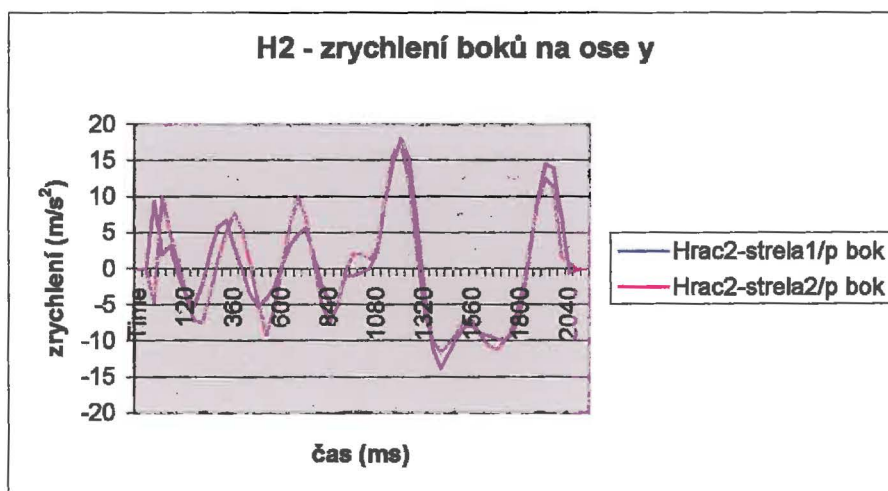


Graf 9: Průběh horizontální a vertikální rychlosti vybraných bodů při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Křivka vertikální rychlosti „vykresluje“ ve fázi rozběhu až do času 880 ms téměř pravidelnou „sinusoidu“ s mírným nárůstem hodnot. V praxi to znamená, že hráč v rozběhu téměř neměnil výšku svých boků. V čase 800 ms před dopadem prvního chodidla v brzděném dokroku dosahovala vertikální rychlost u prvního pokusu 0,60 m/s, u druhého pak o 0,16 m/s více. Při následném brždění došlo k poklesu rychlosti u pokusu 1 na hodnotu - 0,57 m/s, u pokusu 2 na - 0,47 m/s. Maximálních hodnot dosahuje vertikální rychlost v čase 1360 m/s (1. pokus: 2,25 m/s; 2. pokus: 2,57 m/s). Poté rychlost v kolmém směru plynule klesá až do okamžiku, kdy jsou obě chodidla celou plochou na podložce (čas 1840 ms), kdy hráč svůj vertikální pohyb nejvíce brzdí. V tomto momentě byla naměřena rychlost - 2,14 m/s. To značí fakt, že hráč příliš netlumil dopad.

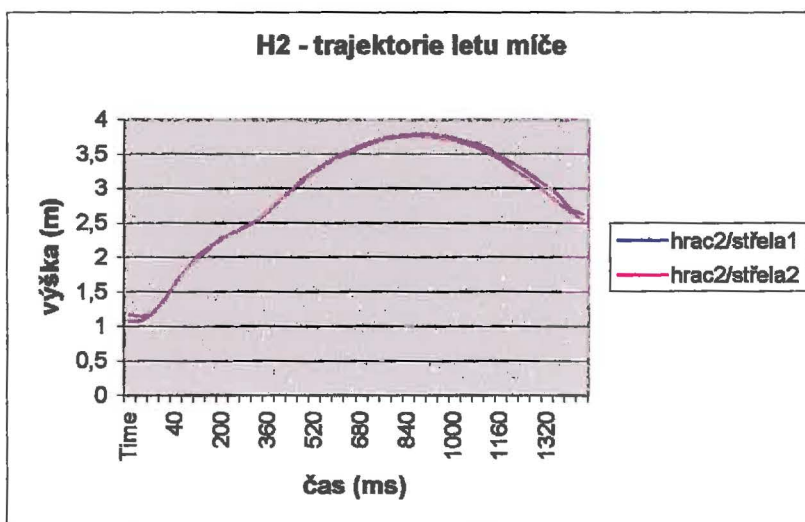
Transformace horizontální rychlosti na vertikální spadá do času 1200 ms (1. pokus) a 1240 ms (2. pokus), kdy je hodnota rychlosti 1,81 m/s v prvním pokusu, v druhém pak 1,67 m/s. Zpětně se křivky protínají v čase 1520 ms, kdy je hodnoty okamžité rychlosti 0,32 m/s v prvním pokusu, v druhém pak ve stejném čase o 0,04 m/s nižší.

Graf 10 označuje vertikální zrychlení boků v průběhu jump shotu. Již na počátku rozběhu lze vyzorovat rozdíl mezi prvním a druhým pokusem. V prvním pokusu se hráč rozbíhal ze stoje, proto hráč začal od počátku pohybu zrychlovat. V druhém pokusu hráč nejprve začal mírně přepadat a poté teprve vykročil, proto hodnoty zrychlení nejprve spadají do záporných hodnot. Následné trajektorie křivek v rozběhu končící v čase 800 ms nám ukazují, že se hráč rozbíhal takřka plynule bez výraznějšího zrychlení. Ve fázi odrazu hráč výrazněji brzdil svůj pohyb v druhém pokusu, kdy hodnoty dosáhly $-11,29 \text{ m/s}^2$, naopak v prvním pokusu brzdil hráč v tomto okamžiku pouze $-5,10 \text{ m/s}^2$. Maximálního zrychlení dosahuje hráč při propínání obou kolen (čas 1200 ms) v konečné fázi odrazu, kdy hráč okamžitě zrychluje $17,71 \text{ m/s}^2$ v pokusu prvním, u druhého pokusu pak ještě o $0,30 \text{ m/s}^2$ vyšší, tedy $18,01 \text{ m/s}^2$. Od prvního okamžiku po opuštění chodidel z podložky až do času 1720 ms, kdy se hráč nachází těsně nad podlahou, hráč zpomaluje svůj pohyb v rozmezí od $-13,84 \text{ m/s}^2$ do $-9,91 \text{ m/s}^2$. V době dopadu celého chodidla v čase 1840 ms již hráč začíná opět zrychlovat, což nám potvrzuje pouze mírný netlumený dopad.



Graf 10: Vertikální zrychlení vybraných bodů na při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Hráčovy boky jsou v prvním pokusu v posledním kontaktu s podložkou v čase 1280 ms ve výšce 1,01 m, v době odhodu míče se v čase 1520 ms pak nacházejí ve výšce 1,43 m. Výška výskoku tedy činí v prvním pokusu 0,42 m a druhém 0,44 m. Délka letu v prvním pokusu byla u hráče 0,46 m a u pokusu druhého 0,48 m.

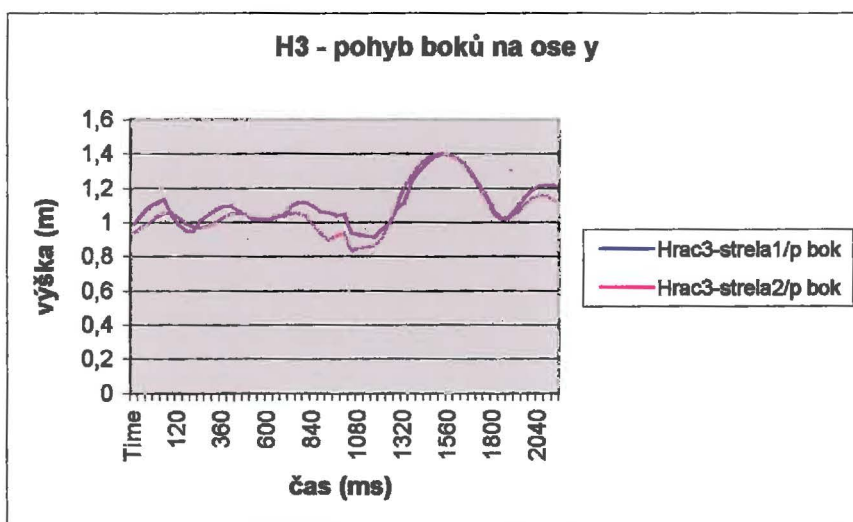


Graf 11: Trajektorie letu míče při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Křivky obou trajektorií letu míče jsou v obou pokusech téměř totožné. Míč se nachází v době kulminace v čase 880 ms ve výšce 3,76 m. Oba pokusy jsou úspěšné.

6.4. INTRAINDIVIDUÁLNÍ STABILITA HRÁČE H3 V ROVINĚ XY

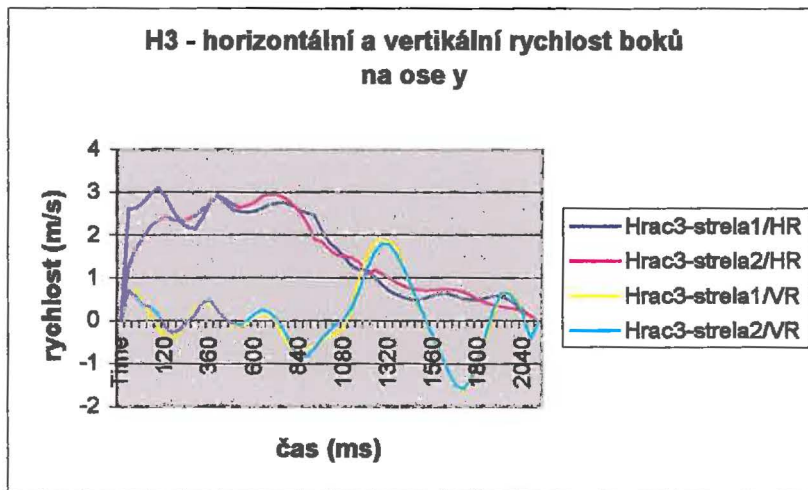
U hráče H3 je patrný především rozdíl ve snížení boků v průběhu brzdného dokroku. Hráčovy boky se v druhém pokusu snižují mnohem více než u pokusu prvního. Již ve fázi rozběhu (ukončen v čase 720 ms), se boky pohybují v rozmezí 0,97 m – 1,14 m v pokusu prvním, ve druhém pak ve výšce od 0,94 m – 1,06 m. Již v následném přitažení a dopadu druhého chodidla v brzdném dokroku (čas 1040 ms) je rozdíl 0,11 m, kdy se boky v prvním pokusu nachází ve výšce 0,93 m a v pokusu druhém ve výšce 0,82 m. Následný zdvih boků dosahuje maxima v čase 1520 ms výšky v obou pokusech cca 1,41 m nad výškou podlahy. U hráče H3 je patrné, že při prvním kontaktu s podložkou ve fázi dopadu v čase 1760 ms nedochází k výraznějšímu poklesu boků, a tak není dopad na podložku téměř tlumen. Boky po dopadu se pohybují pouze o 0,12 m níže než při prvním kontaktu s podložkou.



Graf 12: Trajektorie vertikálního pohybu vybraných bodů při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Hráč v druhém pokusu rozbíhal mnohem plynuleji, než v pokusu prvním, kdy byl nárůst dopředné rychlosti mnohem strmější. V prvním pokusu dosáhla horizontální rychlost svého maxima již v čase 80 ms, hned po počátku rozběhu, její hodnota je 3,01 m/s, poté rychlost mírně klesá. Naopak v pokusu druhém dosahuje svého maxima až v čase 760 ms, kdy se obě chodidla nacházejí ve vzduchu před brzdným dokrokem. Hodnoty rychlosti v druhém pokusu pak je 2,94 m/s. Poté již hráč po celý zbytek pohybu plynule svůj dopředný

pohyb brzdí. V době odhodu míče v čase 1520 ms je dopředná rychlost v prvním pokusu 0,70 m/s, v pokusu druhém o 0,16 m/s nižší, tedy 0,54 m/s.

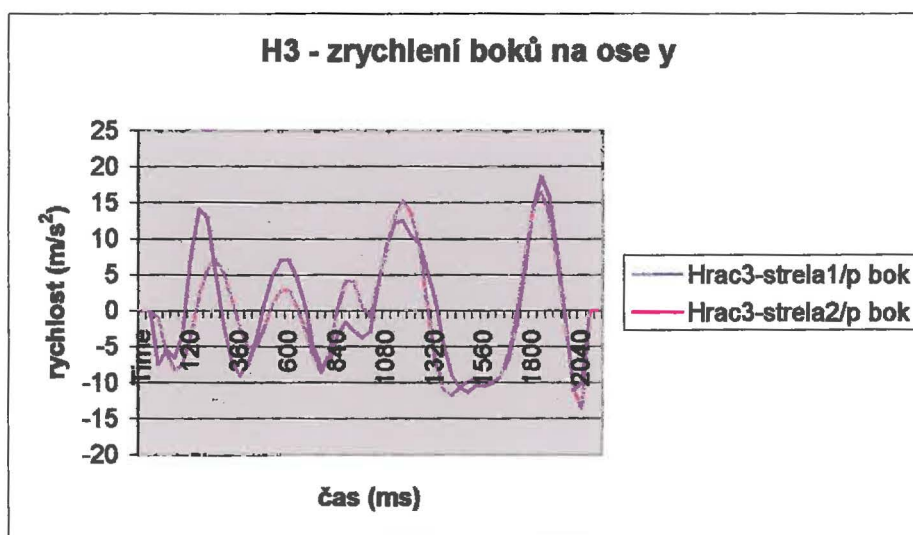


Graf 13: Průběh horizontální a vertikální rychlosti vybraných bodů při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Jak na počátku pohybu stoupá HR, tak narůstají i hodnoty vertikální rychlosti. V praxi se to projevuje tím, že hráč hráčův postoj je uvolněný a přesně s počátkem pohybu vpřed dochází k vykročení nedominantní nohy. V následném rozběhu, který je poměrně plynulý, pak nedochází k výraznějším výkyvům křivek mezi oběma pokusy. Při tzv. stop-jumpu (720 ms – 1280 ms) klesá vertikální rychlost až na hodnoty cca - 0,59 m/s u obou pokusů, kdy se také dopředná rychlost mění na rychlost vertikální. Svých maximálních hodnot tato rychlost dosahuje v čase 1320 ms, kdy se hráč dotýká špičkami chodidel podložky. V prvním pokusu dosahují hodnoty vertikální rychlosti asi o 0,02 m/s vyšší než v pokusu druhém, kde byla naměřena rychlost 1,78 m/s. Na rozdíl od hráče H2 hráč nejvíce brzdí svůj vertikální pohyb již v prvním kontaktu chodidel s podložkou v čase 1760 ms (hodnoty v obou pokusech přibližně - 1,57 m/s). Toto potvrzuje poměrně značné tlumení dopadu na podložku

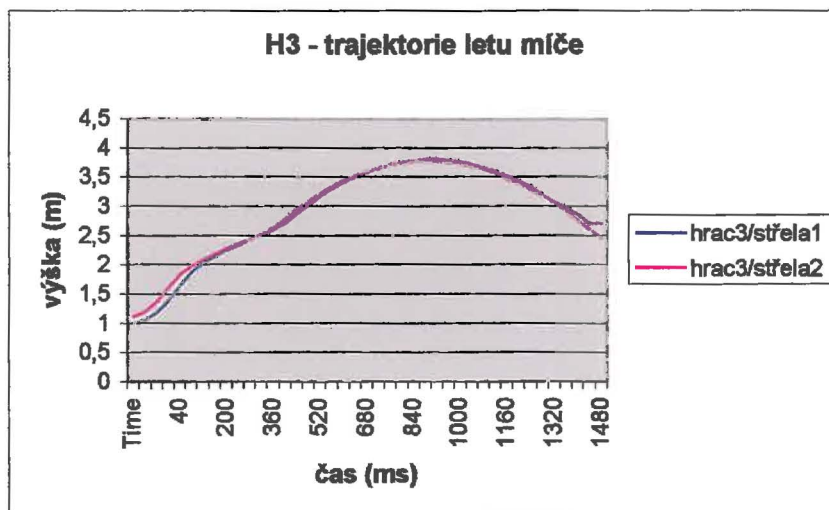
Okamžitá rychlost v době přenosu dopředné rychlosti na rychlost vertikální byla v čase 1200 ms (u obou pokusů) vyčíslena hodnotou 1,19 m/s. V době 1440 ms, kdy hráč dopíná ruku při odhodu míče se vertikální rychlost zpětně transformuje na rychlost horizontální v hodnotě 0,79 m/s. U druhého pokusu pak v čase 1480 ms v rychlosti 0,39 m/s.

Křivka prvního pokusu (Graf 14), který nám vykresluje průběh zrychlení respektive zpomalení boků na ose y, začíná na počátku rozběhu výrazněji klesat. V praxi se to projevuje poměrně dynamickým výkrokem nedominantní dolní končetiny z klidového postoje do rozběhu. Naopak v druhém pokusu je zrychlování po dopadu chodidel na podložku a zpomalování v okamžicích, kdy se obě chodidla nachází ve vzduchu plynulejší. Hráč nejvíce zrychluje ve dvou okamžicích. Prvně v okamžiku, kdy se začínají propínat nohy ve fázi odrazu (čas 1160 ms). V prvním pokusu dosahuje zrychlení hodnot $12,58 \text{ m/s}^2$, v druhém pak $15,42 \text{ m/s}^2$. Druhého zrychlení dosahuje hráč již po dopadu zpět na podložku. Naopak hráč nejvíce brzdí svůj dopředný pohyb mezi časem 1400 ms – 1620 ms (od propnutí střelecké ruky, přes okamžik odhodu míče až po okamžik, kdy hráč začíná klesat boky zpět k podložce). Hodnota zpomalení je v této době téměř lineární a pohybuje se cca -10 m/s^2 u obou pokusů.



Graf 14: Vertikální zrychlení vybraných bodů na při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Výška výskoku v prvním pokusu dosahuje 0,39 m. Hráčovi boky se tedy v okamžiku posledního kontaktu nacházeli ve výšce 1,02 m a v době kulminace výskoku v čase 1520 ms ve výšce 1,41 m nad podlahou. U druhého pokusu pak byla naměřená výška výskoku 0,41 m. Délka letu vpřed byla v prvním pokusu naměřena 0,35 m, v druhém pak 0,43 m.

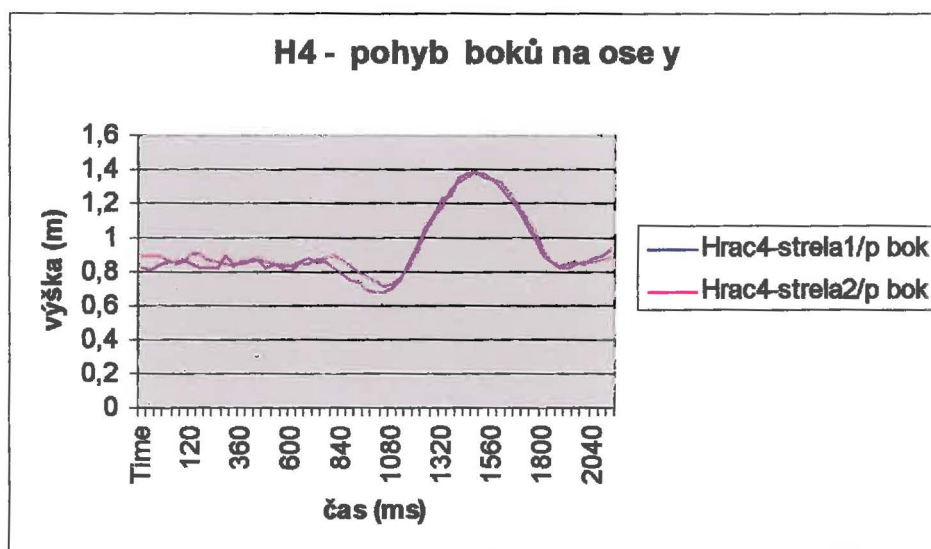


Graf 15: Trajektorie letu míče při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

V době odhodu míče v čase okolo 360 ms je patrné, že u druhého pokusu míč stoupá o několik centimetrů výše než v pokusu prvním. Ve výsledku tento fakt nehraje žádnou roli, kdy v době kulminace se již míč nachází u obou pokusů ve stejné výši (3,78 m). Oba pokusy jsou úspěšné.

6.5. INTRAINDIVIDUÁLNÍ STABILITA HRÁČE H4 V ROVINĚ XY

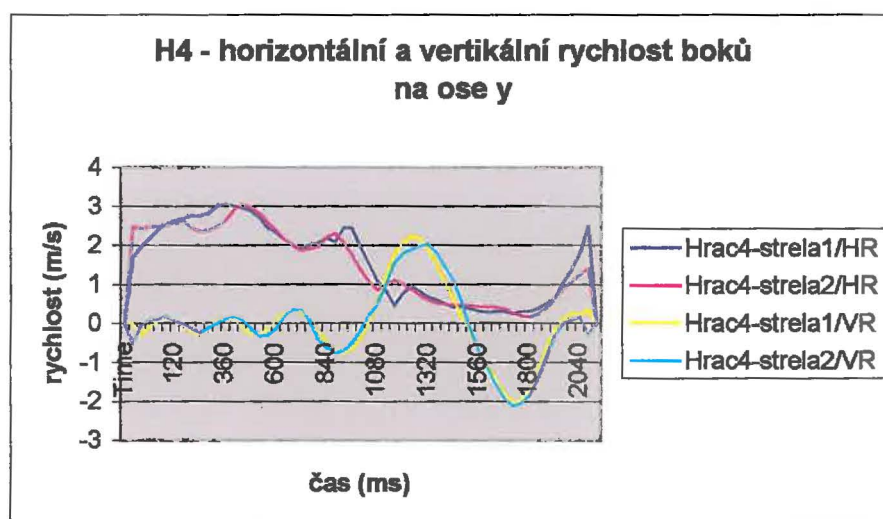
Z průběhu křivek pohybu boků lze u hráče H4 posoudit vysokou intraindividuální stabilitu pohybového cyklu rozběhu. Boky se v průběhu celého rozběhu, který je ukončen v čase 680 ms v prvním pokusu pohybují v rozmezí pouze 0,05 m, tedy od výšky 0,85 m – 0,90 m nad podlahou. Druhý rozběh je delší a ukončen časem 760 ms (výška boků obdobná). Lze také vyzorovat, že u prvního pokusu začínal hráč pohyb z nižšího postavení, naopak postoj u druhého pokusu byl před vykročením strmější. V následné fázi brzdného dokroku dochází k maximálnímu poklesu boků u pokusu prvního na výšku 0,68 m v čase 1000 ms. Hráč H4 v této chvíli dokončil brzdný dokrok a chystá se na samotný odraz. U druhého pokusu dochází k maximálnímu snížení téměř ve stejném čase (1040 ms) a to na výšku 0,71 m. V okamžiku kulminace výskoku (1480 ms) hráč dosahuje výšky zdvihu boků u prvního pokusu 1,38 m, v pokusu druhém 1,39 m. Dopad byl určen časem 1720 ms, kdy byla výška boků v bodě 0,89 m nad podlahou. Následný pokles značí značné tlumení nárazu na podlahu.



Graf 16: Trajektorie vertikálního pohybu vybraných bodů při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

H4 se začíná rozbíhat velmi dynamicky, a tak křivka jeho dopředné rychlosti (Graf 4) od počátku pohybu strmě narůstá. Jeho maxima dosáhne již v přenosové fázi mezi prvním a druhým krokem v rozběhu v čase 400 ms (první pokus: 3,01 m/s), v druhém pokusu pak v čase 440 ms 3,04 m/s. Mírný pokles poté následuje až do konce rozběhu. Ve fázi brzdného

dokroku, kdy by mělo docházet výraznějšímu poklesu horizontální rychlosti, naopak hráč H4 svůj dopředný pohyb nadále mírně zrychluje. V průběhu brzdného dokroku to znamená, že tento hráč svůj dopředný pohyb zpomaluje až dopadem druhé nohy v brzdném dokroku. V čase 920 ms má dopředná rychlost u prvního pokusu hodnotu 2,45 m/s, u pokusu druhého pak 2,08 m/s. Od tohoto okamžiku, kdy došlo k přisunutí druhé dolní končetiny, je patrné plynulé zpomalování této rychlosti až do dopadu v čase 1760 ms, kdy se hodnota u obou pokusů pohybovala okolo 0,17 m/s (2. pokus), a 0,30 m/s (1. pokus). Následný opětovný strmý růst dopředné rychlosti nám v praxi značí, že hráč po utlumení dopadu směřoval nadále výkrokem vpřed na místo zabrzdění pohybu.



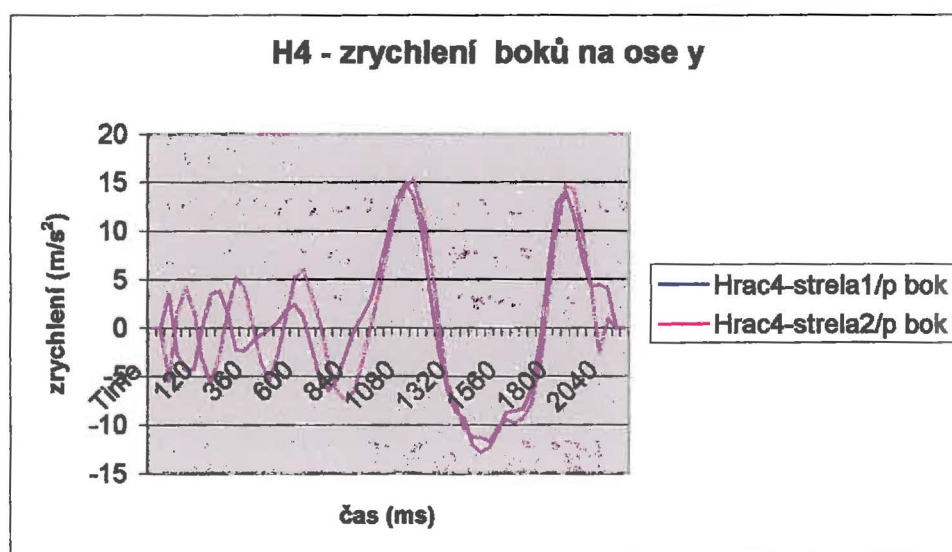
Graf 17: Průběh horizontální a vertikální rychlosti vybraných bodů při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Křivky průběhu vertikální rychlosti (Graf 17) mají u obu pokusů v rozběhu velmi podobný průběh s mírným nárůstem hodnot až do zahájení brzdného dokroku. Primární nárůst záporných hodnot v druhém pokusů nám dokazuje, že byl hráčův postoj před samotným vykročením strmější a hráč se po vykročení při vykročení mírně snížil své těžiště. Vertikální rychlost v rozběhu kolidovala v rozmezí od 0,29 m/s (okamžiky, kdy se hráč nacházel v krátkém letu mezi jednotlivými kroky) až po - 0,32 m/s v době opory chodidel s podložkou. Maximálních hodnot vertikální rychlosti dosahuje hráč H4 jako u předchozích hráčů v době posledního kontaktu chodidel s podložkou v konečné fázi odrazu. V prvním pokusu dosahuje hráč v čase 1280 ms rychlosti 2,26 m/s, v pokusu druhém pak v čase 1320 ms o 0,21 m/s méně, tedy 2,05 m/s. Hráč svůj vertikální pohyb brzdí nejvíce v čase 1760 ms, při prvním

kontaktu špiček chodidel s podložkou. Hráč v prvním případě brzdí rychlostí - 2,01 m/s, v případě druhém pak - 2,10 m/s.

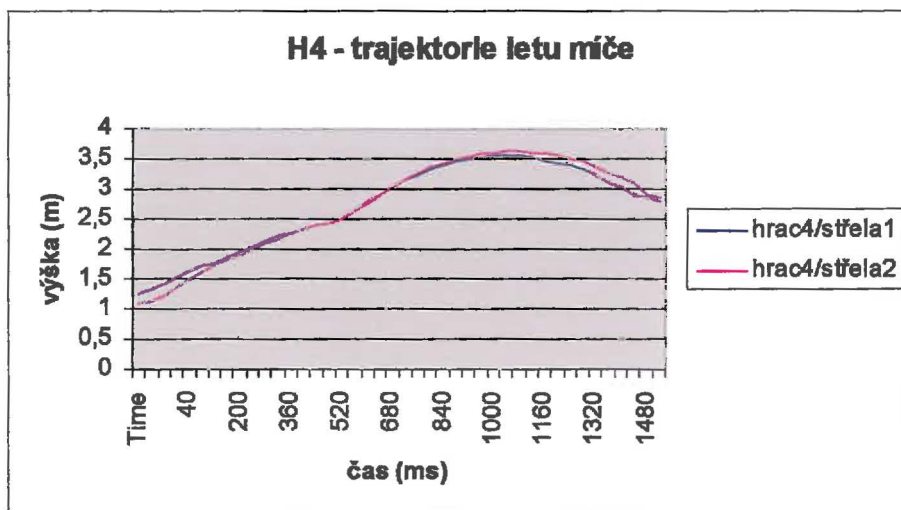
Křivky obou složek rychlosti se prvotně protínají v čase 1120 ms, kdy dochází k propínání v kolenním a kyčelním kloub ve fázi odrazu. Okamžitá rychlost obou veličin je 0,99 m/s. V okamžiku vypuštění míče ze střelecké ruky (1480 ms) dochází k zpětné transformaci vertikální rychlosti na rychlost dopřednou. Hodnota obou rychlostí u obou pokusů činí 0,47 m/s.

Také křivky vykreslující vertikální zrychlení vybraných bodů dotvrzuje výše zmiňovanou skutečnost, že byl rozběh u prvního pokusu prováděn ze klidového postoje, křivka zrychlení pak směřuje do kladných hodnot. Nejvyššího zrychlení dosahuje hráč v čase 1120 ms (kdy je hráč v maximálním snížení a dokončuje brzdný dokrok) a také v čase 1840 ms po dopadu a následném výkroku směrem vpřed. Ve všech těchto případech dosahují hodnoty zrychlení téměř 15ti m/s^2 . V prvním případě pak hráč H4 zrychluje svůj pohyb u prvního pokusu $15,05 m/s^2$, u druhého pokusu $15,31 m/s^2$. U dopadu pak $14,01 m/s^2$ (1. pokus) a $14,70 m/s^2$ (2. pokus). Naopak hráč při svém pohybu nejvíce zpomaluje v čase 1440 ms, kdy je míč držen v pokrčených rukách nad hlavou hráče a obě ruce se začínají propínat k odhodu míče. V tomto okamžiku zpomaluje při prvním pokusu - $12,80 m/s^2$, u pokusu následujícího pak - $11,65 m/s^2$.



Graf 18: Vertikální zrychlení vybraných bodů na při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

V okamžiku posledního kontaktu hráče s podložkou se boky hráče H4 nacházejí ve výšce 1,04 m a v době odhodu v čase 1520 ms pak ve výšce 1,40 m. Rozdíl v obou výškách činí tedy 0,36 m a to je i čistý hráčův výskok (u obou pokusů). Rozdíl délky od odrazu k dopadu byl v prvním pokusu 0,48 m, u pokusu druhého pak 0,49 m.

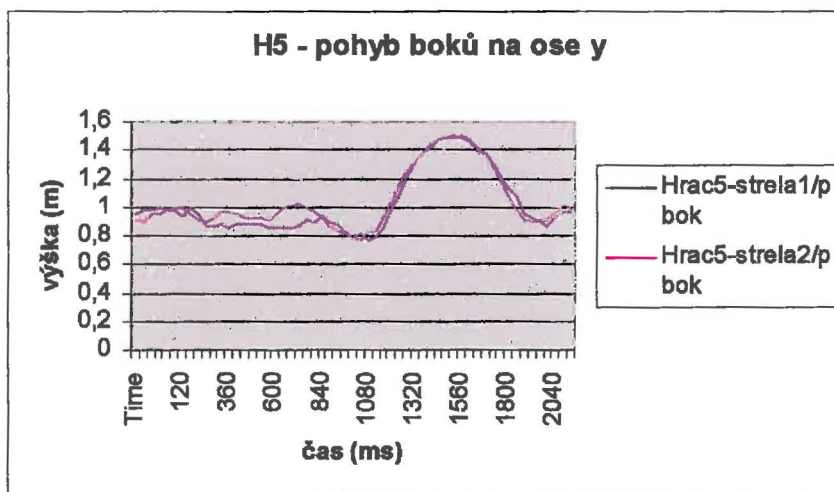


Graf 19: Trajektorie letu míče při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

V průběhu letu míče dochází V čase 1000 ms ve výšce 3,56 m ke kulminaci letu v prvním pokusu. Naopak míč v druhém pokusu ještě nepatrně stoupá. V praxi je pak první pokus úspěšný. Druhý pokus je neúspěšný, kdy míč dopadá na pravou část obroučky a odráží se pryč.

6.6. INTRAINDIVIDUÁLNÍ STABILITA HRÁČE H5 NA OSE XY

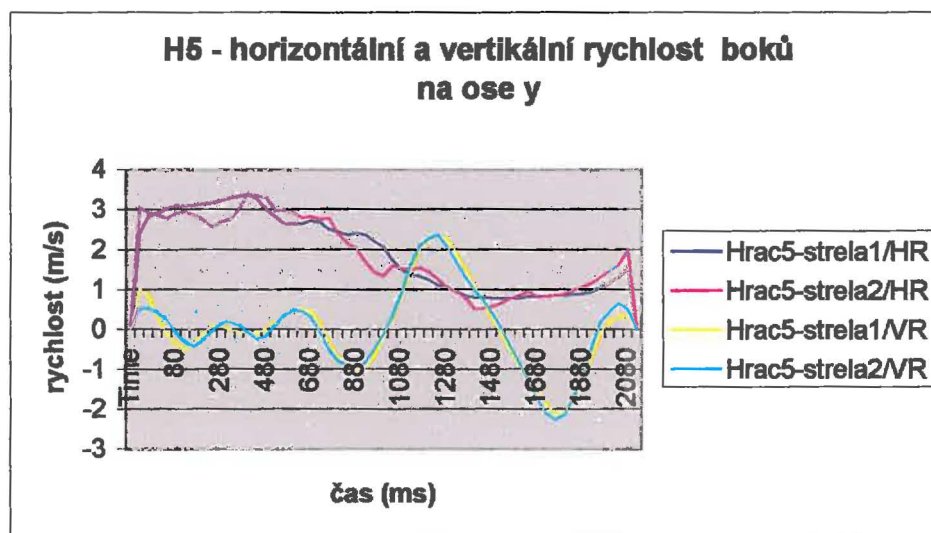
Pohyb hráče H5 začíná stejně jako u hráče H4 v prvním pokusu z vyššího postoje nežli v pokusu druhém. Po vykročení nedominantní dolní končetiny se hráčovy boky mírně zvyšují na výšku okolo 1 m nad podložkou. Po ukončení prvního kroku dochází k mírnému poklesu boků na výšku 0,90 m. Rozběh je ukončen v čase 760 ms (1. pokus) a 840 ms (2. pokus), kdy je rozdíl ve výšce obou boků 0,08 m (1. pokus – 0,93 m, 2. pokus – 1,01 m). V následném snížení klesají hráčovy boky výrazněji než u předchozích hráčů, v prvním pokusu v době 1080 ms, kdy hráč dokončil brzdný dokrok, se boky nacházejí ve výšce 0,83 m, v druhém pokusu pak 0,77 m v čase 1040 ms. Následný odraz vrcholí kulminací v době 1520 ms, kdy je výška boků nad podlahou v obou pokusech téměř totožná 1,50 m. V následném dopadu, který je určen časem 1800 ms dochází k výraznému tlumení nárazu (výška boků 1,08 m), kdy hráčovy boky poklesnou od 1800 ms – 1940 ms ještě o 0,18 m na výšku cca 0,90 m.



Graf 20: Trajektorie vertikálního pohybu vybraných bodů při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Jako většina analyzovaných hráčů, tak i H5 začíná svůj pohyb poměrně dynamickým vykročením, a tak je nejvyšší hodnota dopředné rychlosti dosažena již po prvním kroku. Po velmi strmém vzrůstu (od 0 m/s až k 3 m/s) této rychlosti pokračuje u prvního pokusu ještě mírným vzrůstem až do svých maximálních hodnot v čase 400 ms, kdy je horizontální rychlost u tohoto pokusu 3,35 m/s. V pokusu druhém pak po výrazném prvním kroku svůj pohyb mírně zpomaluje, ale v čase 400 ms je jeho dopředná rychlost tak jako u pokusu

prvního na hodnotě přes 3 m/s, přesněji 3,38 m/s. Od tohoto momentu začíná hráč plynule zpomalovat až do chvíle, kdy hráč zdvihl míč nad hlavu (čas 1400 ms) a chystá se na propnutí střelecké ruky s následným odhodem. Od tohoto okamžiku byla dopředná rychlost u obou pokusů téměř konstantní a pohybovala se v rozmezí 0,5 - 0,8 m/s. V praxi to znamená, že se hráč odrážel spíše směrem vzhůru než dopředu. Po následném utlumení dopadu opět začala dopředná rychlost mírně stoupat.



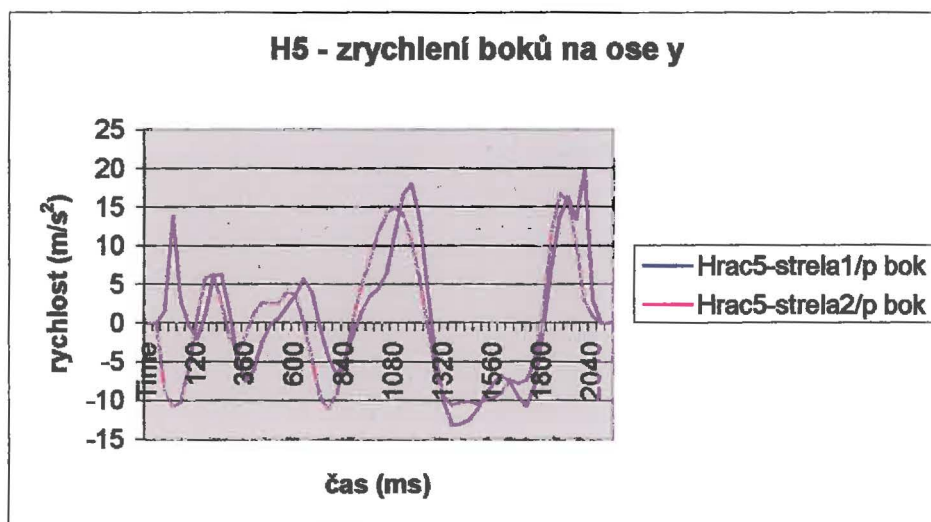
Graf 21: Průběh horizontální a vertikální rychlosti vybraných bodů při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Průběh vertikální rychlosti vyznačující (Graf 21) žlutá a zelená křivka nám již na počátku pohybu popisuje, že se hráč H5 vykročil poměrně dynamicky. V následném průběhu celého rozběhu pak hráč téměř nezpomaloval a nezrychloval svou vertikální rychlost až do okamžiku kontaktu chodidla při počátku brzdného dokroku. Číselně vyjádřeno hráč zrychloval a zpomaloval svůj vertikální pohyb od 0,45 m/s do - 0,48 m/s. V době výrazného brždění před odrazem klesla hodnota této rychlosti až pod 1 m/s, tedy - 1,01 m/s. V momentu 1240 ms, kdy se ještě obě chodidla nacházejí celou plochou na podložce (u předchozích hráčů byla naměřena maximální hodnota vertikální rychlosti v okamžiku posledního kontaktu chodidel s podložkou – hráč se tedy nacházel na špičkách), dochází ke kulminaci vertikální rychlosti, hodnoty u obou pokusů kolidují na hranici 2,35 m/s. V čase 1760 ms pak hráč nejvíce zpomaluje svůj vertikální pohyb - v okamžiku prvního kontaktu špiček s podložkou.

Hráč v tomto okamžiku zpomaluje - 2,12 m/s (1. pokus) a - 2,25 m/s (2. pokus). Následný strmý růst značí výrazné tlumení nárazu.

K přeměně rychlostí z horizontální na vertikální u hráče H5 dochází v čase 1120 ms, kdy hráč začíná propínat dolní končetiny v kolenním a kyčelním kloub ve fázi odrazu. Rychlost v prvním pokusu dosahuje hodnoty 1,35 m/s, v druhém pak 1,44 m/s. V opačné přeměně v čase 1480 ms v prvním pokusu (sklopení zápěstí při odhodu míče) je okamžitá hodnota obou rychlostí 0,74 m/s. V pokusu druhém pak opuštění míče ruky je hodnota obou rychlostí 0,52 m/s.

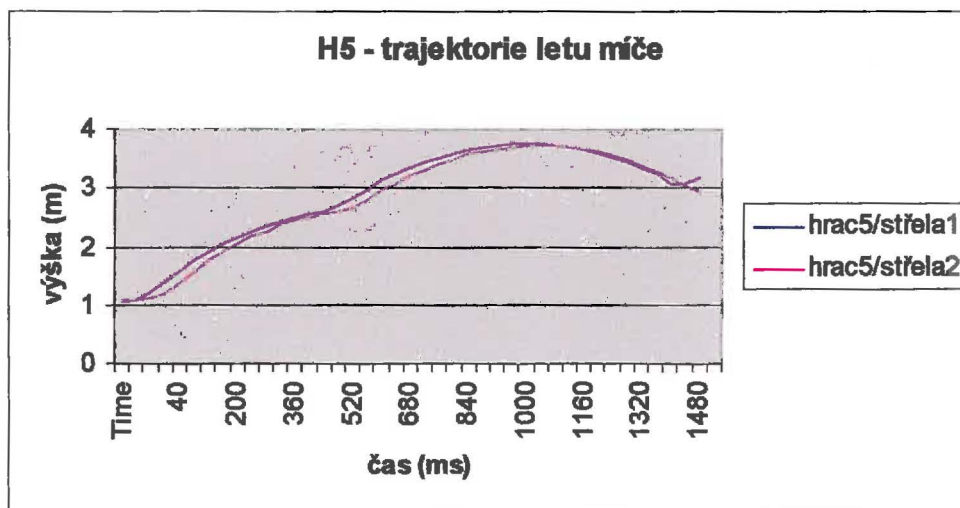
U prvního pokusu je patrné, že hráč začal okamžitě vykračovat, naopak u druhého pokusu hráč okamžik setrval v klidovém postoji a poté teprve vykročil. Hráč H5 zrychluje v průběhu střelby ve dvou okamžicích (druhý již dobu po dopadu nemá vliv na samotný hod). Nejvíce hráč zrychluje v čase 1160 ms u pokusu prvního v době, kdy dochází k propínání nohou v odrazu. Hodnoty dosahují v prvním pokusu zrychlení 18,03 m/s². V druhém pokusu pak hráč dosahuje maximálních hodnot o 40 ms dříve, a v tomto čase zrychluje 15,72 m/s². V čase 1360 ms, kdy dochází ke zdvihu míče nad hlavu, hráč nejvíce svůj pohyb zpomaluje: 1. pokus - 13,14 m/s², 2. pokus: - 10,06 m/s².



Graf 22: Vertikální zrychlení vybraných bodů na při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Z Grafu 20 lze také vyčíst výšku výskoku, kdy se hráčovy boky nacházely v čase 1240 ms ve výšce 1,01 m a v okamžiku kulminace výskoku v čase 1520 ms ve výšce 1,49 m (1. pokus) a 1,51 m (2. pokus). Hráči H5 byl tedy v obou pokusech naměřen vertikální výskok

0,48 m. Hráč v prvním pokusu v letu urazil vzdálenost 0,42 m, v druhém pak 0,47 m. To značí fakt, že byl výskok prováděn více vertikálně nežli horizontálně.



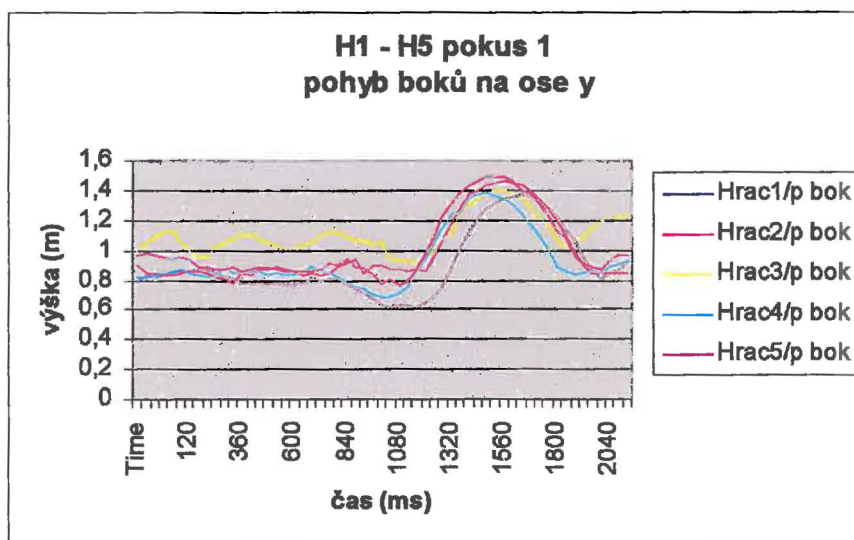
Graf 23: Trajektorie letu míče při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Míč hráče H5 se při svém letu nacházel v prvním pokusu o několik centimetrů výše, dříve dosáhl kulminace (čas 960 ms) a výšky 3,75 m a také začal dříve padat. Ve výsledku byl v prvním pokusu hod neúspěšný, míč se odrazil od levé části obroučky směrem od koše. V druhém pokusu byl pokus úspěšný.

6.7. INTERINDIVIDUÁLNÍ STABILITA HRÁČE H1 – H5 V ROVINĚ XY: POKUS 1

Již z prvního pohledu je patrné, že hráč H3 měl své těžiště těla v průběhu celého rozběhu nejvýše (Graf 23), rozmezí výšky boků bylo u H3 0,95 m – 1,11 m nad podlahou. Jeho rozběh byl také nejdříve ukončen, již v čase 720 ms. Naopak nejdelší rozběh byl naměřen H2, kdy až v čase 880 ms začal svůj dopředný pohyb výrazněji brzdit. Ostatní hráči byli ve svém rozběhu poměrně stabilní, nejvíce se v průběhu celého pohybového cyklu rozběhu a střelby snížily boky H1 na výšku 0,61 m v čase, kdy hráč H2 teprve ukončoval svůj rozběh. Nejstabilnější rozběh z hlediska vertikálního rozsahu boků byl pozorován u H4, jehož boky se v průběhu rozběhu pohybovaly v rozmezí pouhých 0,05 m.

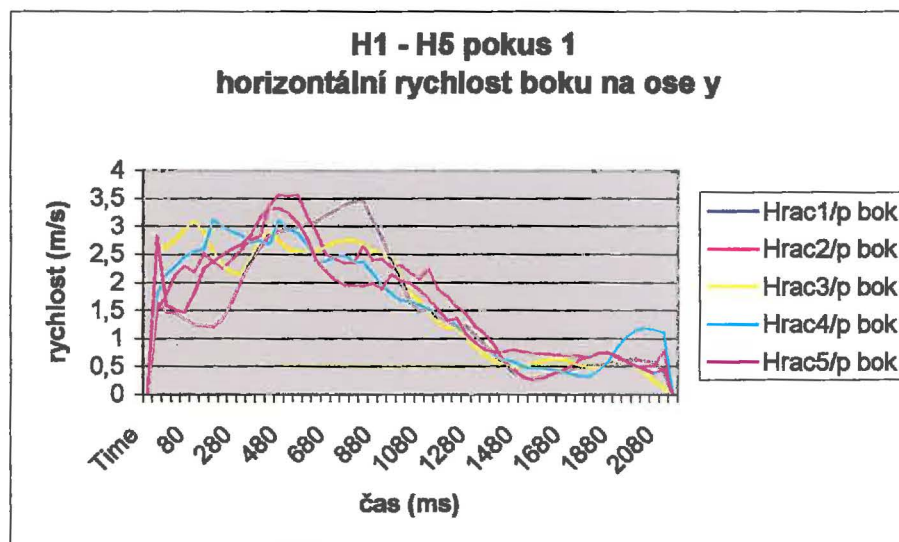
V konečné fázi brzdného dokroku respektive v počáteční fázi odrazu dochází k nejvyššímu snížení boků u dvou hráčů současně (H1, H5) o 0,18 m. Naopak H2 po celou dobu, kdy se jeho dopředná pohyb transformoval na pohyb vertikální, své boky nesnižoval a odrážel se z takřka napnutých nohou. Nejdelší čas byl ve fázi brzdného dokroku a odrazu naměřen hráči H4, jehož rozdíl časů mezi dopadem chodidla prvního kroku brzdného dokroku (680 ms) a posledním kontaktem s podložkou (1280 ms) byl 600 ms. To se v činnosti projevilo velmi pozvolným klesáním obou boků před samotným odrazem. Naopak nejdynamičtěji se odrážel hráč H5, jehož rozdíl mezi výše vyznačenými polohami těla činil 480 ms. Maximálního snížení dosáhl nejpozději H1 v čase 1040 ms, kdy se teprve někteří hráči při brzdění snižovali.



Graf 24: Trajektorie vertikálního pohybu vybraných bodů u jednotlivých hráčů při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

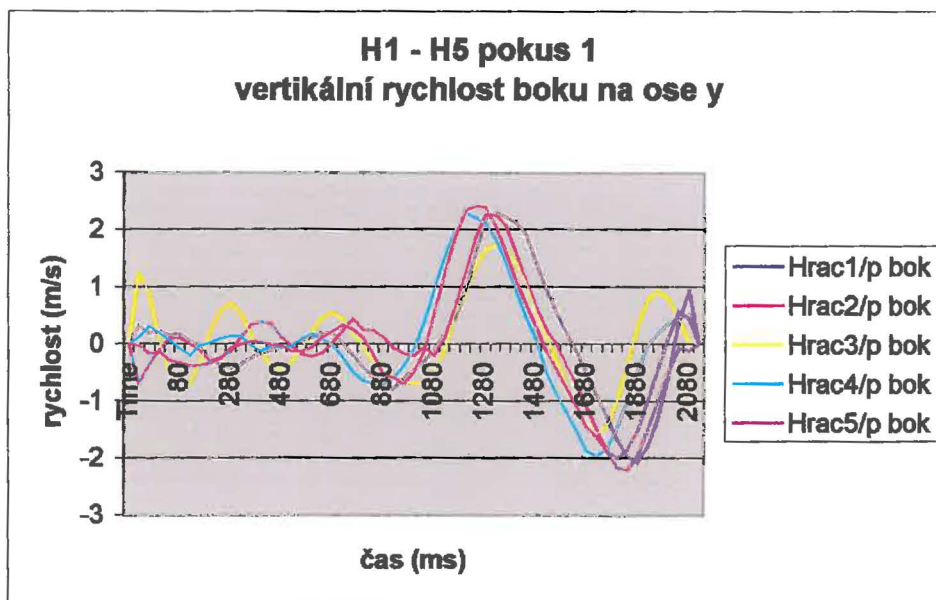
Nejvyššího bodu při kulminaci dosáhl H5, jehož boky se dostaly až do výšky 1,50 m, zároveň také v nejkratším čase. Naopak nejnižšího kulminačního bodu výskoku dosáhl H1, jehož boky byli při odhodu míče o 0,17 m níže, tedy ve výšce 1,33 m. Nejdříve odhazoval míč H4 v čase 1480 ms, naopak nejpozději hráč H1 v čase 1640 ms.

Následný dopad byl poměrně stabilní u všech hráčů, v čase 1800 ms dopadly současně hráči H1, H2, H5. Nejdříve dopadl zpět na podlahu hráč H4 v čase 1760 ms.



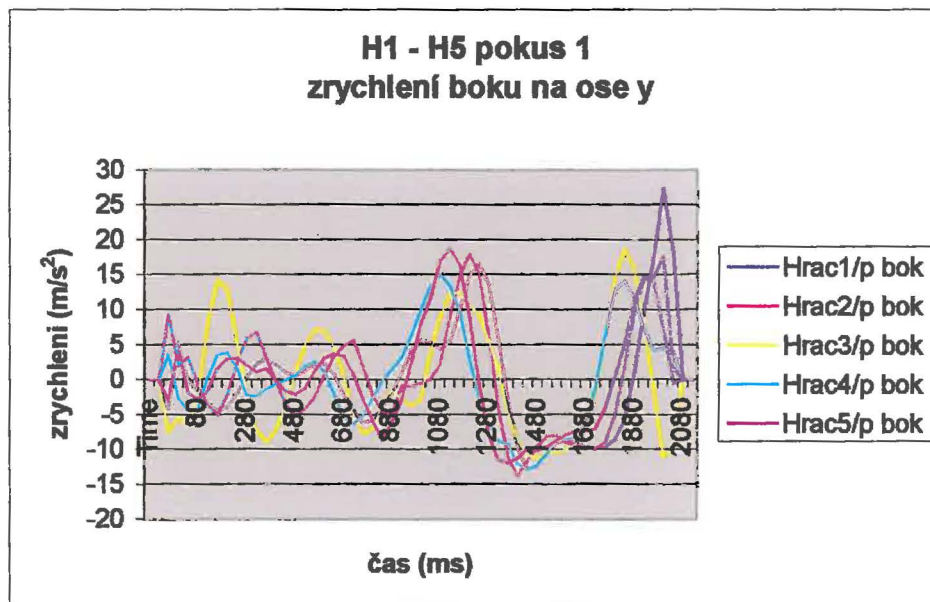
Graf 25: Průběh horizontální rychlosti vybraných bodů u jednotlivých hráčů při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Poměrně značné rozdíly nám vykazuje Graf 25 dopředné rychlosti. Pouze H1 vystupňoval svůj dopředný pohyb až na konci rozběhu, ostatní hráči dosahovaly maximálních hodnot dopředné rychlosti již v průběhu rozběhu. Nejvyšší dopředné rychlosti dosahuje H2, jehož hodnota jako jediná přesáhla hranici 3,4 m/s, přesněji 3,42 m/s. Naopak „nejpomalejší“ rozběh byl zanalyzován u H3, jehož horizontální rychlost dosáhla hodnoty 3,01 m/s. Tento hráč také dosáhl dopředné rychlosti již v čase 80 ms, kdy z klidového postoje velmi dynamicky vykračoval do rozběhu. Naopak H1 dosáhl své maximální rychlosti vpřed až v čase 800 ms, což je o celých 720 ms později než u H3. Po ukončení rozběhu dochází u všech hráčů k výraznému poklesu dopředné rychlosti až do nejnižších hodnot pohybujících se v rozmezí 0,22 - 0,70 m/s.



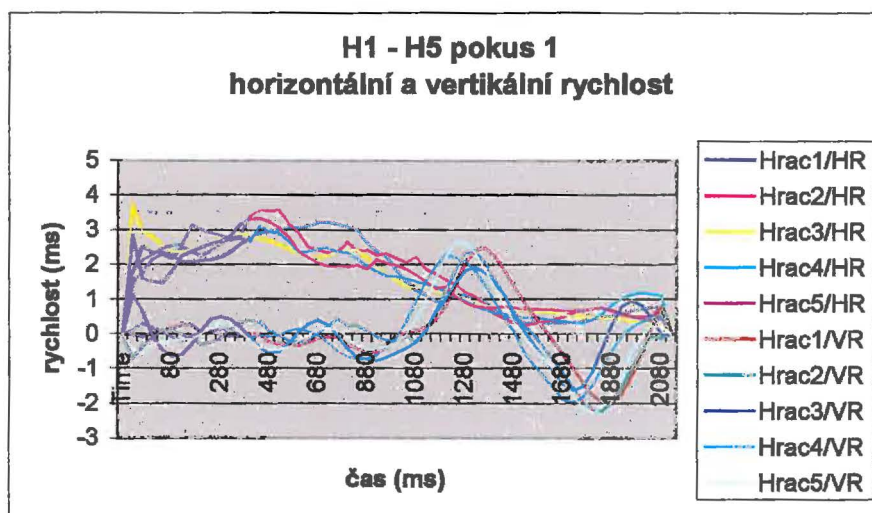
Graf 26: Průběh vertikální rychlosti vybraných bodů u jednotlivých hráčů při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Křivka vertikální rychlosti H3 je již na počátku rozběhu odlišná od křivek ostatních. Jak již bylo psáno, tento hráč H3 velice dynamicky vykračoval z klidového postoj, a tak jeho vertikální pohyb boků byl výrazněji než u hráčů ostatních. Naopak křivky vertikální rychlosti boků u H2 a H5 se v počátku pohybu pohybovaly do hodnot záporných. V praxi to znamenalo, že se hráči před vykročením mírně snížili (klidový postoj pouze na mírně pokrčených dolních končetinách). V průběhu rozběhu se pak vertikální rychlost pohybovala téměř pravidelně v rozmezí od 0,71 m/s do - 0,52 m/s. Pouze vrcholy křivek nejsou v čase shodné, protože každý hráč má jinak dlouhý krok a roli hraje také výška driblingu. Všichni hráči dosahují maximálních hodnot vertikální rychlosti v okamžiku posledního kontaktu špiček s podlahou na konci fáze odrazu. Pouze hráč H5 dosahuje hodnot svého vertikálního pohybu již v době, kdy jsou jeho chodidla ještě celou plochou na podložce. Nejvyšší vertikální rychlosti dosahuje hráč H5, jehož vertikální rychlost v čase 1280 ms dosahuje hodnoty 2,35 m/s. Zajímavostí je, že hráči H1, H2 a H4 dosahují takřka totožný rychlostí okolo 2,25 m/s. Naopak H3 nedosahuje ani 2 m/s, přesněji pouze 1,80 m/s. Nejrychleji dosahuje konečné fáze odrazu H4 již v čase 1200 ms, naopak H1 a H5 až v čase 1320 ms. Jelikož hráč v letu nemůže svůj pohyb výraznějším způsobem korigovat, platí tento rozdíl v čase až do dopadu zpět na podložku. Nejvyšší hodnoty brždění po dopadu pak dosahuje H2, jehož hodnoty jsou - 2,14 m/s.



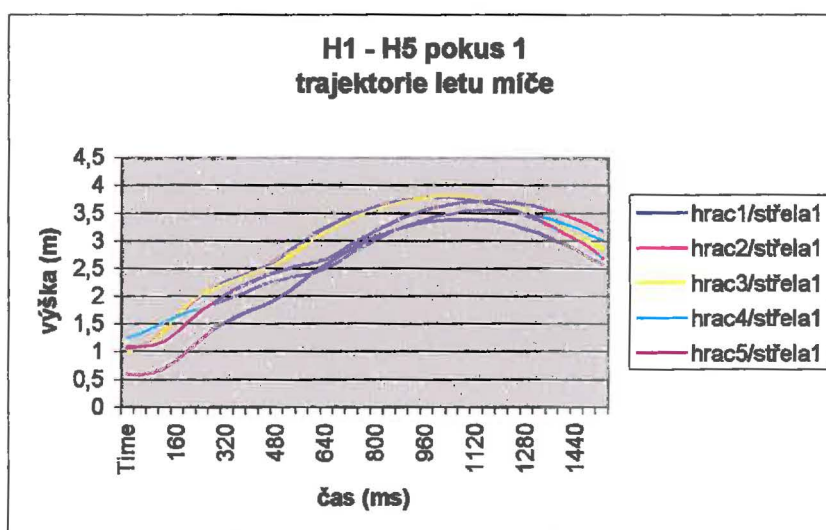
Graf 27: Vertikální zrychlení vybraných bodů u jednotlivých hráčů na při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Křivka zrychlení nám u hráče H2 vypovídá o faktu, že tento hráč na počátku pohybu nejprve mírně snížil své těžiště těla a poté teprve vykročil. U ostatních hráčů před prvním výkrokem docházelo z klidového postoje k poměrně rovnovážnému pohybu vpřed. V průběhu rozběhu pak záviselo zrychlování a zpomalování hráčů na kontaktu chodidel s podložkou (pokud jsou v kontaktu s podložkou → hráč zrychluje, pokud je hráč v krátkém letu, kdy se ani jedno chodidlo nedotýká podlahy → hráč zpomaluje). Maximálních zrychlení dosahují všichni hráči ve dvou okamžicích. Při prvním (hráči začínají propínat dolní končetiny v kolenních a kyčelních kloubech ve fázi odrazu) i druhém případě (po stabilizaci a utlumení dopadu) dosahují hodnoty zrychlení hranice 18 m/s^2 (H5: $18,03 \text{ m/s}^2$). Nejméně zrychluje H3 pouze $12,58 \text{ m/s}^2$. Naopak hráči při střele nejvíce zpomalují v rozmezí času 1360 ms (od prvního okamžiku letu) – 1720 ms (okamžik po kulminaci, kdy nastává „follow-through“).



Graf 28: Transformace hlavních složek rychlostí u vybraných bodů u jednotlivých hráčů na při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Transformace horizontální rychlosti na rychlost vertikální spadá nejčastěji mezi časy 1120 ms a 1200 ms, kdy u všech hráčů dochází k brzdnému dokroku před následným odrazem. Okamžitá rychlost se u hráčů pohybuje v průměru všech hráčů 1,47 m/s. V době protažení odhodové ruky a sklopením zápěstí v okamžiku kulminace výskoku (1440 ms až 1560 ms) dochází ke „zpětné“ transformaci, rychlost pohybu hráčů je v průměru asi 0,27 m/s.

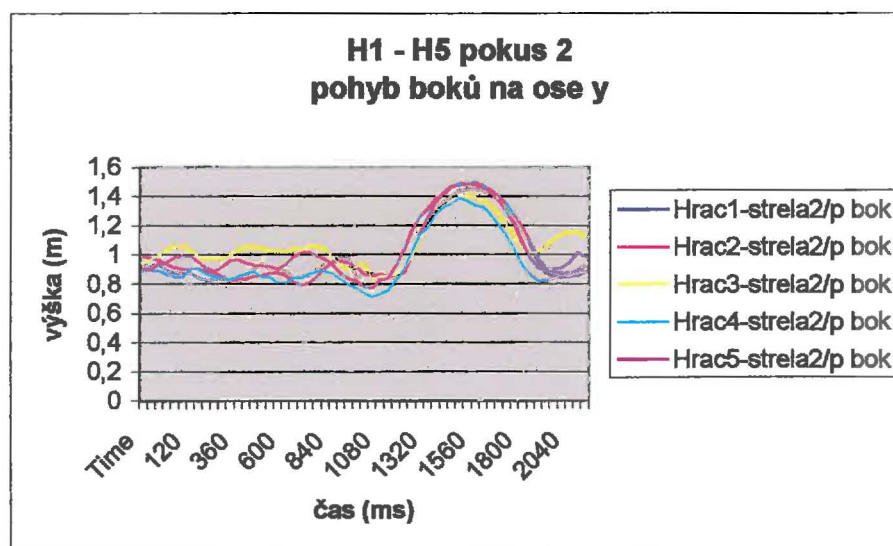


Graf 29: Trajektorie letu míče u jednotlivých hráčů při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

V průběhu analyzování trajektorie letu míče je patrné, že H1 drží svůj míč nejnižší v průběhu zdvihu míče nad hlavu v době odhodu (jako jediný pod výškou 1 m). Nejvyššího kulminačního bodu dosahují míče vypuštěné z ruky hráčů H2 a H3 a to přesně 3,82 m. Trajektorie letu těchto dvou míčů také dosáhly svého kulminačního bodu v nejkratším čase 1040 ms. Naopak míče vypuštěné z rukou hráčů H4 a H5 dosahují své maximální výšky o 160 ms později, tedy v čase 1200 ms. Míč hráče H1 dosáhl kulminačního bodu v čase 1120 ms výšky 3,39 m, což je ze všech křivek vykreslujících trajektorii míče nejméně. Rozdíl mezi maximálními a minimálními kulminačními body je tedy 0,43 m. Všichni hráči první střelu proměnili kromě hráče H5, jehož míč se odrazil od levého půlkruhu obroučky a odlétl pryč.

6.8. INTERINDIVIDUÁLNÍ STABILITA HRÁČE H1 – H5 V ROVINĚ XY: POKUS 2

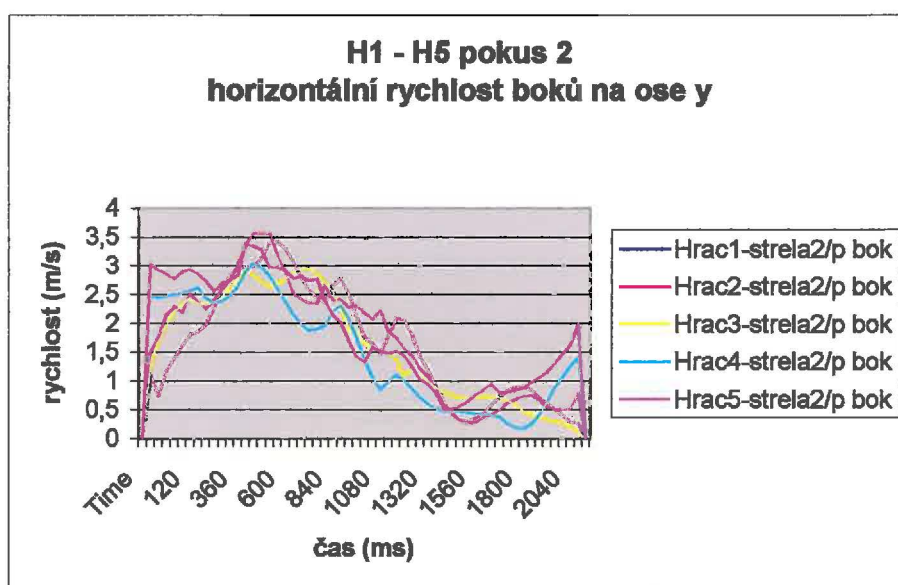
Graf 30 vertikálního pohybu boků u druhého pokusu se na první pohled výrazněji neliší od grafu 24 pokusu prvního. Z prvního pohledu na trajektorie pohybu boků je zřetelné, že tak jako v prvním pokusu, se nacházely nejvýše v rozběhu boky hráče H, jehož boky při se nacházely před zahájením brzdného dokroku ve výšce 1,06 m (čas 760 ms) nad podlahou. Naopak nejnižší se ve stejném čase nacházely u hráče H2, konkrétně ve výšce 0,88 m. Nejdelší rozběh byl naměřen hráčům H1 a H2, kteří zahájili brzdný krok až v čase 880 ms. Hráči H3, H4, H5 končí svůj rozběh již v čase 800 ms. Nejstabilnější výkyv trajektorie (tedy rozdíl mezi minimální a maximální hodnotou výšky boků) v rozběhu byl naměřen u pohybu boků H4 v rozmezí pouhých 0,04 m. Naopak nejvyšší rozdíl v postavení boků při rozběhu dosahuje hráč H5, a to 0,19 m. Při následné fázi brzdného dokroku dochází u hráčů H3 – H5 k maximálnímu snížení boků před samotným odrazem v průběhu celého pohybového cyklu. Jejich dopředný pohyb se od rozběhu snížil o více jak 0,1 m. Nejnižší se nacházely boky H4 (čase 1040 ms), a to ve výšce 0,71 m. Hráči H1 a H2 bylo naměřeno maximální snížení již ve druhém kroku rozběhu, kdy se jejich boky dostaly do výšky 0,82 m. Proto již v následné fázi brzdného dokroku se nejvýše nacházely boky hráče H2, a to ve výšce 0,88 m nad podlahou.



Graf 30: Trajektorie vertikálního pohybu vybraných bodů u jednotlivých hráčů při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

V době kulminace (čas okolo 1560 ms) se nejvýše nacházely boky hráče H5 a to ve výšce 1,51 m. Naopak H4 dosahuje v čase o 80 ms dříve pouze 1,39 m, což je o celých 0,12 m méně než H5.

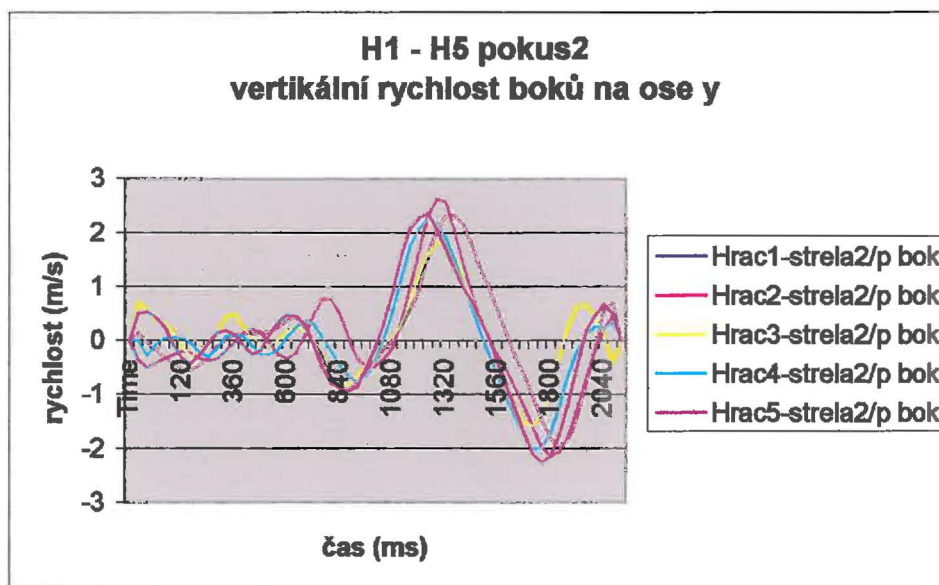
Hráči H3 a H4 dopadají na podlahu jako první v čase 1760 ms. Naopak hráči H1 a H2 a H5 se ještě v tomto čase nacházeli několik cm nad podložkou a dopadají až o 40 ms později.



Graf 31: Průběh horizontální rychlosti vybraných bodů u jednotlivých hráčů při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

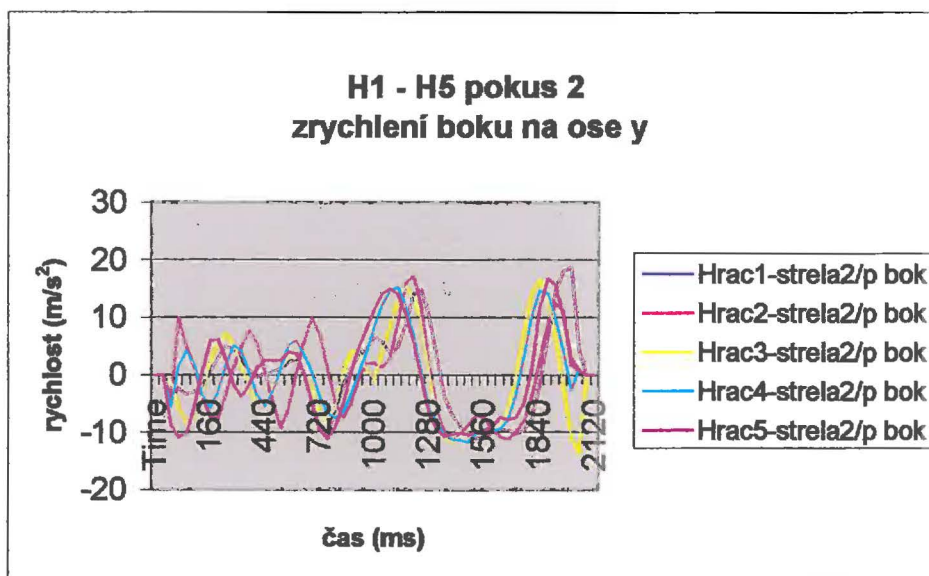
Na rozdíl od prvního pokusu, kdy hráč H1 dosahoval své maximální rychlosti dopředného pohybu v čase 760 ms, byl dosáhl jeho dopředný pohyb v pokusu druhém maximálních hodnot již v čase 600 ms. Nejen tento hráč, ale téměř všichni ostatní hráči dosahovali svých maximálních hodnot HR kolem tohoto času. Nejvyšší naměřené hodnoty dosáhl hráč H2 a to 3,56 m/s, naopak hráč H4 pouze 3,04 m/s. Pouze hráč H5 vystupňoval svůj dopředný pohyb až v čase 720 ms.

V době po ukončení rozběhu klesají následně hodnoty až do okamžiku odhodu míče. V porovnání s interindividuální průběhu křivek HR u prvního pokusu lze nastínit fakt, že jsou křivky v pokusu druhém mnohem více „přerušované“. Dopředný pohyb hráčů byl tedy méně plynulejší. Minimálních hodnot dosahují křivky horizontální rychlosti v rozmezí času 1560 ms – 2080 ms. V čase 1560 ms (okamžik kulminace výskoku) dosahují svých minimálních hodnot hráči H1 a H2 a to 0,22 m/s respektive 0,27 m/s.



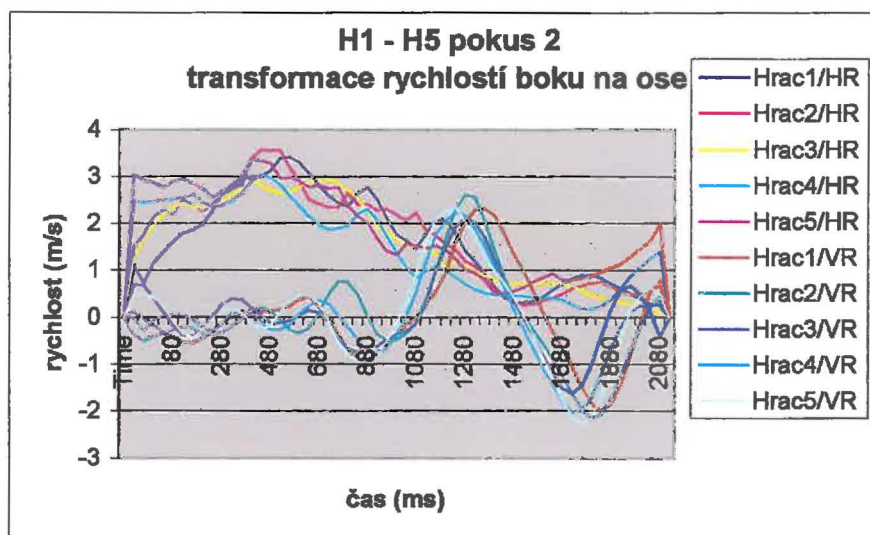
Graf 32: Průběh vertikální rychlosti vybraných bodů u jednotlivých hráčů při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Již na počátku rozběhu se odlišují H3, H5, kteří z klidového postoje začínají poměrně dynamicky svůj rozběh. Naopak H2 a H4 začínají z klidového postoje (pouze na mírně pokrčených dolních končetinách mírným snížením svého těžiště. Výkyv křivek vertikální rychlosti (Graf 32) ve fázi rozběhu pak jednotlivě závisí jako v prvním pokusu na délce kroku a výšce driblingu, kdy nejvyšší vertikální rychlosti na konci rozběhu dosahuje H2: 0,76 m/s. V následující fázi brzděného dokroku nejvíce brzdí H5 a to - 0,92 m/s ve chvíli, kdy přisouvá druhou nohu v brzděném dokroku k první stejné noze. Naopak nejméně zpomaluje v tomto okamžiku H2, a to pouze - 0,50 m/s. Hráči H4 a H5 dosahují nejvyšší vertikální rychlosti v čase 1280 ms, kdy je jejich rychlost velmi podobná okolo 2,30 m/s. Nejvyšší VR dosahuje H2, jehož VR byla v tomto okamžiku 2,56 m/s, oproti pouhým 1,78 m/s naměřeným v čase 1320 ms u hráče H3. Pouze H1 svůj pohyb v předchozí fázi prodloužil a dosáhl maximální vertikální rychlosti až v čase 1360 ms, její hodnota byla 2,31 m/s. V poslední fázi pohybu při jump shotu, tedy dopadu, byly průměrně naměřeny hodnoty cca -2,0 m/s. Nejvíce svůj pohyb brzdil H5 (- 2,25 m/s), naopak nejméně H3 jehož vertikální rychlost v čase po dopadu obou chodidel na podložku byla pouze -1,57 m/s.



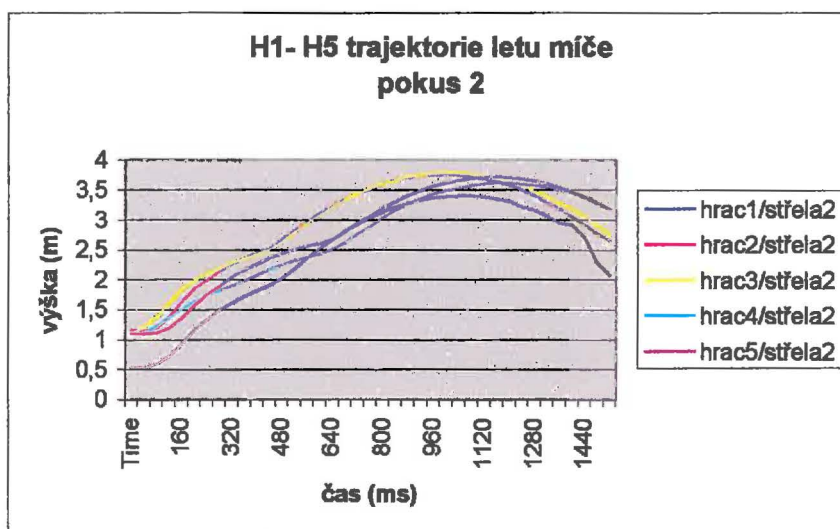
Graf 33: Vertikální zrychlení vybraných bodů u jednotlivých hráčů na při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Jako je ovlivněn počátek průběhu křivek VR, je také počátek průběhu křivek vyzkreslující zrychlení ovlivněn výkrokem z klidového postoje. Pokud hráči začínali pohyb z trojnásobně nebezpečného postoje, pak křivky vertikálního zrychlení stoupají do kladných hodnot. Následně v průběhu rozběhu hodnoty zrychlení dosahují téměř podobných hodnot zrychlení (pokud je hráč v kontaktu s podložkou) respektive zpomalení (hráč v krátké letové fázi mezi jednotlivými kroky). Nejvyšších hodnot dosahuje zrychlení opět ve dvou bodech (druhé maximální hodnoty dosahují hráči až po dopadu a tlumení doskoku v čase po 1840 ms, tyto hodnoty již nemají na samotnou střelu žádný vliv). Maximálních hodnot dosahují hráči v rozmezí 1080 ms (hráč H5) a 1240 ms (hráč H1). V rozmezí těchto času dosahuje nejvýraznějšího zrychlení H2, a to $18,01 m.s^{-2}$. Ostatní hráči dosahují zrychlení přesahující o $15 m.s^{-2}$ (kromě H1 pouze $14,95 m.s^{-2}$). Naopak kontinuálně hráči zpomalují v rozmezí časů 1400 ms až 1680 ms, kdy dochází k napínání střelecké paže, sklopení zápěstí a odhodu míče. V této době hráčovy boky svůj pohyb zpomalují okolo $-11,20 m.s^{-2}$ (hráč H4) až $-9,6 m.s^{-2}$ (hráč H1).



Graf 35: Transformace hlavních složek rychlostí u vybraných bodů u jednotlivých hráčů na při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Z transformace horizontální rychlosti na rychlost vertikální a zpět je patrné, že nejdříve měnili svůj dopředný pohyb do odrazu hráči H4 a H5 v čase 1120 ms, naopak hráči H1 a H2 o 120 ms později. V této době dosahovala průměrně rychlost měřených složek rychlosti 1,51 m/s. Z pohledu zpětné transformace (tedy VR na HR) dochází v čase 1480 ms (všichni hráči mimo H1, u kterého dochází ke „zpětné přeměně“ v čase 1520 ms) v průměrné rychlosti u momentální HR i VR odpovídající hodnotě 0,27 m/s.



Graf 35: Trajektorie letu míče u jednotlivých hráčů při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama

Při analyzování trajektorie letu míče v druhých pokusech nedochází k výraznějším rozdílům od pokusu prvního. Nejvyššího bodu opět dosahují míče vystřelené hráči H2 a H3 v nejkratším čase (1000 ms pak dosahují výšky 3,80 m). Naopak křivky vykreslující pohyb míče hráčů H4 a H5 dosahující svých maximálních hodnot až v čase 1200 ms. Nejnižše se ve svém kulminačním bodě nachází míč vystřelený hráčem H1 a to ve výšce 3,40 m. Rozdíl v kulminačních bodech je tedy 0,40 m. Hráči H2,H3 a H5 druhý pokus proměnili. Míče hráčů H1 a H4 dopadly na levou (resp. pravou) stranu a odrazili se mimo koš.

7. TABULKOVÉ VYJÁDŘENÍ ZÍSKANÝCH VÝSLEDKŮ

7.1. KOMENTÁŘ K VÝSLEDNÝM HODNOTÁM HRÁČE H1

	<i>poloha boků</i>		<i>horizontální rychlost</i>		<i>vertikální rychlost</i>		<i>zrychlení</i>		<i>transformace rychlostí</i>		<i>zdvih boků</i>	<i>délka letu</i>
	h (m)		v _h (m/s)		v _{vr} (m/s)		a (m.s ⁻²)		v _{tr} (m/s)		h _{zb} (m)	h _{dl} (m)
	max	min	max	min	max	min	max	min	dopředná → vertikální	vertikální → dopředná		
<i>Pokus 1</i>	1,33	0,61	3,40	0,22	2,25	-2,18	16,63	-12,36	1,23	0,45	0,38	0,49
<i>Pokus 2</i>	1,45	0,81	3,39	0,22	2,31	-2,10	14,95	-9,84	1,81	0,22	0,35	0,53

Tabulka 3: Vybrané hodnoty dosažené hráčem H1 v průběhu jump shotu

V tabulce 3 jsou vypsány vybrané maximální a minimální hodnoty u vybraných sledovaných složek pohybu dosažené hráčem H1 v průběhu celého pohybového cyklu jump shotu. U polohy boků se jedná o okamžik, kdy se hráčovy boky vyskytovaly nejvýše, respektive nejnižší, v rozběhu a následné střelbě. Zdvih boků značí změnu polohy těžiště od okamžiku posledního kontaktu nohy s podložkou po okamžik kulminace výskoku (zjednodušeně řečeno jde o čistý výskok). Délka letu značí rozdíl mezi posledním kontaktem chodidel s podložkou ve fázi odrazu po prvním kontaktu ve fázi dopadu. Hodnoty HR značí dopředný pohyb hráče, u VR pak značí záporné hodnoty pouze směr pohyb hráče, kdy dochází k snižování těla. Záporné hodnoty vyjádřené u zrychlení pak vyznačují brždění pohybu. Hodnoty transformace rychlostí pak udává okamžik, kdy hráč svůj dopředný mění na pohyb vertikální a naopak. Všechny tyto složky pohybu jsou tabulkově interpretovány také v následujících kapitolách u hráčů H2 – H5.

Hráč H1 dosáhl maximální výše zdvihu boků v druhém pokusu a to hodnoty o celých 0,12 m výše než v pokusu prvním, naopak nejnižší se nacházely jeho boky v pokusu prvním. Jeho dopředná i vertikální rychlost byla téměř totožná v maximálních i minimálních hodnotách v obou pokusech. V prvním pokusu naopak hráč více zrychloval, rozběh byl více

stupňovaný. Také fáze brzdného dokroku a odrazu byla plynulejší v prvním pokusu, a tak hráč dosáhl v tomto pokusu vyššího výskoku a naopak kratšího letu vpřed. U druhého pokusu hráč tolik svůj dopředný pohyb nebrzdil, a tak byla transformace rychlosti o téměř 0,5 m/s vyšší než u pokusu prvního.

	<i>doba rozběhu</i>	<i>okamžik maximálního snížení</i>	<i>doba brzdného dokroku a odrazu</i>	<i>okamžik kulminace výskoku</i>	<i>okamžik dopadu</i>
	t (ms)	t (ms)	t (ms)	t (ms)	t (ms)
<i>Pokus 1</i>	0 – 760	1040	800 – 1320	1640	1800
<i>Pokus 2</i>	0 – 880	360	920 – 1360	1560	1800

Tabulka 4: Časový průběh pohybu hráče H1 při jump shotu

Tabulka 4 vyjadřuje jednotlivá časové úseky „spotřebované“ v jednotlivých fázích pohybu při vrchní stělbě jednoruč po odrazu oběma nohama u hráče H1. Všechny hodnoty jsou vyjádřeny v ms a jsou také použity v následujících kapitolách při vyjádření časového průběhu pohybového cyklu jump shotu u hráčů H2 – H5. Rozběh je ukončen dopadem neodrazové nohy v brzdném dokroku. Následný odraz je ukončen prvním okamžikem, kdy se již chodidla nedotýkají podložky. Okamžik maximálního snížení značí moment v pohybu, kdy se hráčovy boky nacházejí nejnižší v celém průběhu pohyb. Opakem tohoto je okamžik kulminace výskoku. Okamžik dopadu je chvíle, kdy se chodidla zpětně začnou dotýkat podložky.

Hráč H1 si při druhém pokusu svůj rozběh prodloužil o 120 ms. Maximálního snížení dosáhl H1 v prvním pokusu až po ukončení brzdného dokroku v době přisunutí odrazové nohy k noze stojné. Naopak v pokusu druhém dosáhl maximálního snížení již v průběhu rozběhu. Na odraz „vyčerpal“ hráč H1 mnohem méně času v druhém pokusu, proto se spíše odrážel směrem vpřed než do výšky, což značí i dřívější dosažení kulminačního bodu výskoku a delší let.

7.2. KOMENTÁŘ K VÝSLEDNÝM HODNOTÁM HRÁČE H2

	<i>poloha boků</i>		<i>horizontální rychlost</i>		<i>vertikální rychlost</i>		<i>zrychlení</i>		<i>transformace rychlostí</i>		<i>zdvih boků</i>	<i>délka letu</i>
	h (m)		v _h (m/s)		v _{vr} (m/s)		a (m.s ⁻²)		v _{tr} (m/s)		h _{zb} (m)	h _{dl} (m)
	max	min	max	min	max	min	max	min	dopředná → vertikální	vertikální → dopředná		
<i>Pokus 1</i>	1,45	0,78	3,46	0,38	2,25	-2,14	17,71	-13,84	1,80	0,32	0,42	0,46
<i>Pokus 2</i>	1,46	0,87	3,56	0,27	2,56	-2,14	18,01	-11,29	1,67	0,32	0,44	0,48

Tabulka 5: Vybrané hodnoty dosažené hráčem H2 v průběhu jump shotu

Hráč H2 se v průběhu rozběhu pohyboval svými boky téměř ve stejné výšce, pouze maximální snížení bylo v druhém pokusu o 0,09 m nižší než u pokusu prvního. Naopak vyšší rozdíl je u tohoto hráče v HR a VR, kdy byly rozdíly u HR 0,1 m/s, u VR pak 0,3 m/s. V praxi to znamenalo dosažení vyššího výskoku u druhého pokusu, ale také o 0,02 m delšího letu.

	<i>doba rozběhu</i>	<i>okamžik maximálního snížení</i>	<i>doba brzděného dokroku a odrazu</i>	<i>okamžik kulminace výskoku</i>	<i>okamžik dopadu</i>
	t (ms)	t (ms)	t (ms)	t (ms)	t (ms)
<i>Pokus 1</i>	0 – 880	360	920 – 1360	1520	1800
<i>Pokus 2</i>	0 – 880	360	920 – 1360	1520	1800

Tabulka 6: Časový průběh pohybu hráče H2 při jump shotu

Časový průběh nám vypovídá, že hráč H2 předvedl téměř dva totožné pokusy, kde je především patrné, že se maximálně snížil již v prvním kroku rozběhu.

7.3. KOMENTÁŘ K VÝSLEDNÝM HODNOTÁM HRÁČE H3

	<i>poloha boků</i>		<i>horizontální rychlost</i>		<i>vertikální rychlost</i>		<i>zrychlení</i>		<i>transformace rychlostí</i>		<i>zdvih boků</i>	<i>délka letu</i>
	h (m)		v _h (m/s)		v _{vr} (m/s)		a (m.s ⁻²)		v _{tr} (m/s)		h _{zb} (m)	h _{cl} (m)
	max	min	max	min	max	min	max	min	dopředná → vertikální	vertikální → dopředná		
<i>Pokus 1</i>	1,40	0,93	3,01	0,70	1,80	-1,57	12,58	-10,00	1,19	0,79	0,39	0,35
<i>Pokus 2</i>	1,41	0,82	2,94	0,54	1,78	-1,57	15,42	-11,7	1,19	0,39	0,41	0,43

Tabulka 7: Vybrané hodnoty dosažené hráčem H3 v průběhu jump shotu

U hráče H3 jsou rozdíly v naměřených hodnotách maximální i minimální hodnoty dosažené u zdvihu boků, horizontální rychlosti i vertikální rychlosti dosahují malé. Zajímavý fakt představuje přeměna horizontální rychlosti na rychlost vertikální, kdy byly naměřené hodnoty v obou pokusech totožné.

	<i>doba rozběhu</i>	<i>okamžik maximálního snížení</i>	<i>doba brzdného dokroku a odrazu</i>	<i>okamžik kulminace výskoku</i>	<i>okamžik dopadu</i>
	t (ms)	t (ms)	t (ms)	t (ms)	t (ms)
<i>Pokus 1</i>	0 – 720	1160	760 – 1280	1480	1760
<i>Pokus 2</i>	0 – 800	1040	840 – 1320	1480	1760

Tabulka 8: Časový průběh pohybu hráče H3 při jump shotu

Z časového průběhu rozběhu je viditelné, že při prvním pokusu hráč začal brzdit o 80 ms dříve, a doba, kterou „spotřeboval“ při odrazu, byla delší. V praxi to znamená, že hráč poměrně dlouho a plynule brzdil a odraz byl proveden pouze z mírně pokrčených nohou. V druhém pokusu naopak hráčovy boky dosáhly maximálního snížení již v čase 1040 ms, a proto H3 zbytek času v odrazu využil na samotný odraz a velikost výskoku v druhém pokusu tedy narostla. Okamžik maximálního snížení také svědčí o tom, že se hráčovy boky ocitly nejnižší na konci brzdného dokroku, resp. na počátku odrazu.

7.4. KOMENTÁŘ K VÝSLEDNÝM HODNOTÁM HRÁČE H4

	<i>poloha boků</i>		<i>horizontální rychlost</i>		<i>vertikální rychlost</i>		<i>zrychlení</i>		<i>transformace rychlostí</i>		<i>zdvih boků</i>	<i>délka letu</i>
	h (m)		v _h (m/s)		v _{vr} (m/s)		a (m.s ⁻²)		v _{tr} (m/s)		h _{zb} (m)	h _{dl} (m)
	max	min	max	min	max	min	max	min	dopředná → vertikální	vertikální → dopředná		
<i>Pokus 1</i>	1,38	0,68	3,08	0,30	2,26	-2,01	15,00	-12,80	0,99	0,47	0,36	0,48
<i>Pokus 2</i>	1,39	0,71	3,04	0,17	2,05	-2,10	15,31	-11,65	0,99	0,47	0,36	0,49

Tabulka 9: Vybrané hodnoty dosažené hráčem H4 v průběhu jump shotu

Jak již bylo napsáno v kapitole 6.5., kdy byla popsána intraindividuální stabilita hráče H4, se tento hráč vyznačuje poměrnou stálostí v provedení jednotlivých pokusů, což nám také dokazuje tabulka 9. Téměř ve všech hodnotách se oba pokusy shodují. Pouze ve hodnotách vertikální rychlosti byli hodnoty v prvním pokusu o 0,21 m/s vyšší než v pokusu druhém.

	<i>doba rozběhu</i>	<i>okamžik maximálního snížení</i>	<i>doba brzdného dokroku a odrazu</i>	<i>okamžik kulminace výskoku</i>	<i>okamžik dopadu</i>
	t (ms)	t (ms)	t (ms)	t (ms)	t (ms)
<i>Pokus 1</i>	0 – 680	1000	720 – 1280	1480	1760
<i>Pokus 2</i>	0 – 760	1040	800 – 1320	1480	1760

Tabulka 10: Časový průběh pohybu hráče H4 při jump shotu

Hráč H4 ukončil svůj rozběh v prvním pokusu již v čase 680 ms, v druhém pokusu o 80 ms později. Časové rozsahy při následujících fázích pohybu a střelby byly časové téměř totožné. Maximální snížení boků dosáhl H4 také v konečné fázi brzdného dokroku.

7.5. KOMENTÁŘ K VÝSLEDNÝM HODNOTÁM HRÁČE H5

	<i>poloha boků</i>		<i>horizontální rychlost</i>		<i>vertikální rychlost</i>		<i>zrychlení</i>		<i>transformace rychlostí</i>		<i>zdvih boků</i>	<i>délka letu</i>
	h (m)		v _h (m/s)		v _v (m/s)		a (m.s ⁻²)		v _{tr} (m/s)		h _{zb} (m)	h _{dl} (m)
	max	min	max	min	max	min	max	min	dopředná → vertikální	vertikální → dopředná		
<i>Pokus 1</i>	1,50	0,83	3,35	0,50	2,35	-2,12	18,03	-13,14	1,35	0,52	0,48	0,42
<i>Pokus 2</i>	1,50	0,77	3,38	0,52	2,35	-2,25	15,72	-10,06	1,44	0,52	0,50	0,47

Tabulka 11: Vybrané hodnoty dosažené hráčem H5 v průběhu jump shotu

Tak jako u hráče H4 se H5 vyjadřuje vysokou mírou stálosti provedení pohybu a střelby jump shotu. Téměř ve všech analyzovaných komponentách se odchylky hodnot vymezují setinami. Pouze při měření zrychlení byla u hráče H5 naměřena hodnota o téměř 2,5 m/s² vyšší než u pokusu druhého. V druhém pokusu také hráč dosahuje výskoku 0,5 m, což svědčí o tom, že se hráč odrážel spíše nahoru, přestože byla jeho délka letu o 0,05 m delší.

	<i>doba rozběhu</i>	<i>okamžik maximálního snížení</i>	<i>doba brzdného dokroku a odrazu</i>	<i>okamžik kulminace výskoku</i>	<i>okamžik dopadu</i>
	t (ms)	t (ms)	t (ms)	t (ms)	t (ms)
<i>Pokus 1</i>	0 – 680	1000	720 – 1280	1480	1760
<i>Pokus 2</i>	0 – 760	1040	800 – 1320	1480	1760

Tabulka 12: Časový průběh pohybu hráče H5 při jump shotu

Tak jako u většiny hráčů si hráč H5 prodloužil svůj druhý rozběh o 80 ms a také časový okamžik maximálního snížení spadá do okamžiku ukončení brzdného dokroku. Časový rozdíl mezi ukončením odrazu a kulminací výskoku nám také potvrzuje fakt, že se hráč odrážel spíše vzhůru než vpřed.

7.6. KOMENTÁŘ K VÝSLEDNÝM HODNOTÁM HRÁČŮ H1 – H5: 1. pokus

	<i>poloha boků</i>		<i>horizontální rychlost</i>		<i>vertikální rychlost</i>		<i>zrychlení</i>		<i>transformace rychlostí</i>		<i>zdvih boků</i>	<i>délka letu</i>
	h (m)		v _h (m/s)		v _{vr} (m/s)		a (m.s ⁻²)		v _{tr} (m/s)		h _{zh} (m)	h _{dl} (m)
	max	min	max	min	max	min	max	min	dopředná → vertikální	vertikální → dopředná		
<i>Hráč 1</i>	1,33	0,61	3,40	0,22	2,25	-2,18	16,63	-12,36	1,23	0,45	0,38	0,49
<i>Hráč 2</i>	1,45	0,78	3,46	0,38	2,25	-2,14	17,71	-13,84	1,81	0,32	0,42	0,46
<i>Hráč 3</i>	1,40	0,93	3,01	0,70	1,80	-1,57	12,58	-10,00	1,19	0,79	0,39	0,35
<i>Hráč 4</i>	1,38	0,68	3,08	0,30	2,26	-2,01	15,00	-12,80	0,99	0,47	0,36	0,48
<i>Hráč 5</i>	1,50	0,83	3,35	0,50	2,35	-2,12	18,03	-13,14	1,35	0,52	0,48	0,42

Tabulka 15: Vybrané hodnoty dosažené jednotlivými hráči v průběhu jump shotu

Při prvním analyzovaném pokusu byl rozdíl v maximálním dosahu boků 0,17 m mezi hráči H1 a H5 v době kulminace výskoku. Naopak v minimálních hodnotách při maximálním snížení byl nejvyšší rozdíl 0,32 m mezi hráči H1 a H3. Nejvyšší dopředné rychlosti dosáhl hráč H2, vertikální rychlosti pak hráč H5 (v praxi to znamená, že se hráč v okamžiku propínání kolen nejdynamičtěji odrážel). To značí i fakt, že v těchto okamžicích dosahoval hráč H5 nevyššího maximálního zrychlení (téměř o 4,5 m/s² více než H3). Rychlost, kdy dochází k transformaci HR na VR, byla nejvyšší u hráče H2, naopak nejnižší u H4. „Zpětná“ transformace pak byla nejvyšší u hráče H5, nejnižší u hráče H3. Nejvýše při prvním pokusu vyskočil hráč H5, téměř o 0,2 m výše než H3. Nejvyšší rozdíl mezi odrazem a dopadem byl naměřen u hráče H1, jehož letová fáze byla dlouhá 0,49 m.

	<i>doba rozběhu</i>	<i>okamžik maximálního snížení</i>	<i>doba brzdného dokroku a odrazu</i>	<i>okamžik kulminace výskoku</i>	<i>okamžik dopadu</i>
	t (ms)	t (ms)	t (ms)	t (ms)	t (ms)
<i>Hráč 1</i>	0 – 760	1040	800 – 1320	1640	1800
<i>Hráč 2</i>	0 – 880	360	920 – 1360	1560	1800
<i>Hráč 3</i>	0 – 720	1160	760 – 1280	1480	1760
<i>Hráč 4</i>	0 – 680	1000	720 – 1280	1480	1720
<i>Hráč 5</i>	0 – 760	1080	800 – 1240	1520	1800

Tabulka 16: Časový průběh pohybu jednotlivých hráčů při jump shotu

Nejvíce času v rozběhu spotřeboval hráč H2, naopak hráč H4 nejméně. V následující fázi se výsledky „obrátili“. Nejdelší doba strávená při brždění a následném odrazu byla naměřena hráči H4 – 560 ms. Naopak nejkratší dobu (tedy nejvíce dynamický odraz) byl naměřen právě H2, ale také zároveň hráči H5. Všichni hráči dosáhly maximálního snížení po ukončení brzdného dokroku, pouze H2 maximálně snížil své těžiště již v době rozběhu. V nejkratším čase dosáhl kulminačního bodu výskoku H3 a H4 oproti H1, který dosáhl kulminačního bodu až o 160 ms později. Proto také dopad byl změřen u obou hráčů (H3 a H4) nejdříve. Ostatní hráči dopadli zpět na podložku v čase 1800 ms.

7.7. KOMENTÁŘ K VÝSLEDNÝM HODNOTÁM HRÁČŮ H1 – H5: 2. pokus

	poloha boků		horizontální rychlost		vertikální rychlost		zrychlení		transformace rychlostí		zdvih boků	délka letu
	h (m)		v _h (m/s)		v _{vr} (m/s)		a (m.s ⁻²)		v _{tr} (m/s)		h _{zb} (m)	h _{dl} (m)
	max	min	max	min	max	min	max	min	dopředná → vertikální	vertikální → dopředná		
<i>Hráč 1</i>	1,45	0,81	3,39	0,22	2,31	-2,10	14,95	-9,84	1,81	0,22	0,35	0,53
<i>Hráč 2</i>	1,46	0,87	3,56	0,27	2,56	-2,14	18,01	-11,29	1,67	0,32	0,44	0,48
<i>Hráč 3</i>	1,41	0,82	2,94	0,54	1,78	-1,57	15,42	-11,7	1,19	0,39	0,41	0,43
<i>Hráč 4</i>	1,39	0,71	3,04	0,17	2,05	-2,10	15,31	-11,65	0,99	0,47	0,36	0,49
<i>Hráč 5</i>	1,50	0,77	3,38	0,52	2,35	-2,25	15,72	-10,06	1,44	0,52	0,48	0,43

Tabulka 17: Vybrané hodnoty dosažené jednotlivými hráči v průběhu jump shotu

Maximálního zdvihu boků dosáhnul stejně jako v pokusu 1 hráč H5, naopak nejniže se při tomto měření nacházely boky hráče H4 (o 0,11 m méně). Také minimálních hodnot dosahovaly boky hráče H4, ale pouze o 11 m, než u hráče H3, což svědčí o tom, že se boky většiny hráčů v druhém pokusu poměrně více v odrazu snížili. Nejvyšší dopředné i vertikální rychlosti dosáhl H2, při jehož rozběhu a odrazu téměř nedochází ke snižování a zvyšování boků. Tento hráč také dosáhl nejvyššího zrychlení téměř o 4 m m/s² než hráč H1. Naopak nejvyšší záporné vertikální rychlosti dosahuje H5 což je dáno i nejvyšším „dosahem“ boků a nejvyšším výskokem ze všech hráčů. Naopak nejnižšího výskoku dosáhl H1 o 0,13 m méně. To značí i fakt, že se hráč ve druhém pokusu odrážel spíše dopředu, kdy také dosáhl nejdelšího letu a jeho HR se transformovala na VR v nejvyšší rychlosti. Zároveň se ale u hráče H1 měnila VR na HR a to v rychlosti 0,22 m/s.

	<i>doba rozběhu</i>	<i>okamžik maximálního snížení</i>	<i>doba brzdného dokroku a odrazu</i>	<i>okamžik kulminace výskoku</i>	<i>okamžik dopadu</i>
	t (ms)	t (ms)	t (ms)	t (ms)	t (ms)
<i>Hráč 1</i>	0 – 880	360	920 – 1360	1560	1800
<i>Hráč 2</i>	0 – 880	360	920 – 1360	1520	1800
<i>Hráč 3</i>	0 – 800	1040	840 - 1320	1480	1760
<i>Hráč 4</i>	0 – 760	1040	800 - 1320	1480	1760
<i>Hráč 5</i>	0 – 840	1040	880 - 1320	1520	1800

Tabulka 18: Časový průběh pohybu jednotlivých hráčů při jump shotu

V druhém analyzovaném pokusu byl nejdelší rozběh naměřen hráči H1 a H2, přičemž u všech hráčů došlo k prodloužení rozběhu oproti pokusu prvnímu. K maximálnímu snížení dochází u hráčů H1 a H2 již v čase 360 ms v prvním kroku rozběhu, naopak ostatní hráči se výrazněji snižují ve stejném čase 1040 ms. Proto opět hráč H4 (tak jako u prvního pokusu) spotřeboval nejvíce času ve fázi odrazu. V praxi to znamená, že hráč se v obou případech odrážel mnohem méně dynamicky a tudíž jeho výskok nedosáhl ani 0,4 m. Nejpozději dosahuje kulminačního bodu svého výskoku opět H1, naopak o 80 ms dříve hráči H3 a H4.

8. DISKUZE

Dle získaných výsledků lze tvrdit, že intraindividuální stabilita technického provedení pohybového cyklu pohybu a střely hráčů výkonnostní úrovně byla ve vztahu k oběma hlavním zkoumaným složkám rychlosti vysoká. Pouze u hráče H2 byl rozdíl naměřený v horizontální rychlosti vyšší než 0,1 m/s. Rozdíly v měřených rychlostech posuzované z hlediska celé skupiny probandů byly mnohem výraznější (bez ohledu na somatické parametry hráče).

Maximální horizontální rychlost byla vždy dosažena v průběhu rozběhu. Dvojúderový dribling použil pouze hráč H1 ve svém druhém pokusu. Ostatní hráči preferovali jednoúderový dribling, kdy nejvyššího dopředného pohybu dosahovali již po prvním kroku rozběhu (výjimka u hráče H1 v prvním pokusu kdy byla maximální hodnota dopředné rychlosti naměřena v posledním okamžiku rozběhu). Maximální hodnoty HR dosáhl hráč H2 v druhém pokusu 3,56 m/s, naopak hráč H2 dosáhl pouze 2,94 m/s. Od počátku brzdného dokroku se pak horizontální rychlost začala transformovat na rychlost vertikální až do doby, kdy hráč dosáhl kulminačního bodu svého výskoku (dochází ke zpětné transformaci rychlosti). V těchto momentech byly hodnoty dopředné rychlosti u všech hráčů nejnižší v průběhu celého pohybu.

Z hlediska rychlosti vertikální přesahují všichni hráči kromě hráče H3 rychlost 2 m/s. Nejvyšší vertikální rychlosti dosahuje opět H2 v druhém pokusu (2,56 m/s). H3 pak dosahuje v obou pokusech průměrně 1,78 m/s. Výraznější odchylky vertikální rychlosti se projevují v rozběhové fázi. Tyto rozdíly jsou především dány počtem a délkou kroků v rozběhu, jeho plynulostí a výškou driblingu.

Rozdíly časů, které hráči dosahovali v jednotlivých definovaných fázích, nebyly příliš rozdílné z hlediska intraindividuální stability. Výraznější odlišnost byla naměřena pouze u hráče H1, který si při druhém pokusu prodloužil rozběh o 120 ms. U dalších hráčů byl rozdíl časů nižší. Z časového hlediska měl nejvíce ustálený pohyb H2, u kterého nebyl v obou pokusech naměřen žádný časový posun v jednotlivých fázích pohybu. Pokud byla posuzována stabilita provedení mezi jednotlivými hráči, pak byl druhý pokus v časových odchylkách méně odlišný. Nejdélší časový rozdíl byl spatřen v momentech maximálního snížení těžiště těla hráče. Pouze u hráče H2 došlo k nejvyššímu snížení boků již v průběhu rozběhu (v prvním kroku) u ostatních hráčů docházelo k maximálnímu snížení v konečné fázi brzdného

dokroku. Ve výsledku to ale neznačí fakt, že hráč H2 dosáhl nejnižšího výskoku. V momentech, kdy se hráč nachází v „čistém“ letu (od počátku letové fáze do doby prvního kontaktu špiček s podlahou ve fázi dopadu) pak nebyly naměřeny výraznější časové posuny.

Průběh rozběhu závisí především na zdvihu těžiště hráče při vykonávání driblingu, délce kroků a výšce postavy. Především tyto kvalitativně označené složky pohybu závisí na odchylce boků v průběhu rozběhu. Nejvíce se rozdíl projevuje v prvním pokusu u H5 (zdvih boků o 0,19 m). V průběhu brzdného dokroku dochází u většiny hráčů ke snížení boků do nejnižších hodnot. Výjimkou je hráč H2, jehož boky se téměř nesnižují, proto i transformace dopředného pohybu na pohyb vertikální je provedena v nejvyšší rychlosti ze všech hráčů. U druhého pokusu také hráč H1 po prodloužení svého rozběhu nedosahoval maximálního snížení v brzdném dokroku, následně nestačil svůj dopředný pohyb transformovat na pohyb vertikální a jeho výskok směřoval spíše vpřed nežli vzhůru. Z toho vyplývá fakt, že pokud hráči výrazněji brzdili svůj pohyb po ukončení rozběhu, pak svůj dopředný pohyb měnili na pohyb vertikální v nižší rychlosti a odráželi se spíše do výšky nežli do dálky. V druhé polovině odrazu již dochází k propínání nohou ve dvou hlavních kloubech dolních končetin a počátku přenosu míče směrem vzhůru. Od opuštění podlahu dochází ke zdvihu boků až do chvíle, kdy dochází k propínání odhodové ruky a sklápění zápěstí. V těchto momentech dochází u všech hráčů ke kulminaci výskoku. Pouze hráč H1 vypustil svůj míč v druhém pokusu před 40 ms před okamžikem kulminace. U hráče H5 dochází k nejvýraznějšímu tlumení dopadu, kdy dochází po došlapu chodidel boky klesají ještě o 0,14 m. U ostatních hráčů je dopad poměrně tlumenž a tak pohyb těchto hráčů směřuje po kontaktu chodidel s podložkou spíše do podložky nežli vpřed.

Z tabulky (Tab. 19) lze zjistit, že z prvního pokusu nelze vyčíst žádnou souvislost ve vztahu velikosti výskoku a délce letu. V prvním pokusu byl u hráče H5 patrný velmi

dynamický rozběh, proto i jeho výskok dosahoval nejvyšších hodnot mezi všemi hráči. Naopak u hráče H4 byl zaznamenán velmi pozvolný odraz, a proto byla hodnota jeho výskoku nejnižší.

		Pořadí hráčů
1. pokus	Velikost výskoku (od nejvyššího)	H5 → H2 → H3 → H1 → H4
	Délka letu (od nejdelšího)	H1 → H4 → H2 → H5 → H3
2. pokus	Velikost výskoku (od nejvyššího)	H5 → H2 → H3 → H4 → H1
	Délka letu (od nejdelšího)	H1 → H4 → H2 → H3 → H5

Tabulka 19: Závislost výšky výskoku na délce letu jednotlivých hráčů při jump shotu

U druhého pokusu je již patrná závislost velikosti výskoku na délce letu. Nejvyššího výskoku opět dosahuje hráč H5, což dokazuje i poměrně značné snížení těžiště v průběhu brzděného dokroku, přičemž dosahuje zároveň nejkratší vzdálenosti mezi odrazem a dopadem. U hráče H1 je to přesně naopak. Jak již bylo několikrát řečeno, hráč H1 si ve druhém pokusu poměrně prodloužil rozběh a proto již nestačil svůj dopředný pohyb dostatečně přetransformovat na pohyb vertikální a odraz byl veden spíše vpřed. Délka letu tedy byla u tohoto hráče nejdelší s nejnižším výskokem.

Souvislost mezi jednotlivými pokusy lze spatřit v posloupnosti velikostí výskoku a délky letu. Nejvyššího výskoku v obou pokusech dosahuje hráč H5, poté H2 a H3. Naopak nejdelší vzdálenost v letu absolvoval hráč H1, poté hráči H4 a H2.

Dle Dobrého, Velenského (1987) je ideální dráhou letu vysoký oblouk. Čím vyššího kulminačního bodu po odhodu míč dosahuje, tím vyšší prostor vzniká k propadnutí míče obroučkou koše. 100% úspěšnost propadnutí míče obroučkou koše vzniká pouze v případě, kdy míč klesá kolmo do koše. Jelikož se v této práci analyzují střely vypuštěné z předchozího pohybu, nikdy neklesá míč kolmo do koše. Nejčastěji klesají míče do koše pod úhledm 30 - 60°. Z hlediska kvalitativního záleží také na rotaci míče a pohybu nohou při jejich extenzi.

Stabilita letu míče byla z hlediska intraindividuálních hodnocení je vysoká u všech hráčů. Míče vystřelené při analyzovaných pokusech opisují téměř totožnou trajektorii, ať už se jedná o hráče nižšího (hráč H1) či vyššího vzrůstu (hráč H5). Z hlediska interindividuálního jsou rozdíly v křivkách vykreslující let míče na koš odlišnější. Nejvyššího bodu dosahují křivky míčů hráčů H2 a H3 v nejkratším čase a to přesně 3,82 m. Naopak míč hráče H4 a H5 dosahuje své maximální výšky nejpozději. Nejnižšího kulminačního bodu dosahuje míč vystřelený hráčem H1 a to „pouze“ 3,39 m nad podlahou.

Z hlediska jednotlivých pokusů pak při vysoké stabilitě provedení celého pohybového cyklu záleží na transverzálním (pravolevém) směru odhození míče. Z tohoto pohledu pak lze tvrdit, že hráči H2 a H3 byli při svých pokusech 100% úspěšní, když jejich celý pohybový cyklus i trajektorie letu míče byla velice stabilní. Míč při letu dosáhl v nejkratším čase nejvyšší hodnoty výšky, a tak klesal na koš pod nejvyšším úhlem. Ostatní hráči (H1, H4 a H5) dosáhli 50% úspěšnosti střelby. U všech neúspěšných hráčů pak míč dopadl na pravou u hráče H4, respektive levou část obroučky a odrazil se pryč.

Z hlediska didaktického procesu v tréninkové jednotce lze říct, že u hráčů mužské kategorie, kteří hrají basketbal výkonnostní úrovně, je pohybový cyklus rozběhu a vrchní střelby jednoruč po odrazu oběma nohama již zažitý (stereotyp pohybu). To se potvrzuje z intraindividuálního technického provedení jump shotu, kdy byla stabilita provedení u všech hráčů vysoká. Z hlediska motorického učení dané pohybové dovednosti je obtížné (ale není nemožné) jednotlivé pohybové dovednosti u hráčů určitým způsobem korigovat či celý pohybový cyklus přeučovat. Pro změnu pohybového cyklu pak lze nejprve teoreticky nastínit (při dané technice střelby) společné prvky, fáze a kritická místa v pohybovém cyklu, kdy se vyloučí úspěšnost střelby. Hráč se tedy nebude soustředit na to, zda po vypuštění míče z ruky míč propadl obroučkou či ne. Dle stanovených kritických míst a fází se pohybový cyklus následně převede do průpravných cvičení I. a II. typu. Při splňování cílů v průpravných

cvičeních je důležité ctít individuální provedení techniky střelby, ale zároveň korigovat pohyb takovým způsobem, aby byly zachovány vybrané společné prvky pohybu (především v kritických místech a hráč byl schopen plynule přecházet z jedné fáze pohybu do druhé. V průpravných cvičeních tak dochází nejprve k tréninku vrchní střelby jednoruč z místa, rozběhu (libovolný počet odbití od podložky) a brzdného dokroku spojeného s odrazem. Poté se tyto fáze spojí do celého pohybového cyklu.

Po osvojení pohybu lze pro přiblížení se herním podmínkám zařadit herní cvičení I. a II. typu. V těchto podmínkách je již určitým způsobem přítomen obránce. Nejčastěji pak dochází ke konfrontaci ve herních cvičeních 1 na 1 při stanovených podmínkách technického provedení rozběhu a následné střelby. Hráčova soustředěnost se pak neupíná pouze na daný pohybový cyklus střelby, ale hráč nejprve určitým způsobem překonává bránícího hráče, aby si vytvořil takové podmínky, ze kterých může bezpečně (bez vypíchnutí míče či zablokování střely) provést samotnou střelu na koš. V těchto herních podmínkách již hráč nemá tolik volného prostoru a času.

Z hlediska úspěšnosti střelby pak záviselo při vysoké stabilitě provedení rozběhu i střelby na mírné odchylce letu míče na ose Z (určuje transverzální pohyb). Míč se pak odrazil od levé resp. pravé části obroučky a odletěl pryč. Tuto chybu lze v tréninkovém procesu korigovat při vrchní střelbě jednoruč z místa, kdy se hráč nachází v podobné poloze jako při jump shotu, pouze je v pevném kontaktu s podložkou.

9. ZÁVĚR

V této diplomové práci byla provedena prostorová kinematická analýza provedení pohybového cyklu při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama a plošná videoanalýza trajektorie letu míče hráče basketbalu. Subjektivně bylo vybráno pět hráčů výkonnostní úrovně s „nejlepším“ provedením vytyčeného pohybového cyklu. Čtyři hráči měli svoji dominantní odhodovou horní končetinu pravou, jeden odhazoval míč levou. Všichni hráči útočili v herní situaci 1 na 0 z místa vrcholu tříbodového oblouku směrem ke koši bez přítomnosti obránce. Hráči provedly čtyři pokusy, z nichž byly subjektivně vybrány dva nejlépe provedené.

Pro celý pohybový cyklus rozběhu a střelby byly stanoveny jednotlivé fáze a kritická místa, dle nichž bylo provedeno srovnání jednotlivých pokusů. Klidový postoj (místo ze kterého se hráč rozbíhá), jednotlivé kroky v rozběhu (vzdálenosti mezi jednotlivými kroky), brzdny dokrok (poslední krok rozběhu), odraz (místo posledního kontaktu dolních končetin s podložkou), kulminační bod výskoku (místo odhodu míče) a dopad (první kontakt dolních končetin zpět s podložkou). Všichni hráči preferovali tříkrokový rozběh z postoje na pokrčených dolních končetinách, kdy drželi míč před tělem v pokrčených horních končetinách.

Všichni zkoumaní hráči prokazovali vysokou intraindividuální techniku provedení při vrchní střelbě jednoruč po odrazu oběma nohama. Hráči mužské kategorie mají již z hlediska motorického učení svůj pohybový stereotyp zažitý, což se projevilo v intraindividuální stabilitě provedení. Jednalo se především o dvě měřené složky rychlosti (tj. horizontální a vertikální rychlost), trajektorii pohybu (vertikální pohyb vybraných bodů), zrychlení a trajektorii letu míče. Z hlediska interindividuálního pak byly rozdíly výše měřených komponent pohybu zřetelnější. Rozdíly byly již v samotném rozběhu (výraznější rozdíly hodnot obou složek rychlosti, vzdálenosti jednotlivých kroků). Dále v brzděném dokroku (doba transformace dopředné rychlosti na rychlost vertikální) a kulminačního bodu výskoku (rozdíly ve výšce výskoku i okamžiku odhodu míče).

Hráči se z klidového postoje rozebíhali přímočaře ke koši a odráželi se v blízkosti čáry trestného hoďu. Při tříkrokovém rozběhu docházelo k poměrně plynulému zvyšování a snižování těžiště v závislosti na jednotlivých fázích rozběhu (pokud je hráč v kontaktu alespoň jedné dolní končetiny s podložkou, pak je těžiště těla níže). V závěru rozběhu před zahájením brzděného dokroku by měli hráči dosahovat nejvyšší dopředné rychlosti

(vystupňovat rozběh), což se při analyzování nepotvrdilo. Všichni hráči (mimo H1 v prvním pokusu) dosahovali maxima ve svém rozběhu při druhém nejdelším kroku rozběhu.

V následném brzděném dokroku hráči brzdili svůj dopředný pohyb a připravovali se výraznějším snižováním těžiště (při kterém přisouvali odrazovou nohu k druhé stejné noze) na odraz. Zároveň ale bylo dokázáno, že přestože hráč H2 nejvíce snížil své těžiště v průběhu rozběhu. Přesto svůj dopředný pohyb dostatečně přetransformoval na pohyb vertikální, kdy dosáhl druhého nejvyššího výskoku.

U následné fáze odrazu, kdy dochází k dynamické extenzi v kolenních a kyčelních kloubech, je již transformace pohybu dokončená. Hráči v této fázi nejvíce zrychlují svůj pohyb, boky strmě stoupají, míč se z místa před tělem zvedá nad hlavu, dominantní střelecká končetina se skládá pod míč, druhá HK míč přidržuje ze strany. Při odrazu z tvrdé podložky je velmi zatěžován organismus (obdobně jako při zpětném dopadu na podložku).

Pořadí těla jednotlivých hráčů byla při následné letové fázi vždy jiná. Tento jev je zapříčiněn rychlostí a trajektorií pohybu DK v rozběhu, rychlostí a změnou dopředného pohybu na pohyb vertikální. Bylo zjištěno, že čím vyššího výskoku hráč dosahuje, tím kratší vzdálenost mezi odrazem a dopadem urazí. Všichni hráči odhazují míč přesně v okamžiku kulminace výskoku, pouze hráč H1 v druhém pokusu o 40 ms dříve.

Stanovené úkoly byly provedeny a určené hypotézy se částečně potvrdily. Hypotéza číslo jedna se zcela potvrdila. Rozdíly složek rychlostí i trajektorie pohybu těla u vybraných tělesných bodů, trajektorie letu míče atd., byly u všech hráčů minimální. Také druhá hypotéza se potvrdila. Výraznější rozdíly (v porovnání s intraindividuální charakteristikou) se projeví jak v dosažených rychlostech, časech i trajektoriích pohybu. Z hlediska rychlostí byly nejvyšší rozdíly v zrychlování a dopředném pohybu. Z časového vztahu pak byly nejvýraznější rozdíly v době maximálního snížení těžiště, délce rozběhu, kulminace výskoku i času dopadu. Hráči se také lišily výškou výskoku a vzdáleností mezi odrazem a dopadem. Také hypotéza tři se potvrdila. Při subjektivním kvalitativním hodnocení pohybu a střelby, kdy byl pohyb proveden plynule, byly i křivky obou zkoumaných složek rychlostí bez výraznějších výkyvů. Při zkoumání HR pak tuto hypotézu potvrzuje fakt, že křivky HR od vykročení po odraz byly méně ustálené. Dopředný pohyb tedy nebyl tak plynulý. Hypotéza číslo čtyři se nepotvrdila. Z hlediska neúspěšnosti střelby nemusí záležet pouze na porušení plynulosti jednotlivých fází pohybu při jump shotu. Při stálosti technického provedení jednotlivých hráčů pak záleželo na faktu, jakým směrem míč po odhození směřoval.

V herní praxi při odlišnosti hráčské specializace by mohlo mít z hlediska motorického učení (přeučení), v případě hráčů mužské kategorie dle mého názoru inhibiční charakter. Pomocí získaných výsledků z této diplomové práce lze hráčův nastínit typový příklad pohybu a střelby. Již zažitý styl střelby pak můžeme v tréninkové jednotce určitým způsobem korigovat pomocí průpravných a herních cvičení, kdy především v herních cvičeních dochází ke konfrontaci s obráncem.

10. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

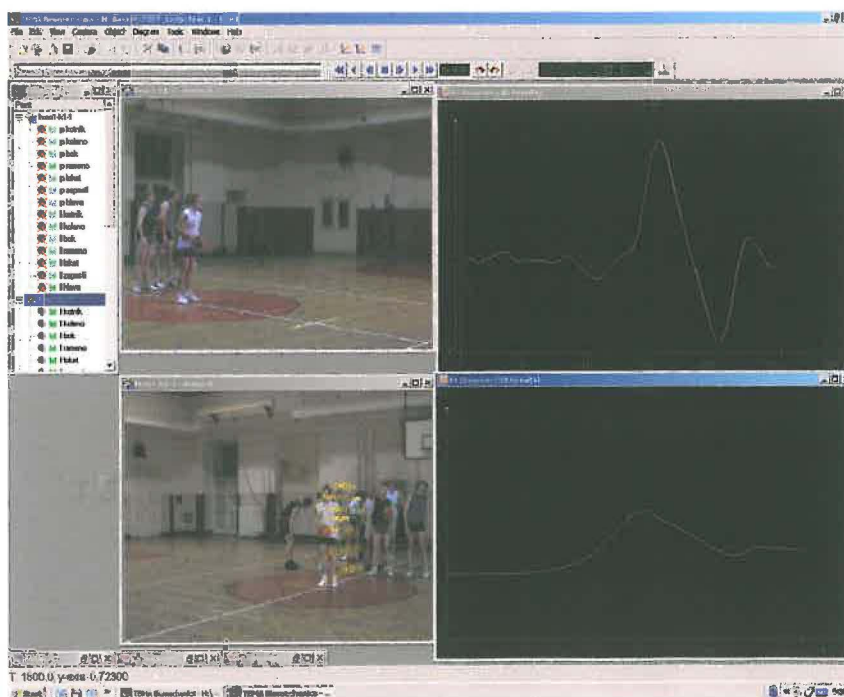
1. Dobrý, L., Semiginovský, B. *Sportovní hry. Výkon a trénink*. Praha : Olympia, 1988.
2. Dobrý, L., Velenský, E. *Košíková : teorie a didaktika*. Vyd. 1. Praha : SPN, 1987
3. Filka, J. *Metodika tvorby diplomové práce*. Brno : Knihař, 2002.
4. Hendl, J. *Úvod do kvalitativního výzkumu*. Praha : Karolinum, 1999.
5. Hudson, J. L. *A Biomechanical Analysis by Skill Level of Free Throw Shooting in Basketball*. CA: Academic Publishers, 1982.
6. Choutka, M., Dovalil, J. *Sportovní trénink*. Praha: Olympia, 1991.
7. Janura, M., Zahálka, F. *Kinematická analýza pohybu člověka*. Olomouc : Univerzita Palackého, 2004. ISBN 80-244-0930-5
8. Karger, J. Velenský, M. *Basketbal*. Praha: Grada, 1999.
9. Knudson, D.V. *Fundamentals od biomechanics*. New York : Kluwer Academic, 2003. ISBN 0-306-47474-3
10. Kovář, R., Blahuš, P. *Stručný úvod od metodologie*. Praha : Univerzita Karlova, 1973.
11. Křivohlavý, J. *Spolupráce*. Praha : SPN, 1978.
12. Miller, S., Bartlett, R. M. *The relationship between basketball shooting kinematics, distance and playing position*. New York: Journal of Sport Sciences, 1996.
13. Sušanka, P. *Kinematické vyšetřování sportovního pohybu*. Praha: Univerzita Karlova, 1975.
14. Velenský, E. *Košíková: trénink, technika, taktika*. Praha : Olympia, 1976.
15. Wissel, H.: *Human Kinetics*, New York: Journal of Sport Sciences, 1994.

11. PŘÍLOHY

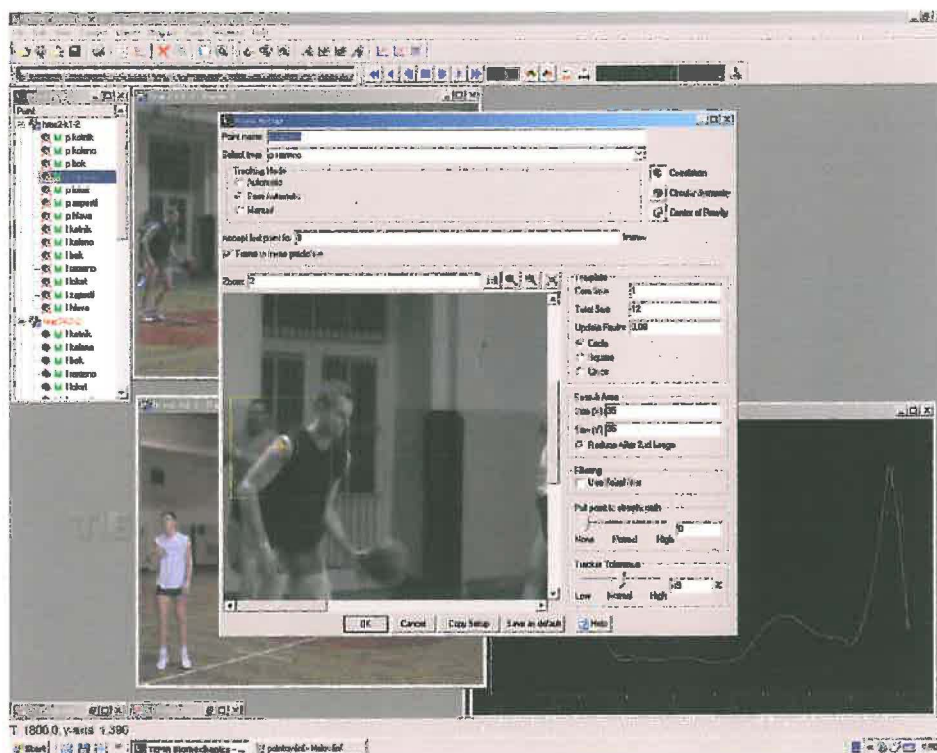
počítačový program pro kinematické analýzy



pracovní plocha



poloautomaticky odečet bodů



kalibrační kvádry

