UNIVERZITA KARLOVA

FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

Kinematická analýza nadhozu ve vztahu k úspěšnosti podání v tenisu

Diplomová práce

Vedoucí práce:

PhDr. Jan Carboch, Ph.D.

Vypracovala:

Bc. Denisa Hrychová

Praha, Červen 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne: _____

Evidenční list

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

Jméno a příjmení:	Fakulta / katedra:	Datum vypůjčení:	Podpis:

Poděkování

Chtěla bych zde poděkovat především svému vedoucímu práce PhDr. Janu Carbochovi, Ph.D. za odborné vedení, pomoc a rady, které mi poskytl při zpracování této diplomové práce. Dále děkuji mému bratrovi za poskytnutí odborné konzultace během tvorby grafů, své rodině za podporu během studia a také všem dívkám, které se měření zúčastnily.

Abstrakt

Název: Kinematická analýza nadhozu ve vztahu k úspěšnosti podání v tenisu

Cíl: Cílem této diplomové práce je provést kinematickou analýzu nadhozu, zjistit jaký vliv bude mít nadhoz na úspěšnost prvního podání u závodních i rekreačních hráček a porovnat tyto data s výsledky mužských podání získaných v bakalářské práci.

Metody: Pro získání výsledků byla použita metoda nepřímého pozorování, během kterého byl pořízen videozáznam u 8 závodních a 2 rekreačních hráček. Každá z hráček podala celkem 40 prvních přímých podání a dílčí videa byla poté analyzována pomocí programu Dartfish 10. Sledovali jsme maximální bod nadhozu a zásah míče a jednotlivé podání byla zaražena do kategorie dobrá, síť, aut – strana, aut – dlouhý. Data získaná z videozáznamu byla následně zpracována pomocí věcné (Cohenovo *d*) a statické významnosti (ANOVA).

Výsledky: Analýza rozptylu pro opakované měření ukázala statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými kategoriemi úspěšnosti podání na ose Y, tj. maximální výšce nadhozu, $F(3,21) = 7{,}16$, $p = 0{,}002$, $\eta^2 = 0{,}013$. Post-hoc testy při vzájemném porovnání ukázaly významný rozdíl maximální výšky nadhozu mezi podáním do sítě vs. aut do strany ($p = 0{,}031$); mezi dobrým podáním vs. aut do strany ($p = 0{,}025$); a mezi autem dlouhým vs. autem do strany ($p = 0{,}026$). Na ose X nebyly žádné významné rozdíly. Ve vertikální i horizontální rovině jsou u závodních hráček minimální rozdíly jak u vrcholu nadhozu, tak u zásahu podání. Celkové průměrné rozpětí zásahů měly závodní hráčky menší oproti závodním hráčům jak v horizontální, tak ve vertikální rovině. Společné měli závodní hráči a hráčky to, že míče, které zasáhli nejdále od základní čáry dopadly do sítě.

Klíčová slova: tenis, pozorování, zásah, hráčka, herní výkon

Abstract

Title: Kinematic analysis of the toss in relation to the success of serving in tennis

Objectives: The aim of this master´s thesis is to conduct a kinematic analysis of the toss, determine the impact the serve will have on the success of the first serve among competitive and recreational female players and compare these data with results of male serves obtained in the bachelor´s thesis.

Methods: To obtain the results, a method of indirect observation was used, during which video recordings were made of 8 competitive and 2 recreational female players. Each player executed a total of 40 first direct serves, and the partial videos were then analyzed using Dartfish 10 software. We observed the maximum point of the serve and the ball contact, and each serve was categorized as successful, net, out – on the side, or out – long. Data obtained from the video recordings were subsequently processed using effect size analysis (Cohen's *d*) and statistical significance (ANOVA).

Results: Analysis of variance for repeated measures showed a statistically significant difference between individual serve categories on the Y-axis, i.e., maximum toss height, $F(3,21) = 7.16$, $p = 0.002$, $\eta^2 = 0.013$. Post-hoc tests for pairwise comparisons revealed a significant difference in maximum toss height between serving into the net vs. out – on the side ($p = 0.031$); between successful serving vs. out – on the side ($p = 0.025$); and between out – long vs. out – on the side ($p = 0.026$). There were no significant differences on the X-axis. In both the vertical and horizontal planes, minimal differences were observed among competitive female players, both at the peak of the toss and at the ball impact. Competitive players were able to adapt their movement speed and coordination to hit the ball consistently at the same height and distance from the baseline regardless of the height or distance from the baseline of the serve. The overall average range of shots hit by female competitive players was smaller compared to male competitive players, both in the horizontal and vertical planes. A common trait among competitive players, regardless of gender, was that balls hit farthest from the baseline tended to land in the net.

Keywords: tennis, observation, hit, player, game performance

Obsah

1 ÚVOD 9
2 TEORETICKÁ ČÁST 10
2.1 Tenis 10
2.2 Struktura sportovního výkonu v tenise 10
2.3 Biomechanika tenisu 11
2.4 Tenisové podání 12
2.4.1 První podání 14
2.4.2 Druhé podání 14
2.4.3 Typy podání 15
2.4.4 Biomechanika podání 17
2.4.5 Technika podání 17
2.4.5.1 Držení rakety 17
2.4.5.2 Základní postavení 18
2.4.6 Nadhoz 18
3 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE 20
3.1 Cíl práce 20
3.2 Úkoly práce 20
3.3 Výzkumné otázky 20
3.4 Hypotézy 21
4 METODIKA PRÁCE 22
4.1 Výzkumný soubor 22
4.2 Měřící procedury 22
4.3 Zpracování dat 24
5 VÝSLEDKY 25
5.1 Průměrné hodnoty všech hráček 25
5.1.1 Závodní hráčky 25
5.1.2 Rekreační hráčky 27
5.1.3 Celkové průměrné hodnoty hráček 28
5.1.4 Celkové průměrné hodnoty – hráčky + hráči 30
5.1.5 Průměrné vzdálenosti zásahu míčů a vrcholy nadhozu 32
5.1.5.1 Průměrné vzdálenosti zásahu míčů a vrcholy nadhozu – síť 32
5.1.5.2 Průměrné vzdálenosti zásahu míčů a vrcholy nadhozu – dobré 33
5.1.5.3 Průměrné vzdálenosti zásahu míčů a vrcholy nadhozu – aut-dlouhý 34
5.1.5.4 Průměrné vzdálenosti zásahu míčů a vrcholy nadhozu – aut-strana 35
5.2 Hráčka č. 1 – závodní hráčka 36

5.3 Hráčka č. 2 – závodní hráčka 38
5.4 Hráčka č. 3 – závodní hráčka 40
5.5 Hráčka č. 4 – závodní hráčka 42
5.6 Hráčka č. 5 – závodní hráčka 44
5.7 Hráčka č. 6 – závodní hráčka 46
5.8 Hráčka č. 7 – závodní hráčka 48
5.9 Hráčka č. 8 – závodní hráčka 50
5.10 Hráčka č. 9 – rekreační hráčka 52
5.11 Hráčka č. 10 – rekreační hráčka 54
6 DISKUSE 56
7 ZÁVĚR 60
Seznam použité literatury 61
Seznam grafů, tabulek a obrázků 63

1 ÚVOD

V této diplomové práci se zaměřím na kinematickou analýzu nadhozu ve vztahu k úspěšnosti podání v tenisu.

Tato diplomová práce je rozdělená na dvě části, na teoretickou a na praktickou část. Nejprve představím teoretická východiska práce, kde popíšu stručně tenis jako takový, obecnou biomechaniku tenisu i podání, pár technických náležitostí, které se týkají podání, jako je správné držení rakety a postoj a poté je část této teoretické práce věnována tenisovému podání. Stanovím si cíle, úkoly, které je potřeba splnit k úspěšnému dokončení práce. Rovněž si stanovím výzkumné otázky a hypotézy na základě předchozí bakalářské práce, na kterou tato diplomová práce navazuje a hypotézy v diskuzní části vyvrátíme či potvrdíme. Následovat bude již samotná praktická část, kde se zaměřím na výzkum, který bude proveden pomocí nepřímého pozorování s pořízením videozáznamu. Tyto videa budou poté analyzována v programu Dartfish 10. Na základě této analýzy budou vytvořeny tabulky s přesnými údaji a pro větší přehlednost i grafy s krátkým popisem a komentářem.

Na toto téma jsem se rozhodla psát, protože je tenis velice populární sport, který může člověk dělat nebo s ním i začít v každém věku. Je to sport, který mě provází od útlého dětství. Další důvod, proč jsem se rozhodla psát na toto téma je ten, že mi přišlo zajímavé navázat na předchozí bakalářskou práci, provést tento výzkum na ženách a porovnat tak i mimo jiné rozdíly mezi závodními hráči a závodními hráčkami.

Do výzkumu jsou zapojeni jak závodní, tak i rekreační hráčky. Je to z toho důvodu, abychom mohli tato data porovnat s daty získané z předchozí bakalářské práce, ve které byli testování závodní i rekreační hráči. Na základě toho budeme moct sledovat rozdíl nejenom mezi závodními a rekreačními hráčkami, ale i mezi závodními a rekreačními hráči a hráčkami.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Tenis

Tenis je velice oblíbeným sportem, který může hrát v podstatě kdokoliv v jakékoliv věku, a to buď v zápase jednotlivců nebo ve čtyřhře. Severa et al. (1997) rozřadil údery, které v tenise používáme na základní, mezi které patří forhend, bekhend, podání, volej a na speciální, kam zařadil například return, stopbal, lob či halfvolej. Táborský (2007) řadí tenis do kategorie sportovních her síťového typu a uvádí, že cílem hráče je zahrát míč do soupeřova pole tak, aby ho nebyl schopen vrátit zpět.

Jedná se o sport, který dle Jankovského (2002) a Linhartové je psychicky i fyzicky náročný a vyžaduje především rychlost, sílu a vytrvalost. Já osobně bych ještě dodala, že hráč potřebuje mír zároveň i dobrou koordinaci pohybu a také značnou šikovnost, protože hráči musí být schopni rychle reagovat na pohyb míče a přizpůsobit se mu. Rovněž tenis klade velký důraz na technickou a taktickou stránku a z toho důvodu může být tak populární mezi profesionálními i rekreačními hráči. Linhartová (2009) a Jankovský (2002) uvádějí, že během zápasu je taktéž potřeba rychlý pohyb, správné taktické myšlení a schopnost se dlouhodobě soustředit, protože zápas může trvat od několika desítek minut až po několik hodin.

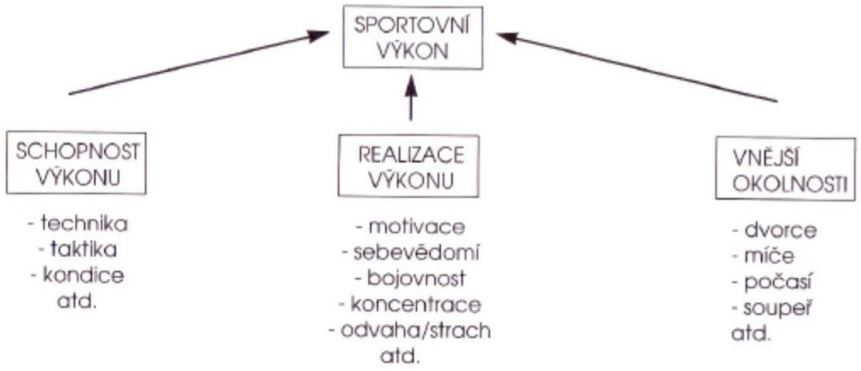
2.2 Struktura sportovního výkonu v tenise

Dovalil et al. (2012) obecně popisuje strukturu sportovního výkonu jako vymezený systém prvků s určitou strukturou, tedy zákonité uspořádání a propojení sítí vzájemných vztahů.

Crespo (2015) zmiňuje, že Vic Braden, který je považovaný za jednoho z prvních tenisových trenérů, prováděl různé experimenty. Z těchto experimentů a jeho zkušeností vyvodil pět prvků, které považoval za klíčové pro sportovní výkon v tenise. Tyto prvky zahrnují genetiku, fyziku a inženýrství, psychologii, zkušenosti a kondiční přípravu. Podle jeho zjištění jsou tyto prvky klíčem k úspěchu v tenise.

Nicméně Stojan a Brabenec (1999) uvádějí pouze 3 faktory, kterými je tvořen sportovní výkon v utkání. Jedním z faktorů je schopnost výkonu, kam řadíme např. kondici nebo techniku, dále se jedná o realizaci výkonu, pod kterou spadá např.

sebevědomí, bojovnost, koncentrace a v poslední řadě jsou to vnější okolnosti, což jsou např. míče, se kterými hrajeme, povrch dvorce, počasí atd. Podrobnější popis těchto faktorů je možné vidět na obrázku č. 1.



Obrázek č. 1- struktura sportovního výkonu (Stojan a Brabenec, 1999)

2.3 Biomechanika tenisu

Crespo a Miley (2002) uvádějí, že každý trenér by měl především ovládat a pochopit principy biomechaniky, která se zabývá studiem lidských pohybů. Díky tomu může trenér lépe analyzovat a následně i zdokonalovat techniku svých svěřenců. Dále tvrdí, že máme 6 biomechanických principů, které můžeme aplikovat na techniku tenisových úder:

1. Rovnováha

Pro hráče tenisu je klíčová především dynamická rovnováha, protože jsou hráči neustále v pohybu. Jejich schopnost udržet tělo v jedné přímé linii, tedy v souladu s vertikální osou, je primární. Tato schopnost jim umožňuje provádět účinnější údery a zlepšuje jejich celkovou hru.

2. Setrvačnost

„*Těleso zůstává v klidu či pohybu, pokud na něj nepůsobí vnější síla*“. Pokud stojíme v klidu na základní čáře, naše raketa ani tělo nejsou v pohybu, tak raketa i tělo mají jisté množství klidové setrvačnosti. V případě, že budeme reagovat na soupeřův úder, musíme tuto klidovou setrvačnost překonat a to tím, že využijeme gravitace a kontrakcí svalů nohou vyvineme odpovídající sílu pro podložce.

3. Opačná síla

„*Každá akce vyvolává reakci stejné síly, ale opačného směru“.* Tutu sílu využíváme např. při podání. Při podání hráč krčí kolena čili zatlačí proti zemi, a to nám poskytne sílu pro tvrdé podání.

4. Hybnost

Rozlišujeme dva typy hybnosti:

a) Lineární, kdy dochází k přenosu váhy těla do směru úderu, tedy síla působí po přímé dráze
b) Úhlová, která vzniká rotací těla a boků čili síla působí po kruhové dráze

5. Elastická energie

„*Elastickou energií rozumíme energii vzniklou ve svalu a šlachách v důsledku předchozího napnutí svalu. Napjaté svaly a šlachy akumulují energii stejně jako napjatý gumový pás*“. S využitím této energie se můžeme setkat například když hráč běží k síti, kde chce následně odehrát volej. Díky tomu, že hráči dělají před každým volejem tzv. „split step“, dojde k přednapětí svalů a poté k většímu vyvinutí síly.

6. Koordinační řetězec

Koordinační řetězec, také nazývaný jako kinetický, je jedním z klíčových prvků správné techniky. Pokud chceme přispět k maximalizaci síly, zlepšení kontroly, oddálení únavy nebo prevenci zranění, je důležité, aby hráči dodržovali zapojení segmentů těla ve správném pořadí a časovém sledu, tedy aby dodrželi jejich posloupnost.

2.4 Tenisové podání

Tenisové podání, označované taktéž jako servis, je úder, kterým zahajujeme každou výměnu a má značný vliv na celý další průběh hry. Je jedním z nejdůležitějších a zároveň i jedním z koordinačně nejnáročnějších úderů v tenisu.

Koordinace jako taková hraje v tenise velmi důležitou roli, dle Zháněla et. al (2011) ji jen zcela výjimečně můžeme nahradit jiným faktorem. Je to z toho důvodu, že na rozdíl od jiných schopností, mezi které řadíme např. sílu, rychlost či vytrvalost, je koordinace založena nejen na energetických vlastnostech organismu, ale také na

centrálně-nervovým řídícím mechanismu, tudíž jsou tato cvičení potřebná nejen ke zlepšení psychických dovedností, ale i pro zvýšení učenlivosti. Jestliže má hráč dobrou koordinaci je zároveň dosahováno i větších a rychlejších výkonnostních pokroků ve všech oblastech, které můžeme zúročit např. při obtížných herních podmínkách během tenisového utkání (Zháněl et al., 2011). Díky dobré celkové koordinaci těla můžeme dále dosáhnout jak správného načasování, tak i efektivního provedení úderů.

Jedním z aspektů, pomocí kterého můžeme dosáhnou kvalitního podání je dobrý nadhoz, dále plynulost pohybu, zvolení správného postavení nohou či úchop rakety. Crespo a Miley (2001) ještě dále uvádí tyto aspekty:

- Jednoduchost pohybu
- Dobrou vyrovnanost, balanc a přesný nadhoz míče
- Vhodné držení rakety, aby bylo zápěstí v pohodlné pozici

Podání patří jednoznačně mezi klíčové údery během herního utkání, a to jak u mužů, tak i u žen. Nicméně mezi muži a ženami jsou značné rozdíly, a to po stránce anatomické, biomechanické či psychologické. Dle Carbocha (2016) se tyto rozdíly poté odráží na výsledné rychlosti podání i na zisku vyhraných míčů po prvních podání. Například na Australian Open v roce 2016 to u mužů činilo 72 % vyhraných úderů po úspěšném prvním podání, kdežto u žen se jednalo jen o 65 %. Nejmenší rozdíl mezi muži a ženami byl v roce 2016 zaznamenán na French Open, kde se hraje na pomalém antukovém dvorci, tudíž rozdíl mezi těmito dvěma pohlavími byl pouze 4 % (67 % muži; 63 % ženy). Naopak největší procentuální rozdíl byl zachycen na Wimbledonu, kde se hraje na travnatém povrchu, který je kluzký a odskoky jsou tudíž velmi rychlé a nízké. U mužů se jednalo o 75 % vyhraných míčů po prvním podání, u žen to bylo 66 %.

Na rychlejším a tvrdším povrchu 79 % a na pomalém antukovém 62 % rozeher končí po šestém úderu, tzn. že každý hráč má k dispozici pouze 3 údery. Z tohoto důvodu je potřeba dostat soupeře co nejdříve pod tlak, ideálně už při podání a využít tak každé možné příležitosti (Schönborn, 2008).

2.4.1 První podání

První tenisové podání je z hlediska strategie velmi důležitým prvkem. Scholl (2008) a Crespo a Miley (2001) ho považují za vůbec nejdůležitější úder. Hráči se díky němu snaží získat přímý bod nebo si vytvořit výhodu do následné výměny, které můžou dosáhnout právě díky rychlému a silnému prvnímu podání. Pakliže je to naopak a naše podání je špatné, můžeme se rázem ocitnou v roli bránícího hráče a o výhodu podání přicházíme. Zároveň je důležité, aby hráči uměli měnit směr, umístění či intenzitu u prvního podání, aby bylo pro soupeře obtížné předvídat a vrátit ho zpět.

První podání je mnohem nebezpečnější pro přijímajícího hráče než druhé podání, protože je obvykle razantnější a rychlejší. Podávající hráč často riskuje více a snaží se tím dostat soupeře pod tlak. Rychlé a přesné první podání by mělo vytvořit výhodu, kterou je třeba využít. Místo obav by měl hráč první podání podávat s důrazem a sebejistotou. Ideálně by měl hráč dosáhnout úspěšnosti prvních podání minimálně 70 %. (Brabenec, 1997).

Prieto-Lage et al. (2023) tvrdí, že v elitní mužské dvouhře je první podání klíčovým prvkem pro zvýšení šance vyhrání následné výměny, a to na všech typech povrchů (antuka, tráva, „tvrdý“ povrch). Pokud výměnu zahájíme druhým podáním, snižuje se nám šance vyhrát bod o 14,6 % na antuce, 21 % na trávě, 17 % na tvrdém povrchu ve srovnání s prvním podáním, kde je úspěšnost 69 % na antuce a 75 % na trávě a tvrdém povrchu. Nejčastější sekvencí bodů, která vedla k výhře pro servírujícího hráče byla ta, kdy bod začal prvním podáním a následovala výměna s méně než pěti údery (Prieto-Lage et al., 2023).

Dále Sánchez-Pay et al. (2021) na základě své studie tvrdí, že hráči, kteří měli na Australian Open, Wimbledonu a US Open více vyhraných bodů na prvním podání či více es za zápas (což jsou vítězné body, aniž by přijímající hráč zasáhl míč) vyhráli více zápasů než na French Open.

2.4.2 Druhé podání

Druhé tenisové podání hráči využívají, pokud se jim nevydaří první podání. Na rozdíl od prvního podání, ve kterém nemáme co ztratit, můžeme ho zahrát na maximální riziko, druhé podání musí hráči dostat za každou cenu do kurtu. Okazaki et al. (2012)

tvrdí, že druhé podání vyžaduje daleko větší přesnost, a proto není zasaženo tak razantně jako první podání. Pokud se hráči druhé podání nepodaří a míč dopadne do sítě či autu, bod získává soupeř. Je tedy důležité, aby se hráč soustředil na jeho provedení, správné umístění a aby zvolil správnou strategii, tedy ideálně ho zahrát do soupeřova slabšího úderu. Zároveň je dobré, aby hráči využívali u druhého podání boční i horní rotaci, díky kterým se míč nepravidelně odráží a ztíží tak soupeři návrat. Scholl (2008) uvádí, že kvalitně provedené druhé podání může být někdy i daleko účinnější než první podání. Což může být např. díky již zmíněným rotacím a celkové variabilitě u tohoto podání.

2.4.3 Typy podání

V tenise rozdělujeme 3 základní typy podání:

- Přímé podání
- S boční rotací
- S horní rotací – tzv. „kick“

a) Přímé podání

Na rozdíl od druhého podání, kde využíváme rotaci, je tento typ podání hrán bez záměrné rotace, díky čemuž míč může dosáhnout maximální možné rychlosti (Carboch, 2022). Podle Scholla (2008) by nohy měly být na šíři ramen, levé rameno a raketa směřovat v tom směru, kam chceme podávat. Dále Scholl (2008) uvádí, že u něj rozlišujeme 3 fáze:

- Nápřah
- Úderová fáze
- Protažení úderu

Přímé podání je typicky používáno při prvním podání, které přináší určitou míru rizika, protože se ho obvykle snažíme hrát na maximum. Existuje šance, že podání bude tak rychlé, že soupeř nebude schopen míč zasáhnout včas, což může skončit esem. Na druhou stranu, pokud podání není správně provedeno, může být pomalé, krátké nebo špatně umístěné, tak pro soupeře nemusí být nijak nebezpečné. Je proto důležité, aby

hráč trénoval různé varianty podání a případně volil strategii s pomalejší rotací, jako je boční nebo kombinovaná rotace, aby snížil riziko nepřesností (Scholl, 2008).

b) Podání s boční rotací

Podání s boční rotací vyžaduje již určitou úroveň technických dovedností, aby bylo dosaženo požadovaného účinku. Po technické stránce se velice podobá přímému podání, ale můžeme zde najít i pár odlišností. Například nadhoz míče je více vpravo než u přímého podání, s tím souvisí i zásah míče, tedy že je zasažen na pravé straně. Crespo, Miley (2001) a Scholl (2008) uvádí ještě tyto odlišnosti:

- Pravé rameno je více natočeno dozadu
- Množství rotace, které míči dáme závisí na rychlosti hlavy rakety při zásahu, na trajektorii pohybu rakety a na úhlu hlavy rakety

Podání s boční rotací je dobré využívat především na betonu či trávě tedy na rychlejších površích, protože nízký odskok díky této rotaci bude o to výraznější a účinnější než na dvorcích s pomalých povrchem, mezi které patří např. antukový povrch. Jak uvádí Crespo a Miley (2002), tato rotace výrazně znesnadní soupeři return, protože se nám díky tomu odkryje část kurtu, což pro nás znamená značnou výhodu do následné výměny.

c) Podání s horní rotací – tzv. „kick“

I tento typ podání se technicky podobá podání přímému. Hráči „kick“ často využívají i u prvního podání. Je to z toho důvodu, že díky této rotaci míč odskočí výše, dopadne dolů rychleji než u přímého podání a pro soupeře je tudíž složitější ho zreturnovat. Nicméně i zde míč zasahujeme jinde než u přímého či bočního podání a najdeme zde pár odlišností, např. u tohoto typu podání raketa „obalí“ míč zezadu, více nad levou stranou těla a ke kontaktu dochází níže než u předchozích dvou typů podání. Crespo a Miley (2001) dále uvádí, že pohyb je veden zleva a zespoda doprava a nahoru a že míra rotace je stejně jako u podání s boční rotací dána úhlem, trajektorií a rychlostí rakety.

I když je toto podání obvykle nazýváno jako podání s horní rotací, hráči zde často využívají i boční rotaci a označují ho jako podání s "kombinovanou" rotací. Tato

strategie, tedy využití této rotace je zvláště účinné pro pravoruké hráče, kteří podávají z levé strany dvorce. Díky kombinaci rotací míč vyskočí vysoko a směřuje ven z dvorce, což vytváří pro hráče výhodnou útočnou pozici, protože jim otevírá téměř celý dvorec.

2.4.4 Biomechanika podání

Z biomechanického hlediska uvádí Abrams et al. (2014), že mezi přímým podáním, podáním s boční a horní rotací se nevyskytuje významná odchylka při maximálním prohnutí zad. Ovšem při podání s horní rotací bylo využito větší síly v zádech než u přímého podání a podání s boční rotací a zároveň bylo využito většího natočení ramen. Dále tvrdí, že u přímého podání je mnohem vyšší maximum vnitřní otáčivé rychlosti ramene v porovnání s podáním s boční rotací. A v poslední řadě, že velikost síly a kroutícího momentu v zápěstí a lokti nejsou výrazně rozdílné mezi jednotlivými typy podání.

Elliot et al. (2013) poukazuje na to, že kinematický rozdíl u podání mužů a žen je velmi podobný jen s jedním rozdílem. Profesionální hráčky dosahují u podání menších rychlostí oproti mužům z toho důvodu, že ženy dosahují menší vnitřní rotace ramen, a proto podávají pomaleji než muži a přijímající hráčky mají na returnu více času na provedení úderu (Chow et al. 2003; Crespo a Miley, 2002; Elliot et al. 2013; Reid et al. 2016).

2.4.5 Technika podání

V této kapitole se budu zabývat technikou podání, konkrétně držením tenisové rakety a základnímu postavení.

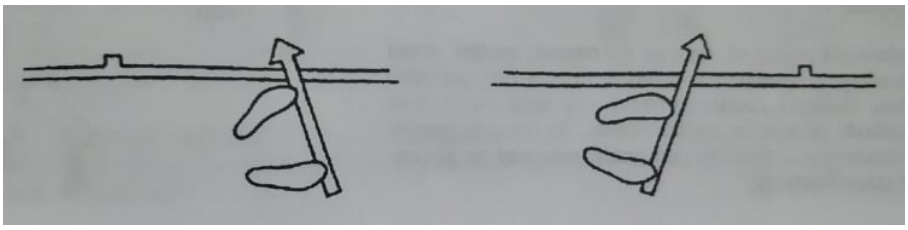
2.4.5.1 Držení rakety

Nejzákladnější držení rakety, které během tenisového podání využíváme je držení kontinentální neboli backhandové. Správný úchop rakety nám následně ovlivní typ podání a případnou rotaci míče. Podle Patrika Mouratoglueho, renomovaného tenisového trenéra a bývalého hlavního trenéra Sereny Williamsové, kontinentální

úchop je ideální volbou pro tenisové podání. Mouratoglue (2017) zdůrazňuje, že tento typ úchopu umožňuje hráčům dosáhnout větší rozmanitosti v rotaci, tempu a směru svých podání a dále že umožňuje širokou variabilitu pohybu rakety tím, že nepřekáží pohybu zápěstí a předloktí.

2.4.5.2 Základní postavení

Správné postavení nohou je důležitou součástí tenisového podání, může nám totiž přispět ke stabilitě a rovnováze. Hráč by měl zaujmout boční postavení a nohy by měl mít od sebe zhruba na šíři ramen, aby to pro něj bylo pohodlné. Široké postavení nohou zlepší a stabilitu hráče a umožní mu lepší přenos síly ze spodní části těla do pohybu rukou a rakety. Dle Scholla (2008) a Crespo a Miley (2001) by hráč měl zaujmout postavení v rozmezí dvaceti centimetrů až jednoho metru od střední značky na základní čáře. Pokud během zápasu zvolíme podání na „téčko“, tak Reid et al. (2011) uvádí, že by přední noha měla být blíže ke středové značce. Crespo a Miley (2001) dále uvádí, že hráčova levá noha by měla mířit na pravý sloupek sítě (viz obrázek č. 2), raketa by se měla být držena před naším tělem s uvolněným zápěstím i celou paží a druhá ruka přidržuje raketu volně v oblasti krčku.



Obrázek č. 2 - postavení nohou při podání (Crespo, Miley, 2001)

2.4.6 Nadhoz

Jedním z klíčových prvků pro úspěšné podání je dobrý nadhoz, protože právě ten rozhoduje o kvalitě následného podání. Pravorucí hráči si míč nadhazují levou rukou, obě paže se pohybují vzhůru a míč je veden nad levou nohou a před tělem (u leváku to samé platí pro pravou nohu) (Jankovský, 2022). Scholl (2008) zdůrazňuje, že je klíčové se naučit správný a přesný nadhoz, protože je základem úspěšného podání. Je dobré se naučit provádět nadhoz samostatně a až poté do procesu zapojit i raketu. Přesný nadhoz a následné kvalitní podání může hráči umožnit kontrolovat začátek každé výměny a

ovládnout tak její celý průběh. Jelikož je podání koordinačně nejnáročnějším úderem, je potřeba již samotnému nadhozu věnovat dostatečný čas a úsilí, abychom dosáhli konzistentního a efektivního nadhozu.

Kvalitní nadhoz nám může ovlivnit následnou rychlost podání, která může překvapit soupeře. Hartoto et. al (2021) ve své studii uvádějí, že pohyb horní končetiny a to, jak a kam si míč nadhodíme má vliv i na již zmíněnou rychlost u prvního přímého podání. Díky rychlému podání se celkově sníží čas na to, aby soupeř včas zareagoval, čímž tak pro nás vzniká výhoda a možnost převzetí kontroly nad celou výměnou, protože je zde větší předpoklad, že soupeř bude chybovat nebo neodehraje return kvalitně. Nadhoz může dále ovlivnit přesnost samotného podání. I když Crespo a Miley (2001) doporučují používat stejný nadhoz pro všechny typy podání, aby soupeř nemohl předvídat směr podání, studie provedená Carbochem a Přibylovou (2015) naznačuje opak. Carboch a Přibylová (2015) zjistili, že hráči používají odlišný nadhoz pro podání s horní rotací, podání s boční rotací a přímé podání. Toto platí i pro druhé podání, které míří na "téčko" nebo ven z dvorce. Dle mého názoru je dobré různé typy nadhozů umět a využívat je, protože díky tomu můžeme překvapit soupeře nebo přizpůsobit podání dané situaci.

Reischlová (2020) uvádí, že u tenistů, kteří se nepohybují v první stovce na žebříčku ATP je poměrně snadné predikovat, kam bude hráčovo podání směřovat, a to po zhruba třech hrách na podání či dříve nebo naopak později. Záleží pouze na hráči, jak účinně dokáže svůj nadhoz „zamaskovat“.

Problematika tenisového nadhozu může zahrnovat různé faktory, které následně ovlivňují úspěšnost a efektivitu samotného podání hráče. Mezi takové nedostatky můžeme zařadit nepřesné umístění nadhozu, tedy že nesprávná pozice míče při nadhozu může vést k neefektivnímu podání, které následně znamená výhodu pro soupeře. Dále to může být nedostatečná variabilita, technické nedostatky, mezi které můžeme zařadit například nevhodné postavení nohou, nedostatečnou rotaci trupu či že nadhoz bude příliš vysoký nebo nízký. Všechny tyto výše zmíněné faktory mohou mít vliv na úspěšnost následného podání a pokud podání nebude kvalitní, může to pro nás znamenat v následující výměně ztrátu bodu. Proto se ve výzkumu zaměříme na pozici nadhozu a zda tato pozice bude mít nějaký dopad na úspěšnost v našem případě prvního podání.

3 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE

3.1 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je provést kinematickou analýzu nadhozu, zjistit jaký vliv bude mít nadhoz na úspěšnost prvního podání u závodních i rekreačních hráček a porovnat tyto data s výsledky mužských podání získaných v bakalářské práci (Hrychová, 2022).

3.2 Úkoly práce

Pro napsání diplomové práce je potřeba splnit následující úkoly:

- Nastudovat literaturu, vědecké články a rozšířit teoretickou část této práce
- Vybrat hráčky, které se zúčastní výzkumu
- U každé hráčky natočit 40 prvních podání
- Rozebrat jednotlivá podání (vrchol nadhozu, bod zásahu míče) a zapsat získané údaje do předem připravených tabulek
- Ze získaných dat vytvořit grafy
- Vyhodnotit výsledky žen, porovnat je se studiemi a s bakalářkou prací, kde byli testováni muži
- Zjistit a případně popsat rozdíly u zásahu podání muži vs ženy

3.3 Výzkumné otázky

1. Bude zde dodržena jakási posloupnost u závodních i rekreačních hráček, tzn. že pokud budou zasažena nejdále od základní čáry podání, která dopadnou do sítě, tak že i nadhoz těchto míčů bude v největší vzdálenosti od základní čáry?
2. Bude zde nějaký významný rozdíl v zásahu u závodních hráček mezi dobrým podáním a mezi podáním, které dopadne do sítě?

3.4 Hypotézy

H1: Podání závodních hráček budou v průměru zasahované ve větší vzdálenosti od základní čáry a ve větší výšce než u rekreačních hráček.

H2: Míče, které závodní hráčky zasáhnou nejvíce vepředu, nejdále od základní čáry dopadnou do sítě.

4 METODIKA PRÁCE

4.1 Výzkumný soubor

Výzkumu se zúčastnilo celkem 10 hráček hrající pravou rukou, z toho 8 závodních a 2 rekreační. Závodní hráčky s průměrným věkem 22±3,6 let, výškou 168±4,3 cm, váhou 59±2,7 kg a umístěním 51±48,3 v rámci ČR se stále aktivně účastní turnajů ať už v rámci české republiky či na mezinárodní úrovni. Některé z nich se dále věnují jak trenérské činnosti, tak i soutěži družstev v rámci kraje nebo republiky. Zbylé 2 hráčky, které jsou zařazeny do kategorie „rekreační hráčky“ s průměrným věkem 18±0,7 let, výškou 166±8,5 cm, váhou 68±17,0 kg a umístěním 132±38,9 v rámci ČR se účastní taktéž turnajů v rámci české republiky, nicméně se jedná o turnaje kategorie „C“, proto nebyly zařazeny mezi závodní hráčky, které se účastní nebo dříve účastnily turnajů nejvyšší kategorie, tedy kategorie „A“ či mezinárodních turnajů, jak již bylo dříve zmíněno.

Žádná z účastnic během měření nebyla ovlivněna špatným zdravotním stavem či fyzickým vyčerpáním před zahájením samotného měření.

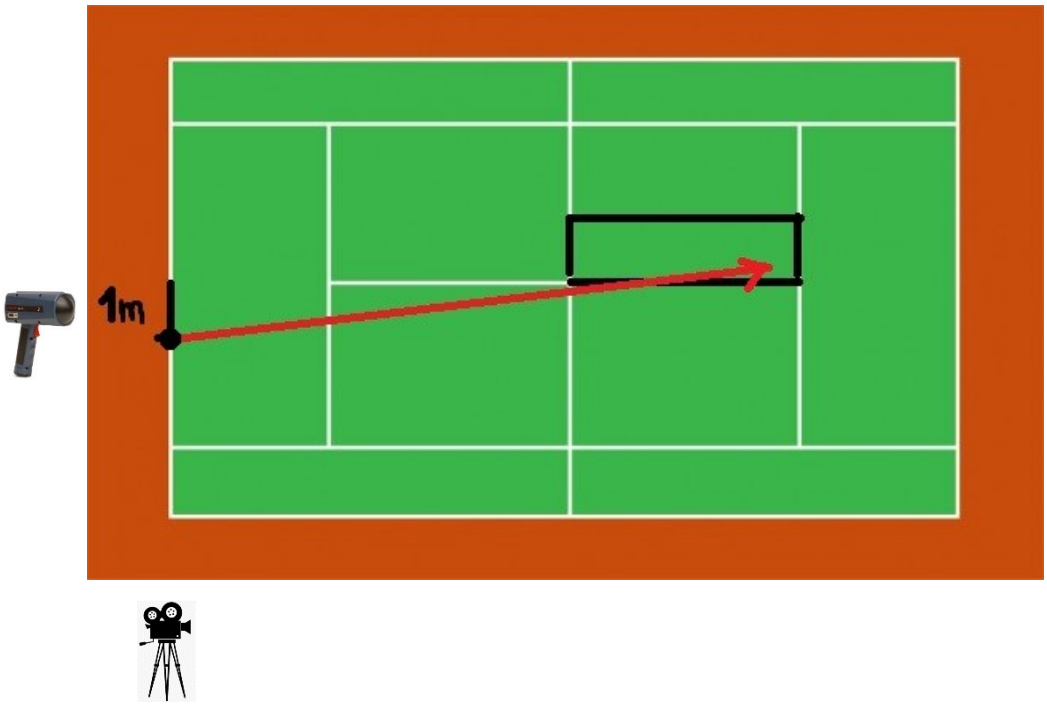
4.2 Měřící procedury

Měření všech hráček probíhalo na krytém dvorci. Nejdříve všechny hráčky provedly standartní předzápasové rozcvičení a následně dostaly instrukce, co po nich bude vyžadováno, tedy že odehrají celkem 40 podání maximální možnou intenzitou do předem vymezeného pole, v tomto případě na „téčko“, což je spojnice čar střední čáry a čáry podání. Celé území bylo vymezené terči, které byly umístěny ve vzdálenosti 1,5m od střední čáry podání (viz obrázek č. 3). Všechna svá podání začínala ze stejného místa, tedy z pravé strany ve vzdálenosti jeden metr od základní čáry (viz obrázek č. 3). Toto místo bylo předem označeno kobercovou páskou, aby hráčky věděly, kam mají špičku levé nohy před každým svým podáním umístit. Hráčka pokaždé odehrávala 10 podání, následovala minutová pauza, aby se hráčky ruka dostatečně zregenerovala a mohla i nadále pokračovat v maximální možné intenzitě. Takto se se pokračovalo, dokud dotyčná neodehrála všech 40 požadovaných prvních podání. Všechna tato podání, respektive kam dopadla – do vymezeného pole (dobré), sítě, aut – strana, aut – dlouhý, byla zaznamenána do předem připravené tabulky (viz tabulka č. 1).

Podání	Síť	Dobré	Aut – dlouhý	Aut – strana
1				
2				
3				
4				
5				
…				
40				

Tabulka č. 1 - zkrácený vzor tabulky na zaznamenávání výsledků podání

Videozáznam byl pořízen rychloběžnou kamerou Basler GeniCam piA640-210gc se snímkovací frekvencí 200 Hz. Kamera byla připevněna ke stativu a pomocí kabelu připojena k notebooku. Byla umístěna v prostoru podávající hráčky v prodloužení základní čáry ve vzdálenosti 2,5m za postranní čárou a ve výšce 150 cm (viz obrázek č. 3). Dále byl na měření využit Radar Stalker Pro II, který byl umístěn dva metra za základní čárou přímo za zády hráčky (viz obrázek č. 3) a sloužil k měření rychlosti podání. Před každým měřením byla provedena kalibrace pomocí metrové kalibrační tyče. Podmínky měření byly shodné pro všechny hráčky., tzn. stejný čas na rozcvičení, rozehru, stejně vymezené území, počáteční bod, ze kterého podávaly a čas na zotavení mezi jednotlivými podáními.



Obrázek č. 3 - grafické znázornění průběhu měření

4.3 Zpracování dat

Videa každé hráčky byla roztříděna v počítači do jednotlivých složek a následně rozebrána v programu Dartfish 10. Výchozí bod 0 byl umístěn u špičky boty a z tohoto bodu byly vytvořeny osy X a Y. Osa X představuje jak vzdálenost zásahu míče, tak i délku jednotlivých nadhozů od základní čáry. Osa Y zase v jaké výšce hráčky odehrávaly míč a zároveň do jakého nejvyššího bodu si míč nadhodily. Video bylo poprvé zastaveno v momentu, kdy nadhoz hráčky, tedy vyhozený míč, dosáhl maximální možné výšky a následně byla změřena vzdálenost zásahu od dílčích os. Podruhé bylo video zastaveno v momentu, kdy hráčka přišla do prvního kontaktu s míčem a poté opět následovalo změření vzdálenosti míče od základní čáry a výšky, ve které bylo podání hráčkou zasaženo. Údaje byly zaznamenány do předem vytvořené tabulky (viz tabulka č. 1). Poté byla data byla vyhodnocena pomoci základních deskriptivních charakteristik. Pro zjištění statické významnosti byla pro skupinu závodních hráček provedena analýzy rozptylu pro opakovaná měření. Pro určení významnosti mezi vlastnostmi nadhozu u výsledků podání byly provedeny post-hoc testy (Bonferroni) s hladinou statistické významnosti $\alpha = 0{,}05$. Pro určení věcné významnosti jsme spočítali Cohenovo *d*, které můžeme interpretovat jako malý efekt (0.20 to 0.49), střední efekt (0.50 to 0.79), velký efekt ($d \geq 0.80$) (Cohen, 1988).

5 VÝSLEDKY

5.1 Průměrné hodnoty všech hráček

V této kapitole jsou uvedeny průměrné výsledky měření u jednotlivých hráček, a to v podobě tabulek či grafů. V tabulce č. 2 jsou uvedeny průměrné hodnoty hráček, které byly spočítány ze 40 odehraných podání a ze kterých byl následně vytvořen celkový průměr zvlášť pro závodní i rekreační hráčky. K jednotlivým průměrům jsou vytvořené grafy (viz graf č. 3, 4, 5 a 6), stejně jako graf, ve kterém jsou znázorněny celkové průměrné hodnoty všech hráček (viz graf č. 1). Pro účely práce a porovnání jsme do grafických výsledků (viz graf č. 2) zahrnuli výsledky mužských podání získaných v bakalářské práci (Hrychová, 2022).

5.1.1 Závodní hráčky

Analýza rozptylu pro opakované měření neukázala žádné významné rozdíly v bodě zásahu, tedy v okamžiku, kdy hráčky raketa přišla do prvního kontaktu s míčem, na ose X a ani na ose Y mezi jednotlivými kategoriemi výsledných podaní.

Podání	Síť		Dobré		Aut – dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Hráčka č. 1	63,4	227,2	56,6	226,7	52,1	226,0	43,5	222,5
Hráčka č. 2	75,7	219,2	75,8	221,4	81,9	222,1	79,0	221,3
Hráčka č. 3	44,7	253,3	50,3	254,8	46,1	253,4	48,0	252,8
Hráčka č. 4	46,0	247,1	34,8	249,4	39,4	247,6	33,5	247,5
Hráčka č. 5	44,9	263,2	44,3	263,4	43,4	264,1	39,8	263,0
Hráčka č. 6	42,0	249,0	42,4	244,4	41,3	246,0	41,7	248,0
Hráčka č. 7	64,0	239,8	63,4	239,4	70,0	240,2	57,5	237,5
Hráčka č. 8	65,4	245,5	63,1	243,6	62,5	242,5	59,4	246,1
Průměr	**55,8**	**243,0**	**53,8**	**242,9**	**54,6**	**242,7**	**50,3**	**242,3**
SD	12,8	14,1	13,4	13,9	15,4	13,7	14,5	14,5
Min. hodnota	42,0	219,2	34,8	221,4	39,4	222,1	33,5	221,3
Max. hodnota	75,7	263,2	75,8	263,4	81,9	264,1	79,0	263,0

Tabulka č. 2 - průměrné hodnoty, celkový průměr, směrodatná odchylka, min. a max. hodnota u závodních hráček

Podání	Průměrné hodnoty – osa X	Průměrné hodnoty – osa X	Cohenovo *d*
Síť vs. dobré	55,8	53,8	0,15
Síť vs. aut – dlouhý	55,8	54,6	0,08
Síť vs. aut – strana	55,8	50,3	0,40
Dobré vs. aut – dlouhý	53,8	54,6	-0.05
Dobré vs. aut – strana	53,8	50,3	0,25
Aut – dlouhý vs. aut – strana	54,6	50,3	0,28

Tabulka č. 3 - určení věcné významnosti na ose X u závodních hráček

Podání	Průměrné hodnoty – osa Y	Průměrné hodnoty – osa Y	Cohenovo *d*
Síť vs. dobré	243,0	242,9	0,00
Síť vs. aut – dlouhý	243,0	242,7	0,01
Síť vs. aut – strana	243,0	242,3	0,05
Dobré vs. aut – dlouhý	242,9	242,7	0,01
Dobré vs. aut – strana	242,9	242,3	0,04
Aut – dlouhý vs. aut – strana	242,7	242,3	0,03

Tabulka č. 4 - určení věcné významnosti na ose Y u závodních hráček

Analýza rozptylu pro opakované měření ukázala statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými kategoriemi podání na ose Y, tj. maximální výšce nadhozu, $F(3,21) = 7,16$, $p = 0,002$, $\eta^2 = 0,013$. Post-hoc testy při vzájemném porovnání ukázaly významný rozdíl maximální výšky nadhozu mezi podáním do sítě vs. aut do strany ($p = 0,031$); mezi dobrým podáním vs. aut do strany ($p = 0,025$); a mezi autem dlouhým vs. autem do strany ($p = 0,026$). Na ose X nebyly žádné významné rozdíly.

Vrchol nadhozu	Síť		Dobré		Aut – dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Hráčka č. 1	41,1	328,3	36,3	326,6	34,6	328,4	28,5	316,5
Hráčka č. 2	51,6	339,0	50,1	341,2	54,1	337,0	51,8	333,8
Hráčka č. 3	30,7	366,3	32,8	375,6	30,5	370,7	31,0	366,4
Hráčka č. 4	31,6	373,5	27,0	372,7	28,2	370,0	26,0	368,5
Hráčka č. 5	22,6	364,9	21,8	364,9	20,5	362,3	21,0	358,5
Hráčka č. 6	34,3	334,0	34,7	328,0	33,8	330,9	35,0	329,0
Hráčka č. 7	42,6	379,8	41,6	375,4	43,7	380,9	39,8	373,3
Hráčka č. 8	54,3	369,0	52,9	373,1	53,4	376,4	51,4	367,9
Průměr	**38,6**	**356,9**	**37,2**	**357,2**	**37,4**	**357,1**	**35,6**	**351,7**
SD	10,8	19,9	10,7	21,6	12,0	21,5	11,4	21,9
Minimum	22,6	328,3	21,8	326,6	20,5	328,4	21,0	316,5
Maximum	54,3	379,8	52,9	375,6	54,1	380,9	51,8	373,3

Tabulka č. 5 - průměrné hodnoty – vrchol nadhozu, celkový průměr, směrodatná odchylka, min. a max. hodnota u závodních hráček

Podání	Průměrné hodnoty – osa X	Průměrné hodnoty – osa X	Cohenovo *d*
Síť vs. dobré	38,6	37,2	0,13
Síť vs. aut – dlouhý	38,6	37,4	0,10
Síť vs. aut – strana	38,6	35,6	0,27
Dobré vs. aut – dlouhý	37,2	37,4	-0,01
Dobré vs. aut – strana	37,2	35,6	0,14
Aut – dlouhý vs. aut – strana	37,4	35.6	0,15

Tabulka č. 6 - určení věcné významnosti u vrcholu nadhozu na ose X u závodních hráček

Podání	Průměrné hodnoty – osa Y	Průměrné hodnoty – osa Y	Cohenovo *d*
Síť vs. dobré	356,9	357,2	-0,01
Síť vs. aut – dlouhý	356,9	357,1	-0,01
Síť vs. aut – strana	356,9	351,7	0,24
Dobré vs. aut – dlouhý	357,2	357,1	0,00
Dobré vs. aut – strana	357,2	351,7	0,25
Aut – dlouhý vs. aut – strana	351,1	351,7	0,00

Tabulka č. 7 - určení věcné významnosti u vrcholu nadhozu na ose Y u závodních hráče

Hodnoty na ose X se pohybovaly v rozmezí -0,05-0,40, jak je možné vidět v tabulce č. 3 u zásahu podání. U vrcholu nadhozu se hodnoty na ose X pohybovaly v rozmezí -0,01 – 0,27. U obou těchto případů se jedná o rozmezí žádného efektu, až po malý efekt. Při určování věcné významnosti na ose Y u zásahu podání dosahovaly hráčky malého efektu, kdežto u vrcholy nadhozu nedosahovaly žádného efektu.

5.1.2 Rekreační hráčky

Podání	Síť		Dobré		Aut – dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Hráčka č. 8	11,7	261,0	9,1	257,5	12,1	256,4	6,4	256,2
Hráčka č. 9	28,2	256,8	10,8	241,2	28,4	236,9	15,1	245,7
Průměr	**20,0**	**258,9**	**10,0**	**249,4**	**20,3**	**246,7**	**10,8**	**251,0**
SD	11,7	3,0	1,2	11,5	11,5	13,8	6,2	7,4

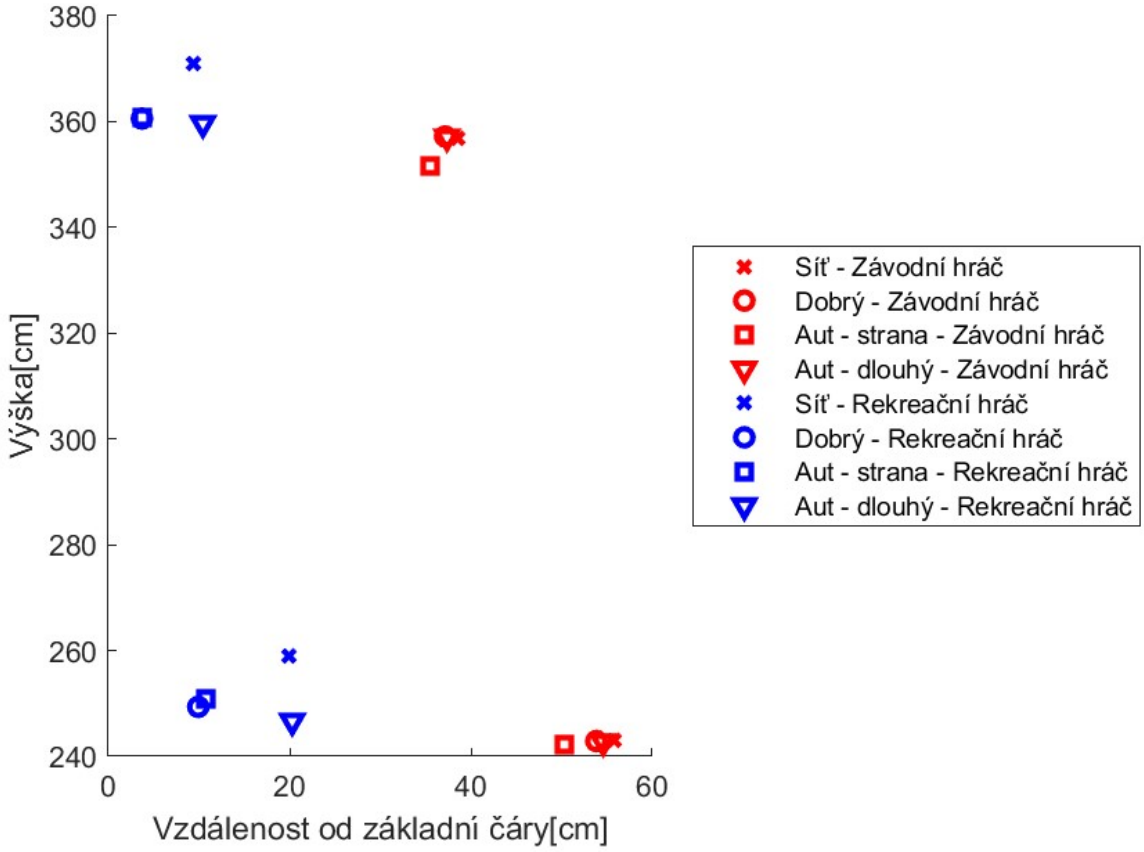
Tabulka č. 8 - průměrné hodnoty, celkový průměr, směrodatná odchylka u rekreačních hráček

Vrchol nadhozu	Síť		Dobré		Aut – dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Hráčka č. 9	6,7	342,0	4,1	339,0	8,1	341,6	1,8	341,1
Hráčka č. 10	12,2	400,2	3,4	382,2	12,7	377,7	5,8	380,4
Průměr	**9,5**	**371,1**	**6,4**	**360,6**	**10,4**	**359,7**	**3,8**	**360,8**
SD	3,9	41,2	0,5	30,5	3,3	25,5	2,8	27,8

Tabulka č. 9 - průměrné hodnoty – vrcholy nadhozu, celkový průměr, směrodatná odchylka u rekreačních hráček

5.1.3 Celkové průměrné hodnoty hráček

V grafu č. 1 jsou znázorněny celkové průměrné hodnoty hráček, tedy v jaké průměrné vzdálenosti od základní čáry a výšce byly zasaženy podání a nadhozy. Rekreační hráčky a jejich podání společně s nadhozy jsou vyznačeny modrou barvou, závodní hráčky červenou. Rozdíly mezi zásahy a nadhozy mezi závodními a rekreačními hráčkami jsou popsány níže, pod grafem č. 1.



Graf č. 1 - průměrné hodnoty zásahů míčů a vrcholy nadhozu u všech hráček

Celkově lze říct, že závodní hráčky si nadhazovaly i zasahovaly svá podání v průměru níže a ve větší vzdálenosti od základní čáry než hráčky rekreační. Dále že celkové rozpětí jednotlivých zásahů i nadhozů je u závodních hráček menší a že zde byla dodržena jakási posloupnost u závodních i rekreačních hráček, tzn. že pokud byla zasažena nejdále od základní čáry podání, která skončila v síti, tak že i nadhoz těchto míčů byl v největší vzdálenosti od základní čáry.

Závodní hráčky zasahovaly v průměru nejdále od základní čáry ty podání, které následně skončily v síti. Poté míče, které skončily v autu jako dlouhé, následně míče, které

byly dobré, tedy skončily v kurtu a nejblíže u základní čáry byla zasažena ta podání, která dopadla do autu do strany. Stejná posloupnost platí i u nadhozu. Co se týče výšky zásahu jednotlivých podání, tak můžeme říct, že byla v průměru trefována v takřka stejné úrovni, ve stejné výšce, jak je možné vidět na ose Y. Podání zasažena v nejnižší výšce 242,3 cm skončila v autu-strana, naopak nejvýše zasažená byla podání ve výšce 243,0 cm a jednalo se o podání, která skončila v síti (viz tabulka č. 2) Je zde tudíž velmi malé rozpětí, konkrétně je jedná o pouhých 0,7 cm. Na ose X už je větší rozpětí mezi průměrnými zásahy míčů, jde o 5,5 cm (viz tabulka č. 2).

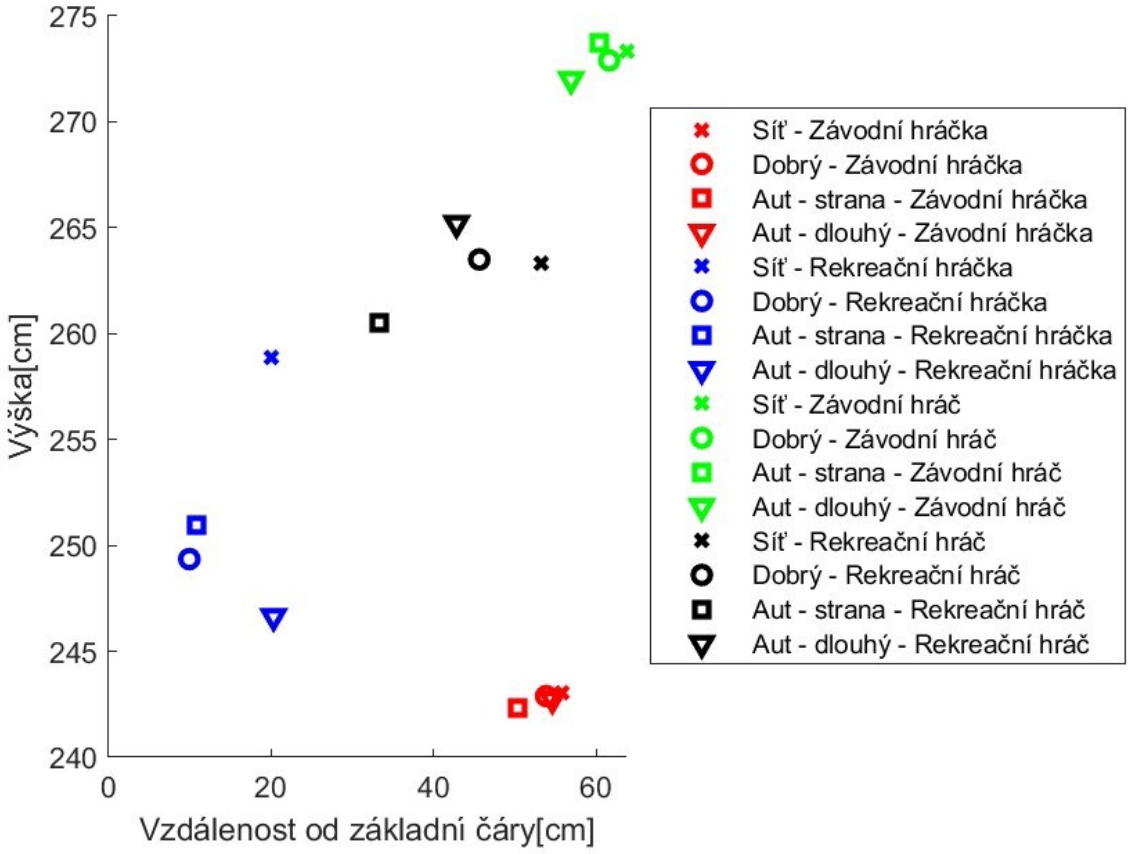
Rekreační hráčky zasahovaly nejdále od základní čáry ta podání, která skončila v autu jako dlouhá. Poté míče, které dopadly do sítě, následně míče, které skončily v autu-strana a nejblíže u základní čáry zasahovaly podání, která byla dobrá. Celkové rozpětí je zde větší než u závodních hráček, a to jak na ose X, kde se jedná o 10,3 cm, tak na ose Y, kde jde o 12,2 cm (viz tabulka č. 8).

Co se týče nadhozu u závodních hráček, platí stejná posloupnost jako u zásahů míčů, tedy nejblíže k základní čáře byla nadhozena podání, která skončila v autu-strana, poté dobré, aut-dlouhý a síť. Podání, která skončila jako dobrá, v autu jako dlouhá a v síti byla nadhazována do takřka stejného místa i výšky. Na ose Y je zde rozpětí pouhých 0,3 cm a na ose X 1,4 cm (viz tabulka č. 5).

Rekreační hráčky si v průměru skoro všechny své nadhozy nadhazovaly do stejné výšky. Jen nadhozy, které následně skončily v síti byly nadhazovány v průměru o 10,7 cm výše než ostatní nadhozy, jak je vidět na ose Y (viz tabulka č. 9). Rozpětí jednotlivých nadhozů je opět v průměru větší než u závodních hráček, nicméně se zde jedná o rozdíl pouhého 1 cm. Jejich nadhoz byl i v průměru vyšší než u závodních hráček.

5.1.4 Celkové průměrné hodnoty – hráčky + hráči

V této kapitole se nachází souhrnný graf č. 2, ve kterém můžeme vidět průměrné hodnoty zásahu míčů u žen a u mužů, které byly získány a použity z bakalářské práce (Hrychová, 2022).



Graf č. 2 - průměrné hodnoty zásahů míčů u všech hráčů a hráček + průměrné hodnoty vrcholy nadhozu u všech hráček a hráčů

Na první pohled je zcela patrné, že muži zasahovali svá podání výše než ženy. Musíme zde ale zohlednit délku paže, která je pro nás v tomto případě neznámá a dále i průměrnou výšku hráčů a hráček. Po zprůměrování výšky zásahu a výšky hráčů a hráček by závodní hráči s průměrnou výškou závodních hráček 168±4,3 cm zasahovali svá podání o 7 cm výše než hráčky. Naopak závodní hráčky by s průměrnou výškou závodních hráčů 183±6,3 cm zasahovaly podání o 9,5 cm níže. Avšak rekreační hráči s průměrnou výškou rekreačních hráček 166±8,5 cm zasahovali o 10 cm níže svá podání. A rekreační hráčky by s průměrnou výškou rekreačních hráčů 180±0 cm zasahovaly podání o 11 cm výše.

Je zajímavé, že rekreační hráčky zasahovaly nejdále od základní čáry podání, které skončily v autu jako dlouhé, čemuž tak u závodních hráček, hráčů a rekreačních hráčů není.

Ty zasahovali nejvíce před sebou podání, které skončily v síti. Tento výsledek bych očekávala i u rekreačních hráček, protože pokud zasahujeme míče ve velké vzdálenosti od základní čáry, tak raketa je v tomto místa zásahu nejvíce sklopená směrem dolů, díky tomu vzniká největší pravděpodobnost, že míč dopadne do sítě. Navíc rekreační hráčky zasahovaly v průměru tyto míče, které skončily v síti vůbec v největší výšce v porovnání s ostatními zásahy, které byly buďto dobré nebo dopadly do autu.

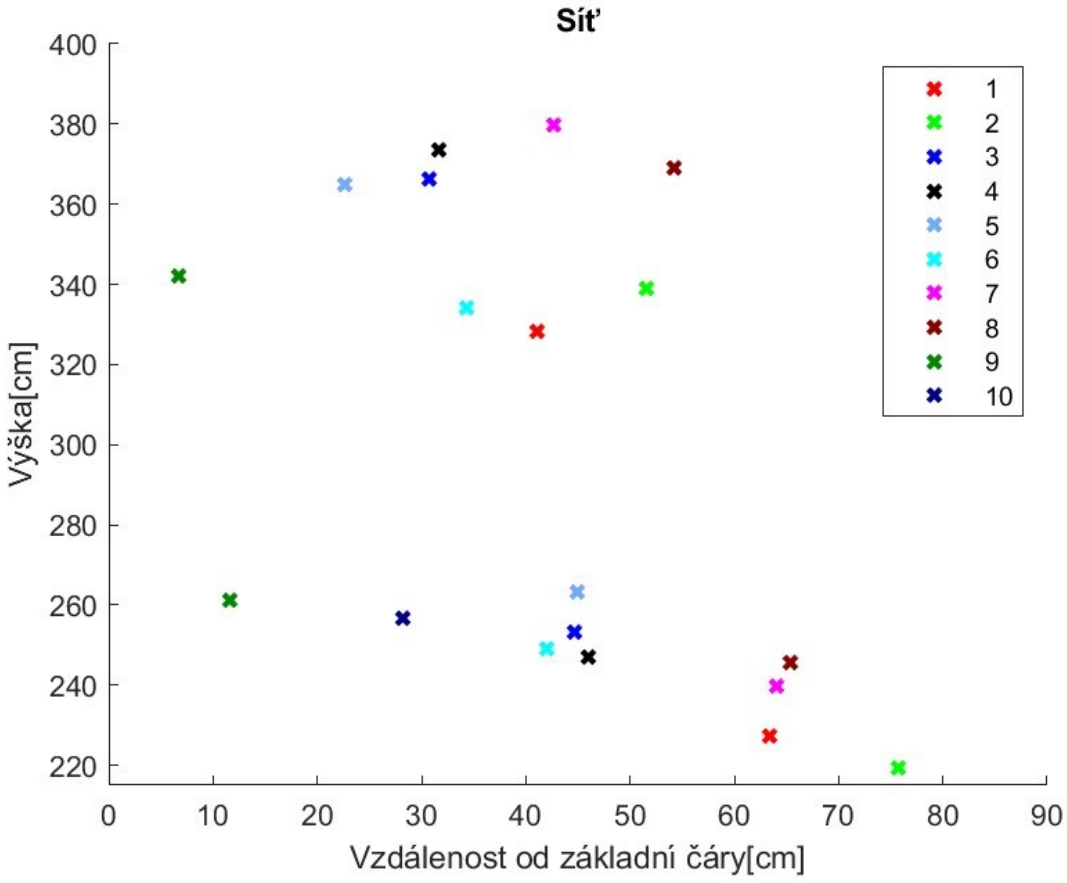
Další zajímavostí je, že závodní hráči zasahovali v průměru svá podání ve větší výšce než rekreační hráči, což bych očekávala i u žen. U žen je tomu ale naopak, tedy rekreační hráčky zasahovaly svá podání výše než závodní hráčky. U závodních hráček bych tedy očekávala větší zapojení dolních končetin, větší odraz, díky kterému by se dostaly více nad zem a získaly by díky tomu lepší úhel pro odehrání podání.

Dále je z grafu č. 2 patrné, že závodní hráčky i hráči mají svá podání, své zásahy daleko stabilnější, jejich rozpětí je v porovnání v rekreačními hráči i hráčky daleko menší.

5.1.5 Průměrné vzdálenosti zásahu míčů a vrcholy nadhozu

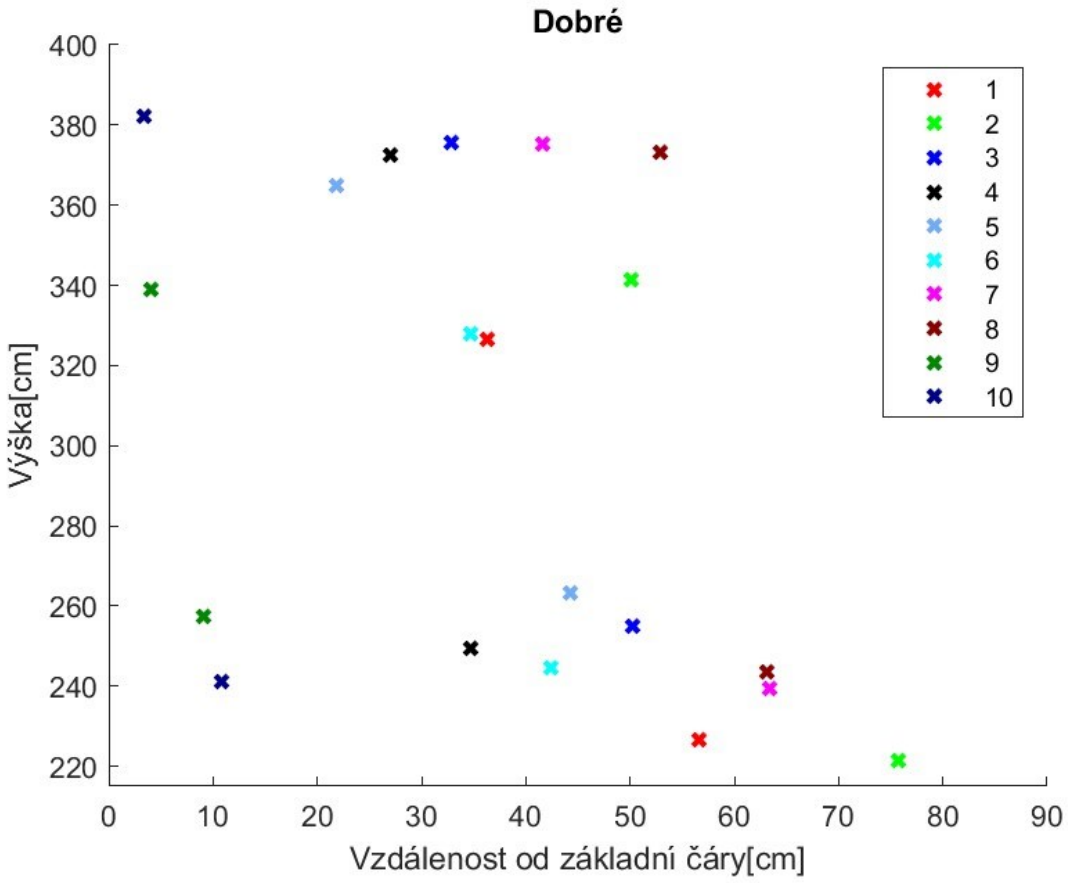
V této kapitole uvádíme pro větší přehlednost průměrné vrcholy nadhozu a zásahy každé hráčky u úspěšných (viz graf č. 4) a neúspěšných podání (viz graf č. 3, 5, 6).

5.1.5.1 Průměrné vzdálenosti zásahu míčů a vrcholy nadhozu – síť



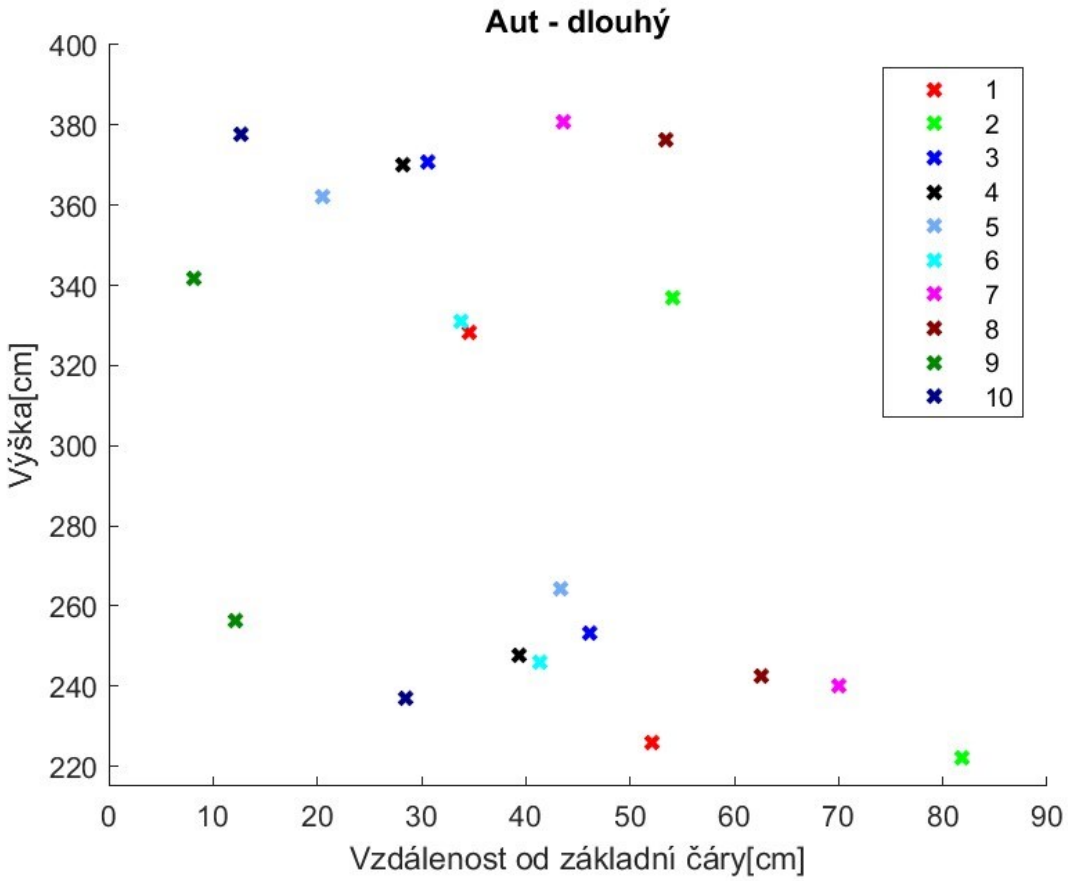
Graf č. 3 - průměrné vzdálenosti zásahu míčů + vrcholy nadhozu – síť

5.1.5.2 Průměrné vzdálenosti zásahu míčů a vrcholy nadhozu – dobré



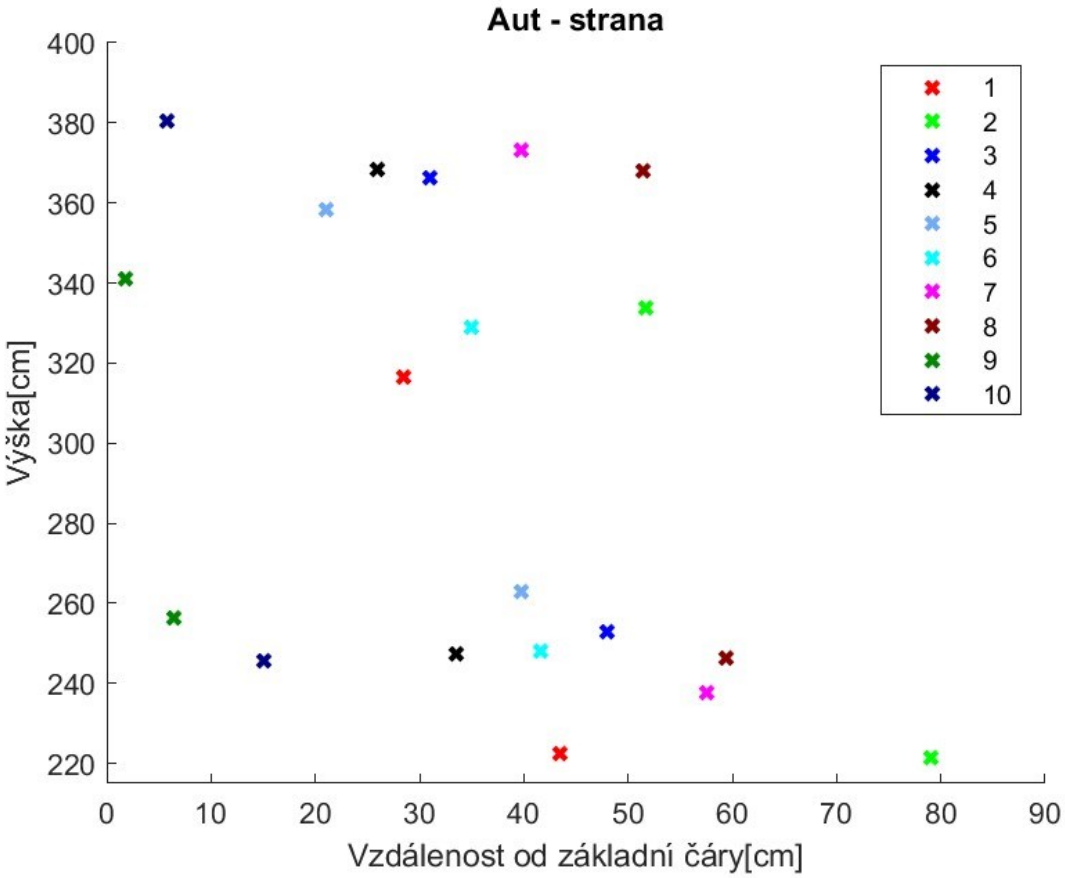
Graf č. 4 - průměrné vzdálenosti zásahu míčů + vrcholy nadhozu – dobré

5.1.5.3 Průměrné vzdálenosti zásahu míčů a vrcholy nadhozu – aut-dlouhý



Graf č. 5 - průměrné vzdálenosti zásahu míčů + vrcholy nadhozu – aut – dlouhý

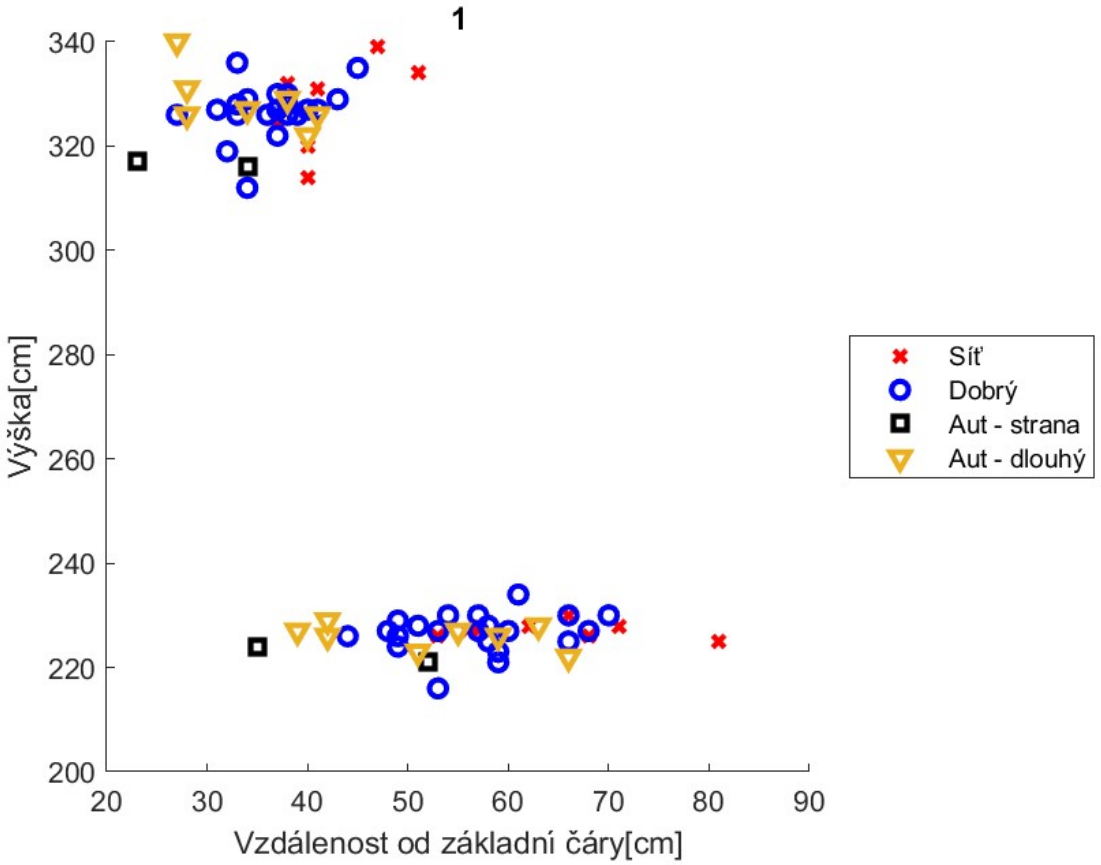
5.1.5.4 Průměrné vzdálenosti zásahu míčů a vrcholy nadhozu – aut-strana



Graf č. 6 - průměrné vzdálenosti zásahu míčů + vrcholy nadhozu – aut – strana

5.2 Hráčka č. 1 – závodní hráčka

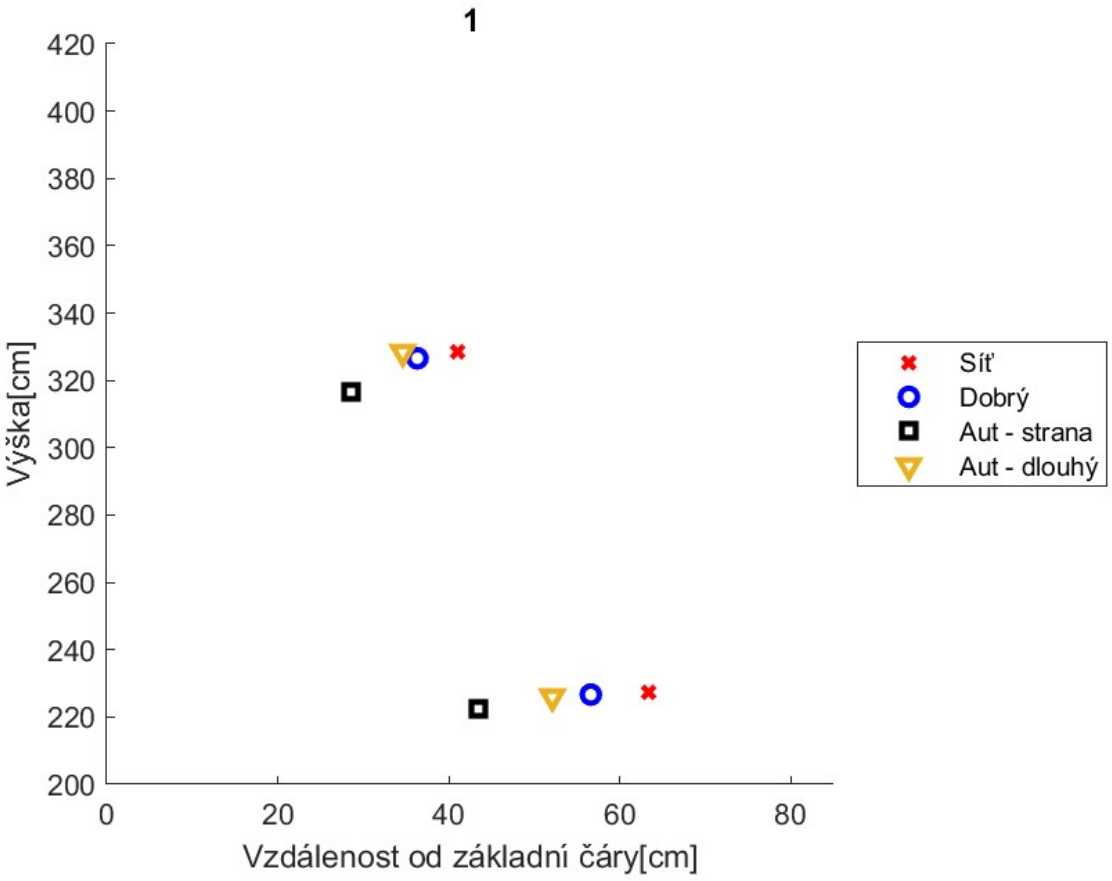
Hráčka č. 1 si nadhazovala i zasahovala míče nejblíže u základní čáry, které skončily v autu na straně. Poté následovaly míče, které skončily v autu jako dlouhé, následně dobré, tedy skončily v kurtu a míče, které skončily v síti byly zasaženy nejvíce před sebou čili v největší vzdálenosti od základní čáry (viz graf č. 8). Tato hráčka měla oproti ostatním závodním hráčkám relativně velké rozpětí, jak u vrcholu nadhozu, tak u zásahu míčů, jak se možné vidět na ose X v grafu č. 1, jedná se přesně o 12,6 cm u nadhozu a o 19,9 cm u zásahu míče (viz tabulka č. 10 a č. 12). Dále měla ze všech testovaných hráček nejmenší počet podání, které skončily v autu-strana, jedná se o pouhá 2 podání (viz tabulka č. 10).



Graf č. 7 - jednotlivé body zásahů míčů + vrcholy nadhozu – hráčka č. 1

Podání	Síť		Dobré		Aut - dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Průměrné hodnoty	63,4	227,2	56,6	226,7	52,1	226,0	43,5	222,5
SD	9,0	1,5	7,1	3,7	9,6	2,2	12,0	2,1
Počet podání	9		21		8		2	

Tabulka č. 10 - průměrné hodnoty hráčky č. 1 + počet podání



Graf č. 8 - průměrné zásahy míčů + průměrné vrcholy nadhozu – hráčka č. 1

Rychlost podání	
Průměrná rychlost	**144,7**
SD	3,9

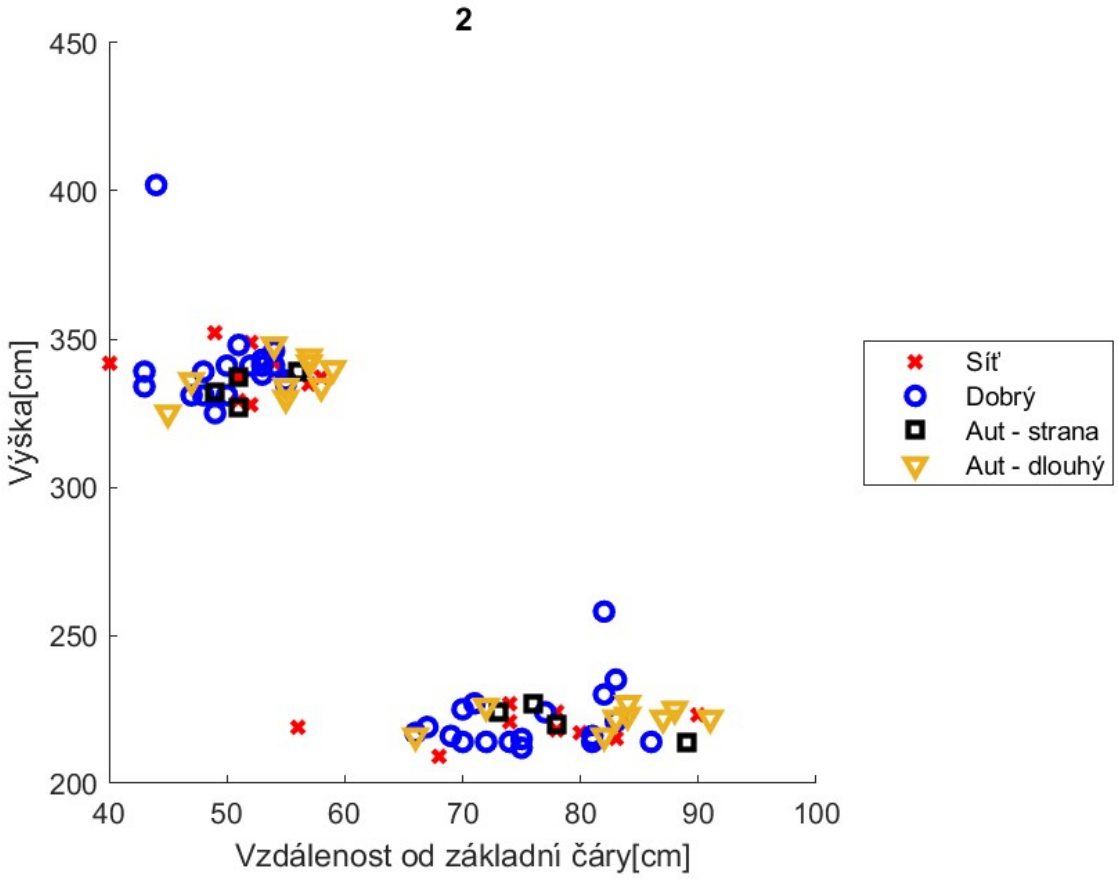
Tabulka č. 11 - průměrná rychlost podání

Vrchol nadhozu	Síť		Dobré		Aut – dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Průměrné hodnoty	41,1	328,3	36,3	326,6	34,6	328,4	28,5	316,8
SD	4,8	7,6	4,2	5,1	6,2	5,4	7,8	0,7

Tabulka č. 12 - průměrné hodnoty hráčky č. 1 - vrcholy nadhozu

5.3 Hráčka č. 2 – závodní hráčka

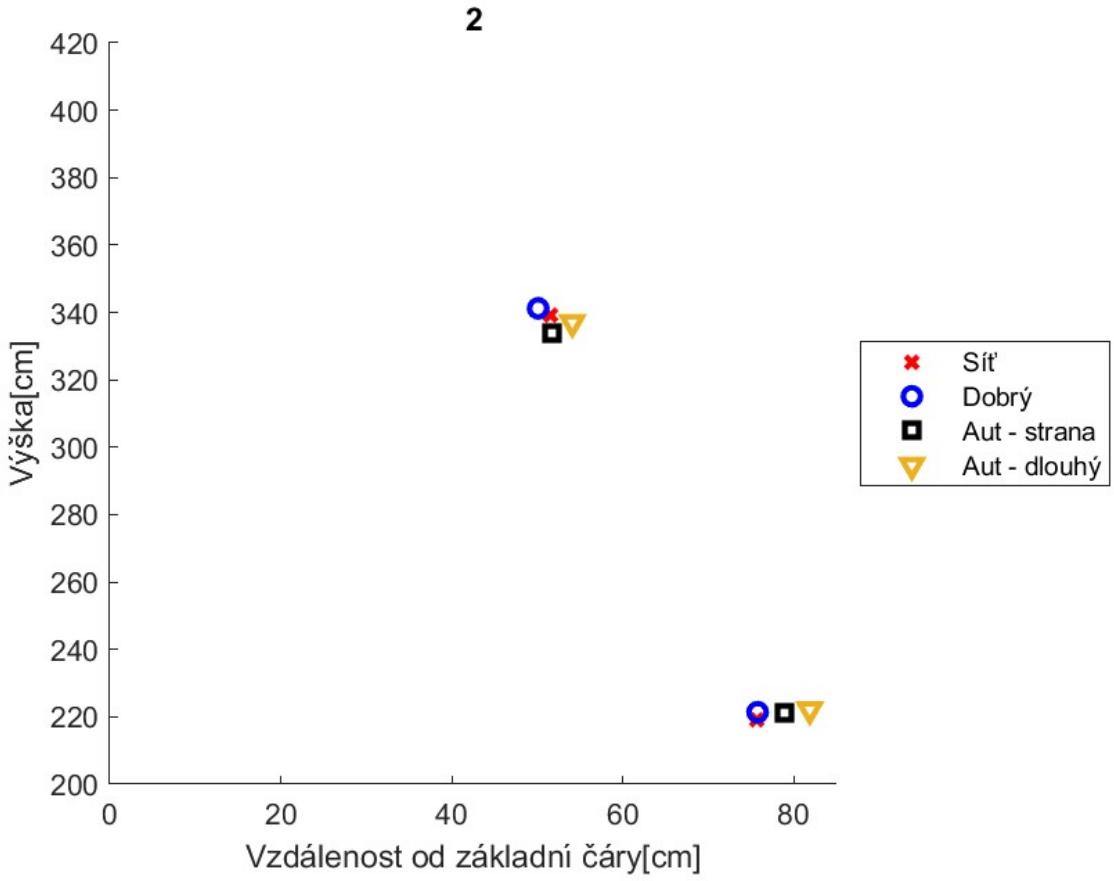
Hráčka č. 2 měla nadhozy u míčů, které následně skončily v kurtu jako dobré, ze všech hráček nejblíže k základní čáře, jak je možné vidět na ose X. Naopak nejvzdálenější nadhozy od základní čáry skončily jako dlouhé v autu (viz graf č. 10). Tato hráčka měla nejmenší rozpětí mezi jednotlivými podáními na ose X jak u nadhozu, kde se jedná o 19 cm, tak i zásahu podání, kde se jedná o 35 cm. Naopak na ose Y se u obou případů jednalo o největší rozpětí. U vrcholu nadhozu jde o 77 cm a u zásahu podání o 49 cm (viz graf č. 9).



Graf č. 9 - jednotlivé body zásahů míčů + vrcholy nadhozu – hráčka č. 2

Podání	Síť		Dobré		Aut - dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Průměrné hodnoty	75,7	219,2	75,8	221,4	81,9	222,1	79,0	221,3
SD	9,6	5,4	6,3	11,2	8,0	3,9	6,0	11,2
Počet podání	9		18		9		4	

Tabulka č. 13 - průměrné hodnoty hráčky č. 2 + počet podání



Graf č. 10 - průměrné zásahy míčů + průměrné vrcholy nadhozu – hráčka č. 2

Rychlost podání	
Průměrná rychlost	**144,4**
SD	6,8

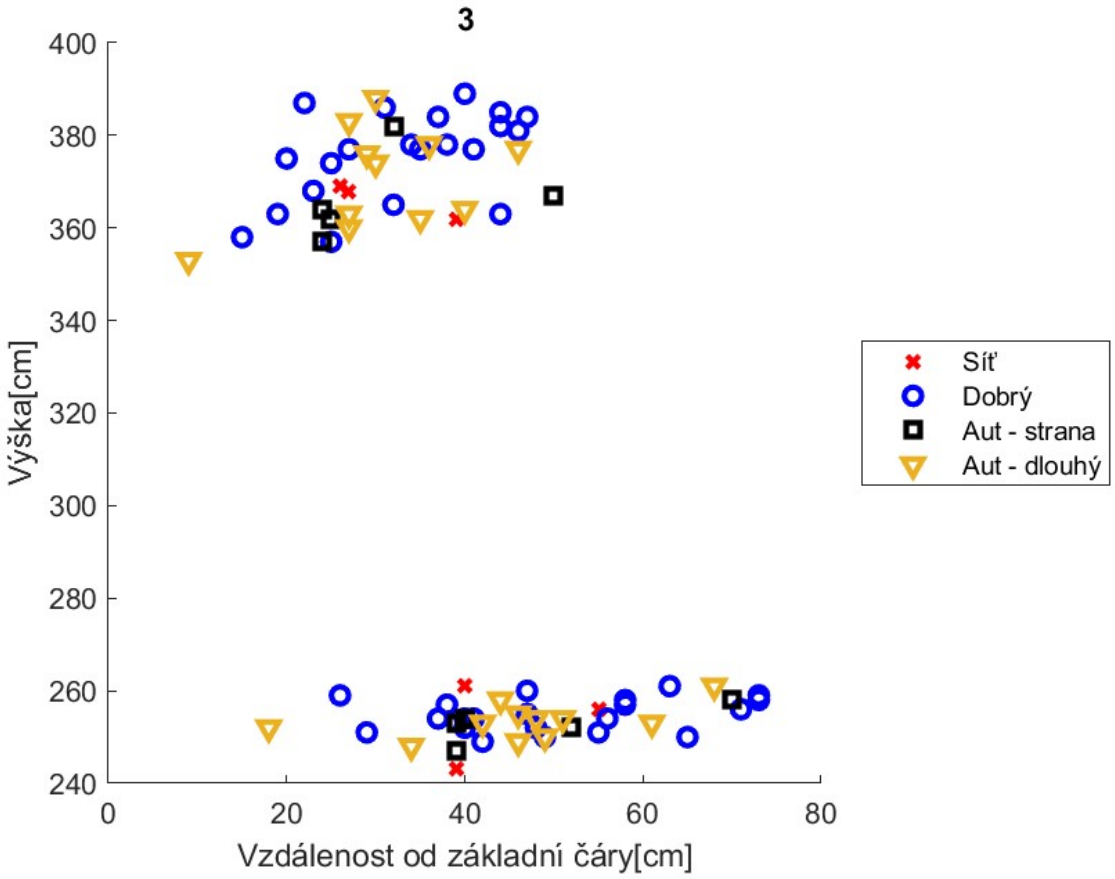
Tabulka č. 14 - průměrná rychlost podání

Vrchol nadhozu	Síť		Dobré		Aut – dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Průměrné hodnoty	51,6	339,0	50,1	341,2	54,1	337,0	51,8	333,8
SD	5,2	8,2	4,0	16,2	4,9	7,2	3,0	5,4

Tabulka č. 15 - průměrné hodnoty hráčky č. 2 - vrcholy nadhozu

5.4 Hráčka č. 3 – závodní hráčka

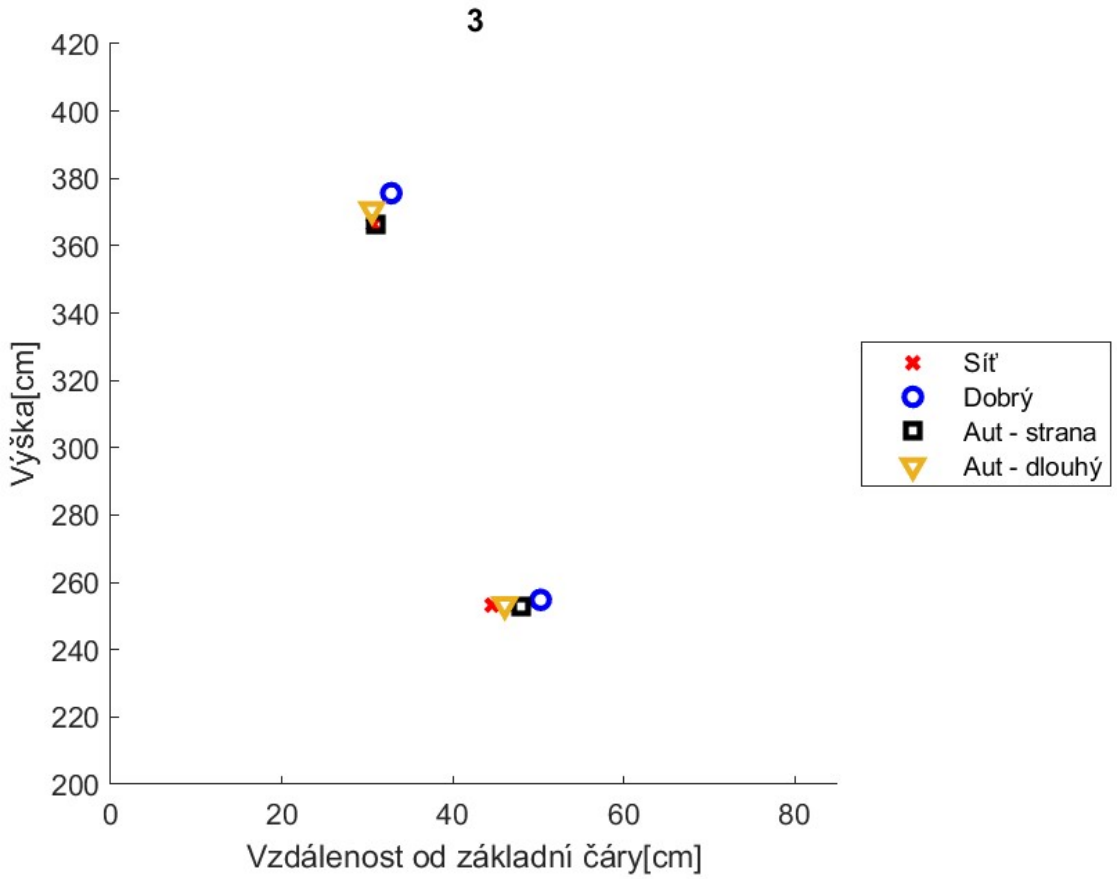
Hráčka č. 3 společně s hráčkou č. 2 zasahovaly jako jediné míče nejblíže u základní čáry, které následně skončily v síti. Měla rovněž velice stabilní výšku, ve které zasahovala svá podání, jak je možné vidět na ose X v grafu č. 12.



Graf č. 11 - jednotlivé body zásahů míčů + vrcholy nadhozu – hráčka č. 3

Podání	Síť		Dobré		Aut - dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Průměrné hodnoty	44,7	253,3	50,3	254,8	46,1	253,4	48,0	252,8
SD	9,0	9,3	13,7	3,6	13,0	3,8	13,5	4,0
Počet podání	3		21		11		5	

Tabulka č. 16 - průměrné hodnoty hráčky č. 3 + počet podání



Graf č. 12 - průměrné zásahy míčů + průměrné vrcholy nadhozu – hráčka č. 3

Rychlost podání	
Průměrná rychlost	**142,7**
SD	6,7

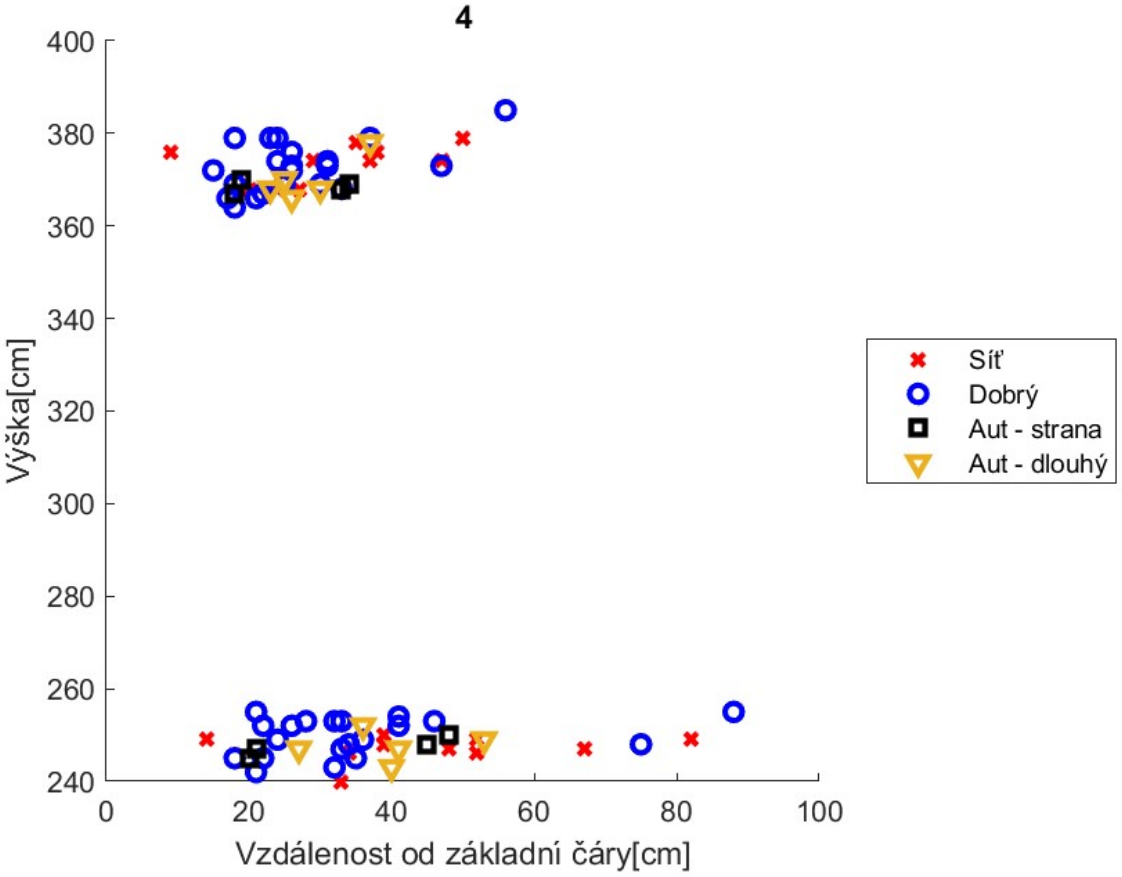
Tabulka č. 17 - průměrná rychlost podání

Vrchol nadhozu	Síť		Dobré		Aut – dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Průměrné hodnoty	366,3	30,7	375,6	32,8	370,7	30,5	366,4	31,0
SD	3,8	7,2	9,7	9,9	10,9	9,5	9,4	11,1

Tabulka č. 18 - průměrné hodnoty hráčky č. 3 - vrcholy nadhozu

5.5 Hráčka č. 4 – závodní hráčka

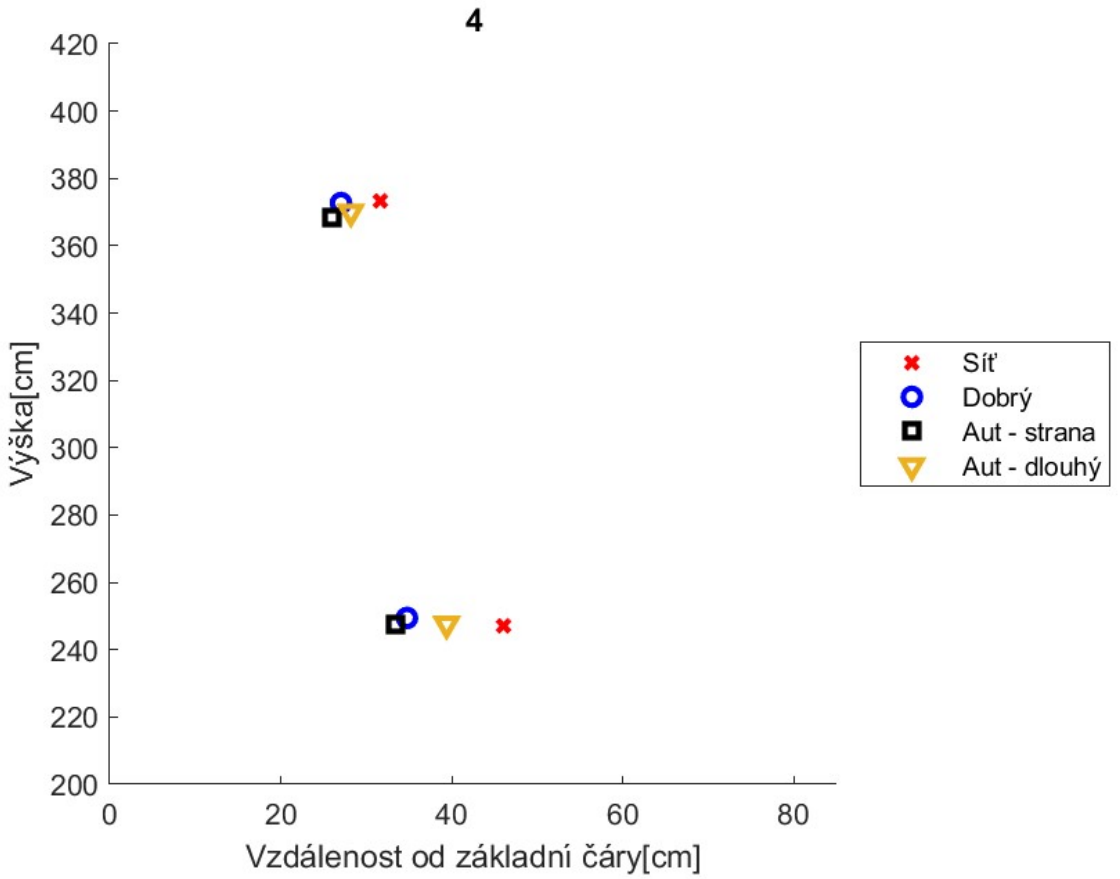
Hráčka č. 4 měla společně s hráčkou č. 5 nejvíce zkažených podání, které letěly do sítě, konkrétně 10 (viz tabulka č. 19). Ze všech závodních hráček podávala tato hráčka nejpomaleji, její průměrná rychlost podání činila 136,5±4,4 km/h (viz tabulka č. 20). Dále měla největší rozpětí mezi jednotlivými podáními na ose X jak u nadhozu, kde se jedná o 47 cm, tak i zásahu podání, kde se jedná o 74 cm (viz graf č. 13).



Graf č. 13 - jednotlivé body zásahů míčů + vrcholy nadhozu – hráčka č. 4

Podání	Síť		Dobré		Aut - dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Průměrné hodnoty	46,0	247,1	34,8	249,4	39,4	247,6	33,5	247,5
SD	19,0	2,8	17,4	4,1	9,4	3,3	15,1	2,1
Počet podání	10		21		5		4	

Tabulka č. 19 - průměrné hodnoty hráčky č. 4 + počet podání



Graf č. 14 - průměrné zásahy míčů + průměrné vrcholy nadhozu – hráčka č. 4

Rychlost podání	
Průměrná rychlost	**136,5**
SD	4,4

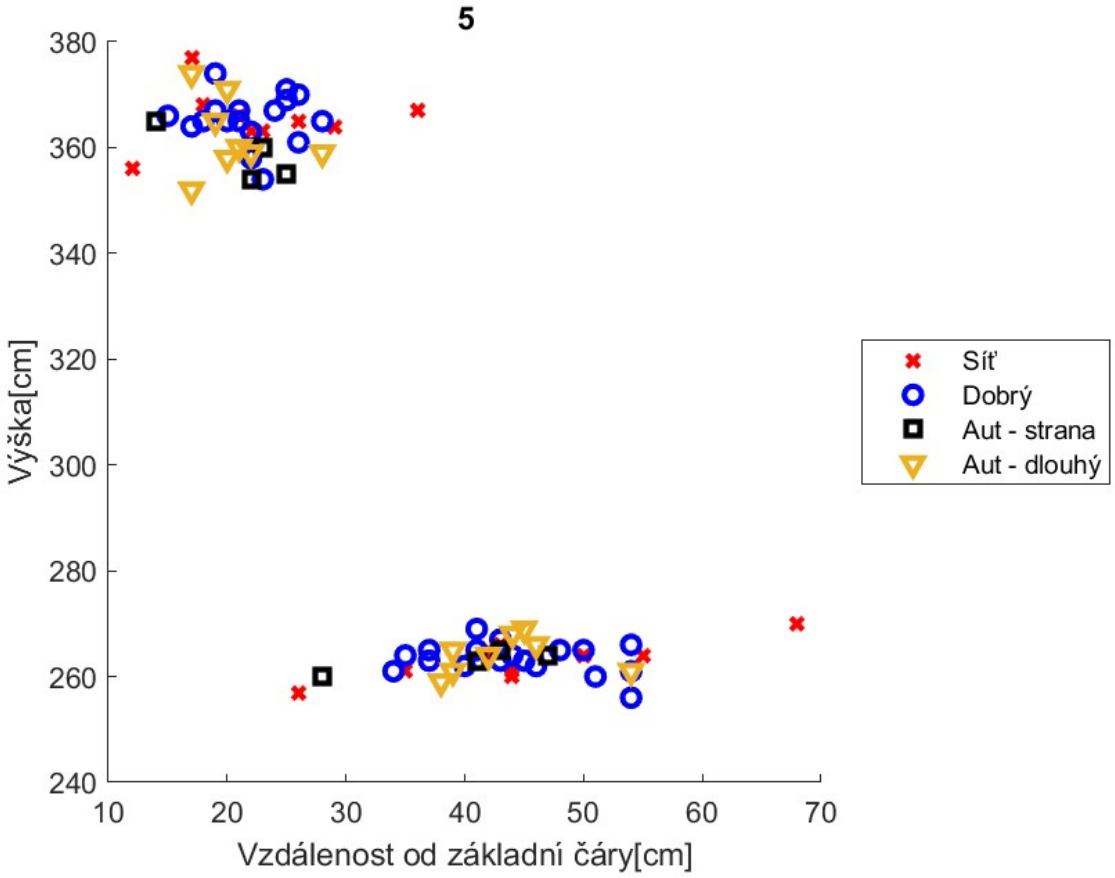
Tabulka č. 20 - průměrná rychlost podání

Vrchol nadhozu	Síť		Dobré		Aut – dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Průměrné hodnoty	31,6	373,5	27,0	372,7	28,2	370,0	26,0	368,5
SD	12,4	4,1	10,0	5,4	5,5	4,7	8,7	1,3

Tabulka č. 21 - průměrné hodnoty hráčky č. 4 - vrcholy nadhozu

5.6 Hráčka č. 5 – závodní hráčka

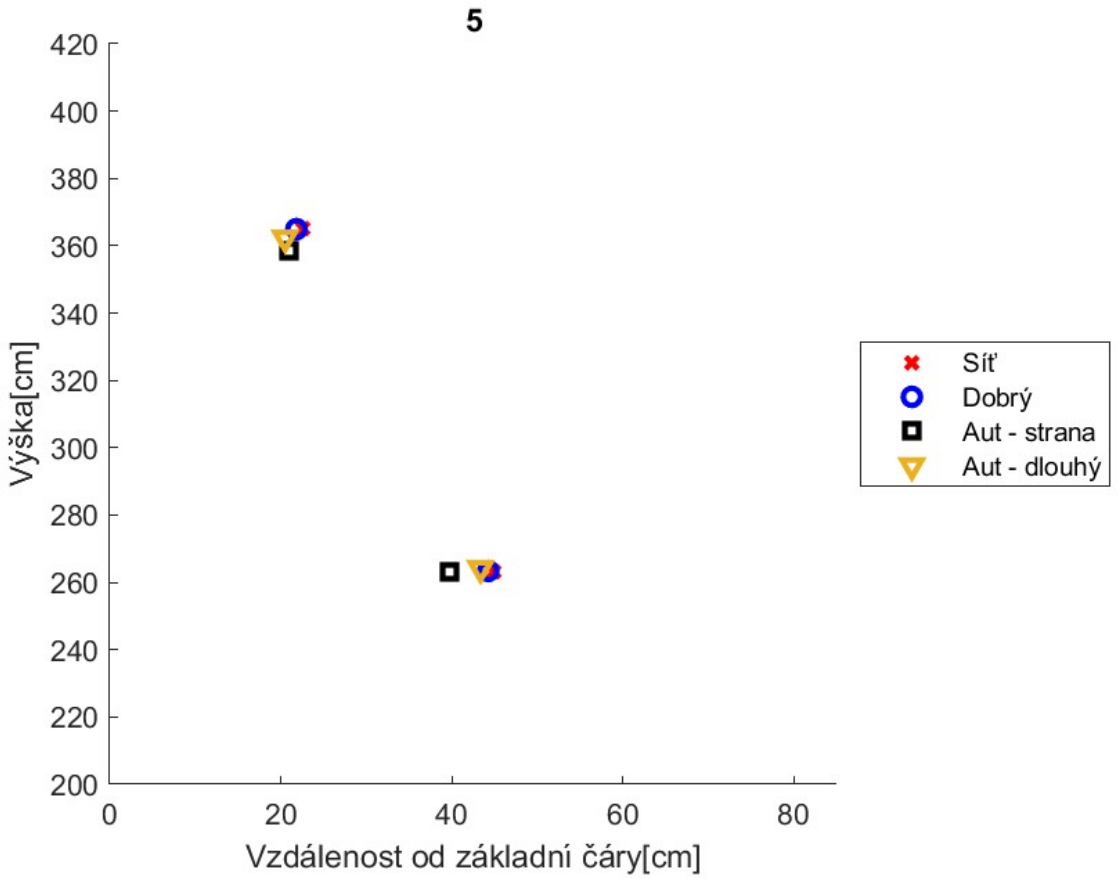
Hráčka č. 5 měla stejnou posloupnost zásahu podání i nadhozů jako hráčka č. 1 – nejblíže k základní čáře aut-strana, aut-dlouhý, dobré, síť (viz graf č. 16). Dále všechna svá podání zasahovala v takřka stejné výšce, je zde rozdíl pouze 1,1 cm mezi v průměru nejvýše zasaženými podáními, které skončily v autu jako dlouhé a mezi nejníže zasaženými, které skončily v autu-strana (viz tabulka č. 22).



Graf č. 15 - jednotlivé body zásahů míčů + vrcholy nadhozu – hráčka č. 5

Podání	Síť		Dobré		Aut - dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Průměrné hodnoty	44,9	263,2	44,3	263,4	43,4	264,1	39,8	263,0
SD	11,2	3,6	6,5	2,9	5,2	3,6	8,2	2,2
Počet podání	10		18		8		4	

Tabulka č. 22 - průměrné hodnoty hráčky č. 5 + počet podání



Graf č. 16 - průměrné zásahy míčů + průměrné vrcholy nadhozu – hráčka č. 5

Rychlost podání	
Průměrná rychlost	**146,6**
SD	3,2

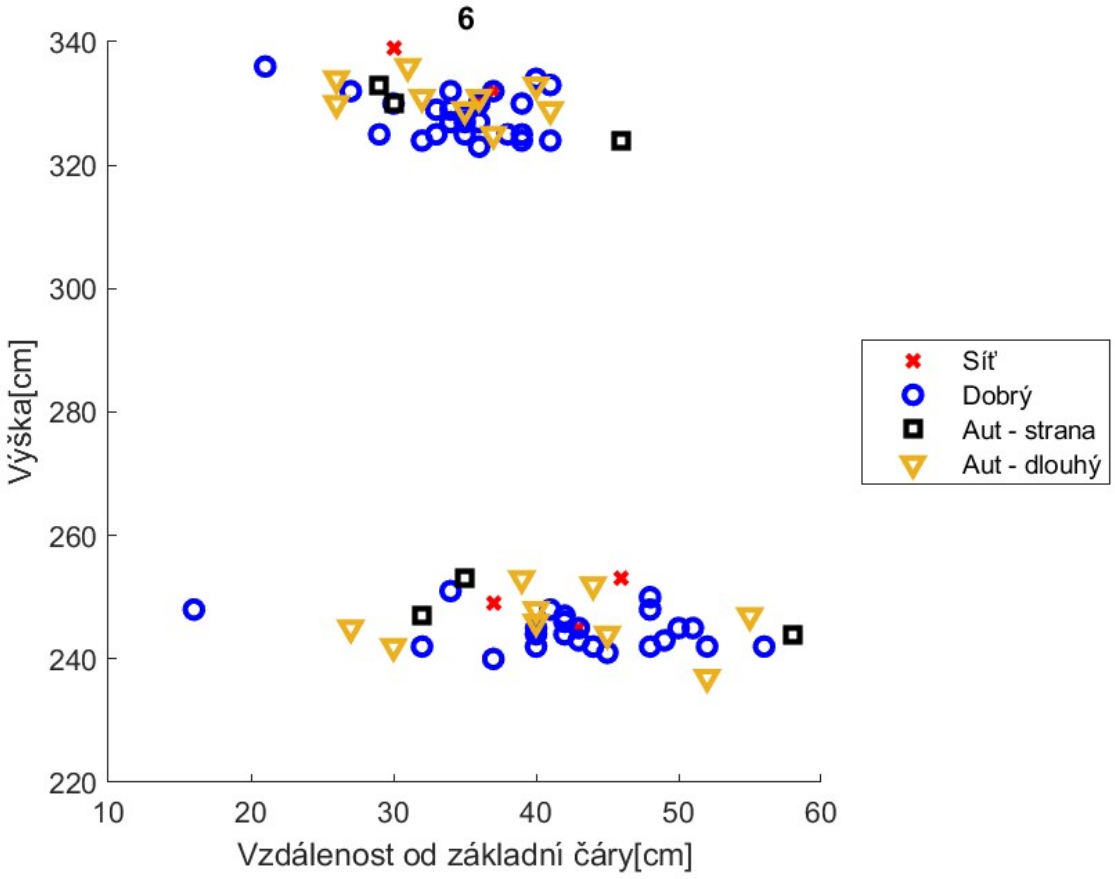
Tabulka č. 23 - průměrná rychlost podání

Vrchol nadhozu	Síť		Dobré		Aut – dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Průměrné hodnoty	22,6	364,9	21,8	364,9	20,5	362,3	21,0	358,5
SD	6,7	5,5	3,5	4,9	3,5	7,3	4,8	5,1

Tabulka č. 24 - průměrné hodnoty hráčky č. 5 - vrcholy nadhozu

5.7 Hráčka č. 6 – závodní hráčka

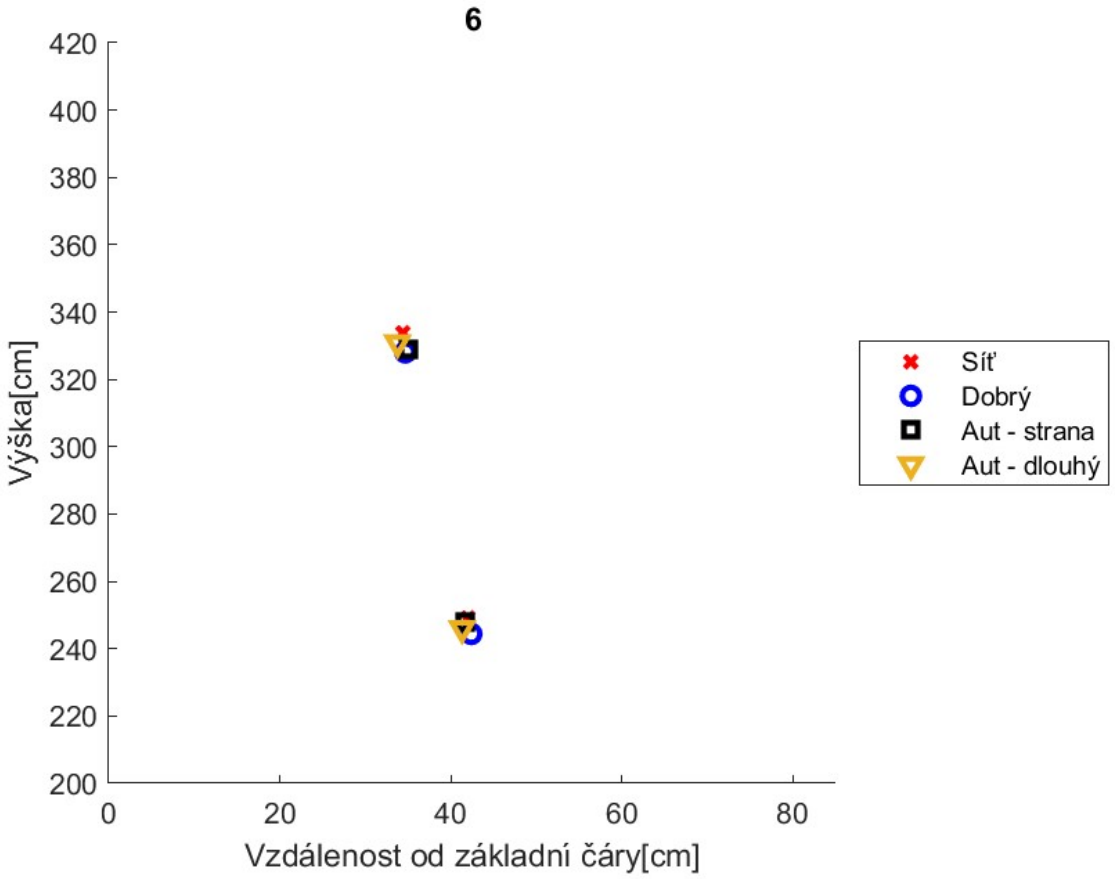
Hráčka č. 6 měla ze všech hráček nejrychlejší podání, které v průměru dosáhlo rychlosti 165±7,1 km/h. Dále měla nejvíce podání, která skončila v kurtu jako dobrá (viz tabulka č. 25). V grafu č. 18 je možné vidět, že měla velice stabilní a přesné nadhozy i zásahy podání, a to především na ose X. Jedná se o vůbec nejmenší rozpětí ze všech, konkrétně jde o rozpětí 1,1 cm u zásahu podání a u vrcholu nadhozu o 1,2 cm (viz tabulka č. 25 a č. 27).



Graf č. 17 - jednotlivé body zásahů míčů + vrcholy nadhozu – hráčka č. 6

Podání	Síť		Dobré		Aut - dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Průměrné hodnoty	42,0	249,0	42,4	244,4	41,3	246,0	41,7	248,0
SD	4,6	4,0	7,9	3,0	9,1	4,9	14,2	4,6
Počet podání	3		25		9		3	

Tabulka č. 25 - průměrné hodnoty hráčky č. 6 + počet podání



Graf č. 18 - průměrné zásahy míčů + průměrné vrcholy nadhozu – hráčka č. 6

Rychlost podání	
Průměrná rychlost	**165,0**
SD	7,1

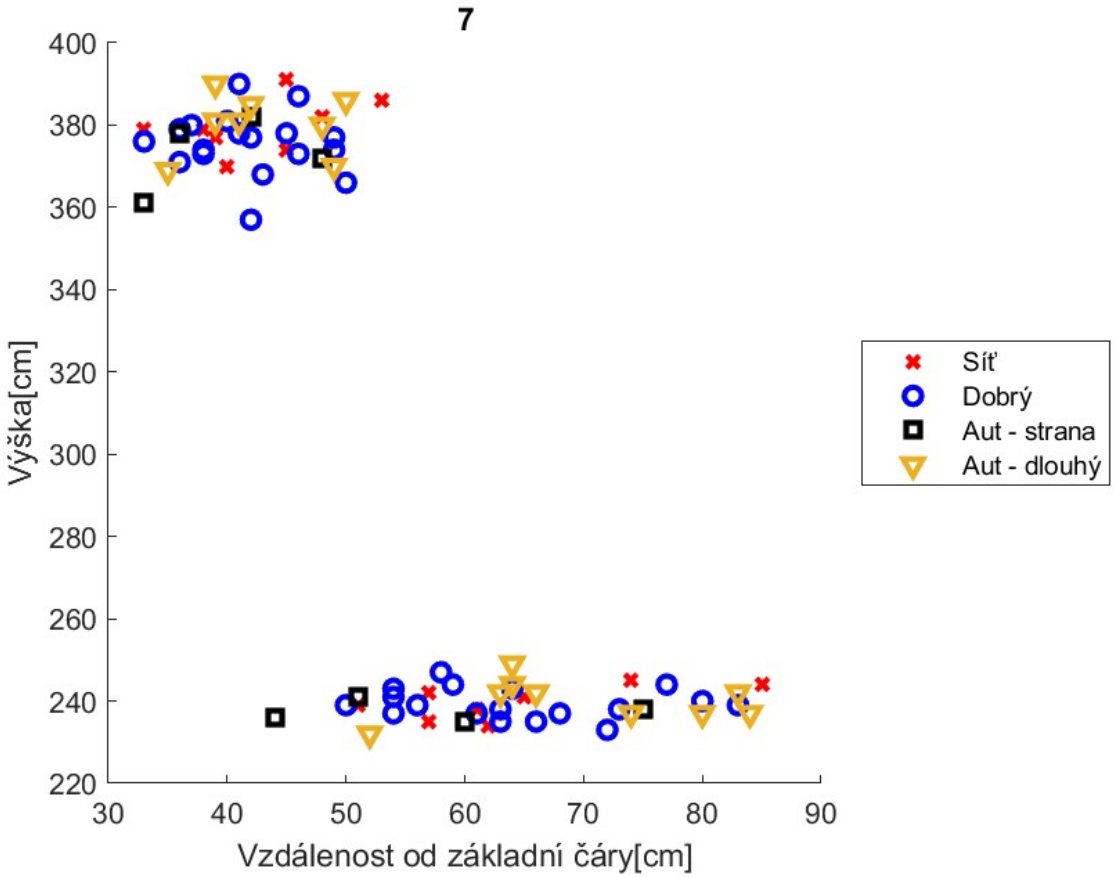
Tabulka č. 26 - průměrná rychlost podání

Vrchol nadhozu	Síť		Dobré		Aut – dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Průměrné hodnoty	34,3	334,0	34,7	328,0	33,8	330,9	35,0	329,0
SD	3,8	4,4	4,6	3,6	5,5	3,2	9,5	4,6

Tabulka č. 27 - průměrné hodnoty hráčky č. 6 - vrcholy nadhozu

5.8 Hráčka č. 7 – závodní hráčka

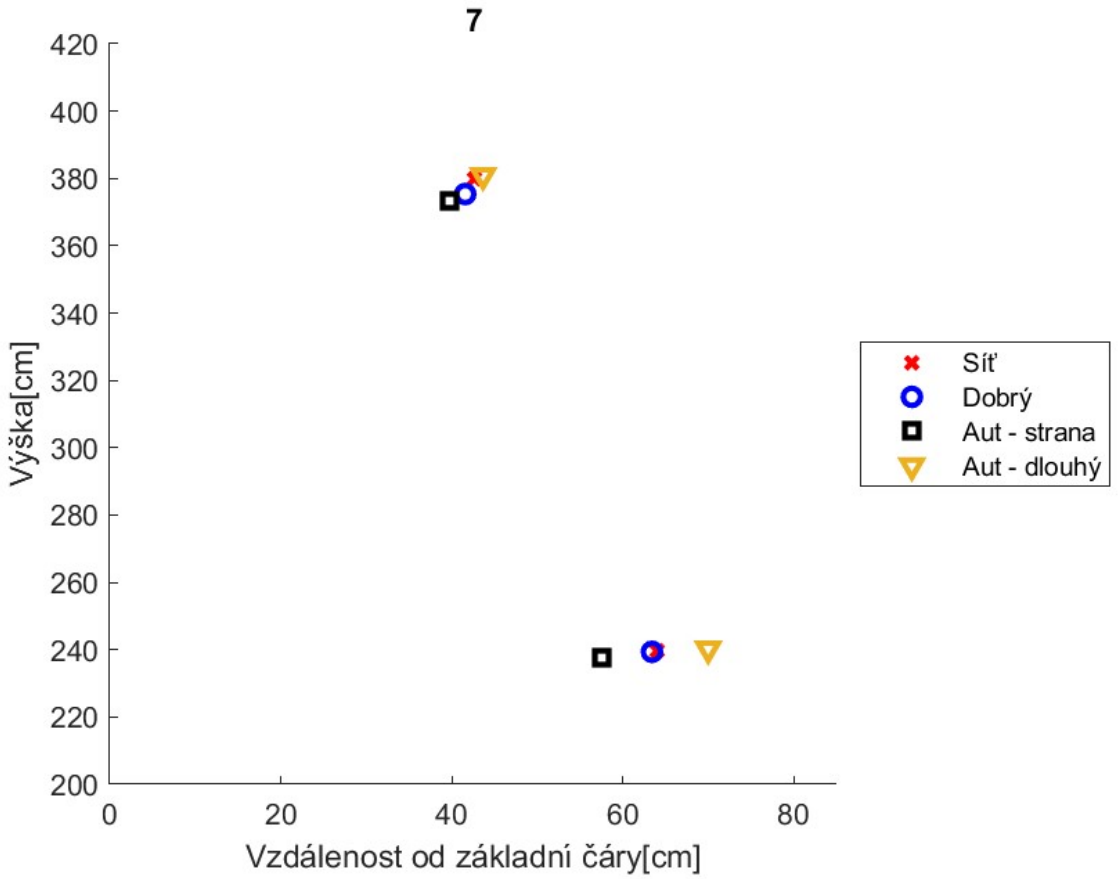
Společně s hráčkou č. 2 si jako jediné nadhazovaly i zasahovaly podání nejdále od základní čáry, která skončila v autu jako dlouhá (viz graf č. 20 a č. 10). Oproti ostatním hráčkám měla relativně velké rozpětí na ose X u zásahů podání, jedná se v průměru o 12,5 cm (viz tabulka č. 28).



Graf č. 19 - jednotlivé body zásahů míčů + vrcholy nadhozu – hráčka č. 7

Podání	Síť		Dobré		Aut - dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Průměrné hodnoty	64,0	239,8	63,4	239,4	70,0	240,2	57,5	237,5
SD	10,8	4,0	9,9	3,6	10,9	5,0	13,4	2,6
Počet podání	8		19		9		4	

Tabulka č. 28 - průměrné hodnoty hráčky č. 7 + počet podání



Graf č. 20 - průměrné zásahy míčů + průměrné vrcholy nadhozu – hráčka č. 7

Rychlost podání	
Průměrná rychlost	**153,0**
SD	7,3

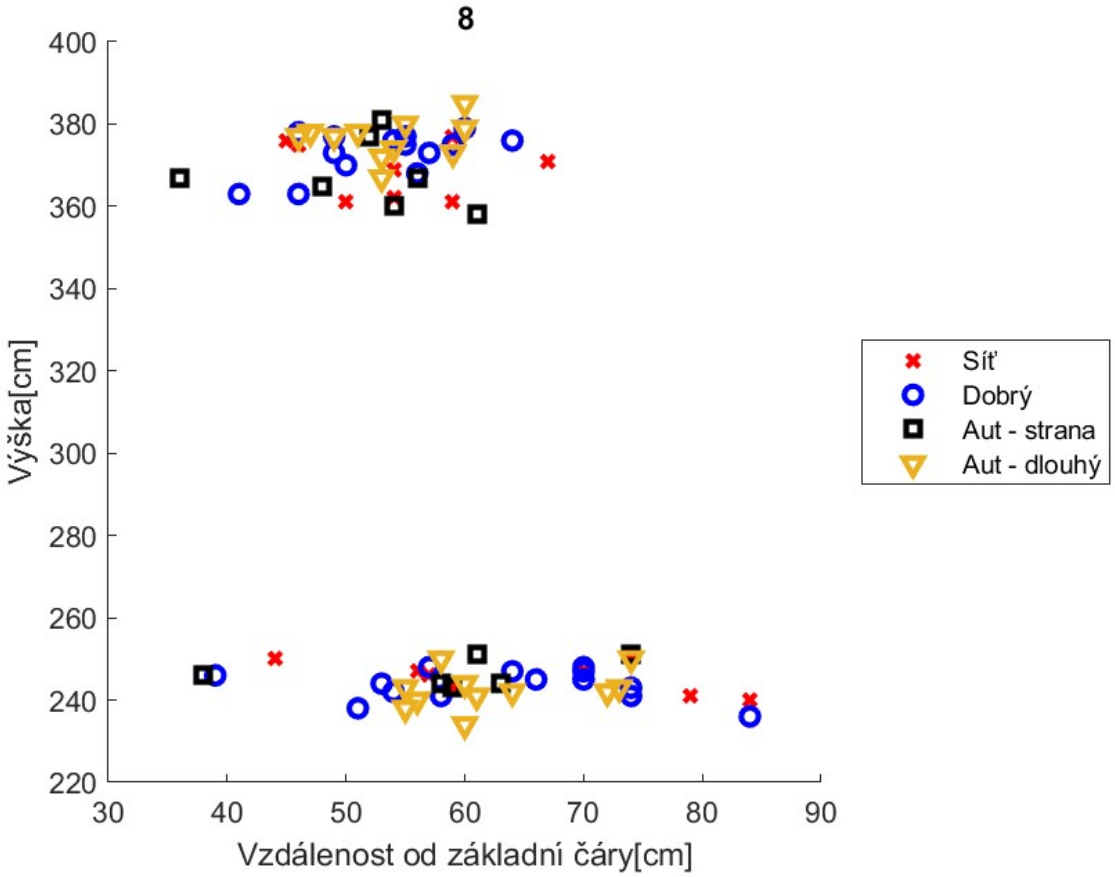
Tabulka č. 29 - průměrná rychlost podání

Vrchol nadhozu	Síť		Dobré		Aut – dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Průměrné hodnoty	42,6	379,8	41,6	375,4	43,7	380,9	39,8	373,3
SD	6,3	6,6	4,9	7,3	5,7	7,2	6,7	9,1

Tabulka č. 30 - průměrné hodnoty hráčky č. 7 - vrcholy nadhozu

5.9 Hráčka č. 8 – závodní hráčka

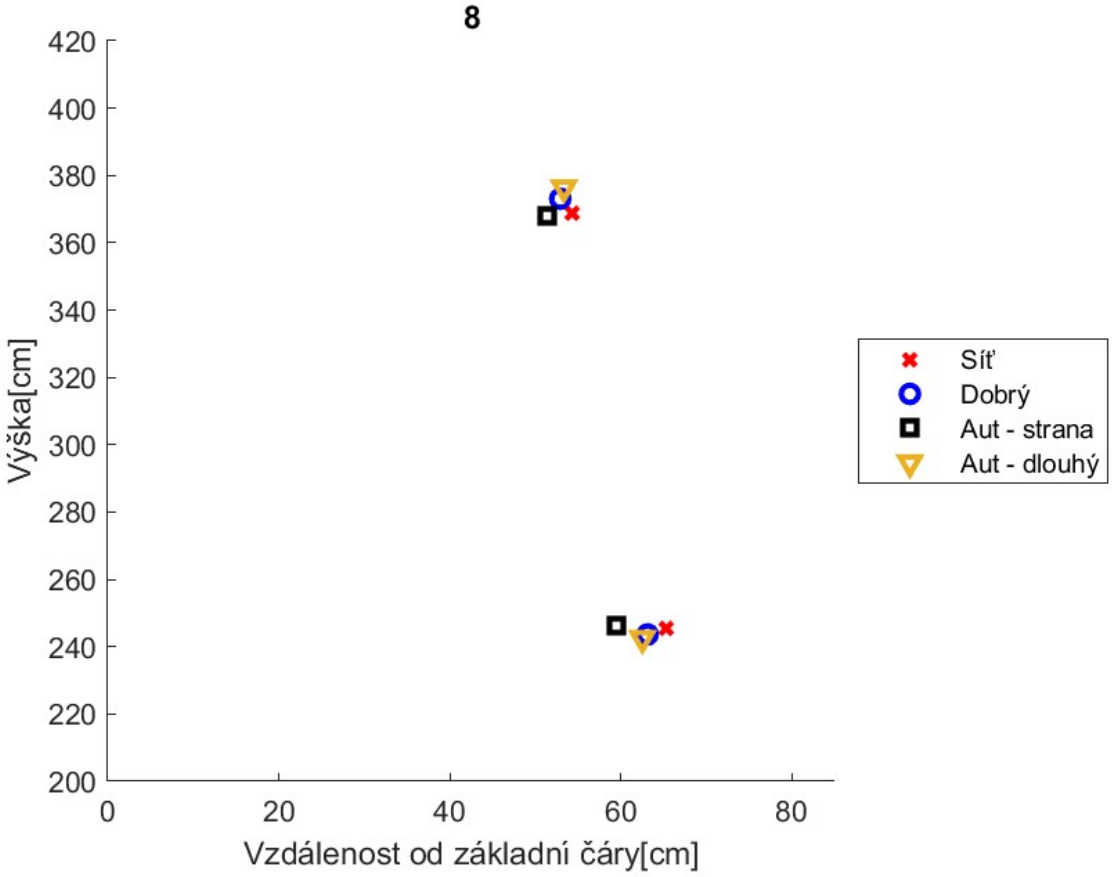
Tato hráčka měla společně s hráčkou číslo 3 nejvíce zkažených míčů, které skončily v autu jako dlouhé (viz tabulka č. 31). Co se týče rozpětí u vrcholu nadhozů nebo u zásahů míčů, tak v tomto směru nebylo oproti ostatním hráčkám její podání či nadhozy nijak zvlášť výrazné, tedy byly průměrné.



Graf č. 21 - jednotlivé body zásahů míčů + vrcholy nadhozu – hráčka č. 8

Podání	Síť		Dobré		Aut - dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Průměrné hodnoty	65,4	245,5	63,1	243,6	62,5	242,5	59,4	246,1
SD	13,5	3,8	11,8	3,7	7,2	4,7	10,8	3,4
Počet podání	8		14		11		7	

Tabulka č. 31 - průměrné hodnoty hráčky č. 8 + počet podání



Graf č. 22 - průměrné zásahy míčů + průměrné vrcholy nadhozu – hráčka č. 8

Rychlost podání	
Průměrná rychlost	**145,2**
SD	3,1

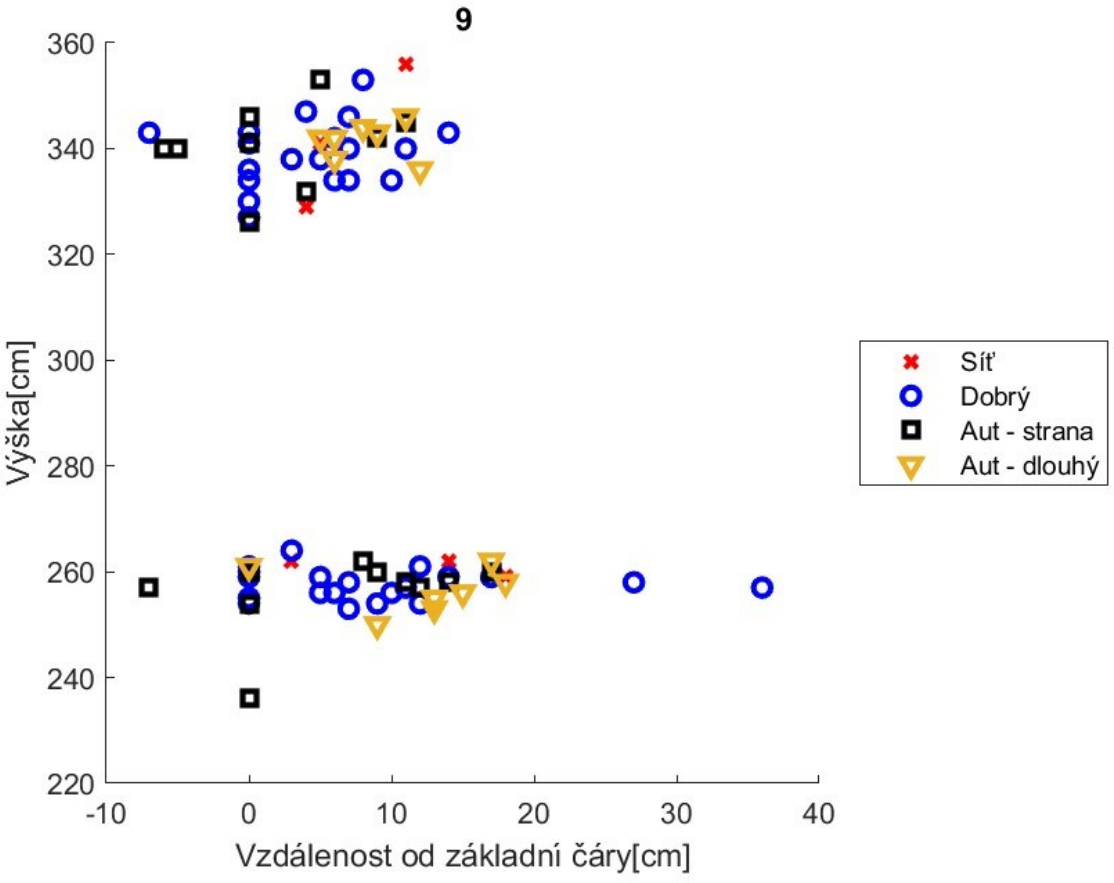
Tabulka č. 32 - průměrná rychlost podání

Vrchol nadhozu	Síť		Dobré		Aut – dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Průměrné hodnoty	54,3	369,0	52,9	373,1	53,4	376,4	51,4	367,9
SD	7,4	6,9	6,3	5,2	4,9	4,7	7,9	8,4

Tabulka č. 33 - průměrné hodnoty hráčky č. 8 - vrcholy nadhozu

5.10 Hráčka č. 9 – rekreační hráčka

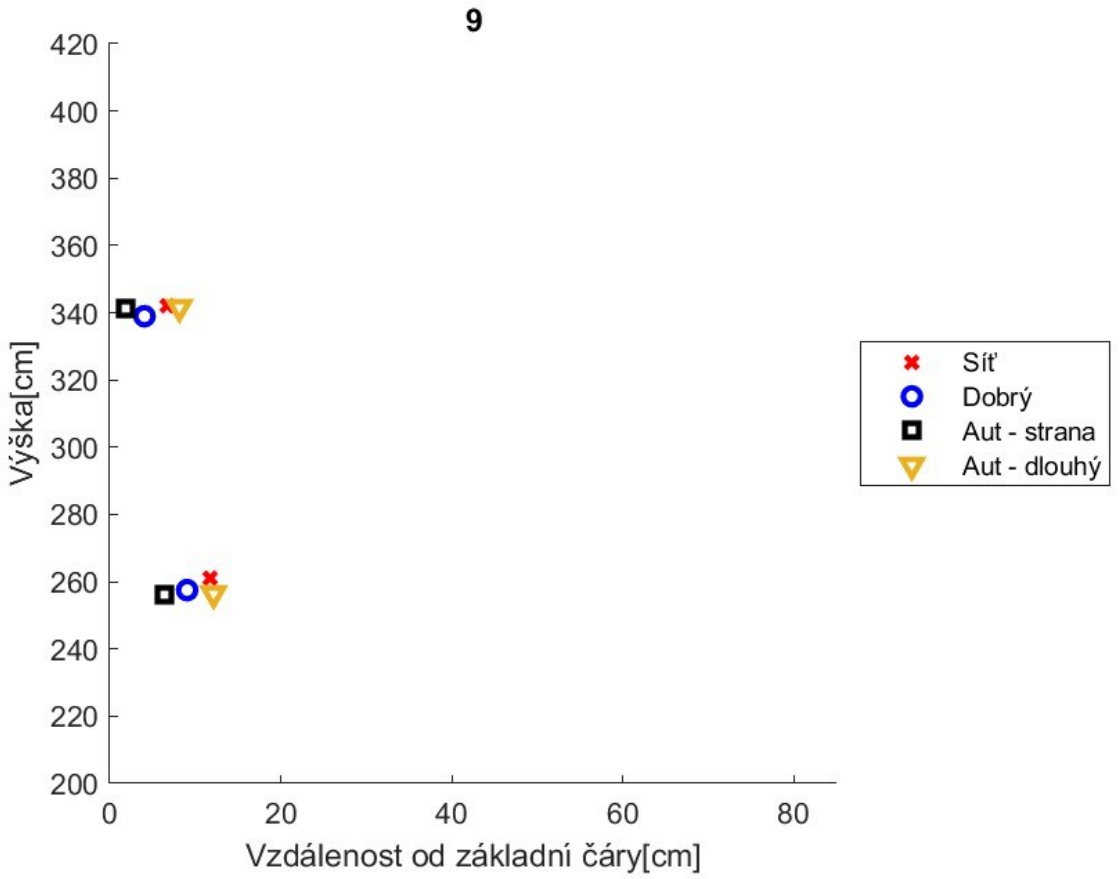
Hráčka č. 9 zasahovala ze všech testovaných míče nejvíce u těla tedy nejblíže u základní čáry, stejně je tomu tak i u nadhozu, jak je možné vidět v grafu č. 24. Dále měla ze všech hráček nejvíce stabilní výšku nadhozu, je zde rozpětí pouhé 3 cm mezi v průměru nejvyššími nadhozy, u kterých následně podání skončila v síti a mezi nejnižšími nadhozy, u kterých podání skončila v kurtu jako dobrá (viz tabulka č. 36). Celkově měla daleko stabilnější nadhoz i zásahy podání než druhá rekreační hráčka. Zároveň ale měla nejvíce zkažených míčů, které skončily v autu-strana (viz tabulka č. 34).



Graf č. 23 - jednotlivé body zásahů míčů + vrcholy nadhozu – hráčka č. 9

Podání	Síť		Dobré		Aut - dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Průměrné hodnoty	11,7	261,0	8,9	257,3	12,1	256,4	6,4	256,2
SD	7,8	1,7	9,6	2,8	6,1	4,3	7,7	7,4
Počet podání	3		20		7		10	

Tabulka č. 34 - průměrné hodnoty hráčky č. 9 + počet podání



Graf č. 24 - průměrné zásahy míčů + průměrné vrcholy nadhozu – hráčka č. 9

Rychlost podání	
Průměrná rychlost	**133**
SD	4,9

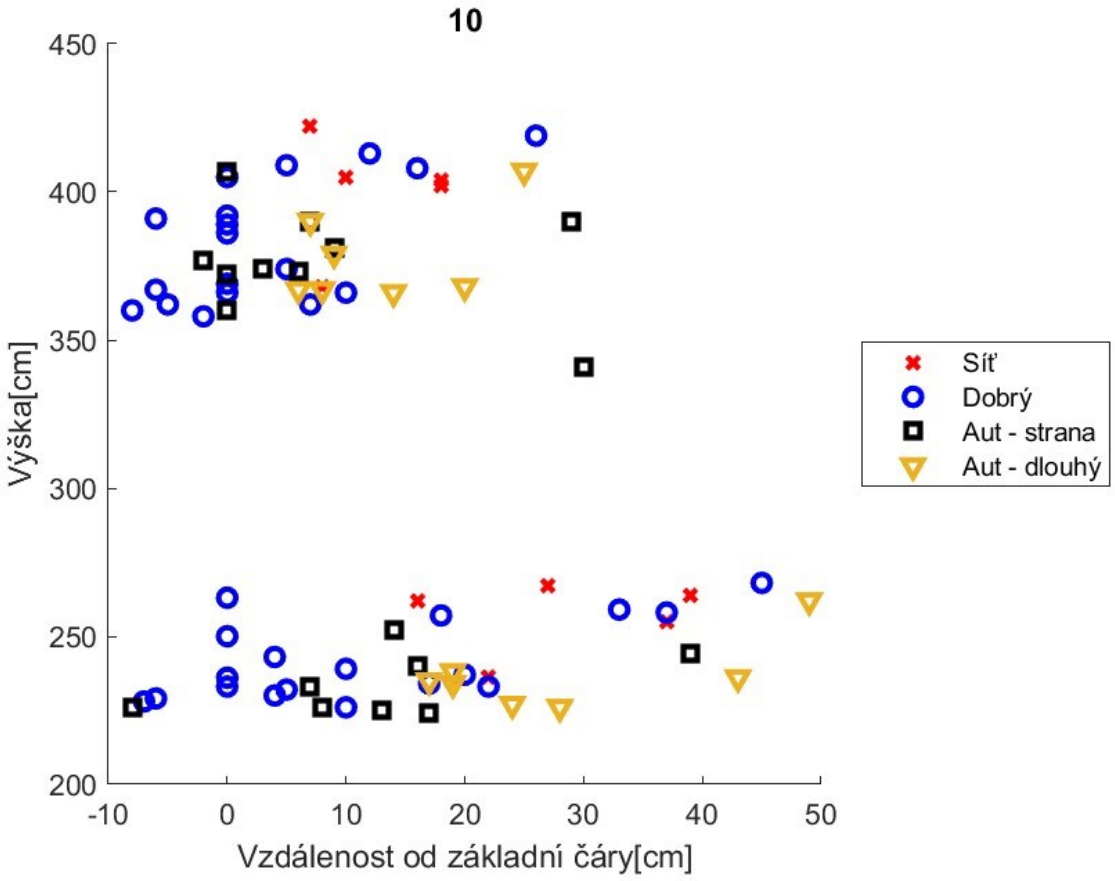
Tabulka č. 35 - průměrná rychlost podání

Vrchol nadhozu	Síť		Dobré		Aut – dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Průměrné hodnoty	6,7	342,0	4,1	339,0	8,1	341,6	1,8	341,1
SD	3,8	13,5	5,0	6,1	2,7	3,5	5,5	7,6

Tabulka č. 36 - průměrné hodnoty hráčky č. 9 – vrcholy nadhozu

5.11 Hráčka č. 10 – rekreační hráčka

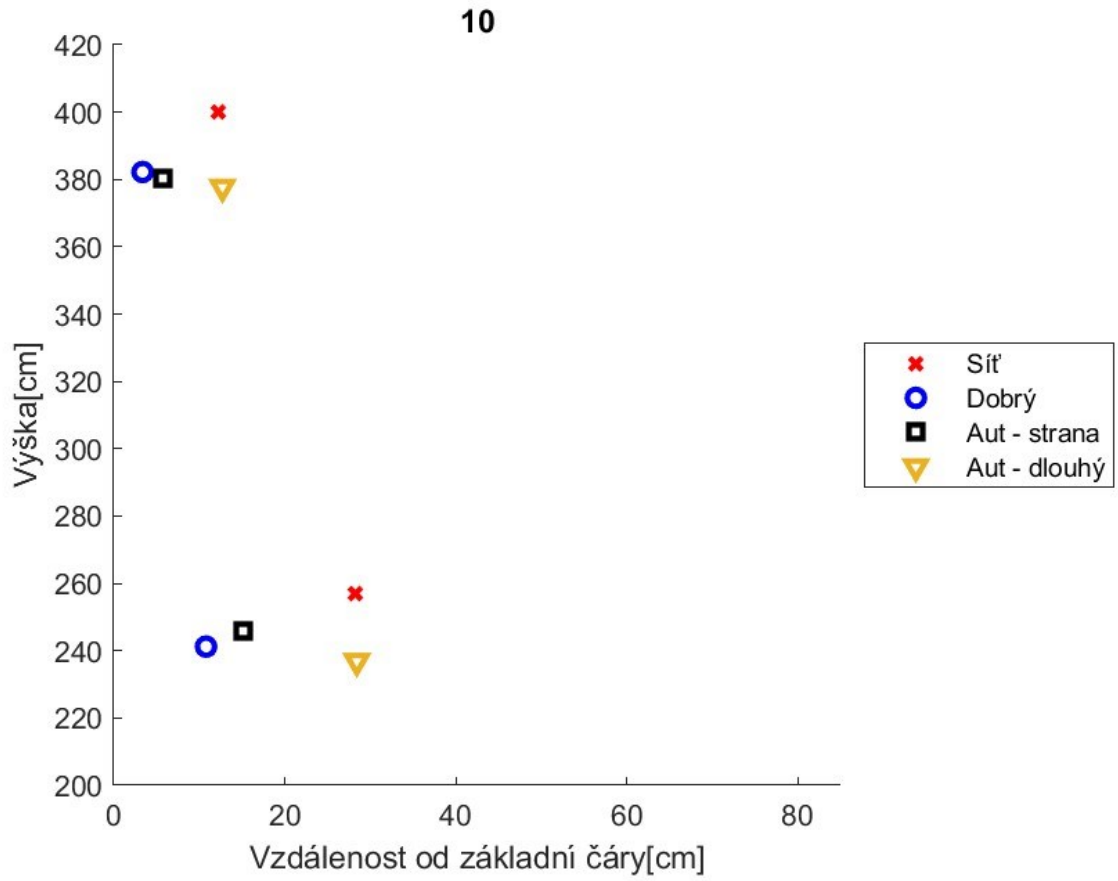
Tato rekreační hráčka měla ze všech testovaných nejvyšší nadhoz (viz graf č. 25). Vůbec nejvyšší nadhoz dosáhl výšky 422 cm. Stejně jako hráčka č. 9 si nadhazovala i zasahovala některá podání „za sebou“, tedy za základní čárou, což se u žádné ze závodních hráček nestalo. Tato hráčka jako jediná zasahovala v průměru svá podání nejblíže u základní čáry ta podání, která následně skončila v kurtu jako dobrá (viz graf č. 26). Stejně je tomu i u nadhozu, kdy míče, které byly nadhozeny nejblíže k tělu skončily jako dobré, nicméně tento případ se vyskytuje i u hráčky č. 2 (viz graf č. 10). Tato hráčka měla nejpomalejší podání ze všech testovaných, průměrná rychlost jejích podání činila 129,3±3,4 km/h (viz tabulka č. 38).



Graf č. 25 - jednotlivé body zásahů míčů + vrcholy nadhozu – hráčka č. 10

Podání	Síť		Dobré		Aut - dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Průměrné hodnoty	28,2	256,8	10,8	241,2	28,4	236,9	15,1	245,7
SD	9,8	12,4	15,2	13,5	12,7	12,0	13,5	37,1
Počet podání	5		19		7		9	

Tabulka č. 37 - průměrné hodnoty hráčky č. 10 + počet podání



Graf č. 26 - průměrné zásahy míčů + průměrné vrcholy nadhozu – hráčka č. 10

Rychlost podání	
Průměrná rychlost	**129,3**
SD	3,4

Tabulka č. 38 - průměrná rychlost podání

Vrchol nadhozu	Síť		Dobré		Aut – dlouhý		Aut – strana	
Osy	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Průměrné hodnoty	12,2	400,7	3,4	382,2	12,7	377,7	5,8	380,4
SD	5,4	19,7	8,6	20,5	7,3	15,7	9,5	13,6

Tabulka č. 39 - průměrné hodnoty hráčky č. 10 - vrcholy nadhozu

6 DISKUSE

Cílem této diplomové práce bylo provést kinematickou analýzu a zjistit, jak velký vliv má nadhoz na úspěšnost prvního podání. Dále byly pro zajímavost porovnány výsledky žen s výsledky mužů, kteří byli testováni v rámci bakalářské práce (Hrychová, 2022).

U závodních hráček byla zjištěna věcná významnost, a to u vrcholu nadhozu i u zásahu míče, tedy v bodě, kdy hráčky raketa přišla do prvního kontaktu s míčem. V obou těchto případech, tedy na ose X a na ose Y dosahovaly hráčky hodnot buďto žádného nebo pouze malého efektu. Díky této informaci jsme došli k odpovědi ke druhé výzkumné otázce, která zjišťovala, zda bude významný rozdíl v zásahu u závodních hráček mezi dobrým podáním a mezi podáním, které dopadne do sítě. Podání, která skončila v síti zasahovaly závodní hráčky o pouhých 1,4 cm více vepředu, ve větší vzdálenosti od základní čáry než podání, které dopadlo do kurtu jako dobrá, jedná se o osu X. Na ose Y je tento rozdíl ještě menší, jde o rozdíl pouhých 0,3 cm.

Při porovnání rekreačních a závodních hráček je na první pohled a z výsledků patrné, že celkové rozpětí jednotlivých zásahů i nadhozů je u závodních hráček menší, což může být způsobeno tím, že závodní hráčky mají lepší úroveň dovedností oproti rekreačním hráčkám, a tím pádem jsou schopné lépe koordinovat pohyb, např. natočení ramen nebo úhel rakety, nehledě na to, kam jejich nadhoz směřuje, jak se své studii popisují Whiteside et. al (2014). Dále je patrné, že nadhoz rekreačních hráček byl i v průměru vyšší než u závodních hráček. Tento vyšší nadhoz mohl být způsoben tím, že rekreační hráčky nemají tuto dovednost (podání) tak dobře koordinačně zvládnutou, mají horší odhad míče v nadhozu, proto potřebují „delší“ čas na provedení podání a nemají ho tak zautomatizovaný jako závodní hráčky. To by odpovídalo fázi automatizace motorického učení, kdy je dovednost plně osvojena mnohonásobným cvičením automatizace a jeho průběh se stane přesný a konstantní (Perič, 2010). Tuto nedostatečně rozvinutou fázi motorického učení (dovednost) ukazují i výsledky nadhozu rekreačních hráček, které v průměru dosahovaly větších výšek a nebyly tolik stabilní a přesné jako u závodních hráček. Co ale mají závodní i rekreační hráčky společné, je dodržení posloupnosti čili, pokud byla zasažena nejdále od základní čáry směrem k síti podání, která dopadla do sítě, tak že i nadhoz těchto míčů byl v největší

vzdálenosti od základní čáry. Díky tomuto zjištění jsme došli k odpovědi k výzkumné otázce č. 1.

Co se týče stanovených hypotéz, tak hypotéza č. 1, která zkoumala, zda podání závodních hráček budou v průměru zasahované ve větší vzdálenosti od základní čáry a ve větší výšce než u rekreačních hráček, se nám potvrdila jen částečně. Závodní hráčky v průměru zasahovaly svá podání o 38,3 cm více vepředu, tedy ve větší vzdálenosti od základní čáry než rekreační hráčky. Naopak se nám nepotvrdila druhá část hypotézy, tedy že závodní hráčky budou zasahovat svá podání ve větší výšce než rekreační hráčky. Rekreační hráčky svá podání zasahovaly v průměru o 8,8 cm výše než závodní hráčky. Některé nadhozy rekreačních hráček sahaly do mínusových hodnot čili byly nadhozeny a následně i zasaženy za základní čarou směrem od sítě. Raketa v tomto okamžiku je více otevřená, hlava rakety není tolik sklopená, jako když míč zasahujeme např. 40 cm před základní čarou. Tento jev mohl být důsledkem toho, že rekreační hráčky neměly tolik zkažených podání, které dopadly do sítě, na rozdíl od závodních hráček, kdy na každou z nich vychází v průměru 8 zkažených podání do sítě. Whiteside et. al (2013) uvedl, že pokud chceme odehrát podání, které dopadne do kurtu, a ne do sítě, nesmíme letící míč zasáhnout pod úrovní horizontu, tedy musíme ho zasáhnout včas a v dostatečné výšce. Nicméně dle výsledků je patrné, že podání, v tomto případě nadhoz a zásah, závodních hráček je daleko více konzistentní a přesnější. Vacek et. al (2023) uvádějí, že profesionální muži u přímého podání mají stabilnější výšku a mediolaterální pozici dopadu míčku při nadhozu tenisového míče než junioršti muži. Nicméně chybovost u podání není způsobena jen nadhozem, ale velkou roli hraje např. již zmíněný úhel rakety v zásahu míče (Whiteside et al., 2015). Dále ve svém výzkumu uvádějí, že tenisté umí reagovat na různé nadhozy, dokážou se mu přizpůsobit a jednotlivé rozptyly kompenzovat. Toto je možné vidět např. u hráčky č. 4, která svá dobrá podání zasahovala ve velkém rozpětí 18–88 cm od základní čáry. Druhá hypotéza, která zkoumala, zda míče, které závodní hráčky zasáhnou nejvíce vepředu, nejdále od základní čáry dopadnou do sítě, byla potvrzena.

Co se týče vztahu mezi nadhozem a zásahem podání, tak v průměru u závodních hráček byly všechny podání zasaženy v takřka stejné horizontální úrovni, je zde rozdíl pouhých 0,7 cm, a to i přestože rozdíl u vrcholu nadhozu je 5,4 cm. Ve vertikální rovině je rozdíl u zásahu podání 5,5 cm a u vrcholu nadhozu 3 cm. Můžeme tedy říct, že zásahy podání v horizontální i vertikální rovině u závodních hráček jsou velice

vyrovnané, protože dokážou svůj pohyb rychlostně i koordinačně přizpůsobit tomu, aby míč zasáhly pokaždé ve stejné výšce a ve stejné vzdálenosti od základní čáry nehledě na výšce či vzdálenosti od základní čáry nadhozu. Je tedy patrné, že nadhoz zcela jistě do určité míry úspěšnost samotného podání ovlivní. Jak nám ukázal výzkum, míče, které hráči i hráčky zasahovali nejdále od základní čáry, tedy hlava rakety v tomto okamžiku byla pravděpodobně nejvíce sklopená směrem dolu, tak míče v drtivé většině končily v síti. Kvalitní nadhoz nám tedy může ovlivnit, jak bude následné podání např. razantní, kam poletí atd. To následně souvisí i s returnem od protihráče, který může rázem získat převahu pro následující výměnu, pokud konkrétně u mužů nebude podání dostatečně rychlé, protože Carboch (2016) uvádí, že pro muže je více obtížné vyhrát hru na returnu, a to z toho důvodu, že muži podávají rychleji než ženy (Cross et al., 2009). Proto přesný nadhoz je důležitou složkou celého podání.

Celkově měly závodní hráčky své nadhozy i zásahy přesnější, tedy že rozpětí u jednotlivých zásahů i nadhozů nebylo tak veliké jako u rekreačních hráček. Vacek et. al (2023) ve své studii potvrzují, že profesionální tenisté mají o 58% stabilnější umístění dopadu míče při podání než junioršti jedinci. Tím potvrzují naše výsledky i výsledky z předchozí bakalářské práce (Hrychová, 2022), přestože u nás nebyli testováni junioři nebo juniorky, ale závodní a rekreační hráči či hráčky. Když se tedy zaměříme na porovnání zásahů u závodních hráček a hráčů z předchozí bakalářské práce (Hrychová, 2022), je patrné, že míče závodních hráčů byli zasahované ve větší výšce, což může být způsobené jejich větší tělesnou výškou či délkou samotné paže. Zásahy mají závodní hráčky v průměru stabilnější, rozpětí u zásahů není tak „veliké“, jako u závodních hráčů jak v horizontální, tak ve vertikální rovině. To může být způsobeno tím, že hráči, kteří byli testováni se účastní nebo účastnili turnajů pouze na republikové úrovni, kdežto některé hráčky se účastní mezinárodních turnajů, jejich podání tedy může dosahovat větších kvalit. Co mají závodní hráči i hráčky společné je to, že zasahovali nejdále od základní čáry míče, které skončily v síti, což opět může být způsobeno větším sklonem rakety, jak bylo již dříve zmíněno.

Je nutné zvážit i individuální výsledky ve vztahu k úspěšnosti podání, protože výsledky každé z testovaných hráček byly jiné. Jednoznačně nejstabilnější zásah i nadhoz měla hráčka č. 6, což může souviset s tím, že se jedná o nejvýše postavenou hráčku ze všech testovaných, a tudíž její kvalita podání může být vyšší než u ostatních. Nicméně i zde můžeme vidět, že když zasahovala míč v pozici, kde byly zasaženy

převážně dobrá podání, tak že i v těchto místech se vyskytují podání, která následně skončila v síti nebo v autu jako dlouhá. Je otázkou, kam by tato neúspěšná podání dopadla, pokud by byla zasažena např. pomocí boční či kombinované rotace, protože výzkum od Carbocha a Přibylové (2015) prokázal, že hráči používají různý nadhoz pro různé typy podání, což např. Crespo a Miley (2001) hráčům nedoporučují, a to z toho důvodu, že díky jednotnému nadhozu pro všechny typy podání dokáží své podání lépe maskovat.

Tento výzkum byl stejně jako předchozí bakalářská práce (Hrychová, 2022) limitován směrovým umístěním. Testované hráčky podávaly pouze na „téčko“, kdežto v tenise se dále využívají i směry ven z dvorce a „na tělo“. Dále byla sledována pouze předo-zadní rovina a hráčky podávaly jen z pravé strany dvorce. Do výsledků byly zařazeny i rekreační hráčky, nicméně se jedná o pouhé 2 hráčky, proto jejich výsledky jsou pouze orientační a slouží spíše k nastínění rozdílů mezi nimi a závodními hráčkami. Přestože se jedná o závodní hráčky, kdy některé z nich se účastní mezinárodních turnajů, stále se nejedná o vrcholové hráčky, které se např. stabilně účastní grandslamových turnajů. Do dalšího výzkumu by bylo dobré zakomponovat i další dva směry, nikoliv pouze na „téčko“, dále podání i z levé části dvorce, navýšit celkový počet testovaných probandů, ideálně na ještě vyšší tenisové úrovni, aby závěry mohly být přesnější.

7 ZÁVĚR

Závodní hráčky si oproti rekreačním hráčkám nadhazovaly i zasahovaly svá podání níže a ve větší vzdálenosti od základní čáry. Celkově měly závodní hráčky stabilnější své nadhozy a zásahy, protože jejich celkové rozpětí mezi jednotlivými nadhozy a zásahy byly podstatně menší. Dále jsme zjistili, že ve vertikální i horizontální rovině jsou u závodních hráček minimální rozdíly jak u vrcholu nadhozu, tak u zásahu podání. Co ale měly závodní i rekreační hráčky společné, bylo dodržení posloupnosti čili, pokud byla zasažena nejdále od základní čáry směrem k síti podání, která dopadla do sítě, tak že i nadhoz těchto míčů byl v největší vzdálenosti od základní čáry. Stejně tak tomu bylo i u ostatních typů nadhozu a zásahu. Nadhoz tedy zcela jistě následně ovlivní zásah a kvalitu podání jako takového. Nicméně je důležité brát v potaz i individuální výsledky, protože i přestože hráčky zasahovaly míč v pozici, kde poté byly zasaženy převážně dobrá podání, tak že i v těchto místech se vyskytovaly podání, která následně skončila buďto v síti nebo v autu.

V porovnání s mužskými výsledky bylo z výzkumu patrné, že muži zasahovali svá podání ve větší výšce než ženy. Celkové průměrné rozpětí zásahů měly závodní hráčky stabilnější tedy nebylo tak „veliké“ oproti závodním hráčům jak v horizontální, tak ve vertikální rovině. Společné měli závodní hráči a hráčky to, že míče, které zasáhli nejdále od základní čáry dopadly do sítě.

Trénink tenisového nadhozu a podání jako takového je nezbytný pro dosažení úspěchu v tenisu, ať už jde o rekreační nebo závodní hráče. Důležité je, aby hráči trénovali nadhoz pravidelně a důsledně, aby dosáhli pokroku a zlepšení. Kvalitní trénink a odborná pomoc trenéra mohou hráčům pomoci dosáhnout svého potenciálu v tenisovém nadhozu. Je záhodno, aby se hráči nesoustředili při tréninku jen na správnou techniku provedení nadhozu, ale aby nezapomínali na správnou rotaci těla, posílení svalů či si vyzkoušeli simulované zápasové situace.

Seznam použité literatury

Abrams, G. D., Harris, A. H., Andriacchi, T. P., & Safran, M. R. (2014). Biomechanical analysis of three tennis serve types using a markerless system. *British Journal of Sports Medicine*, *48*(4), 339-342.

Brabenec, J. (1997). *Improving Your Tennis: Double Your Fun by Playing Smart Doubles*. Tenisall Inc.

Carboch, J., & Přibylová, M. (2015). Porovnání nadhozu u různých typů podání mezi pohlavími v tenise. *Studia Kinanthropologica*, *16*(1), 25-31.

Carboch, J. (2017). Comparison of game characteristics of male and female tennis players at grand-slam tournaments in 2016. *Trends in Sport Sciences 2017, 24*(4), 151-155.

Carboch, J. (2022). *Vybrané indikátory herního výkonu v tenisu, vizuální vnímání a anticipace*. Praha: Karolinum.

Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* New York: Routledge.

Crespo, M., & Miley, D. (2002). *Tenisový trenérský manuál 2. stupně: pro vrcholové trenéry*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Crespo, M. (2015). Vic Braden: The legacy of a coach, researcher and visionary. *ITF Coaching & Sport Science Review*, *23*(65), 6-8.

Cross, R., & Pollard, G. (2009). Grand Slam men's singles tennis 1991-2009 serve speeds and other related data. *Coaching & Sport Science Review*, *16*(49), 8-10.

Dovalil, J., & Choutka, M. (2012). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.

Hartoto, S., Al Ardha, M. A., Firmansyah, A., Prakoso, B. B., Pratama, S. A., & Bana, P. (2021). Biomechanics analysis of arm flexion isometric force, upper extremity movement, and ball toss position towards ball speed in tennis flat serve. IJCAH (pp. 388-393). Atlantis Press SARL.

Hrychová, D. (2022). Vztah nadhozu k úspěšnosti prvního podání v tenise. Bakalářská práce, Vedoucí práce: Carboch, J. Praha: Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Sportovní hry.

Chow, J., Carlton, L., Lim, Y. T., Chae, W. S., Shim, J. H., Kuenster, A. N. N., & Kokubun, K. (2003). Comparing the pre-and post-impact ball and racquet kinematics of elite tennis players' first and second serves: a preliminary study. *Journal of Sports Sciences*, *21*(7), 529-537.

Táborský, F. (2007). *Základy teorie sportovních her: učební text pro bakalářské studium*. Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu.

Linhartová, D. (2009). *Tenis*. Praha: Grada Publishing a.s.

Mouratoglou, P. (2017). *The coach: vítězství se skrývá v detailech*. Ramsbottom: Holcombe Brook.

Okazaki, V. H. A., Okazaki, F. H. A., Dascal, J. B., & Teixeira, L. A. (2012). Ciência e tecnologia aplicada à melhoria do desempenho esportivo. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, *11*(1), 143-157.

Perič, T. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada Publishing a.s.

Prieto-Lage, I., Paramés-González, A., Torres-Santos, D., Argibay-González, J. C., Reguera-López-de-la-Osa, X., & Gutiérrez-Santiago, A. (2023). Match analysis and probability of winning a point in elite men's singles tennis. *PLOS ONE, 18*(9), e0286076.

Reid, M., Whiteside, D., & Elliott, B. (2011). Hitting to different spots on the court: The ball kinematics of the professional tennis service. *Journal of Sport Sciences*, *11*(2), 373-376.

Reischlová, E. (2020). Anticipační zdroje a jejich interakce při příjmu podání v tenise. Diplomová práce, vedoucí Carboch, Jan. Praha: Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Sportovní hry.

Sánchez-Pay, A., Ortega-Soto, J. A., & Sánchez-Alcaraz, B. J. (2021). Notational analysis in female Grand Slam tennis competitions. *Kinesiology*, *53*(1), 154-161.

Severa, J. (1997). Tenis: Učební texty pro trenéry II. A III. třídy, Praha: TMK ČTS.

Schönborn, R. (2008). *Optimální tenisový trénink*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Scholl, P. (2008). *Tenis.* České Budějovice: Kopp.

Vacek, J., Vagner, M., Cleather, D. J., & Stastny, P. (2023*).* A Systematic Review of Spatial Differences of the Ball Impact within the Serve Type at Professional and Junior Tennis Players. *Applied Sciences*, *13*(6), 35-86.

Whiteside, D., Elliott, B. C., Lay, B., & Reid, M. (2015). Coordination and variability in the elite female tennis serve. *Journal of Sports Sciences*, *33*(7), 675-686.

Whiteside, D., Giblin, G., & Reid, M. (2014). Redefining the spatial consistency in the ball toss of the professional female tennis serve. Paper presented at the International Conferences on Biomechanics in Sports, Johnson City, TN, USA. pp. 167–170.

Zháněl, J., Černošek, M., Šilhánek, I., & Soukup, J. (2011). *Trénink koordinace v závodním tenise*. Prostějov: I. Šilhánek.

Seznam grafů, tabulek a obrázků

Graf č. 1 - průměrné hodnoty zásahů míčů a vrcholy nadhozu u všech hráček 28
Graf č. 2 - průměrné hodnoty zásahů míčů u všech hráčů a hráček + průměrné hodnoty vrcholy nadhozu u všech hráček a hráčů 30
Graf č. 3 - průměrné vzdálenosti zásahu míčů + vrcholy nadhozu – síť 32
Graf č. 4 - průměrné vzdálenosti zásahu míčů + vrcholy nadhozu – dobré 33
Graf č. 5 - průměrné vzdálenosti zásahu míčů + vrcholy nadhozu – aut – dlouhý 34
Graf č. 6 - průměrné vzdálenosti zásahu míčů + vrcholy nadhozu – aut – strana 35
Graf č. 7 - jednotlivé body zásahů míčů + vrcholy nadhozu – hráčka č. 1 36
Graf č. 8 - průměrné zásahy míčů + průměrné vrcholy nadhozu – hráčka č. 1 37
Graf č. 9 - jednotlivé body zásahů míčů + vrcholy nadhozu – hráčka č. 2 38
Graf č. 10 - průměrné zásahy míčů + průměrné vrcholy nadhozu – hráčka č. 2 39
Graf č. 11 - jednotlivé body zásahů míčů + vrcholy nadhozu – hráčka č. 3 40
Graf č. 12 - průměrné zásahy míčů + průměrné vrcholy nadhozu – hráčka č. 3 41
Graf č. 13 - jednotlivé body zásahů míčů + vrcholy nadhozu – hráčka č. 4 42
Graf č. 14 - průměrné zásahy míčů + průměrné vrcholy nadhozu – hráčka č. 4 43
Graf č. 15 - jednotlivé body zásahů míčů + vrcholy nadhozu – hráčka č. 5 44
Graf č. 16 - průměrné zásahy míčů + průměrné vrcholy nadhozu – hráčka č. 5 45
Graf č. 17 - jednotlivé body zásahů míčů + vrcholy nadhozu – hráčka č. 6 46
Graf č. 18 - průměrné zásahy míčů + průměrné vrcholy nadhozu – hráčka č. 6 47
Graf č. 19 - jednotlivé body zásahů míčů + vrcholy nadhozu – hráčka č. 7 48
Graf č. 20 - průměrné zásahy míčů + průměrné vrcholy nadhozu – hráčka č. 7 49
Graf č. 21 - jednotlivé body zásahů míčů + vrcholy nadhozu – hráčka č. 8 50
Graf č. 22 - průměrné zásahy míčů + průměrné vrcholy nadhozu – hráčka č. 8 51
Graf č. 23 - jednotlivé body zásahů míčů + vrcholy nadhozu – hráčka č. 9 52
Graf č. 24 - průměrné zásahy míčů + průměrné vrcholy nadhozu – hráčka č. 9 53
Graf č. 25 - jednotlivé body zásahů míčů + vrcholy nadhozu – hráčka č. 10 54
Graf č. 26 - průměrné zásahy míčů + průměrné vrcholy nadhozu – hráčka č. 10 55

Tabulka č. 1 - zkrácený vzor tabulky na zaznamenávání výsledků podání 23
Tabulka č. 2 - průměrné hodnoty, celkový průměr, směrodatná odchylka, min. a max. hodnota u závodních hráček 25
Tabulka č. 3 - určení věcné významnosti na ose X u závodních hráček 26
Tabulka č. 4 - určení věcné významnosti na ose Y u závodních hráček 26
Tabulka č. 5 - průměrné hodnoty – vrchol nadhozu, celkový průměr, směrodatná odchylka, min. a max. hodnota u závodních hráček 26
Tabulka č. 6 - určení věcné významnosti u vrcholu nadhozu na ose X u závodních hráček 27
Tabulka č. 7 - určení věcné významnosti u vrcholu nadhozu na ose Y u závodních hráče 27
Tabulka č. 8 - průměrné hodnoty, celkový průměr, směrodatná odchylka u rekreačních hráček 27
Tabulka č. 9 - průměrné hodnoty – vrcholy nadhozu, celkový průměr, směrodatná odchylka u rekreačních hráček 27
Tabulka č. 10 - průměrné hodnoty hráčky č. 1 + počet podání 36
Tabulka č. 11 - průměrná rychlost podání 37
Tabulka č. 12 - průměrné hodnoty hráčky č. 1 - vrcholy nadhozu 37

Tabulka č. 13 - průměrné hodnoty hráčky č. 2 + počet podání 38
Tabulka č. 14 - průměrná rychlost podání 39
Tabulka č. 15 - průměrné hodnoty hráčky č. 2 - vrcholy nadhozu 39
Tabulka č. 16 - průměrné hodnoty hráčky č. 3 + počet podání 40
Tabulka č. 17 - průměrná rychlost podání 41
Tabulka č. 18 - průměrné hodnoty hráčky č. 3 - vrcholy nadhozu 41
Tabulka č. 19 - průměrné hodnoty hráčky č. 4 + počet podání 42
Tabulka č. 20 - průměrná rychlost podání 43
Tabulka č. 21 - průměrné hodnoty hráčky č. 4 - vrcholy nadhozu 43
Tabulka č. 22 - průměrné hodnoty hráčky č. 5 + počet podání 44
Tabulka č. 23 - průměrná rychlost podání 45
Tabulka č. 24 - průměrné hodnoty hráčky č. 5 - vrcholy nadhozu 45
Tabulka č. 25 - průměrné hodnoty hráčky č. 6 + počet podání 46
Tabulka č. 26 - průměrná rychlost podání 47
Tabulka č. 27 - průměrné hodnoty hráčky č. 6 - vrcholy nadhozu 47
Tabulka č. 28 - průměrné hodnoty hráčky č. 7 + počet podání 48
Tabulka č. 29 - průměrná rychlost podání 49
Tabulka č. 30 - průměrné hodnoty hráčky č. 7 - vrcholy nadhozu 49
Tabulka č. 31 - průměrné hodnoty hráčky č. 8 + počet podání 50
Tabulka č. 32 - průměrná rychlost podání 51
Tabulka č. 33 - průměrné hodnoty hráčky č. 8 - vrcholy nadhozu 51
Tabulka č. 34 - průměrné hodnoty hráčky č. 9 + počet podání 52
Tabulka č. 35 - průměrná rychlost podání 53
Tabulka č. 36 - průměrné hodnoty hráčky č. 9 – vrcholy nadhozu 53
Tabulka č. 37 - průměrné hodnoty hráčky č. 10 + počet podání 54
Tabulka č. 38 - průměrná rychlost podání 55
Tabulka č. 39 - průměrné hodnoty hráčky č. 10 - vrcholy nadhozu 55

Obrázek č. 1- struktura sportovního výkonu (Stojan a Brabenec, 1999) 11
Obrázek č. 2 - postavení nohou při podání (Crespo, Miley, 2001) 18
Obrázek č. 3 - grafické znázornění průběhu měření 23