

UNIVERZITA KARLOVA
PRAHA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

**KINEMATICKÁ ANALÝZA
RŮZNÝCH VARIANT ÚTOČNÉHO ÚDERU
VE VOLEJBALU**

Diplomová práce

Vedoucí práce:

Ing. František Zahálka Ph.D.

Odborný konzultant:

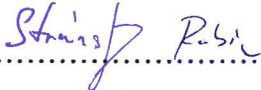
Mgr. Rostislav Vorálek Ph.D.

Zpracoval:

Robin Stránský

Praha 2007

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a rad konzultantů.


.....
Robin Stránský

V Praze 15.4.2007

Rád bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce Ing. Františkovi Zahálkovi Ph.D. za odborné vedení a pomoc při zpracování diplomové práce a také mému odbornému konzultantovi Mgr. Rostislavu Vorálkovi Ph.D.

Svoluji k zapůjčení mé diplomové práce k účelům studijním. Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovatelů a upozorňuji na nutnost citace pramenu.

Jméno a příjmení	Adresa	Číslo OP	Datum výpůjčky

Abstrakt

Název práce: Kinematická analýza různých variant útočného úderu ve volejbalu.

Cíl práce: Porovnání pomocí kinematické analýzy a následné vyhodnocení útočného úderu středem sítě (zóna 3) v různých variantách provedení. Cílem bylo popsat, analyzovat a porovnat z kinematického hlediska způsob provedení (techniku) útočného úderu ze zóny 3 u vybraných vrcholových hráčů.

Metoda: Natočení a následné sledování videozáznamů hráčů extraligové úrovně ve volejbalu mužů. Pro rozbor pohybu byla vybrána kinematická analýza.

Výsledky: Výsledkem analýzy bylo srovnání dvou různých technik provedení (úder horní končetinou s dokrokem na opačnou dolní končetinu a ve druhém případě úder horní končetiny s dokrokem na shodnou dolní končetinu jako je útočící paže). Dílčím cílem práce bylo prokázat vysokou intraindividuální stabilitu provedení jednotlivých hráčů vrcholové úrovně a následně popsat interindividuální charakteristiky hráčů při různém způsobu provedení.

Klíčová slova: volejbal, kinematické analýza, útočný úder, opačný odraz.

Abstract:

Title: Cinematic analyse of diferent version spike in volleyball

Objective: Main work was cinematic analyse and resulting evaluation spike centre net (zone 3) in different variant fulfilment. Purposes were described, analyse and compare from cinematic stand-point facture (techniques) spike from zone 3 with choice top players.

Method: Basic method will be cinematic analyse with top players in volleyball.

Results: Main result analyse was comparative these two different technique fulfilment (spike upper arm with final step on opposite lower leg and in the second case spike upper arm with final step on concurrent lower leg as is attack arm). Particular purpose work was evidence high intra-individual stability fulfilment single players top levels of and subsequently describe inter-individuals characteristics players at different fulfilments.

Key words: volleyball, cinematic analyse, spike, opposite rebound.

OBSAH

Abstrakt	5
Abstract (aj)	6
1. ÚVOD	9
2. TEORETICKÁ ČÁST – KINEMATICKÁ ANALÝZA	10
2.1. Pojem kinematická analýza	10
2.2. Kinematografie (videografická vyšetřovací metoda)	11
2.3. Přístrojové vybavení a technické parametry	11
2.4. Určení značek (bodů) a jejich kalibrace	12
2.5. Kvalita vyhodnocených dat a jejich zpracování	15
3. POPIS A ROZBOR ÚTOČNÉHO ÚDERU	16
3.1. Obecná charakteristika útočného úderu	16
3.2. Modelové provedení	19
3.2.1. Rozběh	19
3.2.2. Odraz	22
3.2.3. Let	24
3.2.4. Úder do míče	25
3.2.5. Dopad	26
4. CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE	27
4.1. Cíle	27
4.2. Úkoly	27
4.3. Hypotézy	28
5. METODA	29
5.1. Metoda pozorování	29
5.2. Pořízení videozáznamu	30
5.3. Kinematická analýza	31
5.4. Stručný postup	32
6. VÝSLEDKY	33
6.1. Komentář k pěti klíčovým polohám (dané vybrané body v rovině ZX) ..	33
6.2. Interpretace naměřených hodnot	34

6.3. Intraindividuální stabilita hráče Hs2	36
6.4. Intraindividuální stabilita hráče Ho1	40
6.5. Podobnost hráčů Hs1 a Hs2	46
6.6. Podobnost hráčů Ho1 a Ho2	49
6.7. Rozdílnost hráčů se správným a s opačným rozběhem	53
7. DISKUSE	57
7.1. Diskuse o rychlostech hráčů v ose Y a Z	57
7.2. Diskuse o trajektorii hráčů od rozběhu až po dopad	58
7.3. Diskuse o postavení dolních končetin hráčů	58
7.4. Diskuse o možné ekonomičnosti a efektivnosti	59
7.5. Diskuse o výběru místa a načasování dle specializace hráče	60
7.6. Diskuse o omezení útočného uderu	61
8. ZÁVĚR	62
9. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	64
10. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	65
11. PŘÍLOHY	67

1. ÚVOD

Volejbal je neustále se rozvíjející kolektivní hra, jejíž popularita stále stoupá. Její úroveň se neustále zvyšuje především ve vrcholovém pojetí. Team České republiky patří výkonnostně mezi druhou desítku nejlepších týmů světa.

Snaha po stále lepším výkonu je samozřejmě doprovázena neustálým zvyšováním fyzické výkonnosti a techniky pohybu. Sportovní výkon (provedení) je však limitován správným technickým provedením úderu. Z tohoto důvodu je zapotřebí se touto problematikou zabývat a úderovou techniku optimalizovat.

Úlohou mojí práce je kvantitativní analýza a následné vyhodnocení kinematiky (kvalitativní analýza) pohybu útočného úderu středem sítě ze zóny 3 tj. pohyb (rozložení) segmentů (hlava, paže, trup, dolní končetiny). Cílem je popsat, analyzovat a porovnat z kinematického hlediska způsob (techniku) provedení rozběhu a odrazu útočného úderu ze zóny 3 vybraných vrcholových hráčů.

Útočný úder je z kinematického hlediska prováděn nejčastěji a nejefektivněji pravou paží s dokrokem na levou nohu u pravorukých útočníků, u levorukých je to zrcadlově obráceno (dokrok na pravou nohu se švihem levé horní končetiny). V současném volejbalu se lze také potkat s hráči, kteří používají pro odraz obrácené položení dolních končetin při odrazu a tomu musí přizpůsobit i vlastní rozběh.

Základní metodou, kterou budu používat pro získávání potřebných dat útočných úderů v odbíjené, bude kinematická analýza rozboru videozáznamů, pořízených u hráčů extraligové úrovně.

Myslím si, že oba útočné údery jsou zcela odlišné z důvodu postavení nahrávače, z místa, dráhy a směru rozběhu, rychlosti letu míče a jiných faktorů, které se bezesporu podílejí na výkonu.

Domnívám se, že získané výsledky by mohly do určité míry přispět k diskusi, zda-li je obrácený způsob odrazu vhodný u hráčů přeučit, nebo respektovat individuální způsob provedení a k obohacení tréninkového procesu této sportovní hry všem trenérům všech složek.

2. TEORETICKÁ ČÁST – KINEMATICKÁ ANALÝZA

2.1. Pojem kinematická analýza

Kinematická analýza je hlavním nástrojem pro určení pohybu z pohledu kinematické geometrie a kinematiky. Pracuje s fyzikálními pojmy prostor a čas. Další odvozené fyzikální jednotky jsou dráha, rychlost, zrychlení, úhel, úhlová rychlost apod. Tato část kinematické analýzy se nazývá kvantitativní metoda. Pro tuto metodu musíme mít dostatečné vybavení (kalibrační krychli, nejlépe tři videokamery, dobré osvětlení, apod.).

Snahou kinematické analýzy je popis a hodnocení vnějšího projevu těla a jeho segmentů v určitém čase. Tento případ analýzy pohybu se nazývá kvalitativní metoda, jejíž výsledek předchází kvantitativní metoda.

Volejbalové herní dovednosti můžeme dělit na rychlé a pomalé pohyby. K rychlým pohybům patří např. švih paže při útočném úderu (smeč), a proto pokládáme za nezbytné použít při analýze zařízení, schopné zachytit a vyhodnotit pohyb tak, aby bylo možno stanovit převážnou většinu jeho charakteristik. Vybíráme videografickou vyšetřovací metodu, která je v současné době považována při kinematické analýze za standardní.

„Kinematika je nauka o pohybu tvarů – bodu, tělesa, soustavy těles.“ (Sušanka 1975). Kinematická analýza je metoda, která je schopna poskytnout důležité informace o změně polohy člověka i při vysokých rychlostech (švih paže v době úderu). Tato studie se v posledních dvaceti letech vyzdvihla na velmi prestižní pomůcku ve sportu, která dokáže přesně definovat určitý pohyb člověka.

Optimalizace sportovního výkonu je zdokonalování pohybu. Tento trend je dán zlepšováním techniky, obrazu, záznamu informací a zejména zapojení výpočetní techniky.

2.2. Kinematografie (videografická vyšetřovací metoda)

Budeme-li chtít popsat nějakou pohybovou dovednost, která se vztahuje k celému tělu člověka, musíme složitý „model“ člověka patřičně zjednodušit na jednotlivé body. V biomechanice se zavedl 14-ti segmentový model lidského těla: hlava a krk, trup a pravo-levé nadloktí, předloktí, ruka, stehno, bérce a noha. „Nejjednodušší situace vzniká, můžeme-li s vyhovující adekvátností nahradit pohybující se segmenty lidského těla jednoduchým otevřeným kinematickým řetězcem. Při této náhradě je jeden člen řetězce spojen kinematickými dvojicemi nejvýše se dvěma dalšími členy a členy řetězce netvoří mnohoúhelník. Takový způsob náhrady se mnohdy ukazuje vyhovující při základních rozborech řady pohybů.“ (Karas, Otáhal, Sušanka 1990). „Hmotným bodem nahrazujeme tělesa, jejichž rozměry je možno při řešení dané úlohy zanedbat“ (Sušanka 1975).

Před zahájením konkrétních příprav je nutno znát především tyto dvě předpokládané veličiny (Sušanka 1975):

- maximální rozsah vyšetřovaného pohybu (délka resp. výška),
- zorný úhel objektivu kamery.

2.3. Přístrojové vybavení a technické parametry

Nacházíme se ve světě, který je trojrozměrný (3D), a který běžná jedna kamera nikdy nezachytí (zobrazuje 2D). Pomocí nejméně dvou a nebo lépe tří kamer je možnost vytvořit prostorový model pohybu jednotlivých částí těla. Tato analýza je nám schopna určit skutečné rozměry (délkové či úhlové) na lidském těle. Musíme však rozmístit správně videokamery. Umístění kamer musí být optimální (vzdálenost videokamery k zaznamenávanému objektu, úhel záběru musí být u každé kamery jiný tzn. z různých míst zaznamenáváme pohyb cvičence v prostoru např. ze předu, ze strany a ze zadu). Mimo jiné také ovlivňují kvalitu obrazu světelné podmínky, pozadí za objektem a vliv počasí.

Vybavení pro kinematickou analýzu:

- *videokamera* – převádí reálný obraz na videosignál, neobsahuje záznamovou jednotku,
- *záznamová videokamera* – videokamera doplněná záznamovou videokazetou,
- *videorekordér* – vybavení pro magnetický záznam obrazu na magnetické médium,
- *kamkordér* – videokamera s videorekordérem v jenom bloku.

Hlavní výhodou videotechniky je: (Janura, Zahálka 2004)

- možnost uchování záznamu pohybu,
- záznam pohybů prováděných velkou rychlostí nebo ve ztížených prostorových podmínkách,
- opakované vyhodnocení pohybové sekvence,
- porovnání provedení u více jedinců současně.

Využití videotechniky při popisu lidského pohybu a jeho hodnocení má vysoké uplatnění při kvalitativní analýze. Technika pracuje v dnešní době na digitální bázi a je proto běžnou součástí každého pracoviště zabývajícího se touto problematikou.

2.4. Určení značek (bodů) a jejich kalibrace

Pro určení polohy bodů a z ní vyplývající polohy segmentů těla je tedy nutné stanovit souřadný systém. Nejznámějším používaným systémem je kartézský systém souřadnic (obr. č. 1.).

Určení obrazových souřadnic těchto bodů se provádí pomocí speciálního programu. Zapisovatel pomocí počítačové myši musí ručně nebo poloautomaticky zadat „bod po bodu“ do systému. Pro zjednodušení zadávání bodů se využívají

identifikační značky. Hlavní vlastností značek jsou velikost, tvar a barva. Tyto značky se umísťují na lidské tělo (oblečení).

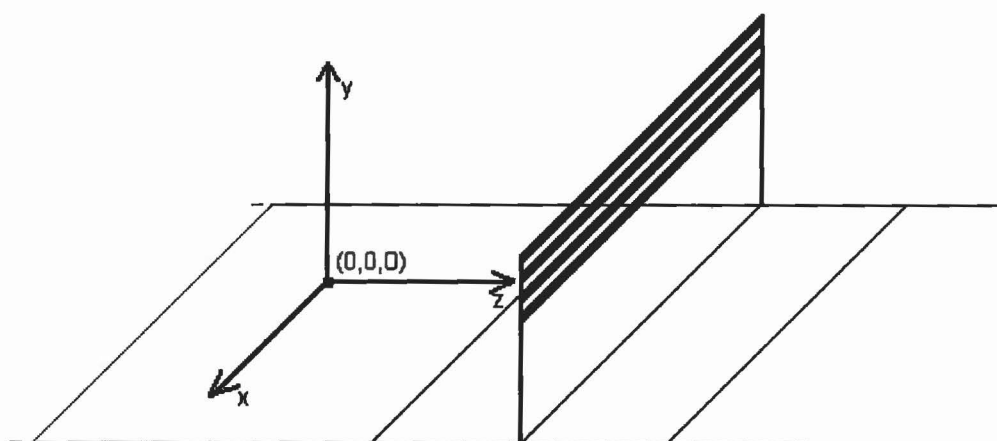
V případě automatické digitalizace rozeznáváme způsob aktivace značky a velikost kontrastní složky, která umožní rozlišení daného bodu. Nejčastěji se používají značky ve tvaru koule či polokoule s průmětem krychle a kontrastní barvou. Základní potřebou značky je její viditelnost vzhledem k pozadí, na kterém je přichycena (nejčastěji na oblečení).

Při videografické analýze musíme také určit prostor „odkud kam“ budeme daný pohyb sledovat a měřit. Prostor určíme například kužely.

Označením těchto bodů nám počítač vytvoří vzdálenost mezi jednotlivými body (segmenty), úhel mezi nimi, polohu těžiště lidského těla nebo dokonce porovná postavení segmentu s podložkou. V praxi je složení (přetvoření) jednotlivých bodů poměrně ztíženo. Pro každý záznam přiřadíme body polohy těla a „složením“ (transformací) dvou nebo tří záznamů vytvoříme prostorové souřadnice bodu.

Rozlišujeme pohyb bodu, pohyb těles a pohyb soustavy těles. Ve všech případech jde o sledování změny polohy daného útvaru vzhledem k poloze jiného útvaru (vztažná soustava O_{xyz} viz obr. č. 1) (Karas, Otáhal, Sušanka 1990). V našem případě se jedná o dvě kalibrační krychle (kvádry).

Zavedení souřadného systému:



obr. č. 1.
kartézská soustava souřadnic O_{xyz}

Vyhodnocení záznamu se provádí určením obrazových souřadnic bodů. Tyto body na záznamu monitoru sledované pohybové činnosti se odečtou a to manuálně, automaticky či poloautomaticky. Manuální odečet provádí uživatel sám bez pomoci systému dle svého subjektivního uvážení. Hlavní nevýhodou tohoto postupu je subjektivní chyba uživatele. Operátor může použít značek či nikoli, nebo může použít pomůcku „lupu“ tj. zvětšení obrazu daného segmentu (obr. č. 12.).

Automatická metoda generuje (vyhledá) hodnoty bodu, které jsou odlišné od pozadí, na kterém je bod umístěn. To se provádí automaticky na základě světelného a především jasového kontrastu jednotlivých obrazových bodů nebo barevného kontrastu. Poloautomatická metoda je spojení dvou předcházejících systémů tzn. počítač vyhodnotí záznam, ale zobrazí se informace, zda je to v pořádku. Tato metoda se používá, kdy víme, že může dojít k zakrytí bodu pomocí horní končetiny (např. švih paže při úderu do míče zakryje segment hlavy).

Kalibrační krychle a kvádry jsou nedílnou součástí časoprostorové analýzy a určují souřadnice známých bodů v prostoru (body, jejichž vzdálenost je přesně definována), které jsou nezbytné pro stanovení měřítka mezi reálnou a obrazovou soustavou souřadnic – kalibrace prostoru. Druhou důležitou náplní je nalezení odchylek souřadnic vyhodnocených bodů od jejich reálných souřadnic, které nám určí vliv použitých přístrojů na kvalitu vyhodnocených dat (Janura, Zahálka 2004).

Důležitou součástí je také správná kalibrace prostoru a kamery (Janura, Zahálka 2004):

- ohnisková vzdálenost,
- vzdálenost středů dvou sousedních pixelů ve směru horizontální X a vertikální Y osy,
- měřítko ve směru osy X, určené vlivem televizního rozkladu obrazu a časovou chybou,
- souřadnice počátku v obrazové rovině (bod, ve kterém optická osa protíná obrazovou rovinu).

2.5. Kvalita vyhodnocených dat a jejich zpracování

Při získání údajů z videografické vyšetřovací metody jsou body ovlivněny množstvím faktorů. Některé můžeme velmi ovlivnit a minimalizovat pečlivou přípravou a správnou měřicí technikou. Hlavní faktor, který ovlivňuje samotné měření je samotný pozorovatel při manuálním či poloautomatickém vyhodnocování. Postup, při kterém se odstraňují rušivé faktory, se nazývá vyhlazování – smoothing (např. využití polynomů, interpolace či digitální filtrace signálu).

Dané výsledky mají bohužel svoji „chybu“. Tato chyba je dána chybou měření (Janura, Zahálka 2004):

- přístrojovou (konstrukce zařízení),
- metodickou (použitá metoda),
- teoretickou (nesprávné použití parametrů a konstant),
- statistickou (nevhodné použití statistických metod),
- subjektivní (lidský faktor při digitalizaci záznamu lidského ohybu).

Výstupy, které lze získat zpracováním a určením videozáznamu a jejich následnou analýzou můžeme rozdělit na (Janura, Zahálka 2004):

- rychlost poskytnutí informace,
- účel zpracování materiálů,
- požadavky příjemce,
- limity použitého systému,
- kinogram pohybu sestavený z vybraných poloh sledované 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,
- číselné údaje charakterizující funkční závislost sledovaných parametrů,
- grafické vyjádření nebo porovnání závislostí vybraných parametrů,
- kombinace výstupů.

3. POPIS A ROZBOR ÚTOČNÉHO ÚDERU

3.1. Obecná charakteristika útočného úderu

„Útočný úder je odbití míče do pole soupeře během rozehry. Provádí se jednou rukou ve výskoku s cílem znemožnit soupeři udržení míče ve hře. Tato herní činnost má četné druhy technického provedení z pohledu pozice směřujícího hráče, pohybu jeho těla a paží ke vztahu k míči. Vlastní pohybová činnost se skládá z několika na sebe navazujících částí.“ (Kaplan 1999).

Útočný úder v odbíjené dělíme (Buchtel 2005):

1. Z hlediska účinnosti:

- rychlost letu míče, která sťažuje soupeři odbití a zkracuje dobu potřebnou pro zaujmutí správného postavení a postoje,
- v umístění do nekrytého nebo nedostatečně krytého prostoru v soupeřově poli,
- ve výběru nečekaného druhu úderu,
- ve využití soupeřova bloku k potřebné změně letu míče.

2. Z hlediska technicko-taktické stránky rozeznáváme útočný úder:

I. Podle způsobu odbití:

- odbitím jednoruč dlaňovou částí ruky a prsty jednoruč a obouruč vrchem prsty .

II. Podle polohy těla vzhledem k rovině sítě:

- čelně k síti,
- bočně k síti,
- s otočkou.

III. Podle křivky a rychlosti letu míče:

- smeč,
- drajv,
- lob.

IV. Podle činnosti, která útočnému úderu předchází:

- útočný úder po nahrávce u sítě,
- útočný úder po nahrávce z pole,
- útočný úder po přihrávce,
- útočný úder po míčích letících od soupeře,
- útočný úder po míčích odražených vlastním blokem.

V. Vzhledem k soupeřově obraně na síti:

- útočný úder bez bloku,
- útočný úder proti bloku (jednobloku až trojbloku),
útočný úder proti bloku dává smečáři tyto možnosti:
 - vyhnutí se bloku,
 - vytlučení bloku,
 - prorážení míče blokem,
 - smečování přes blok,
 - ulítí bloku,
 - srážení míče blokem,
 - nahození míče na blok.

Daná charakteristika útočného úderu (viz výše) lze ještě rozdělit podle následujících hledisek:

Z hlediska pořadí odbití:

- první odbití,
- druhé odbití,
- třetí odbití.

Z hlediska možnosti provedení:

- s výskokem (jednonož X obounož),
- bez výskoku.

Z hlediska specializace hráče:

- nahrávač,
- smečář,
- blokař,
- univerzál,
- libero.

Z hlediska trajektorie dráhy letu míče:

- lajna (úder po čáře),
- diagonála (různé druhy diagonál),

Z hlediska směru útoku a postavení hráče:

- v přímém směru smečáře (posouzení dle ramen a boků),
- v nepřímém směru smečáře.

Z hlediska charakteru času:

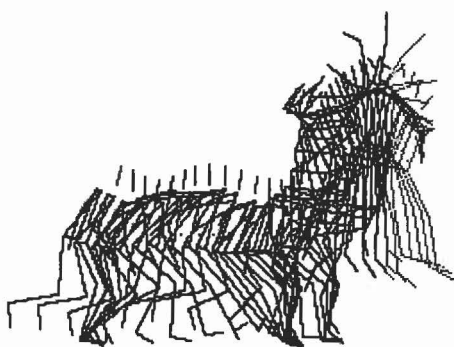
- první sled,
- druhý sled,
- třetí sled.

Z hlediska postavení hráče:

- hráč přední řady,
- hráč zadní řady.

Struktura útočného úderu lze rozdělit do jednotlivých fází:

- rozběh,
- odraz,
- let,
- úder do míče,
- dopad.



obr. č. 2.
kinogram útočného úderu

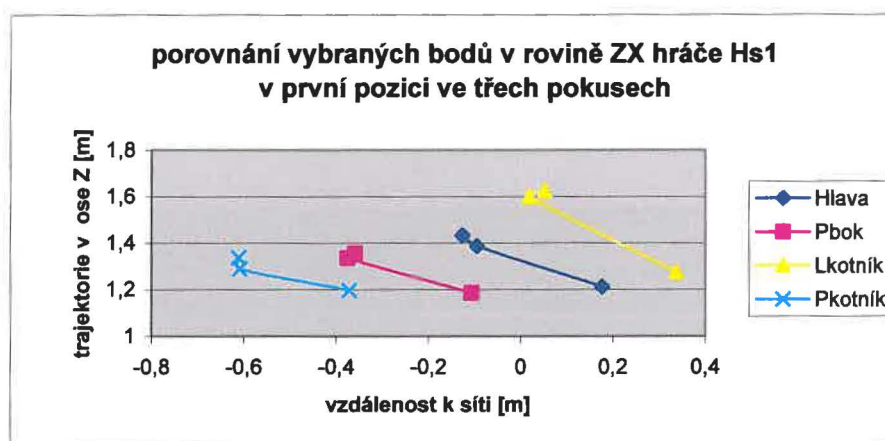
Správné provedení závisí na všech pěti fázích zároveň. Nelze přesně určit, který bod je důležitější, ale jisté je, že všechny hrají podstatnou roli ke správnému a úspěšnému modelovému provedení útočného úderu. „Úspěch útoku závisí od výšky a dynamiky výskoku, od švihů paže i koordinace pohybu od rozběhu po doskok“ (Hančík 1983).

Ve hře se kromě smeče kročným odrazem vyskytuje i smeč provedený náskokem. Při něm se hráč posledním krokem rozběhu odrazí z levé nohy (odraz je veden pouze vpřed, nikoli vzhůru). Tento druh smeče není příliš častý.

3.2. Modelové provedení

Při deskripci budu charakterizovat a popisovat praváka. Levák má vše zrcadlově otočené. Výchozí postavení útočníka je před útočnou čarou (3,5 - 4,5 m od sítě) (viz graf č. 1.). Startovní postoj je uvolněný ve „vyčkávacím“ postoji (vysoký střeh),

kde jsou kolena mírně pokrčena a váha je rozložena na obou nohou nejčastěji ve stoji výkročném.



graf č. 1.

hráč je ve vyčkávací pozici ve třech pokusech ve vzdálenosti cca 4 - 4,5 m od sítě, na grafu na ose X je číslo 0 rovna ve skutečnosti 4 m od sítě (tj. dáno zavedením kalibračních krychlí)

3.2.1. Rozběh

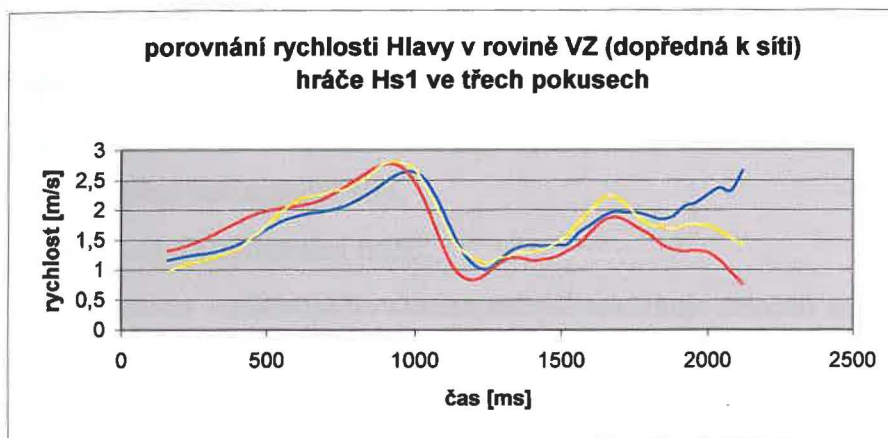
Účelem smečářova rozběhu je nejen dosáhnout co nejpřesnějšího načasování výskoku, aby mohl smečář v optimální okamžik udeřit co nejvýše a nejtvrději do míče, ale především transformace horizontálního impulsu na vertikální, což lze sledovat na změnách trajektorie a rychlosti těžiště těla, které definují základní charakteristiky pohybu subjektu.

„Impuls pro zahájení rozběhu při vysoké nahrávce, tzv. normálu, je okamžik, kdy míč kulminuje na vrcholu své dráhy“ (Císař 2005). S tímto tvrzením nesouhlasím a přikláním se spíše k (Hančíkovi 1983) „Začátek rozběhu závisí od druhu nahrávky. Při základní smeči rozběh začíná v okamžiku, kdy se míč dotkne rukou nahrávajícího. Při rychlejší nahrávce včasnější rozběh“.

Moment, kdy by měl smečář vyběhnout, je vždy ovlivněn danou nahrávkou (charakter nahrávky, potenciálním místem zásahu, rychlostí míče, atd.), výchozím místem smečáře a jeho rychlostně-dynamickými vlastnostmi.

Hráč vyčkává podle situace (letu míče) a u tříkrokového rozběhu má váhu na pravé noze s výkrokem levé nohy (pravoruký hráč). V době, kdy položí levou nohu

na zem, hráč se začíná maximálně rozebíhat. „První krok tříkrokového rozběhu levou nohou je základem timingu (časování), jakoby nutil k čekání a vyhodnocování dráhy letu míče.“ (Haník 2004)



graf č. 2.

v době 880 ms má hráč maximální horizontální rychlost (tj. doba rozběhu druhého kroku), v době 1200 ms je zde je nejnižší dopředná rychlost a to je doba, kdy hráč provádí poslední dokrok, doba úderu do míče je 1720 ms, kde se dopředná rychlost k síti opět zvyšuje výrazným švihem celého trupu vpřed

Rychlost se intenzivně stupňuje až do maxima (viz graf č. 2.). Druhý (dlouhý) brzdící krok pravou nohou, který směřuje přes nataženou nohu na patu dolní končetiny. Poslední krok je využíván k přípravě přenosu horizontálního impulsu na vertikální, který se projevuje především snížením těžiště. S dlouhým krokem se snižuje těžiště a paže se přesouvají vzad do maximální možné polohy (záleží na flexibilitě především v ramenním kloubu). „Délka kroku a zášvih paží se vzájemně ovlivňují“ (Haník 2004). Trup se mírně předklání (flexe v kyčelním kloubu) pro dynamičtější a razantnější odraz. Poslední třetí krok je veden levou nohou (přes špičku), která zaujímá místo mírně vpřed (15 - 30 cm) a stranou dovnitř (30 - 45°) před pravou nohou. Kolena se tak nemohou ohnout ve směru pohybu a horizontální síla vytvořená rozběhem je absorbována dolními končetinami bez namáhání kolen a čtyřhlavých svalů (Selinger 1986).

Toto natočení levé nohy umožňuje smečáři (Kaplan 2001):

- nepřetržitě sledovat míč a činnost na hřišti soupeře, zvýhodněné jsou útočné údery z rychlých nahrávek,
- větší účinnost pohybu vpřed při rychlejší nahrávce ve vertikálním výskoku,
- menší napětí v kolenou a menší zatížení čtyřhlavého svalu stehenního. Síla všech svalů je spíše využita k impulsu pro pohyb těla vzhůru, než ke zbrždění horizontální síly,
- lepší kontrolu usměrnění míče,
- vyšší polohu vzdálenějšího ramene od sítě umožňuje smečáři smečovat větší silou švihové paže pomocí rotace vrchní části těla.

3.2.2. Odraz

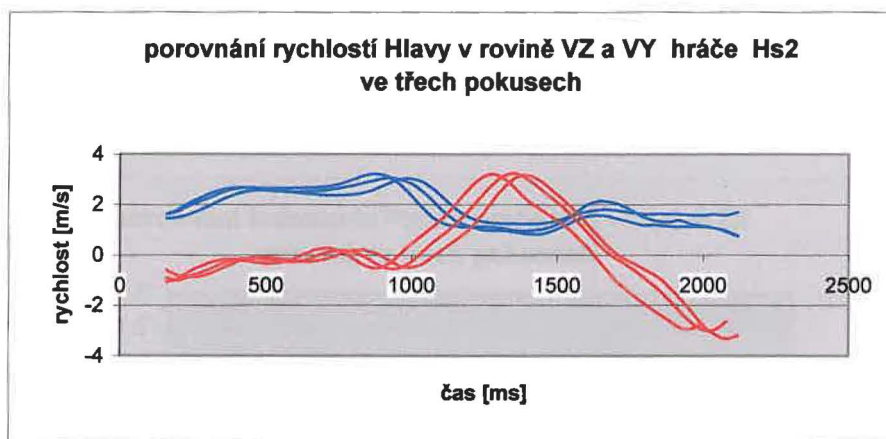
Odraz a celý rozběh považujeme za časový interval od prvního do posledního kontaktu se zemí při dvou-tří krokovém rozběhu. Lze jej charakterizovat poklesem horizontálním a kontinuálním vzestupem vertikální rychlosti těžiště a zvýšením jeho polohy v ose Y (viz graf č. 3.). Maximální vertikální rychlost je v době cca 1360 ms, tj. doba těsně před opuštěním podložky. Potom se následnou gravitací vertikální rychlost zmenšuje. Tomuto jevu se říká transformace horizontálního impulsu na vertikální (čas cca od 920 ms do samotného úderu).

Před odrazem je zapotřebí provést brzdný dvojkrok (pravá - levá noha), aby útočník převedl horizontální kinematickou energii na energii vertikální. V době dokročení levé nohy přes špičku je veden odraz z obou nohou vzhůru tzv. dokročeným odrazem (Buchtel 2005). Obě ruce švihají obloukovitě (mírně ohnuté paže) vpřed a vzhůru. Hráči a hráčky, kteří se dokáží odrazit v kratší době dosahují vyššího výskoku (Selinger 1986). Místo odrazu a dopadu nesmí být vzdálenost větší než 40 - 50 cm (Buchtel 2005).

Švih paží je doprovázen s posledním krokem levé nohy. To umožňuje dynamičtější odraz. Odraz je zahájen v době, kdy kyčle ještě nejsou před místem opory odrazové nohy (chodidla i kolena jsou před kyčlemi) (Císař 2005) (viz graf č. 4.).

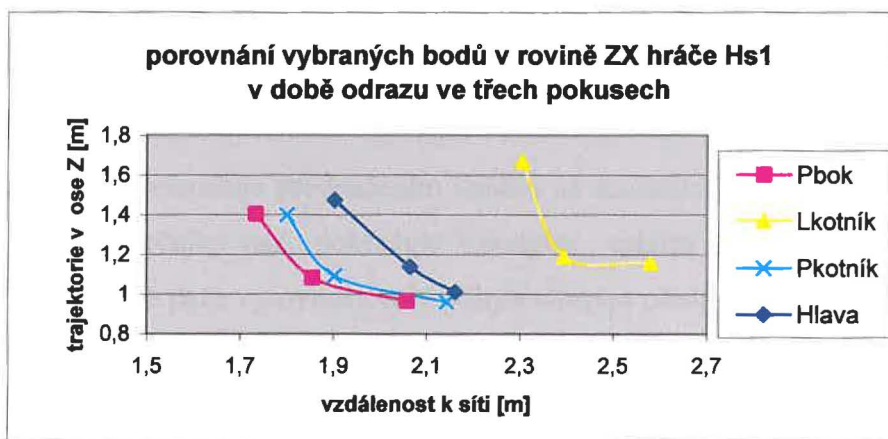
Energie se převádí na vertikální směr pomocí trupu, který se napřimuje a tím se boky dostávají vpřed. Tělo je v relativně svislé napřimené poloze, což umožňuje působení síly odrazu směrem vzhůru nikoli vpřed (Haník 2004). Jinak se hráč vystavuje nebezpečí dotyku sítě. Při náprahu se pravý loket ohýbá a udržuje se stále nad úrovní ramene. Předloktí je vodorovné s „ostrým“ loktem u ucha s uvolněným zápěstím.

„Výšku výskoku a účinnost smečáře ovlivňuje prudké zastavení před odrazem, snížení těžiště a aktivní práce celého těla (nohy, trup, paže, ruce).“ (Hančík 1983)



graf č. 3.

modrá linie = horizontální rychlost tří pokusů hráče Hs2,
červená linie = vertikální rychlost tří pokusů hráče Hs2,
v době cca 920 ms = vzniká transformace horizontálního impulsu
na vertikální až po samotný úder do doby 1720 ms



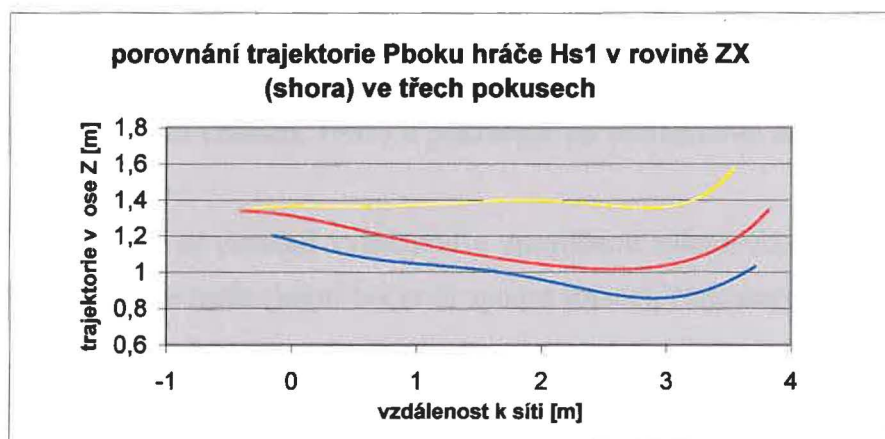
graf č. 4.

v době odrazu je kyčel (Pbok) nejvzdáleněji od sítě než (Pkotník a Lkotník, umožňuje to vertikální odraz vzhůru nikoli vpřed, patrné je i vytočení levé strany těla blíže k síti

3.2.3. Let

Let se považuje od doby, kdy chodidla opustí podložku. Z jejích charakteristik nás především zajímá výška vrcholu (místo úderu), neboť pro úspěšnost útočného úderu může mít výška výskoku značný význam.

Dolní končetiny se přirozeně ohýbají v koleních kloubech a napínají se v kyčelních kloubech v době švihů paže vpřed. Boky se otáčejí v protisměru hodinových ručiček. To je zapříčiněno zákonem zachování energie jakožto podnětem na rotaci ramen v opačné rotaci než jsou boky. Boky po rotaci zaujímají pozici šikmo k síti (viz graf č. 5.).



graf č. 5.

pohyb boků v rotaci protisměru hodinových ručiček je vidět v době od 1680 ms na grafu ve vzdálenosti 3 m (tj. ve skutečnosti 1 m k síti), tento okamžik je o 40 ms dříve než je samotný úder do míče a trvá až po dopad na obě končetiny, hráč dopadá pravým bokem k síti

Pohyb paží pokračuje předpažením vzhůru až do úrovně ramen, kde se rozdělí tak, že švihová smečující paže pokračuje v pohybu vzhůru až do skrčení vzpažmo zevnitř, kdežto druhá paže vyrovnává celý pohyb mírným předpažením. Smečující paže ukončí pohyb daleko za hlavou - je obvykle v lokti pokrčena a spolu s prohnutým trupem a nohama ohnutými mírně v kolenou vytváří ze smečářova těla tzv. „smečářský luk“ (Ejem 1996). „Smečářský luk neboli lukostřelec“ je pozice, kde smečářovo pravé předloktí je v prodloužení spojnic ramen, paže se v lokti ohýbá do extrému a co nejvíce dozadu (Haník 2004).

3.2.4. Úder do míče

Švih horní končetiny se skládá z jednotlivých segmentů se sčítající se silou a stupňující se rychlostí (Císař 2005). Celá činnost úderové paže je kinematickým (pohybovým) řetězcem na sebe navazujících pohybů. Každá část řetězce „přebírá“ na začátku svou energii od pohybu předcházejícího (tělo - horní část paže - předloktí - zápěstí) (Haník 2004). Funkce kinematického řetězce je založena na přenosu energie od nejvzdálenějších k nejbližším segmentům těla k míči, což je nezbytné pro odevzdání kinetické energie z hlavních segmentů těla na míč tzn. teoreticky: čím blíže je bok kinematického řetězce k míči, tím větší maximální rychlost získá.

Vzpřímením trupu a švihem paže vpřed získává úder potřebnou razanci. Úder do míče by měl být v nejvyšším kulminačním bodě ve vzdálenosti natažené paže (Ejem 1996), v rovině před pravým ramenem (Buchtel 2005). Pravá paže zasahuje míč 20 – 50 cm před tělem (Hančík 1983) a pokračuje po obloukovité dráze až za úroveň těla.

Úder do míče se provádí vytaženou a zpevněnou rukou. Zápěstí uděluje míči poslední impuls rotace míče (horní boční či spodní rotace). Nejčastější využití je horní rotace pro překonávání bloku nebo ostré diagonály, míče s menší rotací se využívá při úderech do volných míst, k postraním čarám a do rohů (Kaplan 2001).

Úder do míče je proveden krátce - dlaňovou částí ruky - prsty volně roztaženy obepínají míč. Pohyb je zahájen již při odraze (správné načasování a poloha k přilétajícímu míči) přes rotaci boků až k rameni a samotné horní paži.

Po úderu do míče dokončí švihová paže pohyb do připázení až mírného zapažení (Ejem 1996).

Levá paže a také nohy zaujímají a udržují rovnováhu těla při celém letu cvičence (Haník 2004).

3.2.5. Dopad

Dopad již nemá žádný vliv ani na provedení předchozích fází, ani na výsledek úderu do míče (v době dopadu už nebude tělo útočícího hráče v kontaktu s míčem a nemůže tedy nijak ovlivnit charakteristiku jeho letu).

„Dopadnutí by mělo být pružné na obě chodidla“ (Ejem 1996). Dopad by měl být koordinovaný, měkký a tlumený na obě nohy (ne vždy současně, levá noha zpravidla dříve) pomocí všech kloubů našeho těla (hl. páteř, kyčel, koleno a hlezno). První dotek země by měl být na špičky, přes celé chodidlo, rozložen dopadající vahou na celé tělo, s co možná nejmenším nárazem na klouby. V extrémních situacích může hráč dokonce pokrčit své tělo až prakticky k podložce - do dřepu (toto provedení se vyskytuje hráčům ze zadní řady při doskoku, kteří svým rozběhem vyvinuli ohromnou setrvačnost).

S kratší dobou zabrzdění těla při dopadu je hráč vystaven enormně větší síle, kterou musí překonávat.

„Smečarovo tělo se zastaví v rotačním pohybu, letová fáze pokračuje po dráze tvaru paraboly jako následek rozběhu a odrazu“ (Haník 2004).

Při dopadu obě paže „vyrovnávají“ stabilitu těla vzniklou při letové fázi. Nohy reagují na úder, přiblíží se k trupu, aby zachovaly dynamickou rovnováhu těla. Pravá noha se někdy pokrčí víc (Haník 2004).

Doba nemá na provedení úderu žádný vliv. Lze z něho však vyzorovat, zda-li během letu a úderu do míče nedošlo k nějakým kompenzačním pohybům.

4. CÍLE, ÚKOLY A HYPOTÉZY PRÁCE

4.1. Cíle

1. Provést a popsat kinematickou analýzu útočných úderů provedených pravou rukou s brzdnými dvojkroky na levou nohu.
2. Provést a popsat kinematickou analýzu útočných úderů provedených pravou rukou s brzdnými dvojkroky na pravou nohu.
3. Stanovit časoprostorové charakteristiky provedení útočného úderu.
4. Určit shodné a rozdílné fáze při provedení brzdného dvojkroku na levou a pravou nohu.
5. Provést porovnání a odhad efektivity u obou provedení.

4.2. Úkoly

1. Literární rešerše (vytvořit přehled dosavadních poznatků).
2. Provést výběr hráčů (probandů), které budu analyzovat.
3. Natočení videozáznamů útočného úderu ze zóny 3.
4. Provést trojrozměrnou kinematickou videoanalýzu s brzdným dvojkrokem na levou a pravou nohu smečářských úderů na hráčích vrcholové výkonnosti.
5. Stanovit intraindividuální kinematické (časoprostorové) charakteristiky v provedení dané technice.
6. Stanovit interindividuální kinematické (časoprostorové) charakteristiky v provedení dané technice.
7. Interpretovat výsledky a okomentovat je v diskusi.

4.3. Hypotézy

1. V provedení útočného úderu se správným a s obráceným krokem bude významný rozdíl v rychlostech, polohách jednotlivých segmentů v době odrazu, letu i dopadu.
2. U hráčů se správným provedením bude efektivnější a ekonomičtější provedení útočného úderu.
3. Rozdíl ve výběru místa rozběhu a načasování závisí na specializaci hráče, nikoliv na provedení odrazu.
4. Brzdný dvojkrok pravou dolní končetinou se shodnou útočící paží (pravá ruka, pravá noha) omezuje hráče v prostoru ve výběru umístění útočného úderu.

5. METODA

5.1. Metoda pozorování

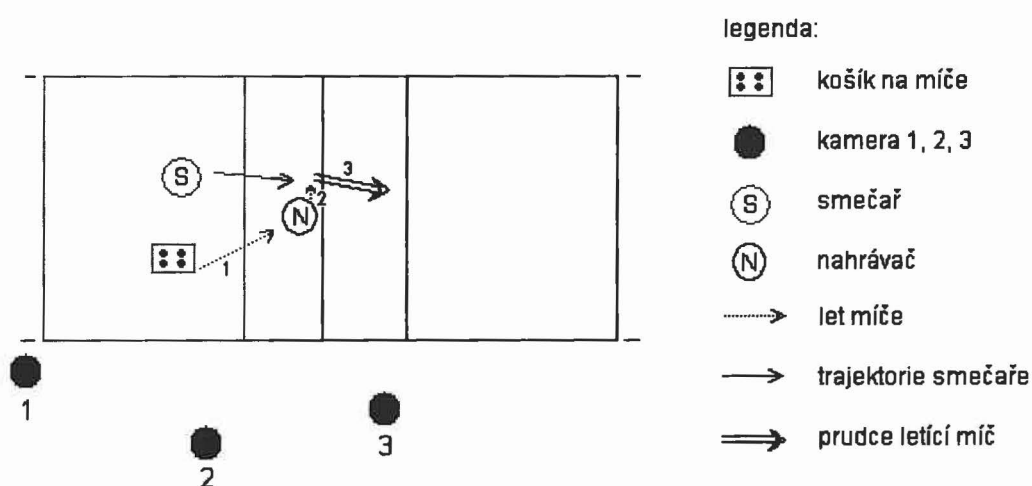
Ke sledování pohybu člověka použijeme jednu z forem pozorování. Konkrétně jde o neparticipantní řízené pozorování, které (Hendl 1997) definuje jako pozorování s následujícími rysy:

- je přesně vymezen cíl a objekt pozorování,
- jsou vymezeny pregnantním způsobem pozorované jevy, pokud možno precizně rozdělené na zaznamenávatelné segmenty,
- při 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.

Výzkumný soubor tvořili hráči vrcholové úrovně mužské kategorie hrající českou extraligu. Pro analýzu jsou vybráni dva hráči s „opačným rozběhem“ (Ho1 a Ho2) a dva hráči se „správným rozběhem“ (Hs1 a Hs2). Každý hráč měl tři individuální pokusy. Počet hráčů s opačným rozběhem byl limitován hlavně jejich nízkým počtem v celé extralize. Cílem je popsat pomocí kinematické charakteristiky jejich techniky útočných úderů. Volejbalová herní činnost tedy útočný úder je zaznamenáván pomocí tří videokamer. Rozbor pohybu bude proveden pomocí kinematické analýzy, která se podle mého názoru stává běžnou metodou umožňující získat podklady pro efektivnější plánování a realizaci tréninkového procesu u nás i na celém světě.

5.2. Natočení videozáznamu

Pro záznam pohybu byly použity tři statické videokamery MiniDV se snímkovací frekvencí 50 pulsů za sekundu. Tyto kamery byly rozmístěny dle obr. č. 3. Nezbytnou součástí je natočení kalibrační krychle pro potřebu analýzy, kde snímáný prostor byl nakalibrován 4m kvádrem se 16-ti kalibračními body. Pro výpočet prostorových souřadnic byla použita metoda DLT a vyhodnocovací software TEMA Bio 2.3.



obr. č. 3.
rozmístění kamer 1, 2 a 3 při snímání videozáznamu
(průmět shora)

Pro analýzu pohybu byla vybrána kinematická analýza. Měření bylo prováděno v modelové herní situaci, kde hráč stál cca 4 m od sítě a smečoval nahrávku č. 5. tzv. „metr“. Tato nahrávka je takřka bezchybná pro provedení nahrávky a tudíž očekávám co nejmenší ovlivnění účinného úderu pomocí nahrávky. Hráči útočí tvrdě (smečí) v přímém směru trupu a ramen (nejjednodušší provedení) bez přítomnosti soupeře (žádný blok). Míč je nahazován pomocníkem, který stojí u košíku s míči. Nahrávač stojí na středu hřiště v bezprostřední blízkosti sítě, kde „připravuje“ stejné nahrávky všem útočícím hráčům (viz obr. č. 3.).

5.3. Kinematická analýza

K analýze bylo použito softwaru TEMA BIO. Pro přeměnu prostorových souřadnic bylo použito metody DLT, frekvence 25 snímků za sekundu. Na těle bylo označeno „bod po bodu“ počítačovou myší těchto jedenáct bodů:

- pata pravé dolní končetiny – „pata“ sportovní obuvy,
- kotník pravé dolní končetiny – os tibie, malleolus lateralis,
- pravé koleno dolní končetiny – patella,
- pravý bok – os coxae, spina iliaca anterior superior,
- pravé zápěstí – ulna, processus styloideus,
- pravý loket – ulna, olecranon,
- pravé rameno – caput humeri,
- hlava (kost spánková) – os temporalis,
- levé koleno dolní končetiny – patella,
- levý kotník dolní končetiny – os tibie, malleolus medialis,
- levá pata dolní končetiny – „pata“ sportovní obuvy.

Nulový bod souřadného systému O_{xyz} byl stanoven čtyři metry od sítě uprostřed hřiště. Při posuzování rychlostí či poloh v souřadném systému O_{xyz} mimo danou osu, jsem pro lepší orientaci přiřadil záporné znaménko k daným hodnotám.

- Rychlost v ose Z: je rychlost ve směru k síti nebo od sítě. Ve směru od sítě má rychlost zápornou komponentu. Směrem k síti (tedy dopředná rychlost) má hodnoty v kladné.
- Rychlost v ose Y: je rychlost ve směru od podložky nebo k podložce. Ve směru k podložce má rychlost zápornou komponentu. Směrem od podložky vzhůru (vertikální rychlost) má hodnoty kladné.

- Trajektorie v ose Z: je trajektorie ve směru od nultého bodu kalibrační krychle (tj. 4m od sítě) k síti. Ve směru od nultého bodu kalibrační krychle (tj. 4 m od sítě) směrem k základní čáře má trajektorie zápornou hodnotu.
- Trajektorie v ose X: je trajektorie ve směru paralelním se sítí. Trajektorie ve směru doleva od kolmice k síti (od nultého bodu kalibrační krychle) má kladnou hodnotu. Trajektorie ve směru doprava od kolmice k síti (od nultého bodu kalibrační krychle) má hodnotu zápornou. Hodnoty v ose X jsou většinou kladné, což je zapříčiněno postavením kalibračních krychlí přesně na střed hřiště, kde byl postaven nahrávač.

5.4. Stručný postup

1. *Příprava a organizace práce:* Natočení videozáznamů v hale extraligového družstva Kladna. Technické vybavení je z katedry informatiky.
2. *Sledování:* pomocí videozáznamu na PC udělám kinematické analýzy jednotlivých hráčů ve třech pokusech.
3. *Zaznamenání a vyhodnocení:* Pomocí kinematické analýzy určím jednotlivé body (viz výše). Tyto body se potom ve speciálním programu (TEMA BIO) zpracují a vyhodnotí.
4. *Celkové vyhodnocení:* Výsledky zpracuji a sepiši procentuálně, graficky a v tabulkách pro lepší orientaci.
5. *Závěr a diskuse:* Vyhodnocení mých cílů a úkolů. Kontrola mých hypotéz.

6. VÝSLEDKY

6.1. Komentář k pěti klíčovým polohám (dané vybrané body v rovině ZX)

1. *Startovní postoj* – je uvolněný ve „vyčkávacím“ postoji, kde jsou kolena mírně pokrčena a váha je rozložena na obou dolních končetinách (hráč stojí = nepohybuje se). Levá noha je v mírném výkroku pro lepší stabilitu těla. Paže jsou mírně pokrčeny v loktech (ruce před tělem). Hráči s opačným rozběhem stojí stejně (mají větší výkrok levou vpřed) a rozbíhají se z větší vzdálenosti od sítě, kde upřednostňují také tříkrokový rozběh, a kde je délka kroků velmi podobná (začínají pohyb pravou nohou vpřed).



2. *Nejdelší krok* – je to okamžik, při kterém má hráč nejdelší vzdálenost chodidel (druhý u tříkrokového rozběhu) a pravá noha (vpředu) je nejdále od levé nohy. Tento okamžik je v krátké letové fázi, kdy se jedinec na nepatrnou chvíli nedotýká žádnou dolní končetinou země. Název „nejdelší krok“ znamená, že se jedná o nejdelší vzdálenost levého a pravého kotníku. Tento moment (vzdálenost kotníků) není v oporové fázi s podložkou. Paže jsou v maximální poloze zapažení vzad povýš, jak jen to dovoluje stavba lidského těla. Hráči s opačným rozběhem mají nejdelší krok, u kterého je levá noha vpředu před pravou. U těchto hráčů je delší letová fáze (hráči jsou delší dobu ve vzduchu).



3. *Dokrok* – doba, kdy hráč dokročí levou dolní končetinou před pravou (poslední krok rozběhu). Špička levé nohy je mírně stočena dovnitř před pravou končetinou. Hráč je v mírném podřepu. Horní končetiny jsou mírně pokrčeny v loktech směrem vpřed dolů k podložce. Získaná kinetická energie se nyní transformuje z horizontální



na vertikální energii, kdy dochází k zahájení výskoku. U hráčů s opačným rozběhem je poloha dolních končetin přesně obrácená (poslední krok proveden pravou nohou), kde špička pravé nohy směřuje nikoli dovnitř, ale vně směrem k nahrávači a k přilétajícímu míči.

4. *Úder do míče* –



přesný moment, kdy hráč udeří do míče vytaženou paží. V ideálním případě v horní úvrati letové dráhy (v době momentu nemá žádnou oporu). Hráč je „narovnan“ a vytažen za míčem smečující paží. V době kontaktu jsou dolní končetiny v prodloužení trupu až v mírném ohnutí v koleních kloubech a nesmečující horní končetina je pokrčena v lokti (velmi individuální u hráčů).

5. *Dopad* –



chvíle, kdy se hráč dotkne oběma nohama podložky. Hráč dopadá na špičky (ne na obě nohy na jednu). Levá noha dopadá jako první. Hráč s opačným rozběhem dopadá na obě nohy zároveň. Poloha horních končetin a trupu jsou velmi rozdílné (záklon, úklon, paže vpřed i vzad,...). Různorodost polohy hráčů je dána z předchozí situace před odrazem a v době samotného odrazu (jsou to nepředpokládané situace např. neodhadnutí pozice míče v době úderu).

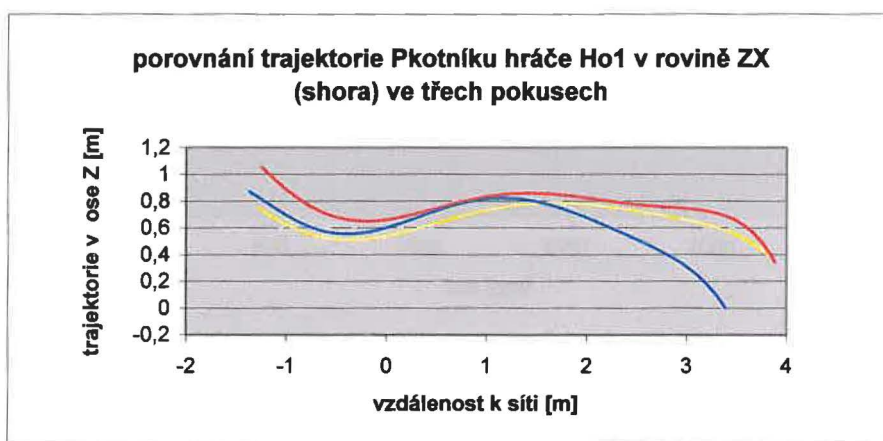
6.2. Interpretace naměřených hodnot

Zavedený souřadný systém byl definován 4 m od sítě, kde byl zvolen výchozí bod $[0,0,0]$. Dané grafy nezačínají v souřadném systému $[0;0]$. Viz graf č. 6. začíná v souřadném systému $[-0,2;-2]$. Tento jev je zapříčiněn položením kalibračních krychlí do vzdálenosti 4 m od sítě (tj. 1 m od trojkové útočné čáry). Tato vzdálenost je rovna číslu 0 na X-ové přímce na grafu. Hráči, kteří se rozebíhají za touto vzdáleností (tj. za skutečnou 4 metrovou hranicí od sítě) se rozebíhají ze vzdálenosti záporných čísel (např. podle grafu č. 6. hráč Ho1 se rozebíhá ze vzdálenosti cca -1,5 m dle grafu, která se rovná skutečné vzdálenosti 5,5 m od sítě).

Osa Z má také záporné hodnoty. Je to opět zapříčiněno postavením kalibračních krychlí, které udávají nejen vzdálenost od sítě, ale také stranovou vzdálenost (šířka hřiště) tzn. kladné hodnoty hráče se pohybují od kalibračních krychlí (střed hřiště) směrem doleva (směrem k hlavnímu kůlu) a záporné hodnoty znamenají, že hráči se stranově pohybují od středu hřiště směrem k vedlejšímu kůlu. Tyto záporné hodnoty na ose Z se skoro nevyskytují. Důvodem je přesné postavení nahrávače na středu hřiště, kde stály kalibrační krychle a nahrávač nahrával míče před sebe směrem k hlavnímu kůlu. Na grafu č. 6. (modrá linie 1. pokus) je zřejmé, že nahrávač byl postaven blíže k vedlejšímu kůlu a hráč dle nahrávky „šel“ přesně na střed hřiště než v druhém či třetím pokusu.

Trajektorie v ose X je prezentována pomocí slovního spojení „vzdálenost k síti“ pro lepší názornost v grafu.

Hodnoty v ose Y ukazují vertikální změny. Daný měřicí systém byl zaveden [0] v úrovni podložky.



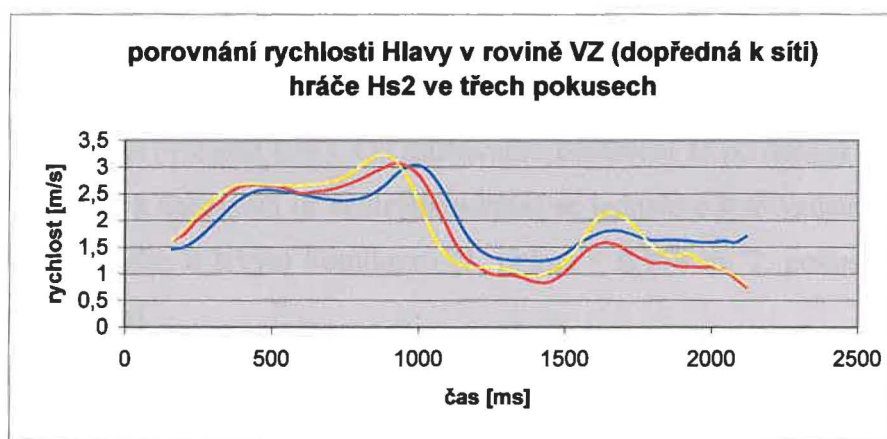
graf č. 6.

modrá linie = 1. pokus, červená linie = 2. pokus, žlutá linie = 3. pokus

6.3. Intraindividuální stabilita hráče Hs2

Intraindividuální stabilita hráče Hs2 je velmi vysoká, jak vypovídají následující grafy.

Graf č. 7. znázorňuje tři pokusy hráče Hs2, kde dopředná rychlost hlavy k síti (v rovině VZ) je téměř neměnná. Rychlost s rozběhem stoupá a nejvyšší dosažená rychlost je v době druhého kroku. To je zapříčiněno rychlým rozběhem k síti. Výsledek (1. pokus = 3,033 m/s, 2. pokus = 3,074 m/s, 3. pokus = 3,163m/s). V době posledního dokroku se rychlost výrazně zmenšuje. Tento jev je zapříčiněn především odrazem vzhůru nikoli vpřed (viz graf č. 8.). V době úderu do míče 1720 ms je zvýšení dopředné rychlosti k síti zapříčiněno mohutným švihem útočné paže a předklonem trupu vpřed k síti.

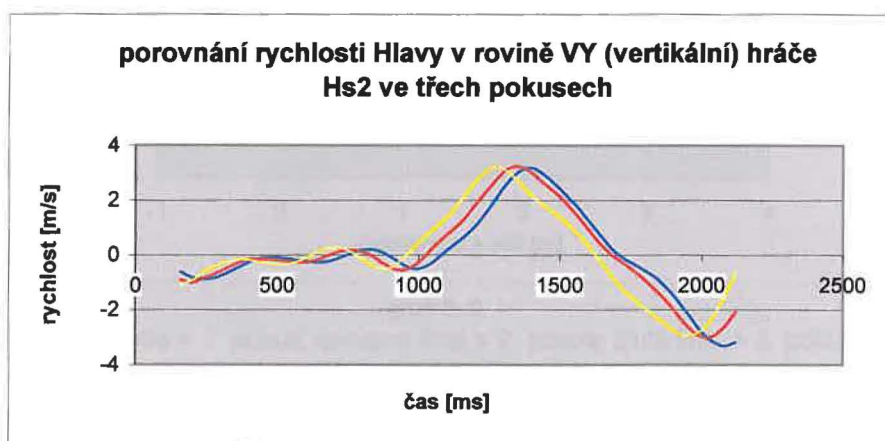


graf č. 7.

modrá linie = 1. pokus, červená linie = 2. pokus, žlutá linie = 3. pokus,
980 ms = vzdálenost nejdelšího kroku = nejvyšší dopředná rychlost,
1360 ms = odraz od podložky, 1720 ms = doba úderu do míče =
zvýšení dopředné rychlosti k síti mohutným švihem trupu vpřed

Na grafu č. 8. je zřejmé, že v době odrazu (cca 1360 ms) je nejvyšší vertikální rychlost (1. pokus = 3,177 m/s, 2. pokus = 3,231m/s, 3. pokus = 3,222 m/s). To je zapříčiněno mohutným odrazem dolních končetin a mírným pokrčením před samotným odrazem. V době dovršení maximální výšky (kulminační bod smečáře) v době 1720 ms je vertikální rychlost rovna nule. V této době je nejvýhodnější pro smečáře úder do míče. Daná rychlost po úderu se zvyšuje gravitační silou. Hodnoty rychlostí jsou

ve všech případech kladné. Na grafech je pomocí záporných hodnot znázorněn směr vektoru rychlosti.



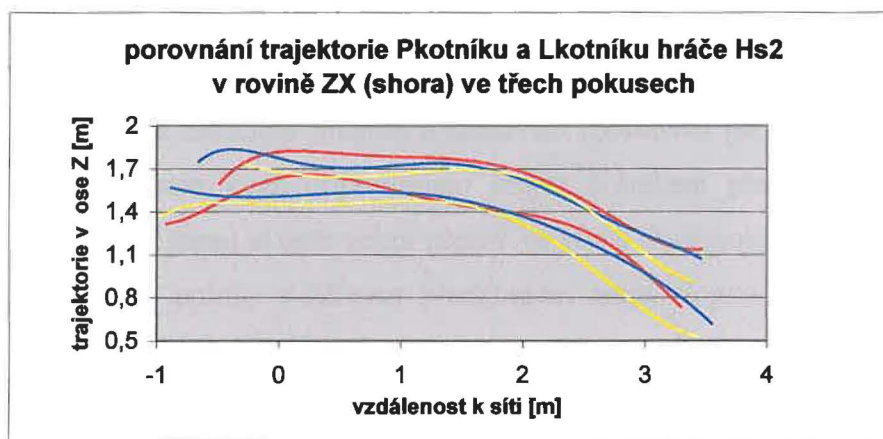
graf č. 8.

modrá linie = 1. pokus, červená linie = 2. pokus, žlutá linie = 3. pokus,
980 ms = vzdálenost nejdelšího kroku, 1360 ms = odraz od podložky,
tj. nejvyšší vertikální rychlost, 1720 ms = doba úderu do míče

Pozice pravého a levého kotníku nám vykazují, že hráč Hs2 se vždy rozebíhal směrem k nahrávači (viz graf č. 9.). Od startovního postavení až po doskok na obě dolní končetiny směrem k nahrávači (k vedlejšímu kůlu) se jednalo o tyto vzdálenosti (počítá se střed mezi pravým a levým kotníkem) (1. pokus = 0,979 m, 2. pokus = 0,606 m, 3. pokus = 0,903 m).

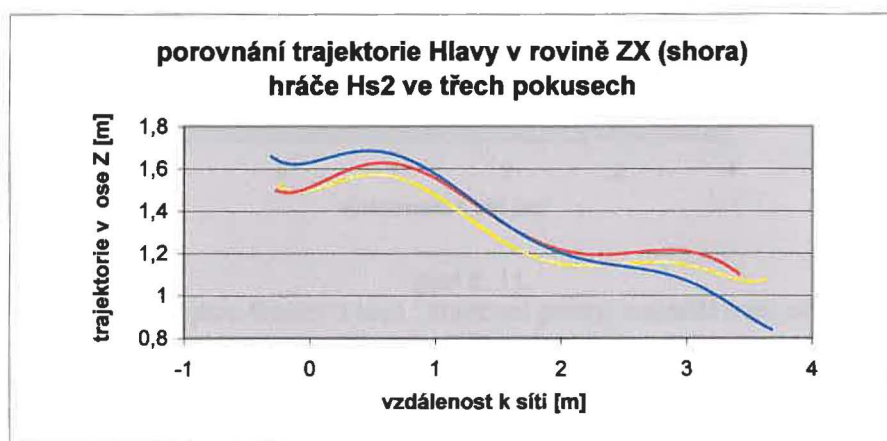
Startovní postoj hráče Hs2 je vždy natočen směrem k nahrávači s levou dolní končetinou vpředu před pravou dolní končetinou (viz graf č. 9.). Levý kotník je ve vzdálenosti před pravým kotníkem o (1. pokus = 0,358 m, 2. pokus = 0,627 m, 3. pokus = 0,814 m). Při dopadu je hráč Hs2 téměř vždy kolmo k síti vzhledem k postavení jeho kotníků.

Trajektorie v rovině ZX (průmět shora) můžeme také podložit grafem č. 10. Při prvním kroku vpřed je vidět mírný pohyb do strany od nahrávače v ose Z a to o délku (1. pokus = 0,029 m, 2. pokus = 0,095 m, 3. pokus = 0,062 m), poté je rozběh výrazně veden k nahrávači v ose Z o (1. pokus = 0,469 m, 2. pokus = 0,416 m, 3. pokus = 0,398 m) a dokrok levou nohou je opět natočení těla mírně šikmo k síti. Následuje let mírně šikmo k nahrávači.



graf č. 9.

modrá linie = 1. pokus, červená linie = 2. pokus, žlutá linie = 3. pokus,
vždy linie s vyšší hodnotou v ose Z je levý kotník a
s nižší hodnotou v ose Z je pravý kotník

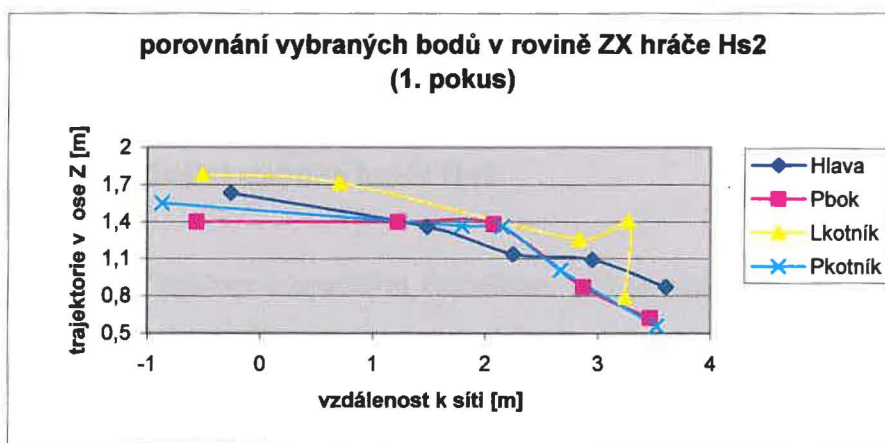


graf č. 10.

modrá linie = 1. pokus, červená linie = 2. pokus, žlutá linie = 3. pokus

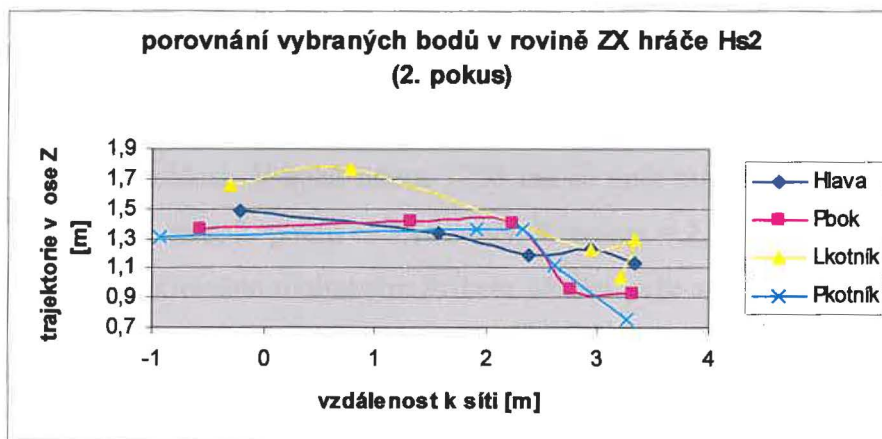
Graf č. 11. - 13. ukazuje intraindividuální stabilitu hráče Hs2 ve třech provedeních, daných v klíčových bodech v rovině ZX (průmět shora). Startovní postoj hráče směřuje k nahrávači, kde se Pbok (pravý bok) nachází na všech třech pokusech mezi Pkotníkem (pravým kotníkem) a Lkotníkem (levým kotníkem). Hlava je v prvním klíčovém bodě skoro téměř stejně vzdálena jako levý kotník směrem k síti (hráč Hs2 je vzpřímen). Druhý klíčový bod ukazuje především nejdelší krok pravou nohou samotného rozběhu (1. pokus = 2,665 m, 2. pokus = 2,841 m, 3. pokus = 2,746 m). Vzdálenost chodidel (v době třetí pozice) levé nohy (Lkotník) před pravým kotníkem směrem k síti v ose Z je (1. pokus = 0,680 m, 2. pokus = 0,611 m, 3. pokus = 0,652 m). Délka posledního třetího kroku levou nohou má hodnotu (1. pokus = 2,129 m, 2. pokus

= 2,165 m, 3. pokus = 2,307 m). V době úderu (ve čtvrté klíčové pozici) je patrné, že hráč Hs2 vyrovnává švih paže mírným „předkopnutím“ levého kotníku před své tělo. Pozice trupu je mírně natočena směrem k nahrávači (postavení pravého boku je mírně vzad od hlavy směrem k síti doprovázeno levým kotníkem před tělem a pravým kotníkem za tělem). Dopad je opět velmi přesný ve všech třech pokusech, kde hráč Hs2 dopadne do stabilní polohy s mírným předklonem trupu doprovázeným dopřednou rychlostí ze samotné útočné akce.



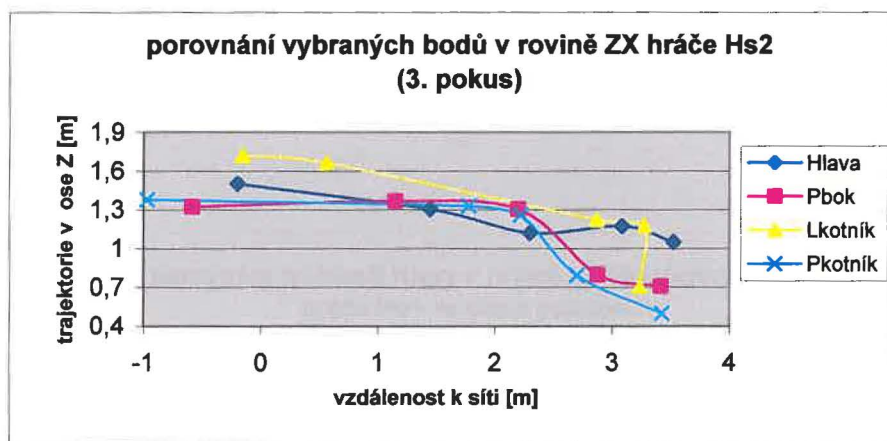
graf č. 11.

dané body jsou řazeny zleva : startovní postoj, nejdelší krok, dokrok, úder do míče a dopad



graf č. 12.

dané body jsou řazeny zleva: startovní postoj, nejdelší krok, dokrok, úder do míče a dopad



graf č. 13.
dané body jsou řazeny zleva: startovní postoj, nejdelší krok, dokrok, úder do míče a dopad

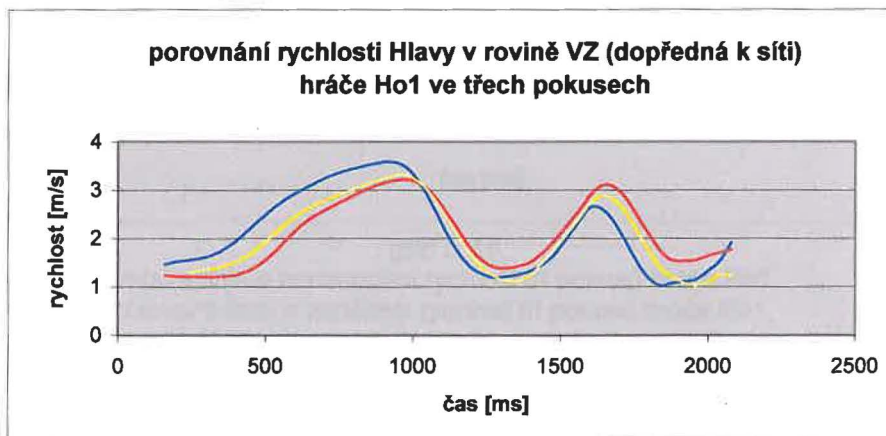
6.4. Intraindividuální stabilita hráče Ho1

Hráč Ho1 je hráčem s opačným rozběhem, než je většina hráčů ve volejbalu. Útočí pravou horní končetinou a poslední dokrok dolní končetinou je souhlasnou nohou.

Graf č. 14. ukazuje, že hráč je velmi podobný ve všech třech pokusech. Jeho intraindividuální provedení je na vysoké úrovni. Dané pohybové dovednosti má zažité a neměnné. První zvýšení rychlosti je patrné na grafu, neboť hráč nabírá rychlost rozběhem k síti ze startovní pozice. Vrchol této křivky je, když hráč je v pozici těsně před opuštěním podložky. Maximální dopředná rychlost VZ je (1. pokus = 3,591 m/s, 2. pokus = 3,221 m/s, 3. pokus = 3,319 m/s). Následně se dopředná rychlost zmenšuje a narůstá vertikální rychlost. V době úderu 1720 ms se opět zvyšuje dopředná rychlost na (1. pokus = 2,641 m/s, 2. pokus = 3,101 m/s, 3. pokus = 2,879 m/s). Dané zvýšení rychlosti k síti je zapříčiněno mohutným švihem útočící paže s doprovodným pohybem trupu a hlavy (mírný předklon trupu vpřed).

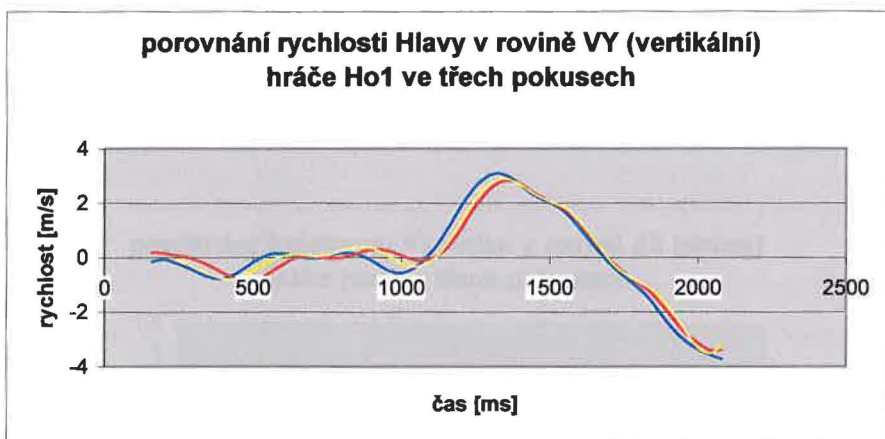
Graf č. 15. nám demonstruje vertikální rychlost hráče Ho1 a jeho vysokou stabilitu provedení. Nárůst vertikální rychlosti začíná v době cca 1120 ms, kdy hráč začíná provádět poslední krok rozběhu. Maximální vertikální rychlost je (1. pokus = 3,091 m/s, 2. pokus = 2,830 m/s, 3. pokus = 2,885 m/s), tj. v době odrazu dolních končetin od podložky. V době úderu 1720 ms je vertikální rychlost nulová. Hráč se stává na zlomek vteřiny nehybným (nemá žádnou rychlost) a v této době je v nejvyšší

pozici (v kulminačním bodě), kdy je optimální úder do míče. Následná rychlost je ve skutečnosti kladná, i když v grafu se projevuje záporně (zapříčiněno vertikálním směrem k podložce).



graf č. 14.

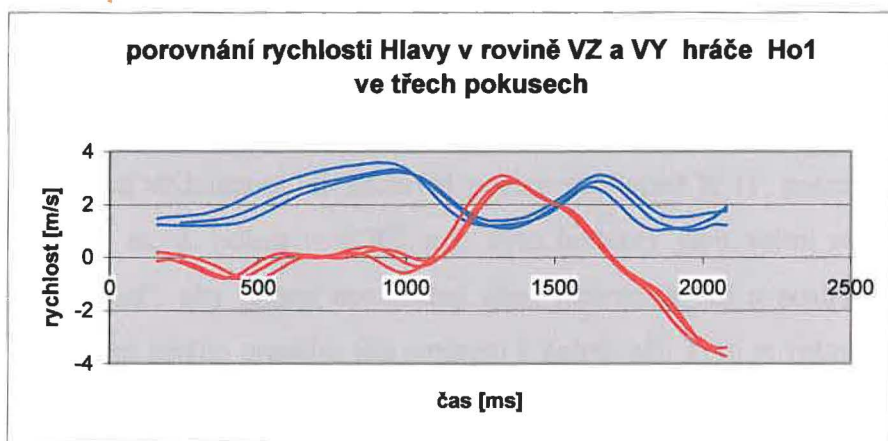
modrá linie = 1. pokus, červená linie = 2. pokus, žlutá linie = 3. pokus,
980 ms = vzdálenost nejdelšího kroku s nejvyšší dopřednou rychlostí,
1360 ms = odraz od podložky, 1720 ms = doba úderu do míče



graf č. 15.

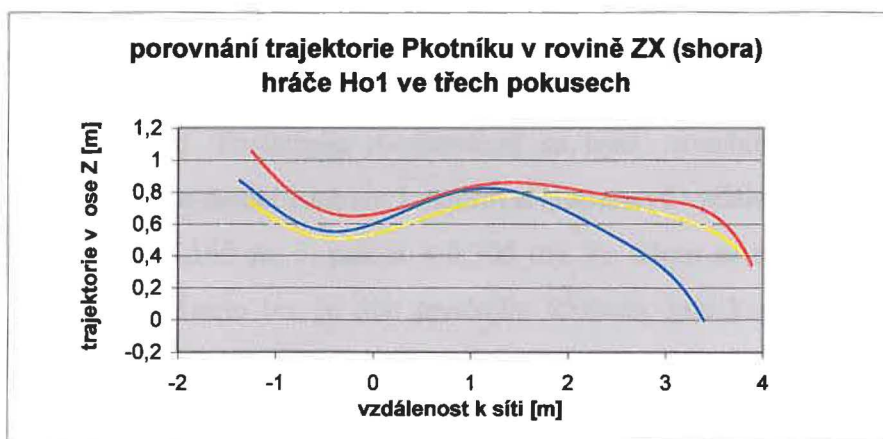
modrá linie = 1. pokus, červená linie = 2. pokus, žlutá linie = 3. pokus

V porovnání vertikální a horizontální rychlosti je patrné, že v době odrazu cca 1360 ms se zvyšuje vertikální rychlost, a v důsledku toho se snižuje dopředná rychlost. Tento jev je zapříčiněn odrazem vzhůru nikoli vpřed. V době úderu 1720 ms se zvyšuje dopředná rychlost zapříčiněná úderem do míče a mírným předklonem trupu (graf č. 16.).



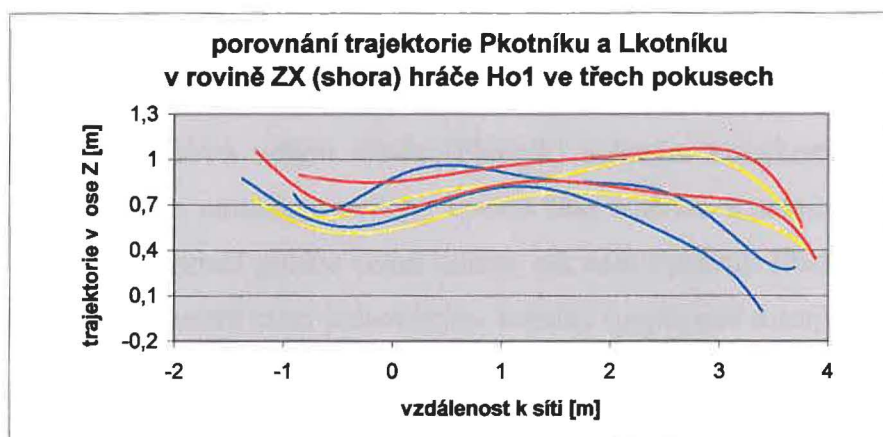
graf č. 16.
modrá linie = horizontální rychlost tří pokusů hráče Ho1,
červená linie = vertikální rychlost tří pokusů hráče Ho1,
v době cca 1000 ms = vzniká transformace horizontálního impulsu
na vertikální

Grafu č. 17. – Druhým levým krokem se hráč oddaluje od nahrávače a připravuje si pozici k vytočení celého trupu směrem k nahrávce. Velký stranový rozdíl od posledního kroku až po dopad pravé nohy (Pkotníku) činí (1. pokus = 0,893 m, 2. pokus = 0,548 m, 3. pokus = 0,401 m). Tato končetina je v době odrazu velmi vytočena směrem k nahrávači, aby kompenzovala vytočení pravého boku a pravého ramene od sítě směrem k přilétajícímu míči.



graf č. 17.
modrá linie = 1. pokus, červená linie = 2. pokus, žlutá linie = 3. pokus

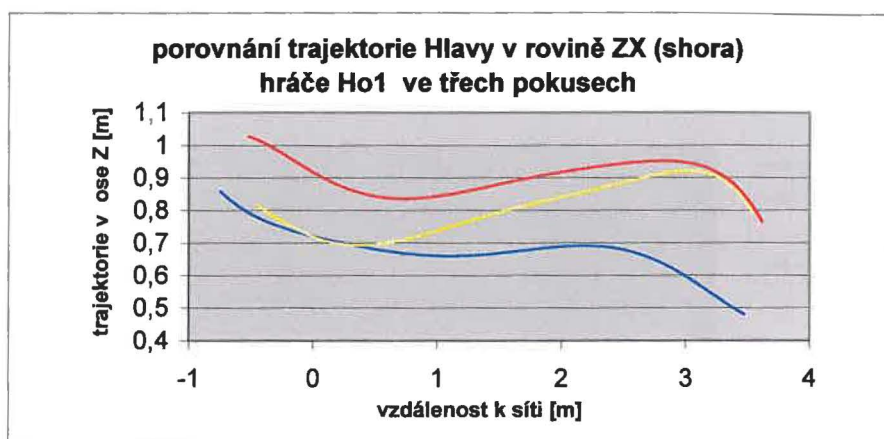
Graf č. 18. demonstruje, že se hráč rozbíhá skoro kolmo k síti až v posledním dokroku, ale hlavně v samotném letu se výrazně stranově přibližuje směrem k nahrávači. Jedná se o vzdálenost (1. pokus = 0,573 m, 2. pokus = 0,451 m, 3. pokus = 0,398 m). Celková vzdálenost od startovní pozice po dopad je (1. pokus = 0,684 m, 2. pokus = 0,461 m, 3. pokus = 0,202 m). Tyto hodnoty jsou velmi rozdílné. Hráč se klikatí jako „had“, aby nabral dostatečný úhel směrem k síti a posledním krokem vyrovnává natočení celého pravého těla směrem k nahrávači. Toto je velmi individuální (dáno typem a přesností nahrávky).



graf č. 18.

modrá linie = 1. pokus, červená linie = 2. pokus, žlutá linie = 3. pokus,
vždy linie s vyšší hodnotou v ose Z je levý kotník a
s nižší hodnotou v ose Z je pravý kotník

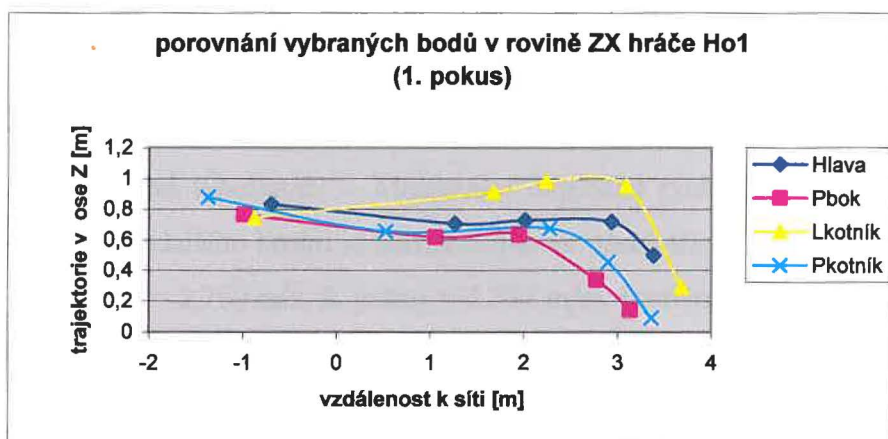
Na pozicích Hlavy, které můžeme vidět na grafu č. 19., je patrná shoda všech jednotlivých provedení. Posledním dvojkrokem se hráč rozebíhá od nahrávače a při samotném odrazu se natáčí směrem k nahrávači, stranová vzdálenost je (1. pokus = 0,079 m, 2. pokus = 0,165 m, 3. pokus = 0,305 m). Po úderu se hráč pohybuje (letí) směrem k nahrávači. Tento jev je dán opačným krokem, kde kompenzuje vytočení pravo-levé strany těla od sítě, aby byl schopen využít rychlost trupu a následně zapojit co největší sílu pro švih horní končetiny.



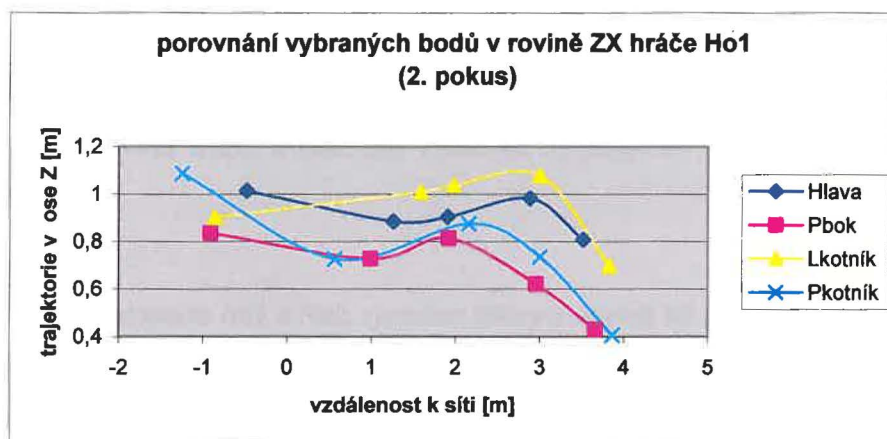
graf č. 19.

modrá linie = 1. pokus, červená linie = 2. pokus, žlutá linie = 3. pokus

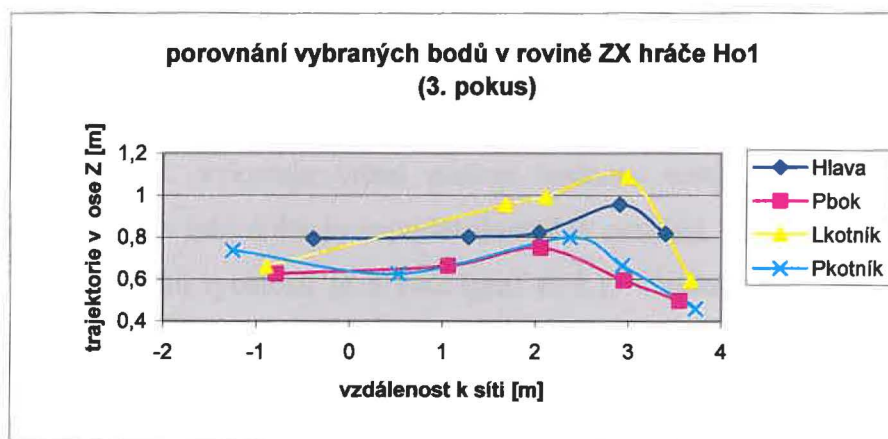
Grafy č. 20. - 22.: Hráč Ho1 v pěti vybraných pozicích. Startovní postoj se vyznačuje vždy pravou nohou vzadu (Pkotník) a levým kotníkem vpředu. Toto postavení je stabilní a umožňuje nejlépe vytočit tělo směrem k nahrávači. Ve všech třech případech je startovní pozice velmi klidná, jak nám vykazují Pbok a Hlava, jsou ve velmi blízké vzdálenosti mezi jednotlivými kotníky (popřípadě mírný náklon trupu). Délka prvního pravého kroku (1. pokus = 1,900 m, 2. pokus = 1,814 m, 3. pokus = 1,780 m). Délka levého kroku (nejdelší krok) má vzdálenost (1. pokus = 2,554 m, 2. pokus = 2,447 m, 3. pokus = 2,569 m). Délka pravého kroku (dokrok) má hodnotu (1. pokus = 1,749 m, 2. pokus = 1,588 m, 3. pokus = 1,844 m). Z daných hodnot je patrné, že všechny tři kroky jsou velmi dlouhé. Hráči se rozebíhají na hraně 5 m od sítě ve všech třech provedení. Daný rozběh je veden mírně směrem k hlavnímu kůlu od nahrávače. V době úderu je patrné, že celé tělo (všechny body) je již natočeno směrem k nahrávači a bokem k síti. To umožňuje větší orientaci nad míčem a soupeři a větší rozmanitost škál útočných úderů. Let a dopad je ovlivněn samotným postavením (k nahrávači bokem k síti) při odrazu. Daný hráč dopadá do stabilní polohy s úklonem těla na levou stranu mírně vzad. Hlava je od Lkotníku stranově blíže k hlavnímu kůlu o (1. pokus = 0,210 m, 2. pokus = 0,109 m, 3. pokus = 0,221 m) a Pbok je posunut mírně vzad od Pkotníku o (1. pokus = 0,226 m, 2. pokus = 0,202 m, 3. pokus = 0,177 m). Hráč se po dopadu mírně ukloní k levé straně mírně vzad od nahrávače.



graf č. 20.
dané body jsou řazeny zleva: startovní postoj, nejdelší krok, dokrok, úder do míče a dopad



graf č. 21.
dané body jsou řazeny zleva: startovní postoj, nejdelší krok, dokrok, úder do míče a dopad



graf č. 22.
dané body jsou řazeny zleva: startovní postoj, nejdelší krok, dokrok, úder do míče a dopad

6.5. Podobnost hráčů Hs1 a Hs2

Hráč Hs1 má opět vysokou intraindividuální stabilitu provedení v útočném úderu, jak nám udává tabulka č. 1. Maximální dopředná rychlost, která se vyskytuje v době na konci nejdelšího kroku je takřka stejná ve všech třech pokusech (1. pokus = 2,629 m/s, 2. pokus = 2,769 m/s, 3. pokus = 2,797 m/s). Porovnání maximální dopředné rychlosti s hráčem Hs2 (graf č. 7.) je výrazně lepší pro hráče Hs2. Hráč Hs2 dosáhne maximální dopředné rychlosti vyšší o (1. pokus = 0,404 m/s, 2. pokus = 0,305 m/s, 3. pokus = 0,366 m/s) než hráč Hs1. Hs1 tento deficit (pomalejší rozběh) kompenzuje až v samotném úderu, kdy využívá větší švih trupu (větší dopředná rychlost v době úderu) o (1. pokus = 0,205 m/s, 2. pokus = 0,423 m/s, 3. pokus = 0,111 m/s) než hráč Hs2. Oba hráči mají koncovou dopřednou rychlost velmi podobnou, ale oba dva ji nabírají v jiném okamžiku (Hs1 nahrazuje pomalejší rozběh větší rychlostí v době úderu prostřednictvím švihů trupu a Hs2 má vysokou rozběhovou rychlost a nižší rychlost švihů trupu).

**porovnání hráče Hs1 a Hs2, rychlost hlavy v rovině VZ (dopředná k síti)
ve třech pokusech**

popis	čas [ms]	1. pokus Hs1 [m/s]	1. pokus Hs2 [m/s]	2. pokus Hs1 [m/s]	2. pokus Hs2 [m/s]	3. pokus Hs1 [m/s]	3. pokus Hs2 [m/s]
druhý nejdelší krok	cca 960	2,629	3,033	2,769	3,074	2,797	3,163
odraz od podložky	cca 1360	1,006	1,243	0,836	0,837	1,116	0,970
úder do míče	1720	1,959	1,754	1,824	1,401	2,083	1,972

tabulka č. 1.

Tabulka č. 2. vykazuje velmi nízkou hodnotu vertikální rychlosti v době cca 960 ms, protože v tuto dobu je nejvyšší dopředná rychlost. Výraznější rozdíl mezi dopřednou a vertikální rychlostí je u Hs2 (graf č. 8.). Vertikální rychlost je největší v době odrazu tj. 1360 ms. V tomto okamžiku u hráče Hs2 je vyšší vertikální rychlost o (1. pokus = 0,361 m/s, 2. pokus = 0,258 m/s, 3. pokus = 0,262 m/s) než u Hs1. Můžeme tedy konstatovat, že Hs2 se odrazí větší rychlostí vzhůru a tedy i výše vyskočí.

Doba úderu by byla ideální, kdyby vertikální rychlost byla rovna nule tj. kdyby hráč byl v kulminačním bodě (moment, kdy člověk se nepohybuje ani nahoru ani dolů je v nejvyšším možném bodu). V době úderu hráč Hs1 již klesá a tudíž nevyužívá své maximální výšky, je vyšší vertikální rychlost (1. pokus = 0,519 m/s, 2. pokus = 0,490 m/s, 3. pokus = 0,369 m/s) než u hráče Hs2. Můžeme prohlásit, že 1. pokus Hs2 v době úderu má rychlost -0,087 m/s, což se jeví jako ideální pokus téměř s nulovou rychlostí = hráč udeřil míč skoro ve své maximální dosažené výšce (předpokládá se vytažená paže).

**porovnání hráče Hs1 a Hs2, rychlost hlavy v rovině VY (vertikální)
ve třech pokusech**

popis	čas [ms]	1. pokus Hs1 [m/s]	1. pokus Hs2 [m/s]	2. pokus Hs1 [m/s]	2. pokus Hs2 [m/s]	3. pokus Hs1 [m/s]	3. pokus Hs2 [m/s]
druhý nejdelší krok	cca 960	0,077	-0,424	0,085	-0,515	0,023	-0,516
odraz od podložky	cca 1360	2,816	3,177	2,973	3,231	2,960	3,222
Úder do míče	1720	-0,606	-0,087	-0,750	-0,260	-0,580	-0,211

tabulka č. 2.

Startovní postoj u obou hráčů Hs1 a Hs2 je téměř shodný (tabulka č.3.), rozebíhají se cca 3,824 m - 4,260 m od sítě. Hs1 jde ve všech třech pokusech kolmo k síti (mírně šikmo k nahrávači), ale úder je veden o (1. pokus = 0,380 m, 2. pokus = 0,341 m, 3. pokus = 0,371 m) od nahrávače k místu odrazu. To je zapříčiněno, že hráč je naučen v době úderu se mírně ohnout vlevo stranou od nahrávače (míč mu přeletí mírně přes pravé rameno a pak udeří). Hs2 (graf č. 10.) se v ose X stranově přiblíží k nahrávači o (1. pokus = 0,540 m, 2. pokus = 0,454 m, 3. pokus = 0,427 m). Oba hráči volili skoro stejné postavení k síti v době odrazu (vzdálenost k síti se pohybuje u obou hráčů od 2,097 m do 1,624 m). Hráč Hs1 preferuje odraz cca 2 m od sítě a hráč Hs2 cca 1,8 m od sítě. Tyto vzdálenosti jsou kolmé směrem od sítě k hlavě hráče. Oba dva sportovci volí téměř stejnou vzdálenost k nahrávači od 1,012 m do 1,141 m, kromě 3. pokusu Hs1 = 1,343 m, který tuto nahrávku dostal velmi přetaženou. Oba hráči se po odrazu od podložky po úder posunuli v rovině Z ve všech pokusech o cca 0,7 m. Oba dva hráči překonají vzdálenost od odrazu až po úder v průměru (Hs1 = 0,724 m a Hs2 0,682 m).

**pórovnnání hráče Hs1 a Hs2, trajektorie Hlavy v rovině ZX (shora)
ve třech pokusech**

popis	čas [ms]	1. pokus Hs1 [m;m]	1. pokus Hs2 [m;m]	2. pokus Hs1 [m;m]	2. pokus Hs2 [m;m]	3. pokus Hs1 [m;m]	3. pokus Hs2 [m;m]
startovní postoj	200	0,176 1,213	-0,260 1,632	0,035 1,388	-0,212 1,486	-0,126 1,434	-0,199 1,501
nejdelší krok	cca 960	1,596 1,048	1,483 1,163	1,452 1,160	1,569 1,070	1,275 1,356	1,446 1,103
odraz od podložky	cca 1360	2,161 1,012	2,247 1,141	2,064 1,138	2,376 1,060	1,903 1,343	2,296 1,089
úder do míče	1720	2,862 1,392	2,951 1,092	2,748 1,479	2,930 1,032	2,692 1,714	3,083 1,074

tabulka č. 3.

Tabulka č. 4. a č. 5. prezentuje Lkotník a Pkotník dvou hráčů se správným rozběhem. Všechny startovní postoje u obou hráčů jsou velmi identické, kde levá končetina je vpředu před pravou a v mírném stoji rozkročném. Nejdelší krok pravou nohou hráče Hs2 má hodnoty (1. pokus = 2,665 m, 2. pokus = 2,841 m, 3. pokus = 2,746 m), Hs1 má hodnoty (1. pokus = 2,252 m, 2. pokus = 2,334 m, 3. pokus = 2,084 m). Vzdálenost (v době třetí pozice) levého a pravého kotníku směrem k síti u hráče Hs2 má vzdálenost (1. pokus = 0,680 m, 2. pokus = 0,611 m, 3. pokus = 0,652 m), Hs1 má vzdálenosti (1. pokus = 0,637 m, 2. pokus = 0,492 m, 3. pokus = 0,555 m). Délka posledního třetího kroku hráče Hs2 levou nohou má hodnotu (1. pokus = 2,129 m, 2. pokus = 2,165 m, 3. pokus = 2,307 m), Hs1 má tyto hodnoty (1. pokus = 1,806 m, 2. pokus = 1,896 m, 3. pokus = 1,932 m). Z daných čísel je patrné, že hráč Hs1 má kratší kroky než hráč Hs2. Z toho můžeme usuzovat, že hráč je nižší postavy než hráč Hs2, nebo má menší pohyblivost kloubů. Tento jev musí vynahradit jiným způsobem (např. vyšším výskokem). Po odrazu až po úder hráč Hs1 výrazně „předkopává“ dolní končetiny vpřed k síti v průměru Lkotník = 0,691 m a Pkotník = 1,014 m. Hráč Hs2 výrazně méně a to v průměru Lkotník = 0,409 m a Pkotník = 0,430 m. Po odrazu se dolní končetiny vzdalují od sebe až po úder. V průměru je to u Hs1 (Lkotník = 0,262 m a Pkotník = 0,080 m), u Hs2 (Lkotník = 0,057 m a Pkotník = 0,351 m). Tyto hodnoty jsou velmi individuální a nelze přesně definovat co je správné či špatné. Dané výchyly jsou důsledkem (nikoliv příčinou) rozběhu a samotného odrazu od podložky. Dané výchyly dolních končetin se vyskytují jako kompenzační prvek

při samotném úderu horní končetinou. Je evidentní, že Hs1 svou menší rychlostí a kratší délkou kroků v rozběhu se snaží vyrovnat své „handicap“ větší razancí při samotném úderu předklonem trupu.

**porovnání hráče Hs1 a Hs2, trajektorie Lkotníku v rovině ZX (shora)
ve třech pokusech**

popis	čas [ms]	1. pokus Hs1 [m;m]	1. pokus Hs2 [m;m]	2. pokus Hs1 [m;m]	2. pokus Hs2 [m;m]	3. pokus Hs1 [m;m]	3. pokus Hs2 [m;m]
startovní postoj	200	0,337; 1,274	-0,512; 1,781	0,078; 1,413	-0,296; 1,659	-0,012; 1,623	-0,155; 1,720
nejdelší krok	cca 960	0,774; 1,294	0,704; 1,715	0,498; 1,477	0,775; 1,765	0,373; 1,632	0,561; 1,662
odraz od podložky	cca 1360	2,580; 1,158	2,833; 1,258	2,394; 1,191	2,940; 1,225	2,305; 1,666	2,868; 1,223
úder do míče	1720	3,141; 1,331	3,271; 1,406	3,074; 1,531	3,327; 1,293	3,137; 1,940	3,271; 1,179

tabulka č. 4.

**porovnání hráče Hs1 a Hs2, trajektorie Pkotníku v rovině ZX (shora)
ve třech pokusech**

popis	čas [ms]	1. pokus Hs1 [m;m]	1. pokus Hs2 [m;m]	2. pokus Hs1 [m;m]	2. pokus Hs2 [m;m]	3. pokus Hs1 [m;m]	3. pokus Hs2 [m;m]
startovní postoj	200	-0,471; 1,297	-0,870; 1,550	-0,709; 1,289	-0,923; 1,312	-0,611; 1,338	-0,969; 1,377
nejdelší krok	cca 960	1,781; 1,003	1,795; 1,368	1,625; 1,021	1,918; 1,365	1,473; 1,378	1,777; 1,329
odraz od podložky	cca 1360	1,943; 0,962	2,153; 1,362	1,902; 0,992	2,329; 1,360	1,750; 1,378	2,216; 1,257
úder do míče	1720	3,008; 0,743	2,672; 1,010	2,922; 1,015	2,618; 1,124	2,707; 1,335	2,699; 0,793

tabulka č. 5.

6.6. Podobnost hráčů Ho1 a Ho2

Maximální dopředná rychlost obou hráčů Ho1 (graf č. 14.) i Ho2 je velmi podobná. Pohybuje se v rozmezích 3,548 - 3,728 m/s. V průměru o cca 0,3 m/s má hráč Ho2 vyšší dopřednou maximální rychlost. V době úderu hráč Ho1 má dopřednou rychlost vyšší než hráč Ho2 o (1. pokus = 0,522 m/s, 2. pokus = 0,715 m/s, 3. pokus = 0,750 m/s). Hráč Ho1 vynahrazuje pomalejší rozběh silnějším pohybem trupu v době úderu (tabulka č. 6.).

**porovnání hráče Ho1 a Ho2, rychlost Hlavy v rovině VZ (dopředná k síti)
ve třech pokusech**

popis	čas [ms]	1. pokus Ho1 [m/s]	1. pokus Ho2 [m/s]	2. pokus Ho1 [m/s]	2. pokus Ho2 [m/s]	3. pokus Ho1 [m/s]	3. pokus Ho2 [m/s]
druhý nejdelší krok	cca 960	3,591	3,662	3,221	3,728	3,319	3,548
odraz od podložky	cca 1360	1,192	0,781	1,389	0,947	1,123	0,724
úder do míče	1720	2,641	2,119	3,101	2,386	2,879	2,129

tabulka č. 6.

Maximální vertikální rychlost (tabulka č. 7.) je u všech pokusech maximální v době těsně před odrazem tj. cca 1360 ms. Oba hráči jsou velmi shodní, jejich rozsah je mezi 2,830 – 3,091 m/s. Dá se předpokládat, že oba hráči vyskočí do stejné výšky. Hráč Ho1 zasahuje vždy míč, kdy již klesá směrem k podložce a nabírá vertikální rychlost (1. pokus = -0,399 m/s, 2. pokus = -0,274 m/s, 3. pokus = -0,309 m/s). Velmi podobné a ještě horší je to u hráče Ho2 (1. pokus = -0,902 m/s, 2. pokus = -0,634 m/s, 3. pokus = -0,825 m/s). Z těchto čísel je patrné, že hráč nezasáhne míč v ideální pozici v jeho nejvyšším bodě a nabírá již patřičnou rychlost, která je zapříčiněna gravitační silou. Ani v jednom případě ze šesti se nejedná o ideální stav.

**porovnání hráčů Ho1 a Ho2, rychlost Hlavy v rovině VY (vertikální)
ve třech pokusech**

popis	čas [ms]	1. pokus Ho1 [m/s]	1. pokus Ho2 [m/s]	2. pokus Ho1 [m/s]	2. pokus Ho2 [m/s]	3. pokus Ho1 [m/s]	3. pokus Ho2 [m/s]
druhý nejdelší krok	cca 960	-0,486	-0,523	0,249	-0,520	0,039	-0,589
odraz od podložky	cca 1360	3,091	2,920	2,830	2,968	2,885	2,998
úder do míče	1720	-0,399	-0,902	-0,274	-0,634	-0,309	-0,825

tabulka č. 7.

Tabulka č. 8. nám poukazuje na rozdílné startovní postavení u obou hráčů. Hráč Ho1 se průměrně ve třech pokusech rozebíhá ve vzdálenosti -0,519 m, což je ve skutečnosti 4,519 m od sítě. Hráč Ho2 se průměrně ve třech provedení rozbíhá ve vzdálenosti 0,300 m což je ve skutečnosti 3,7 m od sítě. Vzdálenost v ose X

k nahrávači je velmi rozdílná. Ho1 je v průměru 0,880 m od nahrávače a hráč Ho2 je od nahrávače vzdálen v průměru o 1,245 m. V době odrazu se hráč Ho1 odráží v průměru 1,989 m od sítě (tato vzdálenost je kolmice k síti směrem k Hlavě) a 0,848 m od nahrávače. Ho2 se průměrně odráží od sítě ve vzdálenosti 2,352 m a 1,112 m od nahrávače. Oba hráči volí poměrně odlišné postavení rozběhu a odrazu, ale samotný úder do míče je poměrně ve stejném místě u hráče Ho1 je to v průměru (2,911 m; 0,918 m) a u hráče Ho2 je to (3,015 m; 0,926 m). Oba dva hráči se poměrně dost odrážejí dopředu nikoli vzhůru. Vzdálenost od odrazu po úder je u Ho1 0,921 m a u Ho2 0,975 m.

**porovnání hráče Ho1 a Ho2, trajektorie Hlavy v rovině ZX (shora)
ve třech pokusech**

popis	čas [ms]	1. pokus Ho1 [m;m]	1. pokus Ho2 [m;m]	2. pokus Ho1 [m;m]	2. pokus Ho2 [m;m]	3. pokus Ho1 [m;m]	3. pokus Ho2 [m;m]
startovní postoj	200	-0,698; 0,832	0,435; 1,471	-0,477; 1,014	0,108; 1,386	-0,383; 0,793	0,357; 1,561
nejdelší krok	cca 960	1,266; 0,708	1,763; 1,316	1,267; 0,785	1,742; 1,039	1,287; 0,501	1,624; 1,249
odraz od podložky	cca 1360	2,015; 0,787	2,389; 1,251	1,911; 0,950	2,377; 0,976	2,042; 0,806	2,290; 1,108
úder do míče	1720	2,936; 0,817	3,052; 0,948	2,886; 0,982	3,022; 0,909	2,912; 0,956	2,971; 0,921

tabulka č. 8.

Tabulka č. 9. a č. 10. nám předkládá dva hráče s opačným rozběhem a to jejich postavení pravého a levého kotníku. Startovní postoj je většinou ve všech případech u obou hráčů ve stoji zánožném pravou (mírně dovnitř → to nám umožňuje automatické vytočení trupu a ramen směrem k nahrávači). Ze startovní pozice začínají pravou nohou vpřed. Nejdelší krok levou nohou u hráče Ho1 má délku (1. pokus = 2,554 m, 2. pokus = 2,447 m, 3. pokus = 2,569 m) a u hráče Ho2 se jedná o vzdálenost (1. pokus = 2,054 m, 2. pokus = 2,040 m, 3. pokus = 2,204 m). Délka prvního pravého kroku má vzdálenost u Ho1 (1. pokus = 1,900 m, 2. pokus = 1,814 m, 3. pokus = 1,780 m) a u hráče Ho2 (1. pokus = 1,331 m, 2. pokus = 1,861 m, 3. pokus = 1,757 m). Poslední dokrok pravou nohou má hodnoty u Ho1 (1. pokus = 1,749 m, 2. pokus = 1,588 m, 3. pokus = 1,844 m) a u druhého hráče Ho2 je to vzdálenost (1. pokus = 1,510 m, 2. pokus = 1,103 m, 3. pokus = 1,393 m). Z těchto hodnot je patrné, že větší délku kroků

má Ho1 než Ho2. a to v celém rozběhu. Tento jev je poměrně lehce vysvětlitelný, protože Ho1 se rozebíhá z větší vzdálenosti od sítě o cca 0,8 m (viz předchozí odstavec). V době mezi odrazem a samotným úderem do míče se dolní končetiny vychylují. U hráče Ho1 směrem k síti je to u Lkotníku v průměru o 0,920 m a u Pkotníku o 0,679 m. U hráče Ho2 je to vzdálenost k síti u Lkotníku o 0,671 m a Pkotník o vzdálenost 0,265 m. Vychýlení dolních končetin stranou v rovině frontální (čelní) je poměrně nepatrné. U hráče Ho1 se jedná u Lkotníku mírně vně o průměrnou délku 0,034 m a u Pkotníku se jedná o délku 0,164 m. Hráč Ho2 vychyluje dolní Lkotník dovnitř o průměrnou vzdálenost 0,139 m a Pkotník vychyluje vně o průměrnou vzdálenost 0,187 m. Tato vychýlení jsou u jednotlivých hráčů velmi individuální.

**porovnání hráče Ho1 a Ho2, trajektorie Lkotníku v rovině ZX (shora)
ve třech pokusech**

popis	čas [ms]	1. pokus Ho1 [m;m]	1. pokus Ho2 [m;m]	2. pokus Ho1 [m;m]	2. pokus Ho2 [m;m]	3. pokus Ho1 [m;m]	3. pokus Ho2 [m;m]
startovní postoj	200	-0,878; 0,746	-0,003; 1,598	-0,857; 0,901	0,015; 1,472	-0,887; 0,659	-0,025; 1,529
nejdelší krok	cca 960	1,676; 0,912	2,051; 1,438	1,590; 1,010	2,055; 1,188	1,682; 0,956	2,179; 1,256
odraz od podložky	cca 1360	2,238; 0,984	2,573; 1,317	1,987; 1,037	2,567; 1,039	2,109; 0,993	2,632; 1,145
úder do míče	1720	3,093; 0,950	3,217; 1,107	3,007; 1,078	3,280; 0,974	2,993; 1,088	3,287; 1,002

tabulka č. 9.

**porovnání hráče Ho1 a Ho2, trajektorie Pkotníku v rovině ZX (shora)
ve třech pokusech**

popis	čas [ms]	1. pokus Ho1 [m;m]	1. pokus Ho2 [m;m]	2. pokus Ho1 [m;m]	2. pokus Ho2 [m;m]	3. pokus Ho1 [m;m]	3. pokus Ho2 [m;m]
startovní postoj	200	-1,372; 0,877	-0,160; 1,405	-1,243; 1,087	-0,629; 1,507	-1,249; 0,737	-0,549; 1,475
nejdelší krok	cca 960	0,528; 0,657	1,171; 1,361	0,571; 0,727	1,232; 1,093	0,531; 0,626	1,208; 1,258
odraz od podložky	cca 1360	2,277; 0,677	2,681; 1,179	2,159; 0,876	2,335; 1,002	2,375; 0,800	2,601; 1,140
úder do míče	1720	2,900; 0,457	2,867; 0,870	3,007; 0,737	2,663; 0,908	2,940; 0,666	2,881; 0,982

tabulka č. 10.

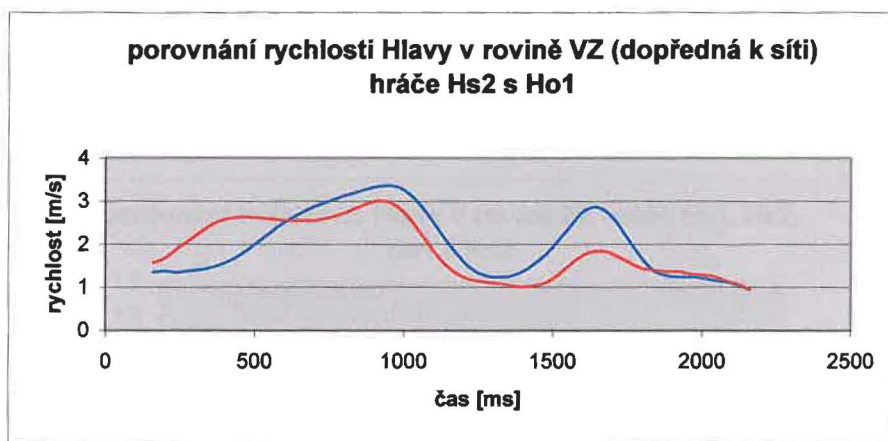
6.7. Rozdílnost hráčů se správným a s opačným rozběhem

Porovnání „rozdílných“ hráčů, tzn. hráčů se správným rozběhem (Hs1 a Hs2), kteří smečují opačnou horní paží než je poslední krok dolní končetiny (nejčastěji pravou paží s dokrokem na levou nohu) s hráči s opačným dokrokem (Ho1 a Ho2), kteří smečují se shodnou paží jako je poslední dokrok dolní končetiny (nejčastěji smečují pravou paží s dokrokem na pravou dolní končetinu).

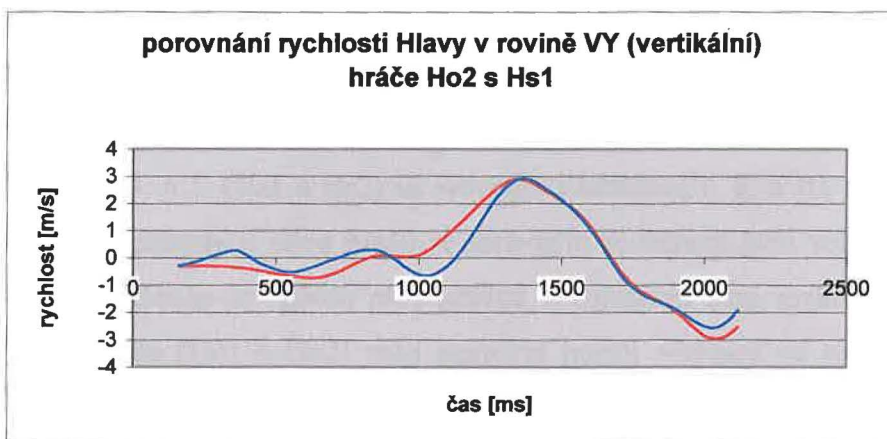
Na všech grafech je pro přehlednost brán průměr třech jednotlivých provedení jednotlivce s porovnáním hráče s opačným dokrokem (tzn. v daném grafu budou dvě křivky, kde modrá bude prezentovat průměr tří pokusů hráče s opačným rozběhem a červená křivka bude prezentovat hráče se správným rozběhem).

Graf č. 23. nám předkládá první srovnání odlišných hráčů mezi sebou. Na daném grafu je vidět různý průběh rychlosti v různém čase. Hráči se správným rozběhem se rozebíhají vyšší rychlostí v prvním kroku o cca 1 m/s a danou rychlost cca 2,55 m/s udrží a mírně navýší v druhém kroku. U Hráčů s opačným rozběhem je první krok velmi statický oproti hráčům se správným rozběhem, ale v druhém kroku rozběhu nabírají obrovskou rychlost až do maximální rychlosti 3,65 m/s což je o 0,56 m/s vyšší než je u druhé skupiny hráčů. Dopředná rychlost třetího kroku je velmi shodná v obou případech. Po odrazu u hráčů s opačným dokrokem se výrazně zvýší dopředná rychlost na hodnotu 2,87 m/s, která je vyšší než u hráčů se správným rozběhem (1,71 m/s). Let a dopad je opět velice stejný totožný v obou případech.

Velikost vertikální rychlosti (graf č. 24.) v obou případech v maximální hodnotě (v době odrazu) je naprosto stejný 2,91 - 2,96 m/s. Můžeme předpokládat, že se oba hráči odrazí stejnou rychlostí a dopadnou i ve stejnou dobu. Jedinou rozdílností je samotný rozběh. U hráče Hs1 je krásně vidět plynulé snížení těžiště během dvou prvních kroků a v době dokroku se zvyšuje těžiště a tělo je připraveno na odraz. U hráče Ho2 není vidět klesavý průběh těžiště těla jako u hráče Hs1. Důvodem je „skokový“ rozběh, kdy v posledním kroku a samotném dokroku na pravou nohu hráč Ho2 sníží těžiště na stejnou hodnotu jako u hráče Hs1. Hráč Ho2 je vystaven vyššímu nárazu na podložku a v kratší době musí nabrat patřičnou vertikální rychlost jako u hráče Hs1, aby vyskočil do stejné výšky.



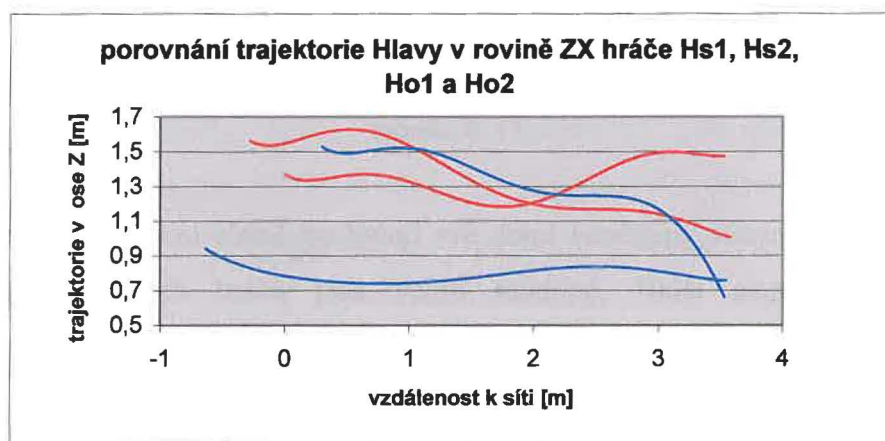
graf č. 23.
Hs2 – červená křivka, Ho1 – modrá křivka,
je brán průměr tří individuálních pokusů každého jednotlivce



graf č. 24.
Hs1 – červená křivka, Ho2 – modrá křivka,
je brán průměr tří individuálních pokusů každého jednotlivce

Postavení a samotný rozběh až po dopad na obě dolní končetiny je velmi rozdílný u všech hráčů. Graf č. 25. poukazuje, že každý hráč je velmi individuální co se týká trajektorie pohybu. Každý hráč má jinou startovací polohu. Stranová vzdálenost je od 0,931 m do 1,54 m od nahrávače. Všichni hráči začínají svůj rozběh za hranicí 4 m od sítě kromě Ho2. Jediný shodný moment všech hráčů je doba od odrazu až po doskok. Tato trajektorie je orientována šikmo k síti směrem k nahrávači. Za zmínku také stojí, že všichni hráči z obou skupin, mají dopad na obě dolní končetiny ve stejné vzdálenosti cca 0,5 m od sítě. Dva hráči (Ho1 a Hs2) preferují více kolmý rozběh k síti a hráči (Hs1 a Ho2) mají rozběh spíše šikmo k síti. Podle daných výsledků, které jsme

naměřili, nemůže posoudit, zda trajektorie pohybu od rozběhu až po dopad útočného úderu je podmíněno správným či opačným rozběhem.



graf č. 25.
Hs1, Hs2 – červená křivka, Ho, Ho2 – modrá křivka,
je brán průměr tří individuálních pokusů každého jednotlivce

Tabulka č. 4. a 5. (Hs1 a Hs2) ve srovnání s tabulkou č. 9. a 10. (Ho1 a Ho2): Všechny startovní postoje u obou hráčů se správným rozběhem jsou velmi identické, kde levá dolní končetina je vpředu před pravou a v mírném stoji rozkročném. Hráči s opačným rozběhem (Ho1 a Ho2) mají startovní postoj většinou ve stoji zánožném pravou mírně dovnitř. Toto startovní postavení nám umožňuje automatické vytočení trupu a ramen směrem k nahrávači.

Tabulka č. 11. srovnává délku jednotlivých kroků všech probandů. Hráči Hs1 a Hs2 mají první krok výrazně kratší než je první krok hráčů Ho1 a Ho2 a to až o vzdálenost cca 0,65 m a více. Délka druhého kroku je u všech hráčů nejdelší. Pohybuje se od 2,099 m až po 2,751 m. Nejkratší druhý krok je vidět u hráče Ho2 s opačným rozběhem a nejdelší vzdálenost druhého kroku je u hráče Hs2. Vzdálenost posledního třetího kroku je výrazně kratší u hráčů s opačným rozběhem než u hráčů Hs1 a Hs2. Nejdelší poslední krok je u hráče Hs2 a nejkratší Ho2. Rozběh správným způsobem dokazuje, že důležitost přemístění od startovní pozice až po odraz je především na posledních dvou krocích a u hráčů Ho1 a Ho2 je patrné, že rozběh mají více rozložený na všechny tři kroky, kde přesunutí provádějí především prvními dvěma kroky.

**délka jednotlivých kroků všech hráčů
(průměr ze tří pokusů)**

název kroku	Hs1 [m]	Hs2 [m]	Ho1 [m]	Ho2 [m]
první krok	0,414	1,001	1,831	1,650
druhý krok	2,223	2,751	2,523	2,099
třetí krok	1,878	2,200	1,727	1,335

tabulka č. 11.

Hráči po odrazu různě vychylují své dolní končetiny stranou či mírně vpřed. Hodnoty jednotlivých hráčů jsou velmi rozdílné. Hráči s opačným rozběhem „předkopávají“ levou dolní končetinu více vpřed k síti než hráči se správným rozběhem. U opačné dolní končetiny je to zase naopak, hráči se správným rozběhem „předkopávají“ mohutněji pravou dolní končetinu než je to u opačných hráčů. Stranové vychýlení kotníků v ose X u všech hráčů je rozdílné v jednotlivých provedení hráčů natož porovnání mezi skupinami. Dokládá nám to tabulka č. 12. Jedinou výjimkou je hráč Ho2, který jediný levý kotník ohýbá dovnitř nikoli vně. Ostatní hráči levý i pravý kotník ohýbají (ve frontální rovině) vně od těla. Vyhodnocená data jsou více osobitá a nelze je srovnávat mezi sebou. Příčinou různých vychýlení je samotný rozběh a odraz, který mají patřičný vliv na samotné vychýlení obou kotníků během letové fáze.

**vychýlení kotníků od odrazu až po úder
(průměr ze tří pokusů)**

směr vychýlení kotníku	Hs1 [m]	Hs2 [m]	Ho1 [m]	Ho2 [m]
Lkotník - vpřed k síti	0,691	0,409	0,920	0,671
Pkotník - vpřed k síti	1,014	0,430	0,679	0,265
Lkotník - vlevo stranou	0,262	0,057	0,034	-0,139
Pkotník - vpravo stranou	0,080	0,351	0,164	0,187

tabulka č. 12.

7. DISKUSE

7.1. Diskuse o rychlostech hráčů v ose Y a Z

Každý hráč po vyhodnocení vykazuje vysokou intraindividuální realizaci techniky útočného úderu. Rychlost vertikální i dopředná je ve všech třech pokusech jednotlivce velmi podobná. Rychlost v jednotlivých skupinách je také velmi identická a jediné rozdíly jsme mohli spatřit až v porovnání mezi hráči se správným a s opačným rozběhem.

Hráči Hs1 a Hs2 nabírají vertikální rychlost prvním krokem o cca 1 m/s více než hráči Ho1 a Ho2. Svou rychlost 2,55 m/s si udrží a mírně navýší do samotného odrazu. Hráči s opačným rozběhem dominují ve druhém kroku, kde také dosahují své maximální rychlosti 3,65 m/s což je o 0,56 m/s vyšší než je u hráčů se správným rozběhem. U třetího kroku, tedy samotného dokroku, je rychlost v ose Z téměř shodná v obou variantách rozběhu. V době letové fáze u hráčů s opačným dokrokem se výrazně zvýší dopředná rychlost na hodnotu 2,87 m/s, která je vyšší než u hráčů se správným rozběhem (1,71 m/s). Hráči s opačným rozběhem urazí delší vzdálenost v rovině Z cca o 0,2 m než hráči z opačné skupiny (je brána vzdálenost od odrazu po úder). Dopad je opět velice identický v obou variantách.

Naměřené maximální hodnoty v rychlosti v ose Y jsou naprosto totožné (2,91 - 2,96 m/s). Předpokládáme z daných hodnot, že hráči vyskočí do stejné výšky a jsou schopni všichni udeřit do míče ve stejné výšce (nepočítáme vedlejší faktory: např. výška hráče, délka paže, ...). Rozdíl ve vertikální rychlosti hráčů je jen v samotném rozběhu. U hráčů se správným rozběhem je patrné snížení těžiště během dvou prvních kroků a v době třetího kroku se zvyšuje poloha těla. U hráčů s opačným odrazem není patrný klesavý průběh těžiště celého těla. Tento jev je zapříčiněn „skokovým“ rozběhem, kde v posledním třetím kroku hráč výrazně sníží těžiště na stejnou hodnotu jako u hráčů se správným rozběhem. V tomto případě jsou hráči s opačným rozběhem vystaveni vyššímu tlaku na samotný aparát těla, protože musí absorbovat doskok a samotný odraz v kratší době.

7.2. Diskuse o trajektorii hráčů od rozběhu až po dopad

Po zhodnocení všech výsledků se ukazuje shodnost trajektorie samotné realizace útočného úderu jen u jednotlivce. Každý jednotlivec se ve všech třech pokusech rozebíhá téměř identicky.

Od první pozice (startovní postoj) až po dopad na obě dolní končetiny se neprokázala shodnost rozběhu ani mezi hráči se správným rozběhem, ani mezi hráči s opačným rozběhem. Dá se předpokládat, že všichni hráči praktikují svůj rozběh individuálně a nelze konstatovat, že se hráči jedné skupiny rozebíhají stejným způsobem.

Dané výsledky samotného rozběhu u všech hráčů vykazují výbornou intraindividuální stabilitu provedení. Všechny trajektorie (u všech hráčů ve třech pokusech) samotného rozběhu až po dopad vykazují vysokou naučenou volejbalovou dovednost. Všichni začínají v jiné startovací poloze, kde rozdíl v ose X je až cca 0,6 m. Shodný moment u všech hráčů je doba od odrazu až po dopad. Tato trajektorie těla je směřována směrem k nahrávači šikmo k síti a dopadají ve stejné vzdálenosti cca 0,5 m od sítě. Dva hráči (Ho1 a Hs2) upřednostňují více kolmý rozběh k síti a hráči (Hs1 a Ho2) mají průběh rozběhu více šikmo k síti k nahrávači. Z naměřených hodnot, nemůžeme dojít k závěru, zda je trajektorie pohybu od rozběhu až po dopad útočného úderu následkem správného či opačného rozběhu.

7.3. Diskuse o postavení dolních končetin hráčů

Všichni hráči prováděli útočný úder (smeč) s tříkrokovým rozběhem, kde hráči se správným rozběhem vykračovali první levou dolní končetinou a hráči opačné skupiny vykračovali první pravou dolní končetinou. Všichni hráči byli praváci.

Startovní postoje hráčů se správným rozběhem jsou podobné, kde hráč stojí ve stoji rozkročném mírně levou vpřed. Hráči ze druhé skupiny mají startovní postoj ve stoji zánožném pravou mírně dovnitř. Hráči s opačným rozběhem jsou více vytočeny celým tělem směrem k nahrávači. Tento odlišný postoj těla je zřejmě zapříčiněn prvním výkrokem pravou dolní končetinou a samotné vytočení celého těla je již patrné v ose X samotného startovního postoje.

Hráči se správným rozběhem mají první krok kratší o délku nejméně 0,65 m. V délce druhého kroku, který je krokem nejdelším není vidět rozdíl mezi jednotlivými skupinami. Hráči Hs2 a Ho1 mají delší délku druhého kroku než hráči Hs1 a Ho2. U třetího posledního kroku bylo výrazně vidět kratší vzdálenost u hráčů s opačným rozběhem než u hráčů druhé skupiny. Nejdelší poslední krok je u hráče Hs2 a nejkratší u hráče Ho2. Rozběh u hráčů se správným rozběhem vykazuje, že důležitost přemístění od startovní pozice až po odraz je hlavně na posledních dvou krocích a u hráče Ho1 a Ho2 je zřetelné, že rozběh mají více rozložený na všechny tři kroky, kde přesunutí upřednostňují prvními dvěma kroky.

Po samotném odrazu v době letové fáze hráči obou skupin vychylují své kotníky od těla ve frontální (čelní) ose. Všechny naměřené hodnoty jsou více než rozdílné a nelze tedy přesně říci, kdy v jakém momentu a v jaké míře hráč vychýlí své kotníky. Všechny naměřené hodnoty jsou rozdílné nejen mezi skupinami, ale i v jednotlivých provedení samotných hráčů. Lze se domnívat, že trajektorie samotných kotníků nemá žádný vliv na samotný úder do míče a je to jen vyrovnávací „manévr“ celého těla v době letové fáze. Rozdílnost postavení kotníků může být zapříčiněno mnoha faktory (např. rozdílnost rychlosti náběhu, špatný úsudek o vyhodnocení trajektorie míče či jiné neočekávané situace, které hráč musí řešit v daný moment).

V době letové fáze se kotníky nejen pohybují do stran, ale také v ose Z směrem k síti. Hráči Ho1 a Ho2 „předkopávají“ levou dolní končetinu více vpřed v ose Z než hráči z opačné skupiny, které vychylují více pravou dolní končetinu směrem k síti.

7.4. Diskuse o možné ekonomičnosti a efektivnosti

V době rozběhu jsou hráči s opačným odrazem vystaveni vyššímu nárazu především v posledním třetím kroku. Jejich rozběh je více „skokový“, kdy letová fáze mezi kroky je vyšší než u hráčů se správným rozběhem. Hráči se správným rozběhem plynule přechází do nižších poloh během celého rozběhu a hráči s opačným rozběhem tento jev uskuteční až v posledním dokroku (dopadu), kde celý organismus je vystaven vyššímu nárazu na podložku. V době dopadu hráči s opačným odrazem musí vykonat vyšší energii, aby vyskočili na stejnou výšku jako hráči se správným rozběhem. Tato výška je podle daných naměřených hodnot (vertikální rychlost) shodná u všech hráčů.

U hráčů s opačným odrazem je patrný pozvolný nárůst dopředné rychlosti v době rozběhu. Tento jev je výrazný v době prvního kroku, který je velmi pomalý a nižší než u hráčů se správným rozběhem. Druhý krok je naopak velmi rychlý a překoná rychlost u hráčů ze druhé skupiny. Toto kolísání rychlosti není efektivním způsobem provedení rozběhu.

Hráči s opačným rozběhem dosahují vyšší dopředné rychlosti od druhého kroku až po samotný dopad. Lze předpokládat, že hráči s opačným rozběhem uplatní tuto rychlost a převedou svou dopřednou rychlost v ose Z do úderu do míče a míč dostane větší razanci.

Rychlost VY je u obou skupin identická. Hráči se odráží vzhůru od podložky stejnou vertikální rychlost, a proto můžeme tedy předpokládat, že výška výskoku bude stejná u obou skupin (předpokládáme shodné parametry hráčů). Hráči se špatným rozběhem nikdy neudeří míč v nejvyšším možném bodě (v kulminačním bodě). Při každém úderu nabírají již značnou vertikální rychlost směrem k podložce.

Průběh rozběhu hráčů se správným rozběhem je více šikmý k nahrávači a dá se říci, že je to nejkratší vzdálenost směrem k síti a k nahrávači. Hráči s opačným rozběhem řeší danou situaci více kolměji k síti než hráči z druhé skupiny. Hráči Ho1 a Ho2 se vlní jako „hadi“ v každém kroku v ose X, kde se vychylují především v posledním kroku, kde pravá dolní končetina není vytočena dovnitř jako u hráčů se správným rozběhem, ale vně směrem k nahrávači. Tento jev je důvodem pro „otevření“ celého těla (především pravého boku a pravého ramene) směrem k nahrávači a k přilétajícímu míči.

7.5. Diskuse o výběru místa a načasování dle specializace hráče

Výběr místa mají všichni hráči velmi individuální. Startovní postoj u hráčů je velmi rozdílný v ose X, bylo naměřeno přes 0,5 m a vzdálenost od sítě (tedy v ose Z) se pohybovala od necelých 4 m až po 4,5 m. Nelze tedy přesně určitě zda je místo výběru dáno rozdílností rozběhu a postavení chodidel při odraze nebo zda je to zapříčiněno specializací hráčů. Předpokládali jsme, že se hráči specializací blokaře budou rozebíhat z kratší vzdálenosti a smečaři se budou rozebíhat z větší vzdálenosti s obloukovitou dráhou k místě úderu. Tento jev se nám nepotvrdil z důvodu velmi

malého počtu jednotlivých hráčů, kteří reprezentovali skupinu blokařů a skupinu smečářů.

Všichni hráči „začínali“ téměř ve stejném okamžiku. Časový rozdíl, kdy hráči zahájili pohyb byl v minimální. A z tohoto důvodu se domnívám, že to bylo zapříčiněno různým odhadem nahrávky. Z výsledných hodnot nelze určit, zda „startovní“ okamžik (první pohyb), je ovlivněn druhem rozběhu či specializací hráče.

7.6. Diskuse o omezení útočného uderu

V době úderu mají hráči s opačným odrazem pravý bok na stejné úrovni jako je pravý kotník a velmi malé předsunutí v ose Z levého kotníku. Z těchto hodnot je patrné, že hráč je velmi omezen ve výběru dráhy letu míče při úderu. Předpokládám, že hráč s opačným odrazem hůře hraje úder do diagonály a nedosahuje takové rychlosti jako u hráčů se správným rozběhem. Je více než pravděpodobné, že hráč dokáže zahrát jak po lajně (po čáře), tak po diagonálním směru, ale domnívám se, že je to odvislé od postavení posledního kroku tedy dokroku pravou nohou. Pokud hráč dokročí méně, otevře se více pro úder po diagonále a má velké předpoklady zahrát diagonálu. V druhém případě, pokud hráč a jeho vzdálenost třetího kroku bude větší ve vzdálenosti k síti, tak pravý kotník více uzavře „tělo“ k přilétajícímu míči a je více patrné, že hráč bude nucen zahrát svůj silnější úder, tedy po lajně (po čáře). Daný úder po diagonále by měl velmi malou energii, která by byla jen výsledkem švihů paže a nevyužila by se mohutná dopředná rychlost trupu. Obě postavení jsou v praxi velmi vypovídající o záměru hráče, který úder je pro něj nejjednodušší a protihráč dokáže z daného postavení lépe odhadnout předpokládaný směr útoku.

8. ZÁVĚR

V diplomové práci je srovnání čtyř hráčů extraligové úrovně. Po dvou hráčích se správným rozběhem (dokrok na opačnou levou nohu s útočící pravou paží) a po dvou hráčích s opačným rozběhem (dokrok na pravou nohu s útočící shodnou pravou paží). Všichni čtyři hráči útočili ve třech provedeních středem hřiště nahrávku číslo pět tzv. „metr“ do soupeřova pole bez přítomnosti soupeře.

Pro celý pohybový cyklus byly stanoveny jednotlivé fáze a kritická místa, podle nichž se provádělo srovnávání jednotlivých pokusů. Startovní postoj (místo rozběhu), nejdelsí krok (nejdelsí vzdálenost chodidel), dokrok (poslední krok rozběhu), úder do míče (smeč) a dopad (kontakt oběma chodily podložky). Všichni hráči preferovali tříkrokový rozběh se startovním postojem s levou dolní končetinou mírně vpředu (u hráčů s opačným rozběhem daný postoj více připomínal stoj zánožný pravou).

Hráči z obou skupin vykazovali vysokou intraindividuální techniku provedení útočného úderu. Každý vrcholový hráč má vysoce naučený volejbalový „stereotyp“, který je téměř neměnný ve všech jeho pokusech. Jedná se především o vertikální a horizontální rychlost a trajektorii pohybu. Porovnání hráčů mezi sebou (interindividuální stabilita) bylo rozdílné jak v samotném rozběhu (délka kroků, jiná dopředná i vertikální rychlost), tak i v odlišnosti odrazu (místa, natočení chodidel či trupu směrem k síti).

Hráči Hs1 a Hs2 se rozebíhají více přímočaře k nahrávači (urazí kratší vzdálenost) nežli hráči s opačným rozběhem. Startovní postoj je 4 - 4,5 m od půlící volejbalové čáry. Volejbalový rozběh od startovní pozice až po dopad je delší než u hráčů s opačným rozběhem. Při tříkrokovém rozběhu plynule snižují těžiště před samotným odrazem. Nejvyšší vertikální rychlost je v době těsně před odrazem. Nejvyšší rychlost hráčů Hs1 a Hs2 dosahují v době druhého kroku.

Hráči s opačným rozběhem mají trajektorii rozběhu ve tvaru písmena „S“. Tento pohyb je přípravou pro vytočení ramen a boků v době úderu do míče. Tento jev je příčinou opačného dokroku a nedostatečného vytočení těla směrem k nahrávači. Zakončení posledního třetího kroku (pravou nohou u praváka) v ose Z, je velmi vypovídající, jaký úder hráč zahraje. Poslední dokrok pravou nohou je více vpřed v ose Z (blíže k síti) a tudíž se hráč více uzavírá pro smeč do diagonály nebo je dokrok

s kratší vzdáleností a hráčova nejsilnější stránka je útok po diagonále. Hráči v tříkrokovém rozběhu mají větší dobu letové fáze než hráči se správným rozběhem a snížení těžiště před přípravou na samotný odraz je až v posledním dokroku (doskoku), které velmi zatěžuje organismus. V době úderu hráči neudeří míč v ideálním nejvyšším možném bodě a při úderu již klesají k podložce. Vzdálenost od odrazu po úder je o cca 0,2 m delší než u hráčů se správným rozběhem tzn. hráči skáčí více vpřed směrem k síti.

Postavení kotníků v době letové fáze a především v době úderu do míče je velmi individuální. Pozice kotníků v jednotlivých pokusech byla pokaždé jiná. Tento jev je zapříčiněn trajektorií rozběhu, rychlostí náběhu, odhadem na míč a dalšími vlivy, které ovlivňují samotný útočný úder. V době letové fáze po úderu do míče hráči se správným rozběhem „předkopávají“ pravou dolní končetinu více k síti v ose Z a u hráčů s opačným dokrokem preferují opačnou levou dolní končetinu.

Stanovené cíle i úkoly jsem splnil a dané hypotézy se částečně potvrdily. Hypotéza číslo jedna se zcela potvrdila. Rozdíl je v rychlostech (horizontální a vertikální) i v polohách jednotlivých segmentů po celou dobu útočného úderu. U druhé hypotézy se domnívám, že hráči se správným rozběhem mohou mít efektivnější a ekonomičtější provedení útočného úderu. Třetí hypotéza se bohužel nepotvrdila ani nevyvrátila, protože se porovnávali jen dva hráči se specializací blokaře a dva hráči se specializací smečáře. Tento počet je velmi malý a nelze z toho usoudit, zda-li výběr místa rozběhu a načasování závisí na specializaci hráče a nikoli na způsobu rozběhu. U poslední hypotézy se domnívám, že hráči s opačným rozběhem jsou eliminováni ve výběru umístění útočného úderu. Tento handicap je ovlivněn délkou posledního kroku pravou dolní končetinou.

Z daných výsledků nelze určit, zda rozběh či načasování rozběhu je ovlivněno specializací hráče či je to podmíněno odlišností rozběhu. Vzhledem k tomu zůstává otázkou, zda rozběh s opačným dokrokem je vůbec vhodné přeučovat. Volejbalová praxe ukázala, že existují případy, kdy hráč po přeučení danou techniku zvládl opět na špičkové úrovni, případy kdy hráč po přeučení ztratil svoji výkonnost a případy, kdy hráči sice v menším počtu, ale i na té nejvyšší úrovni používají „opačný rozběh“ dodnes...

9. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

- Pkotník – pravý kotník – os tibie, malleolus lateralis
- Pbok – pravý bok – os coxae, spina iliaca anterior superior
- Hlava – hlava – (kost spánková) – os temporalis
- Lkotník – levý kotník – os tibie, malleolus medialis
- L.Pata – levá pata – levá „pata“ sportovní obuvy
- P.Pata – pravá pata – pravá „pata“ sportovní obuvy
- O_{xyz} – kartézská soustava v 3D s osami X, Y, Z
- Hs1 – první hráč se správným rozběhem
- Hs2 – druhý hráč se správným rozběhem
- Ho1 – první hráč s opačným rozběhem
- Ho2 – druhý hráč s opačným rozběhem
- rovina ZX – průmět shora
- VY – vertikální rychlost
- VZ – dopředná rychlost

10. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. BUCHTEL, J.: *Teorie a didaktika volejbalu*. Praha: Univerzita Karlova, 2005. ISBN 80-246-1011-6
2. CÍSAŘ, V. *Volejbal*. Praha: Grada Publishing, 2005. ISBN 80-247-0502-8
3. COLEMAN, S. *A 3D Kinematic Analysis of the Volleyball Jump Serve*. Edinburgh: The University of Edinburgh, [online]. [cit.2007-01-02]. URL: <<http://coachesinfo.com/article/229/>>.
4. DOVALIL, J. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia, 2005. ISBN 80-7033-928-4
5. EJEM, M. *Volejbal učebnice pro trenéry III.třídy*. Praha: Univerzita Karlova, 1996. ISBN 80-902147-0-3
6. FILKA, J. *Metodika tvorby diplomové práce*. Brno: Knihář, 2002. ISBN 80-86292-05-3
7. GAVORA, P. *Výzkumné metody v pedagogice. Příručka pro studenty, učitele a výzkumné pracovníky*. Brno: Paido, 1996. ISBN 80-85931-15
8. HANČÍK, V., BELAJ, J., MAČURA, I., HORSKÝ, L. *Trénink vo volejbale*. Bratislava: Šport – Slovenské telovýchovné vydavateľ'stvo, 1983. 77-004-83
9. HANÍK, Z., LEHNERT, M. *Volejbal 1, Herní dovednosti a kondice v tréninku mládeže*. Praha: Český volejbalový svaz, 2004.
10. HENDL, J. *Úvod do kvalitativního výzkumu*. Praha: Karolinum, 1997. ISBN 80-7184-549-3
11. HUANG, CH., LIU, G., SHEU, T. *A 3D Analysis of the Volleyball One-Foot Jump Spike*. Taiwan: National Taiwan Normal University, [online]. [cit.2007-01-02]. URL: <<http://coachesinfo.com/article/227/>>.
12. HUANG, CH., LIU, G., SHEU, T. *Kinematic Analysis of the Volleyball Back Row Jump Spike*. Taiwan: National Taiwan Normal University, [online]. [cit.2007-01-02]. URL: <<http://coachesinfo.com/article/226/>>.
13. JANURA, M., ZAHÁLKA, F. *Kinematická analýza pohybu člověka*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2004. ISBN 80-244-0930-5
14. KAPLAN, O. *Volejbal*. Praha: Grada Publishing, 1999. ISBN 80-7169-762-1

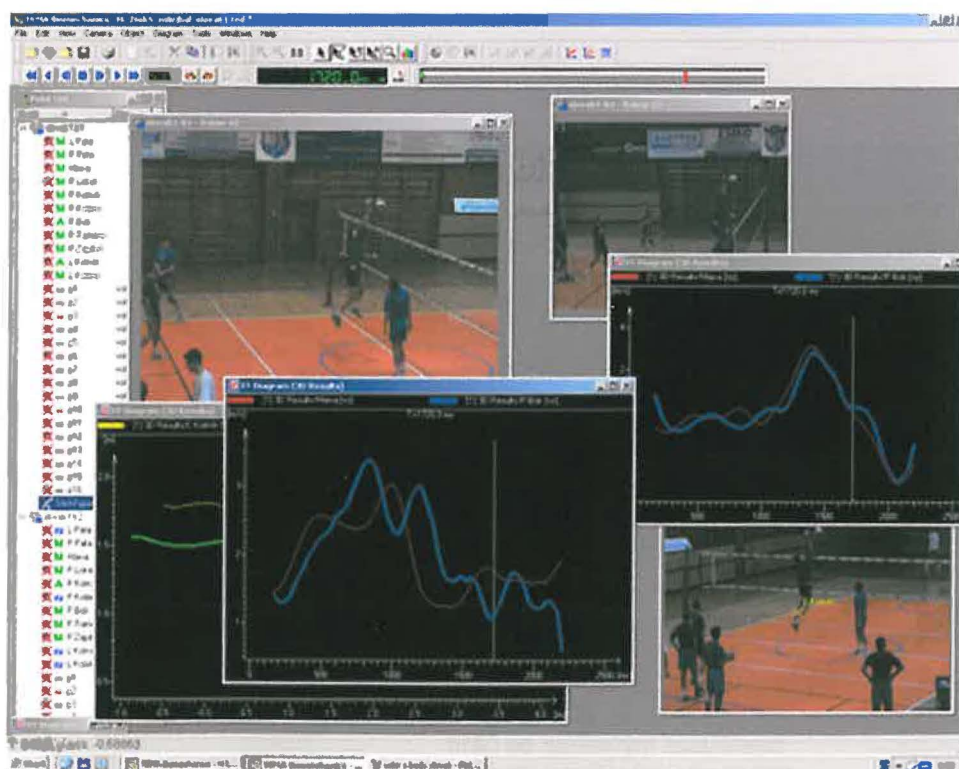
15. KARAS, V, OTÁHAL, S., SUŠANKA, P. *Biomechanika tělesných cvičení*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1990.
16. KNUDSON, D.V. *Fundamentals of biomechanics*. New York: Kluwer Academic, 2003. ISBN 0-306-47474-3
17. KOVÁŘ, R., BLAHUŠ, P. *Stručný úvod do metodologie*. Praha: Univerzita Karlova, 1973
18. LEHNERT, M., STROMŠÍK, P., JANURA, M., HÁP, P. *Analýza smečovaného podání*. Metodický zpravodaj Asociácie trénerov volejbalu na Slovensku, 2002, roč. 7, č.1, s.20-23.
19. LEHNERT, M., STROMŠÍK, P., JANURA, M., HÁP, P. *ME ve volejbale mužů 2001 – analýza smečovaného podání*. Zpravodaj Českého volejbalového svazu, 2001, roč. 28, č.10, s.17-18.
20. SELINGER, A., ACKERMANN, J. *Arie Selinger's Power Volleyball*. New York, 1986. ISBN 2-7114-1175-3
21. SUŠANKA, P. *Kinematické vyšetřování sportovního pohybu*. Praha: Univerzita Karlova, 1975. 17-320-73

11. PŘÍLOHY

*logo
pracovní prostředí*



obr. č. 4.
logo - software TEMA Bio 2.3



obr. č. 5.
pracovní prostředí - software TEMA Bio 2.3

zobrazení jedenácti bodů



obr. č. 6.

hráč se správným rozběhem,
v první pozici (startovní postoj),
zobrazení všech jedenácti bodů



obr. č. 7.

hráč se správným rozběhem
ve čtvrté pozici (úder do míče),
zobrazení všech jedenácti bodů

stick figure



obr. č. 8.
hráč se správným rozběhem v druhé pozici
(nejdelší vzdálenost chodidel),
spojení jedenácti bodů (tzn. stick figure)



obr. č. 9.
hráč s opačným rozběhem v letové fázi,
spojení jedenácti bodů (tzn. stick figure)

kalibrační kvádry



obr. č. 10.
nakalibrované kvádry, body P1 – P16

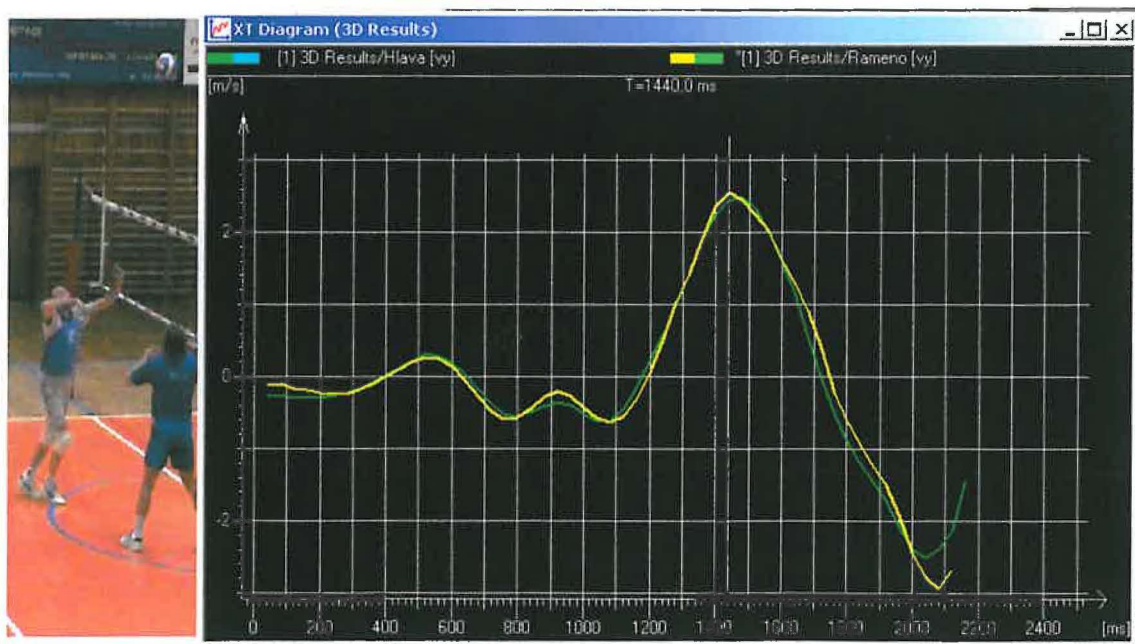


obr. č. 11.
kvádry bez kalibrace

**určení bodu v TEMA Bio 2.3
XT diagram s fotografií**



obr. č. 12.
určení bodu pomocí lupy (L.Pata) v TEMA Bio 2.3



obr. č. 13.
hráč s opačným rozběhem,
porovnání rychlosti Hlavy a P.Ramene v rovině VY (vertikální)
v době odrazu (max. vertikální rychlost)



obr. č. 14.
hráč se správným rozběhem, pohled z kamery 1

*pohled ze tří kamer
v jeden okamžik*



obr. č. 15.
hráč se správným rozběhem, pohled z kamery 2



obr. č. 16.
hráč se správným rozběhem, pohled z kamery 3