

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2023

Michal Nechanický

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Statistická analýza vlivu tělesné výšky hráčů ATP na
úspěšnost jejich hry**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Tomáš Kočib

Vypracoval:

Michal Nechanický

Praha, červenec 2023

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

V Praze, dne 3.7. 2023

.....

podpis diplomanta

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své bakalářské 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

Rád bych zde poděkoval vedoucímu této bakalářské práce Mgr. Tomáši Kočibovi za udělení užitečných rad, za doporučení literatury a čas, který mi věnoval při konzultacích této práce.

Abstrakt

- Název:** Statistická analýza vlivu tělesné výšky hráčů ATP na úspěšnost jejich hry
- Cíl:** Cílem mé bakalářské práce je zjistit, zdali tělesná výška hráče ovlivňuje jeho umístění v žebříčku ATP a zdali ovlivňuje účinnost jeho podání. Zároveň budu zkoumat případný vliv povrchů na hráčské statistiky podání a umístění v žebříčku ATP.
- Metody:** Uvedené sledování bylo zjišťováno na vzorku TOP 200 hráčů žebříčku ATP. Matematicko-statistická analýza dat byla provedena sběrem údajů uváděných na oficiálních internetových stránkách ATP. Výsledky mého šetření byly porovnány s obdobnými charakteristikami vybrané odborné literatury.
- Výsledky:** Matematicko-statistickou analýzou byla prokázána volná souvztažnost mezi tělesnou výškou hráče a jeho umístěním v žebříčku ATP. Dále byla prokázána silnější souvztažnost mezi statistikami podání a umístěním v žebříčku i mezi statistikami podání a výškou hráče. Tato souvztažnost se mění s druhem povrchu, kdy největší těsnost vůči umístění hráče v žebříčku ATP či jeho tělesné výšky vykazují statistiky podání hráče podávajícího na tvrdém povrchu.

Klíčová slova: Tenis, tělesná výška, podání, povrchy, ATP

ABSTRACT

- Title:** Statistical analysis of the influence of body height of ATP players on the success of their game
- Objectives:** The aim of my bachelor's thesis is to determine whether a player's body height affects his position in the ATP rankings and whether it affects the effectiveness of his serve. At the same time, I will investigate the possible influence of surfaces on player's serve statistics and his position in the ATP rankings.
- Methods:** The mentioned monitoring was determined on a sample of TOP 200 players of the ATP ranking. Mathematical-statistical analysis of the data was carried out by collecting the data reported on the official ATP website. The results of my investigation were compared with similar characteristics of selected professional literature.
- Results:** Mathematical-statistical analysis showed a loose correlation between a player's body height and his position in the ATP rankings. Furthermore, a stronger correlation was shown between serve statistics and ranking and between serve statistics and player height. This correlation changes with the type of surface, where the most closeness to the player's position in the ATP ranking or his body height is shown by the serve statistics of the player serving on a hard surface.
- Keywords:** Tennis, body height, serve, surfaces, ATP

OBSAH:

1	ÚVOD	10
2	TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	12
2.1	Charakteristika tenisu jako hry	12
2.1.1	Charakteristika tenisu jako hry	12
2.1.2	Charakteristika dvorce	13
2.2	Hodnocení hráčů (ranking)	16
2.3	Rozbor základních tenisových dovedností a předpokladů hráčů	17
2.3.1	Základní předpoklady mající vliv na hru	17
2.3.2	Základní škála tenisových úderů	18
2.3.3	Vliv tělesných rozměrů na výkon v tenisu.....	21
2.3.4	Lateralita.....	24
2.4	Statistika	26
2.4.1	Základní statistiky výběrů dat.....	27
2.4.2	Porovnání dvou výběrů dat	27
2.4.3	Korelace.....	29
3	CÍLE, HYPOTÉZY A ÚKOLY PRÁCE	30
3.1	Cíle práce	30
3.2	Úkoly	30
3.3	Výzkumný problém	30
3.4	Výzkumné otázky	30
3.5	Pracovní hypotéza	30
4	METODA VÝZKUMU	32
4.1	Popis výzkumného souboru	32
4.2	Použité metody	32
4.3	Sběr dat	32
4.3.1	Časový rozvrh.....	32
4.3.2	Vedení a podmínky sběru dat	33
4.4	Analýza dat	34

5	VÝZKUMNÁ ČÁST A VÝSLEDKY	36
5.1	Vliv výšky na celkové umístění hráče v žebříčku	36
5.1.1	Základní charakteristiky výběrů hráčů TOP 10 až 200.....	36
5.1.2	Základní statistika výběrů z hlediska tělesné výšky	37
5.1.3	Korelace výšky a umístění hráče v žebříčku.....	39
5.2	Vliv herních dovedností uvedených v souhrnných herních statistikách Serve rating©, Return rating©, Under-pressure rating© na umístění v žebříčku	39
5.3	Vliv výšky hráče na úspěšnost podání	40
5.3.1	Korelace výšek a rankingů k statistikám podání.....	40
5.3.2	TOP 200 ATP bez leváků	45
5.3.3	Posouzení rozdílů výšek u výkonnostně rozdílných hráčů v jednotlivých výběrech	50
5.3.4	Posouzení souvztažnosti statistik podání na žebříček	51
6	DISKUZE	52
6.1	Vliv tělesné výšky hráče na umístění v žebříčku	52
6.2	Vliv tělesné výšky hráče na kvalitu podání	53
7	ZÁVĚR	55
	SEZNAM LITERATURY:	57
	SEZNAM OBRÁZKŮ:.....	61
	SEZNAM TABULEK:	61
	SEZNAM GRAFŮ:.....	62
	SEZNAM PŘÍLOH:	62

1 ÚVOD

Tenis je tradičním celosvětově populárním sportem. Já sám jej hraji od svých pěti let. V průběhu svého dětství a dospívání jsem jej hrál závodně na solidní republikové úrovni. Dnes jsem stále aktivním hráčem a zároveň již také oddílovým trenérem trénujícím hráče všech dětských, popřípadě mládežnických kategorií. V této bakalářské práci se budu zabývat vlivem tělesné výšky hráčů ATP na úspěšnost jejich hry. O tomto tématu jsem se rozhodl psát zejména proto, že jsem již od brzkého věku svým vzrůstem běžně zaostával za většinou svých vrstevníků. Přirozeně mě tudíž od dětství zajímalo, zdali je jedinec podprůměrného vzrůstu schopen se prosadit do elitní tenisové špičky, nebo je jeho ve většině případech geneticky určená „slabina“ limitujícím faktorem herního výkonu, která se obtížně překonává. Tato práce mi pomůže nalézt odpovědi ve studiu a porovnání detailních statistických dat tenisových charakteristik.

Nejdříve se ve své práci budu zabývat teoretickými východisky, ve kterých čtenářům nastíním stručnou charakteristiku tenisu včetně kapitoly týkající se druhů tenisových dvorců dle jejich povrchu. Dále čtenářům vysvětlím specifickou metodu vyhodnocování umístění hráčů v žebříčku ATP, přiblížím čtenáři specifika jednotlivých tenisových úderů. Neopomenou ani vliv laterality hráčů na hru a detailně rozeberu stěžejní téma týkající se této práce čímž je vliv tělesných rozměrů na výkon v tenise. Poté vysvětlím základní statistické metody, které použiji pro vyhodnocení korelací a pro porovnání různých výběrů dat. Dále si stanovím úkoly a cíle, které bude potřeba splnit k úspěšnému sepsání této práce. V poslední řadě se budu věnovat praktické části, kterou je v tomto případě statistická analýza.

Jako metoda výzkumu bude použita metoda matematické statistiky konkrétně Spearmanovi korelace a dvouvýběrové testy podle Kolmogorov-Smirnov či D'Agostino. Jako doplněk budou sloužit standardní základní statistiky polohy, to jest aritmetický průměr, konfidenční intervaly, medián, modus, popřípadě odhad střední hodnoty u malých výběrů podle Horn. Výběry dat budou prošetřeny na výskyt odlehlých hodnot, homogenitu, normalitu a závislost dat. Statistická šetření budou v některých případech doprovázena grafy a tabulkami. Všechny výpočty budou provedeny na hladině významnosti $\alpha < 0,05$ popřípadě nad hranici pravděpodobnosti 95%.

V této práci bude sledován vzorek TOP 200 hráčů žebříčku ATP k datu 2.1.2023, který reprezentuje tu nejvyšší dosaženou úroveň hry tenisu na světě.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

Teoretická východiska jsou rozepsána pro oblast tenisu jako hry, problematiky hodnocení hráče, základních dovedností v tenise, předpokladů pro hru a matematickou statistiku potřebnou pro vyhodnocení dat.

2.1 Charakteristika tenisu jako hry

Tenis je jedna z nejpoblárnějších sportovních her provozovaných a sledovaných her, a to jak divácky, tak i aktivním provozováním.

2.1.1 Charakteristika tenisu jako hry

Tenis je míčová hra pro 2 nebo 4 hráče. Varianta pro 2 hráče se nazývá dvouhrou, varianta pro 4 hráče se nazývá čtyřhrou. Kočib (2007) popisuje tenis takto: „Tenis je sportovní hra síťového typu. Hrací plochy soupeřů jsou od sebe odděleny sítí a jde tedy o sportovní hru neinvazní. Úkolem každé ze soupeřících stran je dopravit míč raketou do pole soupeře tak, aby ho ten nebyl schopn vrátit zpět“.

Jankovský (2002) doplňuje, že je pro něj charakteristický rychlý let malého míče po dvorci a rychlé střídání soupeřů ve styku s míčem. Jankovský (2002) a Linhartová (2009) považují tenis za sport, kde je kladen velký nárok nejen na psychickou, ale i fyzickou stránku, u které je zapotřebí především síly, rychlosti a vytrvalosti. Dále poukazují na to, že je během tenisového zápasu potřeba dobrého taktického myšlení, ohodnocení soupeře, rychlého pohybu a schopnosti se dlouhodobě soustředit.

Tenisové utkání je komplexní dynamický systém, v němž se neustále ve vzájemné souvislosti uplatňuje celková strategie, taktika jednotlivých herních situací a techniky hry. Vlastním prostředkem boje se soupeřem je technika hry; tu je nutno posuzovat jak z biomechanického hlediska, tak z hlediska taktické účinnosti (Höhm, 1982).

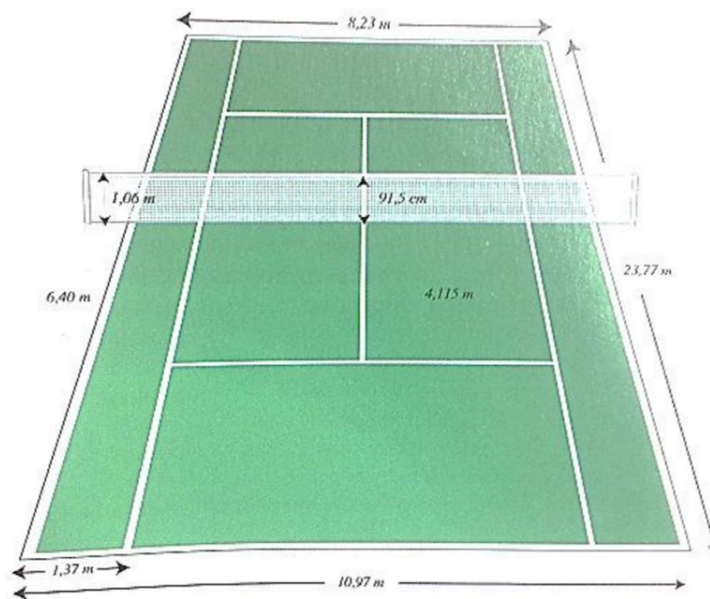
Tenis umožňuje pravidelný a vydatný pohyb, většinou na zdravém vzduchu a slunci. Díky možnosti hraní v krytých halách je tenis celoroční záležitostí (Jankovský, 2002).

Možná i proto je tenis celosvětově jedním z nejoblíbenějších sportů. Je hrán na všech světadílech a jeho popularita stále roste (Jankovský, 2002)

2.1.2 Charakteristika dvorce

Rozměry dvorce

Tenis se hraje na tenisovém dvorci, obdélníkového tvaru o rozměrech 8,23x23,77 m pro dvouhru a 10,97x23,77 m pro čtyřhru. Obě hrací pole odděluje 0,914 m vysoká síť, která je připevněna ke dvěma sloupům o velikosti 1,07 m. Dvorec je dále tvořen polem pro podání o rozměru 6,40x8,23 m, které je rozděleno střední čarou a ohraničeno čarou pro podání a podélnou čarou.



Obrázek 1 – Rozměry dvorce (Schönborn, 2008)

Povrchy dvorců

Tenis je sport hrající se na odlišných površích. Brody (1988) zmiňuje, že jsou povrchy charakterizovány svými koeficienty tření a restituce, které ovlivňují vzájemné interakce mezi míči a povrchy samotnými. Můžeme tedy říci, že každý z povrchů má své charakteristické vlastnosti, které zásadně ovlivňují chování míče a také pohyb hráčů. Právě tato specifika rozhodují o jejich oblíbenosti u hráčů. Na každém z povrchů se upřednostňuje odlišná taktika. Hráči jsou díky ní lépe schopni uplatňovat své silné stránky, nebo naopak upozadovat ty slabé. Někteří z hráčů nabývají na určitém povrchu takové úrovně herní výkonnosti, že je lze považovat za tzv. specialisty. Tím nejlepším příkladem „specialisty“, konkrétně antukového je Rafael Nadal se svými 14 tituly na French Open. Stejně tak můžeme považovat Rogera Federera za „specialistu“ na travnaté

dvorce s jeho 8 tituly na Wimbledonu, či Novaka Djokoviće jako specialistu na tvrdé povrchy s jeho 10 tituly na Australian Open a 3 tituly na US Open. Důležité je však podotknout, že všichni z výše zmíněných hráčů jsou bezesporu „univerzály“ jelikož dokázali vyhrát mnoho turnajů na všech zmíněných površích včetně všech čtyř grandslamů. Jako „univerzálnost“ spatřuji v tomto případě schopnost přizpůsobit se na odlišné povrchy a dále na nich dosáhnout kvalitní výkonnosti. Což může být velice složité, přihlédneme-li například k faktu, že konec French Open (Grandslam hraný na antuce, což je nejpomalejší povrch) a začátek Wimbledonu (Grandslam hraný na trávě, což je nejrychlejší povrch) dělí pouze cca 3 týdny.

Jankovský (2002) povrchy dvorců podle jejich vlivu na odskok míče řadí do tří hlavních skupin:

- Pomalý povrch – dvorce antukové nebo s povrchem z kombinovaných pískových směsí
- Středně rychlý povrch – dvorce asfaltové, betonové, různé druhy uměle zdrsněných kombinací umělých hmot
- Rychlý povrch – dvorce parketové, palubové, travnaté a různé druhy hladkých umělých hmot

Antukové dvorce (clay court)

Antuka je řazena mezi povrchy pomalé. Scholl (2006) udává, že zhruba 75 % evropských venkovních dvorců je antukových. Tvoří ji rozdrčené cihly, břidlice či šterk. Pohyb po antukovém dvorci je velice specifický. Je relativně sypká, takže na ní hráč dokáže využít klouzavých pohybů. Dle Scholla (2006) nám právě možnost klouzat se šetří klouby, šlachy, vazy i svaly. Dalšími důležitými vlastnostmi jsou její pórovitost a pružnost. Odskok míče je díky vysokému tření při dopadu vyšší než u ostatních povrchů. Tření také podstatně zpomaluje rychlost míče. Hráčům na příjmu se zde, právě kvůli vyššímu odskoku a pomalejší rychlosti míče po dopadu lépe daří příjem podání. Což také znamená, že podání zde není tak markantní výhodou jako u rychlejších povrchů. Johnson (2006) uvádí, že výměny probíhající na antuce jsou časově delší a je během nich hráno více úderů, zároveň u úderů převažuje zejména horní rotace tzv. „topspin“. Důležitou roli zde tudíž hraje i kondiční připravenost. Kvůli těmto důvodům vyhovuje hra na antuce

převážně dobře pohybujícím se hráčům preferujícím hru od základní čáry. Mezi nejlepší hráče na antukových dvorcích patřili např.: Rafael Nadal, Bjorn Borg či Gustavo Kuerten.

Při grandslamovém turnaji French Open 2009, bylo více než 50 % všech výměn, jak u žen, tak i u mužů, ukončeno nejpozději po dvou úderech každého hráče. V mužské kategorii připadaly v průměru takřka dvě třetiny – 62,7 % všech uhraných bodů na první čtyři údery a více než jedna třetina – 34,9 % byla rozhodnuta pouze po příjmu nebo podání (Schönborn, 2008).

Travnaté dvorce (grass court)

Je naopak povrchem „nejrychlejším“. Hraje se na ní během roku nejmenší počet turnajů. Ačkoliv je povrchem tradičním, byla často nahrazována antukou či tvrdými povrchy, zejména kvůli její náročné údržbě. Povrch je na ní také velmi specifický. Tráva sama o sobě je kluzká, a proto běžně vidíme na turnajích hráče během výměn padat, či ztrácet rovnováhu. Odskoky míče jsou na ní nízké a míč po dopadu neztrácí tolik ze své rychlosti. Z toho důvodu je oblíbená u hráčů s agresivním pojetím hry. Podání je zde velkou výhodou. V minulosti se zde hrálo převážně herním systémem servis-volej. Samotné výměny od základní čáry se vyskytují méně často a trvají zpravidla kratší dobu. Fitzpatrick a kol. (2021) ve své studii sledovali statistické údaje z Wimbledonu, konkrétně ročníků 2015-2017 a zjistili, že nejčastější délka výměny byla jeden úder a tím bylo podání. Ve 46,3 % z celkového počtu případů tedy přijímající nevrátil míč zpět do dvorce. Mezi nejlepší hráče na travnatých dvorcích patřili např.: Roger Federer, Pete Sampras či Novak Djoković.

Kurty s tvrdým povrchem (hard court)

Existuje pestrá škála tvrdých povrchů ať už rychlejších či pomalejších. Nejčastěji se vyrábějí z betonů, asfaltů, popřípadě jiných tuhých materiálů. Často jsou pokryty vrstvami akrylátů, které je zrychlují. Od typu povrchu se následně odvíjí výška odskoku a rychlost míče po dopadu. Hráči mohou kvůli dobré stabilitě při odrazu dosahovat velmi vysokých rychlostí běhu. K přípravě před úderem využívají často kratších kroků, avšak někteří hráči ze světové špičky dokáží brzdit klouzavým pohybem podobně jako na antuce. Na tvrdých površích se hrají 2 grandslamy a to Australian Open a US Open. Oba turnaje před nedávnem prošly výměnou zavedených povrchů. Na Australian Open se momentálně používá povrch Greenset. Na US Open se používá

povrch Laykold. Oba tyto povrchy jsou řazeny mezi středně rychlé povrchy. Na tvrdých površích opět hraje velmi významnou roli rychlé a přesné podání. Mezi nejlepší hráče na tvrdých dvorcích patřili např.: Novak Djoković, Roger Federer či Pete Sampras.

Na tvrdých površích je dle Schönborna (2008) 37-42 % bodů ukončeno nejpozději po riternu. Šestým úderem je na tvrdých površích ukončeno zhruba 79 % všech bodů oproti antukovému dvorci, kde je to 62 % všech bodů. Začátku každé roze hry přísluší tedy velký význam.

2.2 Hodnocení hráčů (ranking)

Hráči mužského tenisu jsou hodnoceni ziskem bodů podle úspěšnosti v jednotlivých kategoriích tenisových turnajů do žebříčku vedeného Asociací profesionálních hráčů dále jen ATP.

Web ATP (2023) popisuje žebříček ATP jako historickou, objektivní metodu hodnotící zásluhy jednotlivých hráčů. Klasifikace zahrnuje body získané na okruzích ATP a ITF za předchozích 52 týdnů. Na základě této metody se hráči kvalifikují do jednotlivých turnajů. Jejich postavení na žebříčku je také východiskem při nasazování v soutěžích. Výjimkou je turnaj Nitto ATP Finals (ten má podmínky upravené). Fanoušky je žebříček ATP častěji označován jako „světový žebříček“. První vydání žebříčku ATP ve dvouhře proběhlo 23. srpna 1973. Prvním tenistou na pozici světové „jedničky“ se stal Ilie Năstase.

Dle ATP (2023) je struktura a vzorec hodnocení žebříčku tvořen výsledky 19 událostí každého hráče. Hráči mají možnost připsat si 20. výsledek, pokud se kvalifikují na Nitto ATP Finals, což je specificky bodově ohodnocený závěrečný turnaj roku známý pod označením „Turnaj mistrů“, na který se kvalifikuje celkem 8 hráčů. Prvních 7 z nich je automaticky určeno dle umístění v žebříčku ATP. Jako osmým hráčem turnaje se může přednostně stát hráč umístěný na 8. až 20. pozici žebříčku za předpokladu, že je vítězem jednoho z grandslamů daného ročníku. Pokud se na těchto pozicích žebříčku nevyskytuje takový hráč, tak se 8. kvalifikovaným hráčem stává hráč na 8. pozici žebříčku. Ti nejlepší hráči, kteří soutěží na všech povinných akcích, budou mít tedy během jednoho kalendářního roku následující rozdělení turnajů:

- 1 Nitto ATP Finals
- 4 Grandslamy

- 8 povinných turnajů Masters 1000s
- 7 jejich dalších turnajů kde získali nejvyšší bodové ohodnocení (ATP cup, ATP Masters 1000 Monte Carlo, ATP 500, ATP 250, Challenger, ITF)

Pozn.: ATP (2023) “V roce 2023 si, kvůli neobdržení bodů za Wimbledon 2022 a zrušení 2022 Rolex Masters v Šanghaji, hráči počítají do žebříčku pouze 3 grandslamy, 7 Masters 1000s a 9 z dalších turnajů, kde získali nejvyšší bodové ohodnocení. Na konci Wimbledonu 2023 musí každý hráč, který se rozhodne soutěžit v hlavní soutěži na Wimbledonu, započítat své nově nabyté wimbledonské body, čímž se počet „nejlepších ostatních“ turnajů, ze kterých započítává body, sníží na osm. Hráč, který se také rozhodne hrát na turnaji Rolex Masters v Šanghaji 2023, si musí započítat body získané na tomto turnaji, čímž dále sníží počet „nejlepších ostatních“ turnajů, ze kterých si započítává body, na sedm.“

Pokud by nastala situace, při které by dva nebo více hráčů mělo stejný počet bodů, tak o umístění hráčů rozhodne:

- Největší množství bodů z grandslamů, povinných turnajů ATP Masters 1000 a turnaje Nitto ATP Finals, pokud shoda trvá i nadále, rozhoduje poté,
- nejmenší počet odehraných akcí, včetně všech zmeškaných grandslamů, turnajů ATP Masters 1000 a Nitto ATP Finals, pokud jsou výsledky opět shodné, rozhoduje poté,
- nejvyšší počet bodů z jednoho turnaje, v případě potřeby druhý nejvyšší atd.

2.3 Rozbor základních tenisových dovedností a předpokladů hráčů

2.3.1 Základní předpoklady mající vliv na hru

- Síla (zejména dynamická)
- Koordinace
- Rychlost, rychlost reakce
- Rychlostní vytrvalost
- Dlouhodobá vytrvalost
- Psychická odolnost a koncentrace
- Technické zvládnutí škály tenisových úderů a pohybových dovedností
- Vhodné antropometrické vlastnosti hráče

K těmto základním faktorům majícím vliv na kvalitní zvládnutí tenisu bychom mohli přiřadit i v současnosti stále nedokonale probádaný jev a to laterality, její vliv na pohyb, koncentraci, koordinaci pohybů. Nemalý vliv budou mít pravděpodobně i nezvyklé (proti pravákům opačné) rotace. Právě netypické odskoky míče spolu s výrazně nižším výskytem leváků v populaci pravděpodobně omezuje možnost vybudování si návyku na tento typ hráče tak, jak ho mají majoritní praváci vybudovaný pro hru s praváky.

2.3.2 Základní škála tenisových úderů

Tenisová hra se sestává ze standardizovaného úvodu – úderu podání. Po podání vždy následuje příjem. Další použité údery se již vyvíjejí od situace ve výměně. Těmto ostatním úderům se říká mezihra. Mezihra je tvořena forhendovými či bekhendovými základními údery, smečemi, voleji, halfvoleji apod.

Podání (serve)

Podání je v tenise jediným úderem, kterým se míč uvádí do hry, proto je často oprávněně považováno za úder nejdůležitější (Jankovský, 2002). Hráč má k uvedení míče do hry dva pokusy. Míč je zahráván úhlopříčně do vymezeného prostoru. Podání se střídá zprava a zleva po celou jednu hru (game). Po skončení hry si hráči vymění role a po celé utkání se v něm nadále střídají (Maška, 1995). Při podání je velmi důležitá rytmická spolupráce všech částí těla i končetin (Jankovský, 2002). Hráč je odkázán sám na sebe a není ovlivněn činností soupeře. Počáteční rychlost servisu se u mužů běžně pohybuje kolem 200 km/h a nejlépe servírující hráči dosahující hodnot 220-230 km/h (Vaverka, Černošek, 2007).

Dle Vaverka, Černošek (2007) jsou pro kvalitní podání potřebné dva základní parametry, těmi jsou rychlost a přesnost. Míra úspěšnosti realizace obou hledisek vytváří efektivitu provedení tohoto významného prvku tenisové hry. Nejlepší světoví hráči se vyznačují vysokou úrovní obou kritérií.

První podání (First serve)

První podání je pro hráče na příjmu díky své větší razanci podstatně nebezpečnější než podání druhé. Podávající hráč při něm mnohem více riskuje a snaží se tak svého soupeře dostat pod tlak. Díky rychlému a dobře umístěnému prvnímu hráč

získává nad soupeřem výhodu, kterou se poté snaží využít. První podání by z taktického hlediska mělo být častěji umísťováno do slabšího úderu protihráče. Tím je zpravidla bekhend. Kromě toho, že může hráč umísťovat své podání „ven z dvorce“ či na „kříž“, neměl by opomíjet umísťovat jej doprostřed pole pro podání, tedy na tělo soupeře. Doporučená razance je mezi 70 % – 80 %. Hráč by měl být schopen podávat stabilně bez větších výkyvů a dostat alespoň 70% podání do dvorce (Miley a Crespo, 2001).

Druhé podání (Second serve)

Dle Höhm (1982) je hráč právě tak silný, jak silné je jeho druhé podání. Základem dobrého druhého podání by měla být nepříjemná délka, výška odskoku a změna směru díky rotaci.

U druhého podání by měla být primárním cílem jeho 100% jistota, zároveň by hráč měl být schopen měnit rotace a prudkost tak, aby si soupeř nebyl jistý, kam míč poletí (Miley a Crespo, 2001).

Dělení podání dle rotace

Podání přímé, kde letí míč přímočaře a není mu udělena žádná rotace. Při tomto podání dochází k maximální rychlosti míče s pravidelným odskokem. Hráči ho díky jeho razanci používají jako první podání. Použití přímého podání při druhém pokusu značně zvyšuje riziko dvojchyby.

Podání s boční rotací, kde je míč zasažen z jeho pravé strany čímž dochází k pravotočivému roztočení podél jeho svislé osy. Míč se důsledkem boční rotace při letu stáčí stranou a odskok je nízký a do strany.

Podání s horní rotací, při kterém je míč nadhozen více dozadu, tak aby bylo možné dát mu boční a současně horní rotaci. Trajektorie letu míče je po oblouku s vysokým odskokem stranou. Podání s horní rotací se nejčastěji využívá jako podání druhé nebo jako jedna z variant podání prvního. Při jeho užití mají hráči vyšší procentuální úspěšnost, neboť míč přelétá síť po více zakřivené dráze a po dopadu odskakuje výše. Čím je povrch drsnější, tím vyšší je odskok. Proto se toto podání s úspěchem používá na antukových dvorcích (Crespo, Miley, 2001).

Příjem (return)

Je to úder přijímající podání. Hraje se zpravidla pod velkým časovým tlakem, při velmi vysoké rychlosti přilétajícího míče a velice často v nevýhodném postavení na dvorci. Kvůli tomu je možnost náprahu velmi omezená. Protože je také silně zkrácená rotace těla, přebírá hlavní zátěž předloktí (Schönborn, 2008).

Při returnu musí hráč upravit své forhendové a bekhendové údery hrané po odskoku pro obrannější použití. Rychlost podání obecně poskytuje hodně razance, takže není potřeba tvrdého útočného švihu. Důležité je využití kompaktní, zkrácené verze úderů po odskoku, kdy je při úderu zužitkována již existující razance, kterou míč má (Bollettieri, 2016).

Mečíř a Nakládal (1995) uvádějí tyto druhy returnu:

- Nouzový (hraný s rizikem)
- Rozehrávací (za relativně optimálních podmínek ho hrajeme prudce a nedovolíme soupeři, aby vyvinul tlak)
- Útočný (hraný s rizikem)

Údery ve hře

V této podkapitole uvedu pouze základní údery. Zbylé údery jako např.: halfvolej, stopbal, stopvolej, nebo lob jsou často považovány pouze za varianty níže zmíněných úderů.

Forhend (forhand)

Forhend je tenisový úder, který pravoruký hráč hraje vpravo od těla, v naprosté většině případů jednoručně (Výjimkou ve světové špičce byl vynikající francouzský tenista Fabrice Santoro.). U tenistů je velice oblíbeným, zpravidla jsou si jím jistější a obecně se dá považovat za jejich nebezpečnější úder. Úkolem každého by mělo být ovládnutí forhendu na takové úrovni kdy je ho schopen zahrávat jistě a tvrdě i v obranné fázi, a naopak přesně a konzistentně při útoku (Applewhaite, 2005).

Forhend tvoří velkou část dnešní hry. Přesný, ale zároveň razantní forhend vyžaduje jemné a efektivní pohybové dovednosti. Cílem je zaujmout pozici, která umožní zahrát přesný a dostatečně rychlý forhend (Bollettieri, 2016).

Bekhend (backhand)

Bekhend je úder „proti ruce“. Pravoručí hráči ho tedy odehrávají vlevo od těla. Používají se dva různé druhy bekhendů – jednoručný a obouručný (Langerová, Heřmanová, 2005). Každá z variant má své výhody i nevýhody. Jednoručný bekhend je tradičnější variantou, od 70. let minulého století je však čím dál více nahrazován obouručným bekhendem (jedni z prvních hráčů kteří obouručný bekhend proslavili byli kupříkladu Björn Borg, či Jimmy Connors). Vynikajícím jednoručným bekhendem se v dnešní době může pyšnit například Stanislas Wawrinka nebo Richard Gasquet.

Volej (volley)

Je úder hraný bez dopadu ze vzduchu zejména při hře na síti. V minulosti byl velmi často využíván v kombinaci s podáním při taktické variantě zvané servis-volej. Dnes se tato taktika vyskytuje méně často.

Smeč (smatch)

Je úder nejčastěji hraný bez dopadu přímo ze vzduchu. Strukturou pohybu se velmi podobá podání. Od tohoto úderu je ve většině případů očekáván vítězný úder. Jankovský (2002) ve své publikaci uvádí, že je podstatně lehčí, než podání zejména je-li hrána blízko u sítě. Já bych se dovolil tomuto názoru oponovat. Smeč bývá i v krajních případech často zkažena, dle mého názoru hlavně kvůli psychickému tlaku, který je na hráče právě kvůli předpokladu snadného úderu vytvářen. Hlavní roli může při chybě také hrát mnohdy timing. Rozlišujeme smeč forhendem a bekhendem.

2.3.3 Vliv tělesných rozměrů na výkon v tenisu

Vliv tělesné hmotnosti na rychlost

Tělesná hmotnost je antropometrickou charakteristikou, která je determinována tělesnou výškou, somatotypem, kvalitou tréninkového procesu a výživou (Vaverka, Černošek, 2007).

Velmi důležitým faktorem ovlivňujícím časový průběh přesunu hráče do výchozí polohy pro další úder je tělesná hmotnost hráče. Ta může ovlivnit dobu potřebnou k překonání odporu setrvačnosti této hmotnosti (Schönborn, 2006).

Vaverka, Černošek (2007) doplňují, že při pohybu na dvorci hraje vztah mezi hmotností tenisty a velikostí produkované odrazové síly podstatnou úlohu.

Z hlediska dosažení co nejvyšší úrovně akcelerace je nezbytné, aby měl tenista vysokou úroveň startovní explozivní síly a frekvence. Na druhé straně je nutné, aby s ohledem na základní biomechanickou zákonitost minimalizoval svou celkovou tělesnou hmotnost. Vaverka, Černošek (2007) dále zastávají názor, že při pohledu na dolní končetiny vrcholových tenistů můžeme spatřit obdobnou konfiguraci svalů jako u sprinterů. Množství objemu svaloviny na horní části těla je optimální, pokud ho není ani přemíra ani nedostatek. Je potřebná jenom taková hmotnost horní poloviny těla, kterou hráč využije ke kvalitnímu provedení úderu. Co se týká hodnot tělesného tuku tak ty se podle Wilmora et al. (2008) pohybují u tenistů mezi 6–14 % z celkové hmotnosti jedince.

Vliv tělesné výšky na frekvenci běhu

Rychlost běhu ovlivňují dva aspekty, těmi je frekvence běhu a délka kroku. Zkušenost ukazuje, že hráči nižšího vzrůstu jsou v akceleračních situacích rychlejší a obratnější. Dosahují také vyšších frekvencí kroků. Naopak hráči vyššího vzrůstu mají díky delším dolním končetinám také delší kroky. Krajiní varianty tělesných rozměrů mají velké přednosti vždy v jednom aspektu, který je však kompenzován nízkou úrovní druhého sledovaného znaku (Vaverka, Černošek, 2007).

Vliv tělesných rozměrů na koordinaci

Koordinace je jedním z nejvýznamnějších faktorů tenisové hry, který je vztahován k lokomotivním aktivitám tenisty, řešení neobvyklých motorických situací a také ke kvalitě tenisových úderů (Crespo a Miley, 2001). Je všeobecně známo, že jsou jedinci vysokých postav méně pohybliví a jejich obratnost je na nižší úrovni než u jedinců postav nižších (Vaverka, Černošek, 2007). Vaverka, Černošek (2007) dále uvádějí, že hráči s větší tělesnou výškou mají v souvislosti s delšími končetinami delší nervové dráhy přenášející signál ke svalovému efektoru což zpomaluje přesnost signálu Toto zpomalení následně ovlivňuje kvalitu koordinace a rychlost pohybových reakcí. Bolletieri (2001) však upozorňuje na skutečnost, že pokud se hráči s rozdílnou tělesnou výškou nacházejí na stejné motorické i dovednostní úrovni, pak se výhoda přenáší na vyššího hráče.

Vliv tělesné výšky na údery

Vaverka, Černošek (2007) zmiňují, že velkou výhodou vysokého hráče při provádění tenisových úderů je délka jeho paží. Za prvé kvůli jejich dosahu, kvůli kterému pokryje větší plochu při hře na síti, při smeči nebo všeobecně při dosahu na míč

v extrémní situaci. Za druhé z biomechanického hlediska větší délka paží při stejné úhlové rychlosti rotace paže umožňuje dosáhnout větší obvodové rychlosti rakety a z toho plynoucí větší razance úderu. Jediná nevýhoda rostoucí tělesné výšky na provedení úderu nastává v řešení atypických situací, které vyžadují velmi rychlou koordinaci pohybu. Takovou situací může být kupříkladu odbití míče směřujícího na tělo hráče.

Vliv tělesné výšky na podání

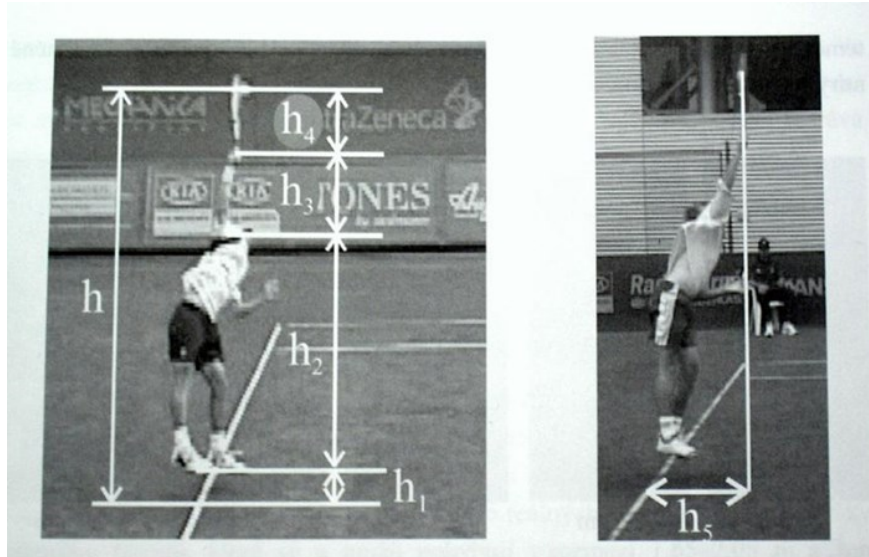
Aby se podání stalo úspěšným, musí být míč odehrán tak, aby jeho dráha letu minula sítí a končila v poli pro podání. Dráhu letu kromě rychlosti, vztlakové síly vznikající při rotaci míče a sklonu hlavy rakety při provedení úderu výrazně ovlivňuje také výška odbití míče Vaverka, Černošek (2007) uvádějí, že čím vyšší rychlostí míč letí, tím více se balistická křivka letu míče přibližuje přímce. Pokud míč letí pomaleji, křivka se více zakřivuje. Stejně tak se dráha letícího míče zakřivuje při zvyšující se horní rotaci, a to především v poslední fázi letu. Tím se zvyšuje úhel dopadu míče do pole podání. Přihlédneme-li ke konkrétním rozměrům hřiště a výšce sítě, může nám být jasné, že se s rostoucí rychlostí míče zmenšuje plocha dopadu míče do pole podání, čímž se nám snižuje i pravděpodobnost úspěšnosti podání. V tuto chvíli přichází na řadu faktor výšky odbití míče. Čím větší bude výška odbití míče, tím větší bude i plocha dopadu míče do pole podání. Díky důsledku tohoto jevu může hráč, který zasahuje míč výše, podávat rychleji. Naopak hráč, který zasahuje míč v nižší výšce, je nucen podávat pomaleji. Hráči nižšího vzrůstu také často využívají u podání velkého množství horní, boční, či kombinované rotace, které při zahrávání snižuje riziko chyby a hráčům na příjmu svými specifickými odrazy míčů ztěžuje kvalitní provedení příjmu.

Výška odbití míče

Tuto veličinu ovlivňuje zejména celkové provedení podání, avšak značnou měrou přispívá i tělesná výška hráče a délka hrací paže.

Vzdálenosti h_2 a h_3 jsou závislé na tělesné výšce hráče a jsou upravovány technickým provedením podání jednotlivce. Vzdálenost h_4 je dána délkou rakety a místem úderu rakety do míče. Zejména pro nižší hráče je velmi důležitým faktorem ovlivňujícím výšku odbití míče při podání výskok, který Vaverka, Černošek (2007) označují jako „Vertikální zdvih“. Na obrázku označen jako h_1 . Zmíněný vertikální zdvih

umožňuje zvětšit výšku odbití míče i hráčům nižších postav, čímž mohou redukovat počáteční nevýhodu, kterou mají oproti vysokým hráčům.



Obrázek 2 – rozměrová analýza podání (Vaverka, Černošek, 2007)

Vaverka, Černošek (2007) za použití kinematických analýz podání u předních hráčů na ATP turnaji 2005 v Prostějově vyzorovali, že se jednotlivé hodnoty vertikálního zdvihu pohybovaly v rozmezí od 20 cm do 40 cm.

2.3.4 Lateralita

Žáková (2019) zmiňuje, že má pojem lateralita původ v latinském slově *lateralis* což v překladu do češtiny znamená boční, postranní. Může být definována buďto jako jakákoli nesoúměrnost mezi levou a pravou stranou ve vztahu k organismu, nebo jako nerovnoměrné využívání párových orgánů na základě rozdílů v jejich aktivitě, výkonnosti nebo specializaci. Lateralita se může u člověka vázat jak k orgánům hybným (horní končetiny), tak i k centrální nervové soustavě (mozkové hemisféry). Levá hemisféra přednostně přijímá informace z pravé poloviny těla a řídí hybnost pravé poloviny těla. U pravé hemisféry je tomu přesně naopak.

Leváctví a praváctví

Dvořák (2007) definuje pojem leváctví takto: „Leváctví je převažující přednostní užívání levých končetin.“ Z této definice lze usuzovat, že pro praváctví platí

to samé akorát pro pravé končetiny. Obecně lze preferovanou ruku označit jako ruku vedoucí.

Dědičnost vedoucí ruky

Z výzkumu, kdy bylo k určení vedoucí ruky použito úkolu přesouvání kolíků do otvorů (peg-moving task) vyplynulo, že pokud jsou oba rodiče praváky, pak mají v 90 % taktéž pravorukého potomka. Pokud je jeden z rodičů levák, pohybuje se pravděpodobnost, že bude levákem syn okolo 20 % a u dcery okolo 15 %. Pokud jsou oba rodiče leváky, pravděpodobnost levorukého syna se zvýší až k 30 % a u dcery k 20% (McManus, Bryden, 1991).

Vliv prostředí na vedoucí ruku

První teorie, která se zabývala souvislostí laterality mozkových hemisfér s vlivy prostředí u člověka, kterou v roce 1985 představili američtí neurologové Geschwind a Galaburda, je založena na působení testosteronu in utero, který ovlivňuje vývoj mozkových hemisfér. Vyšší hladina testosteronu má podle této teorie zpomalovat vývoj levé hemisféry (Žáková, 2019).

Studie se také zaměřovaly na vztahy mezi porodním traumatem spojeným s hypoxií během porodu, délkou porodu, předčasným porodem, věkem matky nebo nekompatibilním Rh faktorem, společně s později projevenou vedoucí rukou u dětí takto narozených. Zjistil se velký počet levorukých dětí s touto anamnézou. Tyto faktory pravděpodobně zasáhnou více levou hemisféru než pravou (Llaurens et al., 2009).

Jelikož mezi novorozenci s nízkou porodní váhou je velké zastoupení leváků, začalo se pracovat i na výzkumech se snahou ustanovit příčiny tohoto vztahu. Nízká porodní váha je častým důsledkem prenatálních komplikací, které mohou zapříčinit neurologické potíže nebo patologie. Prenatální komplikace mohou znamenat poškození mozku či sama nízká porodní váha může k poškozením mozku vést. Rané poškození mozku pak může způsobit změnu v preferenci jedné ruky (Llaurens et al., 2009).

Zastoupení leváků v populaci

Raymond a Pontier (2004) přinesli přehled výsledků 81 studií ze 14 zemí všech kontinentů, kde byla vedoucí ruka určována házením nebo zatloukáním hřebíků. Procentuální zastoupení leváků zjištěno v rozpětí 5–26 %.

Perelle a Ehrman (2005), kteří ve své studii zjišťovali vedoucí ruku pro psaní, a to na cca 12 000 jedincích ze 17 zemí, přinesli výsledek procentuálního rozpětí 2,5–13%

Ve všech studiích bylo zjištěno nižší zastoupení leváků vůči pravákům, a to v jakékoli společnosti na světě. Další shodnou tendencí byl větší počet leváků mezi muži než mezi ženami ve většině společností, což podporuje teorii o levorukosti jako o důsledku působení testosteronu in utero.

Leváctví v tenisu

Podle Holtzen (2000) mají levoručí hráči výhodu nad pravorukými díky jejich lepším neuropsychickým predispozicím, kterými jsou například spojení mezi oblastmi mozku zodpovědnými za motorickou činnost a časoprostorové vizuální vnímání v pravé hemisféře.

Jelikož je levorukých hráčů výrazně méně, nejsou pravoručí hráči ve většině případech zvyklí na hru proti nim. Což vyúsťuje ve velké množství taktických i technických chyb. Je nutné brát v potaz, že úder leváku jsou zrcadlově opačné. Tudíž i rotace jejich úderů může výrazně pravákům ztěžovat situaci díky odlišným odskokům.

Williams et al. (1999) zmiňují, že vysoký výkon v tenisu vyžaduje nejen aby hráči správně předvíдали herní prvky, jakými jsou směr úderu a typ úderu, ale také aby se rozhodli, který úder mají hrát oni sami, a to během několika stovek milisekund. Tato rozhodnutí jsou ovlivněna různými situačními faktory, jakými jsou kupř.: postavení hráče na své polovině a oponenta na té jeho.

2.4 Statistika

Tato diplomová práce je založena na statistickém zjišťování dat. Data jsou zpracovány na základě využití matematicko statistických analýz.

2.4.1 Základní statistiky výběrů dat

Cílem základní statistiky dat je obecně opsat soubor dat (výběr). Mezi základní statistiky dat patří aritmetický průměr, intervaly spolehlivosti, variační koeficienty, směrodatné odchylky, mediány, modusy.

Nedílnou součástí jsou testy výběrů dat na normalitu, závislost dat, šikmost, špičatost, závislost a odlehlé hodnoty.

• Odhad střední hodnoty výběru dle Horn

Je pro výběry s četností dat $n > 20$ je odhad zjišťován jako prostý aritmetický průměr.

Rovnice 1-aritmetický průměr (zdroj:www.wikipedia.org)

$$\bar{x} = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Pro výběry dat $3 < n < 20$ zjišťován metodou dle Horn(ové), publikovanou v roce 1983. Dostupné literatuře se o této metodě zmiňují Meloun, Militký (1994, 2012) Kupka (2013) či Dušek, Meloun, Novák (2009) popisují použití metody dle Horn takto:

„Výpočet vychází z hloubky pivotů, která je definována vztahy $h = \text{int}((n + 1)/2)/2$ nebo $h = \text{int}(((n + 1)/2) + 1)/2$ podle toho, které h vyjde jako celé číslo. Dolní pivot je $x_D = x(h)$ a horní pivot $x_H = x(n+1-h)$. Odhadem parametru polohy je pivotová polosuma $PL = (x_D + x_H)/2$ a odhadem parametru rozptýlení pivotové rozpětí $RL = x_H - x_D$. Náhodná veličina $TL = PL/RL$ má přibližně symetrické rozdělení, jejíž kvantily jsou tabelovány v např. MELOUN, MILITKÝ (2002). Pro 95% intervaly spolehlivosti střední hodnoty potom platí nerovnost $PL - RL \cdot TL_{0,975}(n) \leq \mu \leq PL + RL \cdot TL_{0,975}(n)$ “

2.4.2 Porovnání dvou výběrů dat

Tyto operace slouží k statistickému porovnání dvou nezávislých výběrů dat na zvolené hladině významnosti.

Nezávislé výběry x , y jsou obecně různě veliké a mezi jednotlivými čísly v jednom a druhém výběru není souvislost. Pořadí prvků obou výběrů lze libovolně zaměnit bez ztráty informace. Hlavním cílem analýzy je rozhodnout, zda se liší střední hodnoty $E(x)$ a $E(y)$ obou výběrů (Kupka 2013).

- **Dvouvýběrový test K-S (Kolmogorov – Smirnov)**

Test srovnává empirickou a teoretickou distribuční funkci pomocí maximálního rozdílu hodnot. Tento test je určený i pro malé výběry dat.

H_0 : náhodný výběr rozsahu n pochází ze základního souboru s normálním rozdělením $N(\mu, \delta^2)$ s distribuční funkcí $F(x)$

Uvažujeme-li pozorování uspořádaná podle velikosti $x_{(i)}$

$$x_{(1)} \leq x_{(2)} \leq \dots \leq x_{(n)}$$

je testovou statistikou pro $i = 1, 2, \dots, n$.

$$D_n = \max \left\{ \left| F(x_{(i)}) - \frac{i-1}{n} \right|, \left| F(x_{(i)}) - \frac{i}{n} \right| \right\}, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

H_0 se zamítá, je-li: $D_n \geq D_a$ kde kritické hodnoty D_a jsou tabelovány

- **Test dle D'Agostino (volně převzato z Kotlorz 2012)**

Tento test byl sestaven jako rozšíření Shapirova-Wilkova testu pro středně velké a velké výběry. Testová statistika D'Agostinova testu má tvar

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n \left(i - \frac{n+1}{2} \right) x_{(i)}}{\sqrt{n^3 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}.$$

Za předpokladu platnosti H_0 jsou střední hodnota a směrodatná odchylka statistiky D rovny

$$E(D) = \frac{1}{2\sqrt{\pi}} \approx 0,282\,094\,79$$

$$\sigma(D) \approx \frac{0,029\,985\,98}{\sqrt{n}}.$$

Kritické hodnoty pro D jsou prezentovány pro standardizovanou statistiku

$$Y = \frac{(D - E(D))}{\sigma(D)} \approx \frac{\sqrt{n}(D - 0,282\,094\,79)}{0,029\,985\,98}$$

Hypotézu H_0 zamítneme, pokud Y neleží mezi horní a dolní kritickou hodnotou. Tabulku kritických hodnot jsou tabelizovány pro $n > 100$ v D'Agostino tabulka 1, str. 343, pro $n \leq 100$ v práci D'Agostino , tabulka 1, str. 220.

2.4.3 Korelace

Jako základní nástroj zjištění vzájemné souvztažnosti dat slouží v této práci korelace dle Spearmana. Tyto neparametrické korelace vykazují dle Militkého et al. (1994, 2012) nižší vnímavost na odlehlé hodnoty. Tyto datové nepravidelnosti lze v posuzování charakteristik hráčů z TOP 200 (včetně podvýběrů TOP 10, 20 atd) předpokládat. „Neparametrické odhady párových korelací založené na pořadí místo na hodnotách dat. Tyto koeficienty jsou robustní a doporučují se v případě přítomnosti vybočujících měření. Jsou analogií mediánu nebo kvantilových odhad Hornové v Základní statistice“ (Kupka, 2013)

Na rozdíl od základní korelace formou výpočtu Pearsonova koeficientu korelace, který popisuje lineární vztah veličin X a Y , Spearmanův koeficient korelace popisuje, jak dobře vztah veličin X a Y odpovídá monotónní funkci, která může být samozřejmě nelineární. (Pavlík, 2012)

3 CÍLE, HYPOTÉZY A ÚKOLY PRÁCE

V této kapitole jsou nastíněny základní otázky a výzkumné hypotézy které jsou předmětem této práce.

3.1 Cíle práce

Cílem této práce je prokázání vlivu tělesné výšky hráče na úspěšnost jeho hry.

3.2 Úkoly

- Sběr dat
- Stanovení metodiky
- Zpracování a analýza dat
- Výsledky, prezentace a interpretace dat
- Ověření pracovních hypotéz
- Komparace zjištěných dat s dostupnými prameny

3.3 Výzkumný problém

Je tělesná výška hráče faktorem významně ovlivňujícím jeho celkovou úspěšnost ve světovém tenise?

3.4 Výzkumné otázky

Jaký je vztah výšky hráče k možné úspěšnosti hráče ve vrcholovém tenise?

Je podání základní dovedností ovlivňující významně úspěšnost hráče ve světovém tenise?

3.5 Pracovní hypotéza

Pro dosažení cíle byly stanoveny tyto hypotézy:

- a) Tělesná výška hráče se významně spolupodílí na dosažených sportovních výsledcích hráče. Tato hypotéza bude potvrzena tím, že bude prokázána na hladině významnosti $\alpha < 0,05$ korelace mezi umístěním hráče v žebříčku a jeho výškou.
- b) Tělesná výška se významně spolupodílí na úspěšnosti podání. Tato hypotéza bude potvrzena prokázáním korelace mezi výškou hráče a herními statistikami sdruženými v Serve Rating ©. Zároveň bude podepřena

statisticky významným prokázáním rozdílu mezi střední hodnotou výšky výběru hráčů umístěného v prvním přibližně čtvrtinovém kvantilu herních statistik servisu oproti hráčům umístěným v kvantilu posledním.

4 METODA VÝZKUMU

V této kapitole jsou popsány základní aspekty šetření této práce.

4.1 Popis výzkumného souboru

Pro zjištění vlivu tělesné výšky na herní úspěchy hráče byl jako základní výzkumný soubor zvolen soubor hráčů figurujících v žebříčku ATP TOP 100, potažmo TOP 200 k datu 2.1.2023. Jedná se o vzorek nejlepších hráčů na světě, kteří si svou obživu a úhradu nákladů spojených s tréninkem, regenerací, materiální spotřebou či vzděláváním zajišťují plně z příjmů z okruhu ATP a aktivit přímo s tenisem souvisejícím. Jsou to taktéž hráči hrající pravidelně turnaje okruhu ATP, a to vyšší kategorie ATP Tour 250, 500, ATP Tour Masters 1000 či Grandslamy. Jedná se tedy o komplexní a plně profesionální tenisové hráče.

4.2 Použité metody

Typ metody: predikční

Druh metody: analytické zjišťování kauzálních souvislostí mezi výškou a úspěšností hráče

Na základě porovnání jednotlivých skupin hráčů, jejich výšek, budou zjišťovány rozdíly mezi tělesnými výškami jednotlivých skupin hráčů a vztahy mezi jejich výškou a vybranými charakteristikami jejich hry, zde s důrazem na podání.

4.3 Sběr dat

Data byly zjištěny z oficiálních statistik ATP, www.atptour.com.

4.3.1 Časový rozvrh

Data byly zjišťovány v pořadí základní statistiky – ranking, jméno hráče, věk pro hráče TOP 200.

V dalším sledu byly k jednotlivým hráčům doplněny hodnoty výšky, hmotnosti, laterality, typ držení bekhendu (jednoručný, obouručný).

V dalším byly staženy základní charakteristiky hráčů herních statistik (podání, příjem, hra pod tlakem)

V dalším byly data hráčů jednotlivých statistik přiřazeny k datům hráčů v žebříčku TOP200

Poté následovala základní statistická analýza dat a analýza souvztažností či porovnávání souborů dat.

4.3.2 Vedení a podmínky sběru dat

Data byla sledována u hráčů, kteří se za období 1. až 52. týdne roku 2022 svými bodovými zisky v turnajích umístili v TOP 200 popř. v TOP 100 hráčů okruhu ATP. Z oficiálních zdrojů ATP (www.atptour.com) byla zjištěna jejich tělesná výška, tělesná hmotnost, lateralita, typ držení bekhendového úderu, umístění (ranking) a 3 základní okruhy statistických charakteristik – serve leaders, return leaders a under pressure leaders.

Statistiky „Serve leaders“ zahrnují 6 základních charakteristik podání a jednu souhrnnou:

- a) % úspěšnosti 1. podání
- b) % vyhraných výměn po 1. podání
- c) % úspěšnosti 2. podání
- d) % vyhraných výměn po 2. podání
- e) Podíl přímých bodů z podání na jeden zápas (ace /match)
- f) Podíl dvojchyb na jeden zápas (DF/match)
- g) Souhrnnou statistiku (součet předchozích) „Serve rating©“

Statistiky „return leaders“ zahrnují 4 základní charakteristiky příjmu a jednu souhrnnou:

- a) % úspěšnosti vyhraného bodu z příjmu 1. podání
- b) % úspěšnosti vyhraného bodu z příjmu 2. podání
- c) % vyhraných her na příjmu
- d) % vyhraných „break points“
- e) Souhrnnou statistiku (součet předchozích) „Return rating©“

Statistiky „under pressure leaders“ zahrnují 4 základní charakteristiky hodnocení psychické odolnosti hráče hrající „pod tlakem“ a jednu souhrnnou:

- a) % vyhraných „break points“
- b) % odvrácených „break points“

- c) % vyhraných zkrácených her
- d) % obrácených vítězných her
- e) Souhrnnou statistiku (součet předchozích) „Under pressure rating©“

4.4 Analýza dat

Vybraná data každého hráče TOP 200 budou podrobena základnímu statistickému šetření a seskupena do výběrů dat, které budou podrobeny vzájemnému porovnání a data uvnitř výběrů zkoumání korelačních závislostí tak, jak je uvedeno v podkapitole 2.4.

Základní data každého hráče jsou:

- a) ranking k 2.1.2023
- b) tělesná výška
- c) tělesná hmotnost
- d) lateralita
- e) typ držení bekhendu
- f) výskyt v každé ze 3 sledovaných statistik (serve-, return-, under pressure – rating)
- g) dosažený výsledek v každé ze 3 sledovaných statistik (serve-, return-, under pressure – rating)

Jednotlivá „hráčská data“ budou sestaveny do výběrů dat podrobených základnímu porovnání dvou výběrů u statistiky výšky a četnosti výskytu jednotlivých hráčů ve statistikách.

- a) TOP 10
- b) TOP 20
- c) TOP 30
- d) TOP 40
- e) TOP 50
- f) TOP 100 (s vnitřním rozdělením do čtvrtin)
- g) TOP 200(s vnitřním rozdělením do čtvrtin)
- h) Výběr hráčů vyskytujících se v „serve“ statistice (86)
- i) Výběr hráčů vyskytujících se v „return“ statistice (86)
- j) Výběr hráčů vyskytujících se v „under-pressure“ statistikách (86)

Tyto základní soubory dat budou uvnitř rozděleny podle jednotlivých dílčích statistik (% vyhraných 1. podání, výskyt přímých bodů z podání, výskyt dvojchyb atd.) a bude u nich dále zjišťovány základní statistiky tělesné výšky:

- a) Střední hodnota tělesné výšky aritmetickým průměrem (u výběrů pod $n < 20$ metodou dle Horn]
- b) Konfidenční intervaly (na hladině spolehlivosti $\alpha > 95\%$)
- c) Median
- d) Modus
- e) Variační koeficient
- f) Směrodatná odchylka
- g) Závislost dat
- h) Normalita
- i) Homogenita
- j) Šikmost
- k) Špičatost

Po prošetření jednotlivých základních statistik a případné úpravě dat budou jednotlivé výběry porovnány metodou porovnání dvou výběrů dle Kolmogorova-Smirnova resp. D'Agostinovým testem (pro malé výběry $n < 100$) či testem shody průměrů, a bude hledán statisticky významný rozdíl středních hodnot výšek hráčů v jednotlivých kategoriích, popřípadě uvnitř kategorií (rozdíl mezi „nejlepší“ 1. a „nejhorší“ 4. čtvrtinou danou umístěním hráčů v jednotlivých výběrech).

Všechny analýzy budou provedeny ve statistických programech STATISTICA (v.14) a QC Expert (v. 3.3)

5 VÝZKUMNÁ ČÁST A VÝSLEDKY

V této části jsou vyčísleny základní poznatky šetření vyplývající z práce.

5.1 Vliv výšky na celkové umístění hráče v žebříčku

Vliv výšky byl sledován jednak na základních statistikách výběrů hráčů TOP 100, TOP 200, tak i na dílčích podvýběrech TOP 10-50. Také byla zkoumána korelace dat výšky hráče a celkové umístění v žebříčku.

5.1.1 Základní charakteristiky výběrů hráčů TOP 10 až 200

V jednotlivých souborech hráčů seskupených podle umístění v žebříčku TOP 10 až 200 (viz Tabulka 1) se zřetelně rýsují zjištění, ukazující možné datové trendy stojící za rozbor – porovnání jednotlivých souborů.

Tabulka 1 – Základní charakteristiky hráčů podle jednotlivých výběrových souborů

Výběr	Věk (roky)	Výška (cm)	Leváctví (ks)	Leváctví (%)	Držení jednoruč (ks)	Držení jednoruč (%)	Výskyt hráče ve všech statistikách (ks)	Výskyt ve všech statistikách (v%)
TOP 10	26,1	191,1	1	10%	1	10%	9	90%
TOP 20	25,9	191,3	3	15%	2	10%	17	85%
TOP 30	26,2	188,6	3	10%	5	17%	25	83%
TOP 40	26,1	189,2	4	10%	5	13%	33	83%
TOP 50	26,3	189,1	7	14%	5	10%	36	72%
TOP 100	26,9	187,4	14	14%	8	8%	42	42%
TOP 200	26,5	186,3	31	16%	18	9%	43	22%

- Střední hodnota věku zjištěného ve všech výběrech byla 26 až 27 let.
- Zřetelně se snižovala střední hodnota tělesné výšky hráčů, a to nepřímou k umístění v žebříčku.
- Leváctví se vyskytovalo, vzhledem k malým rozsahům výběrů, nezávisle na umístění v žebříčku, vždy však v intervalu 10-16 %.
- Držení bekhendu jednoruč se vyskytlo od 10 % v 1. desítce se stoupajícím trendem k umístění okolo 30-40. místa, pak zase klesalo k 9 %.
- Počet hráčů evidovaných ve všech statistikách mírně klesá v souladu s umístěním od 1. desítky k 1. padesátce. Poté je již pokles strmější až k 22 % v celé dvoustovce.

5.1.2 Základní statistika výběrů z hlediska tělesné výšky

Z prvotního vyšetření základních statistik vyplynul fakt, že hráči z druhé stovky se na statistikách podílejí v malé míře. Proto byly do řešení zahrnuty soubory TOP 10, 20, 50 a 100. U těchto výběrů byly zjištěny statistiky středních hodnot, konfidenční intervaly, rozptyly a směrodatné odchylky. Tyto soubory byly standartně podrobeny vstupním statistickým analýzám na normalitu, homogenitu a závislost dat.

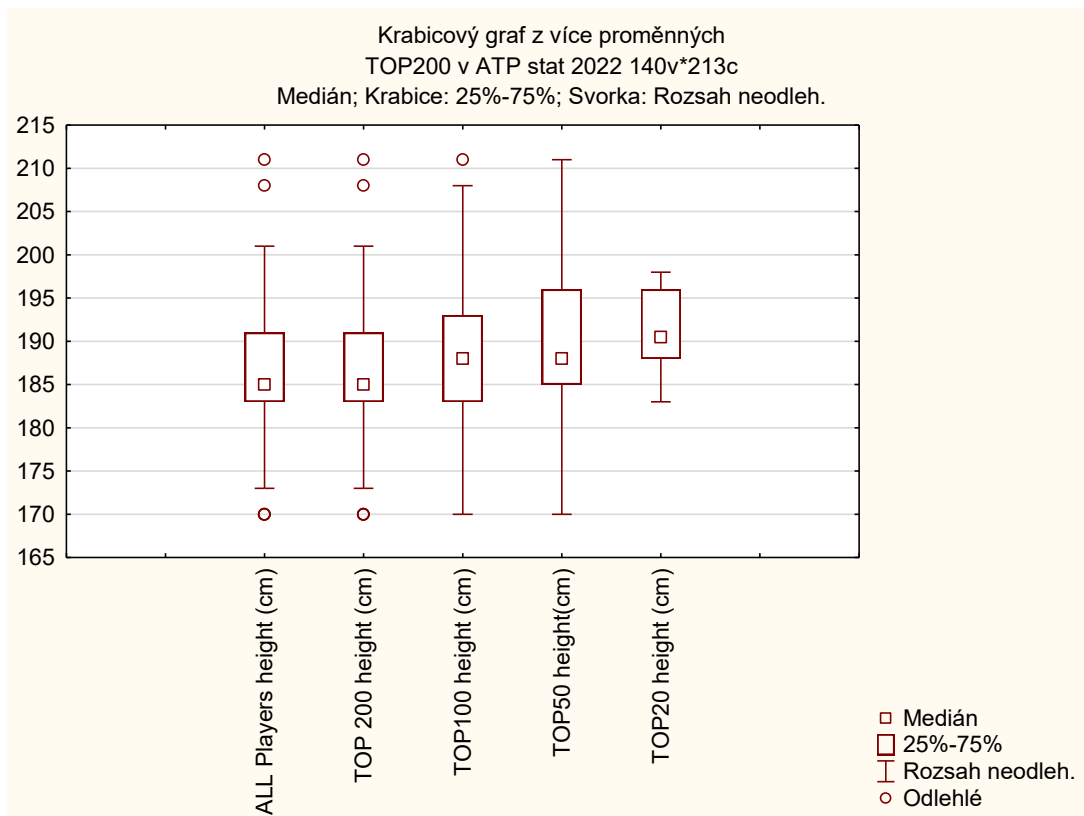
Tabulka 2 - Základní statistiky výšky u výběrů dle žebříčku

Výběr	n	střední hodnoty		intervaly spolehliv.		R	SD	robustní střední hodnoty	
		Horn	mean	dol.mez	hor.mez			modus	medián
TOP 100	100		187,38	185,97	188,80	50,82	7,13	189,22	188,0
TOP 10	10	192	191,10	187,37	194,83	27,21	5,22	196,11	193,0
TOP 20	20	192	191,30	188,91	193,69	26,12	5,11	189,05	190,5
TOP 50	50		189,12	186,72	191,52	71,29	8,44	185,85	188,0

Tabulka 3 - Testové statistiky dat výšky u výběrů dle žebříčku

Výběr	n	závislost	normalita		homogen.		šikmost	špičatost
		znam.t.	moment	K-S		vyboč.b.		
TOP 100	100	ano	ano	ne	ano	(5) ¹	ne	ne
TOP 10	10	ne	ano	ano	ano		ne	ne
TOP 20	20	ne	ano	ano	ano		ne	ne
TOP 50	50	ne	ano	ano	ano		ne	ne

¹ U dat výšek 211(Opelka,#38), 208(Isner,#41), 170(Schwarzmann,#25), 170(Baez#43), 170 (Nishioka,#36) diagnostikována některými testy odlehlost



Graf 1-krabicový graf výšek hráčů TOP 200 až TOP20

Zjištění vztahů týkající se výšky hráčů:

- a) Je zjištěn trend postupného snižování výšky hráčů s klesajícím umístěním v žebříčku. Vždy však v rámci průniků konfidenčních intervalů jednotlivých výběrů. Taktéž K-S testem dobré shody výběrů nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi výškou hráčů TOP 10, TOP 20 a zbytkem TOP 200. Rozdíly jsou však patrné a statistická nevýznamnost je spíše dána malou četností výběrů TOP10 a TOP 20. Popisné statistiky, hlavně robustní medián, potvrzují trend vyšších hráčů TOP 10 a TOP 20 než je zbytek hráčů TOP 100 či TOP 200
- b) Statistickými testy prošetřená data nevykazovala významnější odchylky od normality, homogenity, šikmosti, špičatosti. Pouze u vzorku hráčů TOP 100 byla zjištěna závislost jednotlivých dat. Tyto ale byly překontrolovány a jejich umístění odpovídá umístění publikovaném v žebříčku ATP.
- c) Robustním Kolmogorov-Smirnovovým testem byla zjištěna nenormalita dat výšky u hráčů TOP 100. Tento test je robustní, data tedy byla podrobena testu momentovému a dle D'Agostina, které prokázaly normalitu dat. Normalita dat nebyla upravena.

- d) Odlehlé hodnoty způsobující nenormalitu dat patří hráčům Opelka (211 cm), Isner (208cm), Schwarzman, Baez, Nishioka (všichni 170 cm).

5.1.3 Korelace výšky a umístění hráče v žebříčku

Byla prokázána slabá, ale na hladině významnosti 5% statisticky významná korelace mezi umístěním hráče v žebříčku a jeho výškou. Se stoupající výškou stoupá umístění v žebříčku.

Tabulka 4- Korelace výšky TOP 100 s umístěním hráče

Proměnná	Spearmanovy korelace (TOP200 v ATP stat 2022) ChD vynechány párově Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < .05000$	
	ranking ATP to 2/1/2023	height (cm)
ranking ATP to 2/1/2023	1,000000	-0,214581
height (cm)	-0,214581	1,000000

Tabulka 5- Korelace výšky TOP 200 s umístěním hráče

Proměnná	Spearmanovy korelace (TOP200 v ATP stat 2022) ChD vynechány párově Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < .05000$	
	ranking ATP to 2/1/2023	height (cm)
ranking ATP to 2/1/2023	1,000000	-0,220454
height (cm)	-0,220454	1,000000

Tabulka 6- Korelace výšky výběru hráčů umístěných ve statistikách s umístěním v žebříčku

Proměnná	Spearmanovy korelace (TOP200 v ATP stat 2022) ChD vynechány párově Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < .05000$	
	ranking ATP to 2/1/2023	height (cm)
ranking ATP to 2/1/2023	1,000000	-0,173503
height (cm)	-0,173503	1,000000

5.2 Vliv herních dovedností uvedených v souhrnných herních statistikách Serve rating©, Return rating©, Under-pressure rating© na umístění v žebříčku

Z výsledků křížových korelací (dle Spearmana) vyplývají tyto základní zjištění:

- Nejlépe korelují data vztažená ke statistikám podání, pak následuje statistika Under – pressure. Nejvolněji korelují statistiky příjmu podání.
- Nejvíce ovlivňují umístění v žebříčku statistiky tvrdého povrchu, nejvolněji korelují statistiky na trávě.

Tabulka 7-přehled Spearmanových korelací dle jednotlivých statistik a povrchů

povrch	Spearmanovy korelace koeficientů statistik k žebříčku na hlad. význ. $p > 0,05$	Serve rating		Return rating		U-press rating	
		Spaer Cor	stat. význam.	Spaer Cor	stat. význam.	Spaer Cor	stat. význam.
hard	ATP Ranking (with L)	0,62	4/6	0,40	4/4	0,54	3/4
	ATP Ranking (without L)	0,66	3/6				
clay	ATP Ranking (with L)	0,43	4/6	0,29	2/4	0,48	3/4
	ATP Ranking (without L)	0,40	4/6				
grass	ATP Ranking (with L)	0,34	3/6	0,25	2/4	0,23	1/4
	ATP Ranking (without L)	0,24	1/6				

5.3 Vliv výšky hráče na úspěšnost podání

5.3.1 Korelace výšek a rankingu k statistikám podání

Základní statistiky hráčů vzhledem k preferenci povrchů

Hráči zahrnutí do statistik podání tzv. „serve rating©“ odehráli zápasy na různých površích. Bylo tedy nutné vyčíslit rámcově zastoupení zápasů na tom kterém povrchu u jednotlivých hráčů. Protože z předchozího statistického zjištění (viz Tabulka 1) je patrné, že každý z hráčů TOP 50 byl účasten hodnocení ve všech třech statistikách (podání, příjem, tlak), a protože každý hráč z TOP 50 figuruje alespoň ve dvou ze tří statistik podle podání, byly zpracovány rámcové poměry četnosti zápasů na jednotlivých površích dle hráčů z TOP 50.

Tabulka 8-zastoupení jednotlivých povrchů v zápasech hraných hráči TOP 50 v roce 2022

Povrch	grass	clay	hard
Celkový počet zápasů hráčů z TOP 50 zahrnutých ve statistikách podání	348,0	726,0	1632,0
Relativní zastoupení počtu zápasů na jednotlivých površích (v%)	12,9	26,8	60,3

Jak je patrné ze statistického šetření zastoupení jednotlivých povrchů zápasů hráčů z TOP 50, více jak 60% zápasů je odehráno na tvrdých površích.

Tabulka 9-Zastoupení všech turnajů organizovaných ATP dle povrchů v roce 2022

turnaj/povrch (2022)	Hard	Grass	Clay	Carpet	Celkem
Grandslams	2	1	1		4
ATP Masters 1000s	5		3		8
ATP 500	8	2	3		13
ATP 250	23	5	14		42
Challenger	79	3	101	1	183
ATP Nitto Finals	1				1

turnaj/povrch (2022)	Hard	Grass	Clay	Carpet	Celkem
ATP Cup	1				1
Laver Cup	1				1
Next Gen Finals	1				1
Celkem	121	11	132	1	254
Celkem (v %)	48%	4%	52%	+	100%
Celkem ATP 250+	39	8	21	0	68
Celkem ATP 250+ (v %)	57%	12%	31%	+	100%

Jak je patrné z porovnání celkového počtu pořádaných turnajů vyšší úrovně (Tabulka 9 jako ATP 250+) a turnajů odehraných hráči TOP 50 (dle Tabulka 8), lze konstatovat, že výběr turnajů hráčů TOP 50 odpovídá celkovému poměru nabízených turnajů vyšší třídy.

Turnaje vyšší třídy se hrají převážně na tvrdém povrchu (57%), pak následuje antuka (31%) a na posledním místě tráva (12%). Oproti tomu turnaje nižší třídy se hrají s významnou převahou antuky

Je však nutné konstatovat, že většina hráčů preferuje povrchy podle jejich charakteru hry. Hráči byli tedy rozdělení podle preferencí povrchů do tří skupin (dle Tabulka 10).

- 1. skupina - hráči preferujících tvrdý povrch. Podmínku splňují hráči, kteří odehráli z celkového počtu zápasů více jak 65% na rychlých površích (grass, hard).
- 2. skupina - hráči kteří odehráli méně jak 36% na antuce a méně, jak 65% rychlých površích. Do této skupiny byl zařazen také hráč Botić van de Zandschulp s netypickým rozdělením povrchů 55% antuka, 32% tráva a pouze 3% tvrdý povrch.
- 3. skupina – hráči kteří odehráli více jak 36% zápasů na antuce.

Tabulka 10-Základní charakteristiky výběrů hráčů TOP 50 podle preference povrchů

Výběr	n	střední hodnoty		intervaly spolehliv.		CoV	SD	robustní střední hodnoty	
		Horn	mean	dol.mez	hor.mez			modus	medián
CLAY	10	183	181,6	176,7	186,5	46,9	6,85	179,0	183
HARD	37		191,0	188,3	193,6	63,3	7,96	191,0	191
TOP 50	50		189,1	186,7	191,5	71,3	8,44	185,9	188

Tabulka 11-testované statistiky výběrů hráčů TOP 50 podle preference povrchů

Výběr	n	závislost	normalita		homogen.		šikmost	špičatost
		znam.t.	D'Agostino	K-S		vyboč.b.		
CLAY	10	ano	ne	ano	ano		ne	ne
HARD	37	ne	ano	ano	ano		ne	ne
TOP 50	50	ne	ano	ano	ano		ne	ne

Tabulka 12-párové porovnání výběru hráčů TOP 50 podle preferencí povrchů

Testy shody dvou výběrů dat	Test dobré shody K-S	dif DF	krit.h.	Test shody průměrů	t-stat.	krit.h.
clay vs. hard	rozdílná	0,5676	0,4840	rozdílná	3,39	2,01
Ranking clay vs. Ranking hard	shodná	0,2459	0,4840	shodná	0,44	2,01

Na základě šetření dat lze konstatovat, že:

- Existuje statisticky významný rozdíl mezi výškou hráčů preferujících tvrdý povrch a výškou hráčů preferujících antuku. Hráči preferující hru a antuce jsou nižší o 9,4 cm a dosahují průměrné výšky 181,6 cm.
- Data sledující umístění v žebříčku jsou u obou skupin povrchů shodná.

Tvrký povrch – korelace výšky, rankingu a statistik podání u výběru včetně leváků

Na tvrdém povrchu vykazovaly data všech hráčů zaznamenaných ve statistice „serve rating“ tyto souvztažnosti:

- Statisticky významná volná korelace mezi výškou hráče a umístěním v žebříčku
- Statisticky významné těsnější korelace mezi postavením v žebříčku a statistikami úspěšností 1. a 2. podání, vyhranými výměnami po 1. a 2. úspěšném podání.
- Statisticky nevýznamné volné závislosti dat mezi postavením hráče v žebříčku a statistikami dvojchyb a es.
- Statisticky významné závislosti mezi výškou hráče a % vyhraných výměn po úspěšném 1. a 2. podání
- Statisticky významnou těsnější závislostí dat mezi výškou a počtem es na zápas.
- Statisticky nevýznamnou volnou závislost dat % úspěšnosti 1. a 2. servisu na výšce hráče
- Statisticky významné těsné závislosti statistik vyhraných výměn po 1. a 2. podání na celkové statistice „serve rating“
- Statisticky významné těsnější závislost statistik úspěšnosti 2. servisu a počtu es na zápas na „serve rating“
- Statisticky významná a volná závislost statistik úspěšnosti 1. podání na statistice „serve rating“

- Statisticky významná těsnější nepřímá závislost mezi úspěšností 1. podání a počtem dvojchyb.
- Statisticky významná volná závislost mezi počtem dvojchyb a počtem es

Tabulka 13-Spearmanovy korelace statistik servisu na tvrdém povrchu k výšce a žebříčku

Spearmanovy korelace (TOP 200) hladina významnosti $p < 0,05$	ranking ATP to 2/1/2023	height (cm)	serve rating (hard)	%1st serve (hard)	% 1st serve won (hard)	%2st serve (hard)	%2st serve won (hard)	ace/match (hard)	DF/match (hard)
ranking ATP 2022	1,00	-0,17	-0,62	-0,24	-0,43	-0,49	-0,64	-0,19	0,05
height (cm)	-0,17	1,00	0,54	0,09	0,62	-0,02	0,54	0,71	0,20
serve rating (hard)	-0,62	0,54	1,00	0,25	0,86	0,56	0,98	0,69	-0,05
%1st serve (hard)	-0,24	0,09	0,25	1,00	-0,06	0,17	0,14	-0,15	-0,47
% 1st serve won (hard)	-0,43	0,62	0,86	-0,06	1,00	0,25	0,87	0,86	0,19
%2st serve (hard)	-0,49	-0,02	0,56	0,17	0,25	1,00	0,55	0,04	-0,23
%2st serve won (hard)	-0,64	0,54	0,98	0,14	0,87	0,55	1,00	0,69	0,08
ace/match (hard)	-0,19	0,71	0,69	-0,15	0,86	0,04	0,69	1,00	0,28
DF/match (hard)	0,05	0,20	-0,05	-0,47	0,19	-0,23	0,08	0,28	1,00

Antuka povrch – korelace výšky, rankingu a statistik podání u výběru vč. leváků

Na tvrdém povrchu vykazovala data všech hráčů zaznamenaných ve statistice „serve rating“ tyto souvztažnosti:

- Statisticky významná volná korelace mezi výškou hráče a umístěním v žebříčku
- Statisticky významné těsnější korelace mezi postavením v žebříčku a statistikami úspěšností 2. podání, vyhranými výměnami po 1. a 2. úspěšném podání.
- Statisticky významné volné závislosti dat mezi postavením hráče v žebříčku a statistikami es
- Statisticky nevýznamná a volná závislost mezi % úspěšných 1. podání, počtem dvojchyb a postavením hráče v žebříčku .
- Statisticky významná a těsnější závislost mezi výškou hráče a % vyhraných výměn po úspěšném 1. a 2. podání
- Statisticky významnou těsnější závislostí dat mezi výškou a počtem es na zápas.
- Statisticky nevýznamnou volnou závislostí dat % úspěšnosti 1. a 2. servisu na výšce hráče

- Statisticky významné těsné závislosti statistik vyhraných výměn po 1. a 2. podání na celkové statistice „serve rating©“
- Statisticky významné těsnější závislost statistik úspěšnosti 2. servisu a počtu es na zápas na „serve rating©“
- Statisticky nevýznamná a volná závislost statistik úspěšnosti 1. podání na statistice „serve rating©“
- Statisticky nevýznamná závislost počtu dvojchyb na „serve rating©“

Tabulka 14- Spearmanovy korelace statistik servisu na antuce k výšce a žebříčku

Spearmanovy korelace (TOP 200) hladina významnosti $p < 0,05$	ranking ATP to 2/1/2023	height (cm)	serve rating (clay)	%1st serve (clay)	% 1st serve won (clay)	%2st serve (clay)	%2st serve won (clay)	ace/match (clay)	DF/match (clay)
ranking ATP 2022	1,00	-0,17	-0,43	-0,02	-0,36	-0,30	-0,43	-0,24	0,08
height (cm)	-0,17	1,00	0,38	-0,15	0,59	-0,02	0,40	0,65	0,14
serve rating (clay)	-0,43	0,38	1,00	0,14	0,74	0,71	0,95	0,49	-0,31
%1st serve (clay)	-0,02	-0,15	0,14	1,00	-0,32	0,02	-0,09	-0,32	-0,13
% 1st serve won (clay)	-0,36	0,59	0,74	-0,32	1,00	0,29	0,83	0,79	0,01
%2st serve (clay)	-0,30	-0,02	0,71	0,02	0,29	1,00	0,68	0,05	-0,49
%2st serve won (clay)	-0,43	0,40	0,95	-0,09	0,83	0,68	1,00	0,55	-0,21
ace/match (clay)	-0,24	0,65	0,49	-0,32	0,79	0,05	0,55	1,00	0,01
DF/match (clay)	0,08	0,14	-0,31	-0,13	0,01	-0,49	-0,21	0,01	1,00

Tráva – korelace výšky, rankingu a statistik podání u výběru včetně leváků

Na trávě vykazovala data všech hráčů zaznamenaných ve statistice „serve rating©“ tyto souvztažnosti:

- Statisticky významná volná korelace mezi výškou hráče a umístěním v žebříčku
- Statisticky významné těsnější korelace mezi postavením v žebříčku a statistikami úspěšností 2. podání, vyhranými výměnami po 1. a 2. úspěšném podání.
- Statisticky nevýznamné korelace mezi postavením v žebříčku a statistikami úspěšností 1. podání.
- Statisticky nevýznamné volné závislosti dat mezi postavením hráče v žebříčku a statistikami dvojchyb a es.

- Statisticky významné těsnější závislosti mezi výškou hráče a % vyhraných výměn po úspěšném 1. a 2. podání
- Statisticky významnou volnou závislostí dat mezi výškou a počtem es na zápas.
- Statisticky nevýznamnou volnou závislost dat % úspěšnosti 1. a 2. servisu na výšce hráče
- Statisticky významné těsné závislosti statistik vyhraných výměn po 1. a 2. podání na celkové statistice „serve rating“
- Statisticky významné těsnější závislost statistik úspěšnosti 2. servisu a počtu es na zápas na „serve rating“
- Statisticky významná a volná závislost statistik úspěšnosti 1. podání na statistice „serve rating“
- Statisticky významná těsnější nepřímá závislost mezi úspěšností 1. podání a počtem dvojchyb.
- Statisticky významná volná závislost mezi počtem dvojchyb a počtem es

Tabulka 15 Spearmanovy korelace statistik servisu na trávě k výšce a žebříčku

Spearmanovy korelace (TOP 200) hladina významnosti $p < 0,05$	ranking ATP to 2/1/2023	height (cm)	serve rating (grass)	%1st serve (grass)	% 1st serve won (grass)	%2st serve (grass)	%2st serve won (grass)	ace/match (grass)	DF/match (grass)
ranking ATP 2022	1,00	-0,17	-0,34	-0,14	-0,21	-0,30	-0,33	-0,11	0,12
height (cm)	-0,17	1,00	0,36	-0,02	0,52	-0,06	0,36	0,54	0,21
serve rating (grass)	-0,34	0,36	1,00	0,19	0,72	0,55	0,94	0,62	-0,17
%1st serve (grass)	-0,14	-0,02	0,19	1,00	-0,28	0,05	0,04	-0,16	-0,31
% 1st serve won (grass)	-0,21	0,52	0,72	-0,28	1,00	0,10	0,76	0,76	0,16
%2st serve (grass)	-0,30	-0,06	0,55	0,05	0,10	1,00	0,47	0,03	-0,33
%2st serve won (grass)	-0,33	0,36	0,94	0,04	0,76	0,47	1,00	0,58	-0,07
ace/match (grass)	-0,11	0,54	0,62	-0,16	0,76	0,03	0,58	1,00	0,21
DF/match (grass)	0,12	0,21	-0,17	-0,31	0,16	-0,33	-0,07	0,21	1,00

5.3.2 TOP 200 ATP bez leváků

Tvrký povrch – korelace výšky, rankingu a statistik podání u výběru bez leváků

Na tvrdém povrchu vykazovaly data hráčů – praváků zaznamenaných ve statistice „serve rating©“ tyto souvztažnosti:

- Statisticky významná volná korelace mezi výškou hráče a umístěním v žebříčku. Tato korelace byla těsnější jak u výběru s levorukými hráči.
- Statisticky významné těsnější korelace mezi postavením v žebříčku a statistikami úspěšností 2. podání, vyhranými výměnami po 1. a 2. úspěšném podání. Tato korelace byla vždy těsnější jak u výběru s leváky
- Statisticky nevýznamná volná korelace mezi žebříčkem a úspěšností 1. servisu
- Statisticky nevýznamné volné závislosti dat mezi postavením hráče v žebříčku a statistikami dvojchyb a es.
- Statisticky významné těsnější závislosti mezi výškou hráče a % vyhraných výměn po úspěšném 1. a 2. podání. Těsnost korelací se neměnila.
- Statisticky významnou těsnější závislostí dat mezi výškou a počtem es na zápas. Těsnost korelace se zvýšila
- Statisticky nevýznamnou volnou závislost dat % úspěšnosti 1. a 2. servisu na výšce hráče.
- Statisticky významné těsné závislosti statistik vyhraných výměn po 1. a 2. podání na celkové statistice „serve rating©“. Těsnost korelace se nezměnila.
- Statisticky významná těsnější závislost statistik úspěšnosti 2. servisu a počtu es na zápas na „serve rating©“. Těsnosti obou korelací se zvýšily.
- Statisticky významná a těsnější závislost statistik úspěšnosti 1. podání na statistice „serve rating©“
- Statisticky významná těsnější nepřímá závislost mezi úspěšností 1. a 2. podání a počtem dvojchyb. Oproti výběru s leváky se korelace staly volnějším. Korelace 2. podání se stala statisticky významnou.
- Statisticky nevýznamná volná závislost mezi počtem dvojchyb a počtem es

Tabulka 16 Spearmanovy korelace statistik servisu na tvrdém povrchu k výšce a žebříčku u pravorukých hráčů

Spearmanovy korelace (TOP 200 bez leváků) hladina významnosti $p < 0,05$	ranking ATP to 2/1/2023	height (cm)	serve rating (hard)	%1st serve (hard)	% 1st serve won (hard)	%2st serve (hard)	%2st serve won (hard)	ace/match (hard)	DF/match (hard)
ranking ATP 2022	1,00	-0,24	-0,66	-0,19	-0,48	-0,57	-0,69	-0,24	0,07
height (cm)	-0,24	1,00	0,56	0,15	0,62	0,03	0,54	0,72	0,13
serve rating (hard)	-0,66	0,56	1,00	0,30	0,86	0,60	0,98	0,70	-0,12
%1st serve (hard)	-0,19	0,15	0,30	1,00	0,02	0,19	0,20	-0,09	-0,44
% 1st serve won (hard)	-0,48	0,62	0,86	0,02	1,00	0,28	0,86	0,86	0,08
%2st serve (hard)	-0,57	0,03	0,60	0,19	0,28	1,00	0,60	0,08	-0,26
%2st serve won (hard)	-0,69	0,54	0,98	0,20	0,86	0,60	1,00	0,69	-0,02
ace/match (hard)	-0,24	0,72	0,70	-0,09	0,86	0,08	0,69	1,00	0,20
DF/match (hard)	0,07	0,13	-0,12	-0,44	0,08	-0,26	-0,02	0,20	1,00

Antuka povrch – korelace výšky, rankingu a statistik podání výběru bez leváků

Na tvrdém povrchu vykazovala data hráčů – praváků zaznamenaných ve statistice „serve rating©“ tyto poznatky:

- Statisticky významná volná korelace mezi výškou hráče a umístěním v žebříčku
- Statisticky významné těsnější korelace mezi postavením v žebříčku a statistikami úspěšností 2. podání, vyhranými výměnami po 1. a 2. úspěšném podání.
- Statisticky významné volné závislosti dat mezi postavením hráče v žebříčku a počtem es
- Statisticky nevýznamná a volná závislost mezi % úspěšných 1. podání, počtem dvojchyb a postavením hráče v žebříčku.
- Statisticky významná a těsnější závislost mezi výškou hráče a % vyhraných výměn po úspěšném 1. a 2. podání. Těsnost korelace se oproti výběru s leváky zvýšila
- Statisticky významnou těsnější závislostí dat mezi výškou a počtem es na zápas. Těsnost korelace se oproti výběru s leváky zvýšila
- Statisticky nevýznamnou volnou závislost dat % úspěšnosti 1. a 2. servisu na výšce hráče
- Statisticky významné těsné závislosti statistik vyhraných výměn po 1. a 2. podání na celkové statistice „serve rating©“. Korelace vyhrané výměny po 1. servise se se

oproti výběru s leváky neznatelně snížila, korelace vyhraných výměn zůstala neměnná.

- Statisticky významné těsnější závislost statistik úspěšnosti 2. servisu a počtu es na zápas na „serve rating©“. Těsnost korelace úspěšnosti 2. podání se snížila, počtu es se zvýšila
- Statisticky nevýznamná a volná závislost statistik úspěšnosti 1. podání na statistice „serve rating©“
- Statisticky významná nepřímá závislost počtu dvojchyb na „serve rating©“. Těsnost korelace se oproti výběru s leváky zvýšila.
- Statisticky významná těsnější nepřímá závislost dat počtu dvojchyb na úspěšnosti 2. podání. Těsnost korelace se oproti výběru s leváky zvýšila.

Tabulka 17 Spearmanovy korelace statistik servisu na antuce k výšce a žebříčku u pravorukých hráčů

Spearmanovy korelace (TOP 200 bez leváků) hladina významnosti $p < 0,05$	ranking ATP to 2/1/2023	height (cm)	serve rating (clay)	%1st serve (clay)	% 1st serve won (clay)	%2st serve (clay)	%2st serve won (clay)	ace/match (clay)	DF/match (clay)
ranking ATP 2022	1,00	-0,24	-0,40	-0,01	-0,35	-0,25	-0,41	-0,28	0,13
height (cm)	-0,24	1,00	0,41	-0,18	0,63	-0,03	0,43	0,75	0,10
serve rating (clay)	-0,40	0,41	1,00	0,11	0,72	0,69	0,95	0,54	-0,40
%1st serve (clay)	-0,01	-0,18	0,11	1,00	-0,37	0,02	-0,12	-0,36	-0,18
% 1st serve won (clay)	-0,35	0,63	0,72	-0,37	1,00	0,25	0,83	0,86	-0,02
%2st serve (clay)	-0,25	-0,03	0,69	0,02	0,25	1,00	0,63	0,06	-0,56
%2st serve won (clay)	-0,41	0,43	0,95	-0,12	0,83	0,63	1,00	0,61	-0,27
ace/match (clay)	-0,28	0,75	0,54	-0,36	0,86	0,06	0,61	1,00	0,01
DF/match (clay)	0,13	0,10	-0,40	-0,18	-0,02	-0,56	-0,27	0,01	1,00

Tráva – korelace výšky, rankingu a statistik podání u výběru včetně leváků

Na trávě vykazovaly data hráčů – praváků zaznamenaných ve statistice „serve rating©“ tyto souvztahnosti:

- Statisticky významná volná korelace mezi výškou hráče a umístěním v žebříčku
- Statisticky nevýznamné korelace mezi postavením v žebříčku a statistikami úspěšností 1. a 2. podání, výhry po 1. podání. Korelace statistik 1. a 2. podání se obecně v porovnání s výběrem včetně leváků zhoršily. Staly se statisticky nevýznamné či se snížila těsnost korelace.

- Statisticky nevýznamné volné závislosti dat mezi postavením hráče v žebříčku a statistikami dvojchyb a es.
- Statisticky významné těsnější závislosti mezi výškou hráče a % vyhraných výměn po úspěšném 1. a 2. podání. Těsnost korelace 1. podání se snížila, 2. podání zůstala stejná.
- Statisticky významnou volnou závislostí dat mezi výškou a počtem es na zápas. Korelace se vůči výběru s leváky nezměnila.
- Statisticky nevýznamnou volnou závislost dat % úspěšnosti 1. a 2. servisu na výšce hráče .
- Statisticky významné těsné závislosti statistik vyhraných výměn po 1. a 2. podání na celkové statistice „serve rating©“. Těsnost úspěšnosti výměny po 1. podání se mírně zvýšila, úspěšnost po druhém podání zůstala stejná.
- Statisticky významné těsnější závislost statistik úspěšnosti 2. servisu a počtu es na zápas na „serve rating©“. Korelace se oproti výběru hráčů s leváky nezměnily.
- Statisticky významná a volná závislost statistik úspěšnosti 1. podání na statistice „serve rating©“. Korelace se stala těsnější.
- Statisticky nevýznamná nepřímá závislost mezi úspěšností 1. podání a počtem dvojchyb. Oproti výběru s leváky se stala korelace neprůkaznou.
- Statisticky významná volná závislost mezi počtem dvojchyb a počtem es. Korelace se stala těsnější.

Tabulka 18- Spearmanovy korelace statistik servisu na trávě k výšce a žebříčku u pravorukých hráčů

Spearmanovy korelace (TOP 200 bez leváků) hladina významnosti p<0,05	ranking ATP to 2/1/2023	height (cm)	serve rating (grass)	%1st serve (grass)	% 1st serve won (grass)	%2st serve (grass)	%2st serve won (grass)	ace/match (grass)	DF/match (grass)
ranking ATP 2022	1,00	-0,24	-0,24	-0,16	-0,21	-0,11	-0,25	-0,08	0,03
height (cm)	-0,24	1,00	0,38	0,05	0,49	-0,05	0,36	0,54	0,17
serve rating (grass)	-0,24	0,38	1,00	0,23	0,76	0,55	0,94	0,62	-0,18
%1st serve (grass)	-0,16	0,05	0,23	1,00	-0,20	0,05	0,07	-0,05	-0,26
% 1st serve won (grass)	-0,21	0,49	0,76	-0,20	1,00	0,15	0,77	0,73	0,03
%2st serve (grass)	-0,11	-0,05	0,55	0,05	0,15	1,00	0,50	0,04	-0,29
%2st serve won (grass)	-0,25	0,36	0,94	0,07	0,77	0,50	1,00	0,56	-0,08
ace/match (grass)	-0,08	0,54	0,62	-0,05	0,73	0,04	0,56	1,00	0,22

Spearmanovy korelace (TOP 200 bez leváků) hladina významnosti $p < 0,05$	ranking ATP to 2/1/2023	height (cm)	serve rating (grass)	%1st serve (grass)	% 1st serve won (grass)	%2st serve (grass)	%2st serve won (grass)	ace/match (grass)	DF/match (grass)
DF/match (grass)	0,03	0,17	-0,18	-0,26	0,03	-0,29	-0,08	0,22	1,00

Z předchozích výsledků je patrné, že korelace platné na antuce jsou volnější jak korelace platné na tvrdém povrchu.

5.3.3 Posouzení rozdílů výšek u výkonnostně rozdílných hráčů v jednotlivých výběrech

Z dat uvedených v

Tabulka 20 je patrné, že mezi výběry hráčů umístěných v 1. $\frac{1}{4}$ a 4. $\frac{1}{4}$ (soubor 21 hráčů) u vybraných statistik podání na tvrdém povrchu a na antuce jsou zaznamenány významné rozdíly mezi výškami hráčů.

Tabulka 19 – Porovnání korelací na jednotlivých površích

Výběr	n	střední hodnoty		intervaly spolehliv.		R	SD	robustní střední hodnoty	
		Horn	mean	dol.mez	hor.mez			modus	medián
TOP 100	100		187,38	185,97	188,8	50,82	7,13	189,22	188
TOP 10	10	192	191,1	187,37	194,83	27,21	5,22	196,11	193
TOP 20	20	192	191,3	188,91	193,69	26,12	5,11	189,05	190,5
TOP 50	50		189,12	186,72	191,52	71,29	8,44	185,85	188
serve_clay_all	83		187,86	186,25	189,46	54,07	7,35	188,28	188
serve_clay_topQ	21		192,42	188,87	195,99	61,06	7,81	194,03	193
serve_clay_lastQ	21		183,81	180,59	187,03	49,96	7,07	181,53	183
serve_hard_all	70		188,34	186,68	190,01	48,71	6,98	187,33	188
serve_hard_topQ	21		193,24	190,6	195,88	33,59	5,8	192,57	193
serve_hard_lastQ	21		185,9	183,19	188,62	35,59	5,97	183,35	183
1serve_%_clay_all	83		187,85	186,25	189,46	54,08	7,35	188,28	188
1serve_%_clay_topQ	21		193,14	189,64	196,65	59,32	7,70	192,74	193
1serve_%_clay_lastQ	21		182,29	179,3	185,27	43,11	6,57	184,30	183
1serve_%_hard_all	70		188,34	186,68	190,01	48,72	6,98	187,33	188
1serve_%_hard_topQ	21		193,95	191,4	196,51	31,45	5,61	191,27	193
1serve_%_hard_lastQ	21		184,67	181,54	187,79	47,13	6,87	185,61	185

Tabulka 20 – Posouzení rozdílů výšek hráčů v jednotlivých výběrech

Výběry dat výšek	test dobré shody K-S	dif DF	krit.h.	Test shody průměrů	t-stat.	krit.h.
clay rating 1 vs. 4 Q	rozdílná	0,4762	0,4191	rozdílná	3,75	2,02
clay 1s %w 1 vs 4 Q	rozdílná	0,6667	0,4191	rozdílná	4,92	2,02
hard rating 1 vs. 4 Q	rozdílná	0,5238	0,4191	rozdílná	4,04	2,02
hard 1s %w 1 vs 4 Q	rozdílná	0,5714	0,4191	rozdílná	4,80	2,02

5.3.4 Posouzení souvztažnosti statistik podání na žebříček

Z dat Spearmanových korelací mezi statistikami podání a umístěním v žebříčku (viz Tabulka 7) lze vyčíst, že podání se podílí ze všech statistik nejvýznamněji.

Taktéž klasickými pořadovými korelacemi (Paersonovými) mezi jednotlivými pořadími žebříčku a pořadí ve statistice podání, uvedenými níže, lze pozorovat obdobný trend.

Tabulka 21-Korelace mezi souhrnou statistikou podání na antuce a tvrdém povrchu a umístěním v žebříčku

Povrch	Korelace mezi žebříčky	Spearman k.	Paerson k.
Antuka	Serve rating x ATP rating	0,43	0,356
Tvrký p.	Serve rating x ATP rating	0,62	0,522

Lze tedy obecně potvrdit, že kvalita podání vyjádřené souhrnou statistikou Serve Rating© koreluje s žebříčkem ATP. Korelace je těsnější u statistiky tvrdého povrchu. Vzhledem ke známým vlastnostem Paersonových korelací (citlivost na odlehlá data a posouzení pouze lineární souvztažnosti) lze očekávat spíše těsnější korelaci, kterou naznačuje korelace Spearmanova.

6 DISKUZE

6.1 Vliv tělesné výšky hráče na umístění v žebříčku

Z výsledků uvedených v kapitole 5.1 vyplývá jistá souvztažnost (korelace) mezi tělesnou výškou hráče a jeho umístěním v žebříčku. Zatím, co hráči v figurující v jednotlivých statistikách (TOP 200 + hráči nižšího postavení) korelují svojí výškou statisticky významně ale velmi volně (koef. 0,17 podle Spearmana), pak hráči TOP 100 a TOP 200 korelují znatelně těsněji (0,22 resp 0,23 podle Spearmana). Pro pochopení možné funkce působení výšky na výsledky, tj.kauzalitu, je nutné si uvědomit, že výška sama o sobě je pouze veličinou v příčinné souvislosti s vrozenou výbavou jedince. Není tedy možné tvrdit, že zjištěná korelace nemusí být nutně příčinou a je následkem. Můžeme tedy vždy tvrdit, že výška má prokázanou souvislost s úspěšností tenisty, není však příčinou jedinou a ani není příčinou vůdčí. Pokud vezmeme v úvahu jasné souvislosti mezi biometrickými vlastnostmi ovlivňující všechny úder (pozitivně či negativně), lze vlastním zjištěním potvrdit konstatování Vaverky et al., Bollettieriho a dalších autorů, že vhodné biometrické vlastnosti mohou tenistovi v jeho hře výrazně pomoci.

Zajímavý je poznatek o měnící se výšce TOP hráčů v průběhu doby. Zatímco Vaverka, Černošek uvádí průměrnou výšku hráčů TOP 100 v roce 2005 184 cm, mé zjištění se pohybuje na úrovni 187,4 cm. Prostým porovnáním konfidenčních intervalů (intervalů spolehlivosti) lze konstatovat, že tento rozdíl je na hranici statistické významnosti na $p < 0,05$, je však patrný.

Taktéž další Vaverkovo et al. zjištění, že průměrná výška TOP Q₂₅ (prvních 25 %) v roce 2005 byla (statisticky nevýznamně) nižší jak výška ostatních hráčů (75% z TOP 100) se mým výzkumem nepotvrdila. Hráči z TOP 20 dosahovali průměrné výšky 191 cm (statisticky nevýznamně). Trend snižující výšky k nižším umístěním v žebříčku je patrný, statisticky významný. Výsledky Vaverkova et al. výzkumu byly ovlivněny výjimečnou konstelací hráčů stáří okolo 24 let umístěných k 2/1/2005 v žebříčku TOP 10. Hráči Federer (výška 185/věk 24 let), Nadal (185/19), Roddick (188/23), Hewitt (178/24), Davydenko (178/24), Nalbandian (180/24), Agassi (180/35), Coria (175/23), Gaudio (175/27) a Ljubičić (193/26) významně vychylovali statistiky výšky i věku.

6.2 Vliv tělesné výšky hráče na kvalitu podání

Při zkoumání vlivu výšky postavy na kvalitu podání je potřeba si uvědomit několik zásadních poznatků přinesených touto diplomovou prací.

Korelace mezi výškou a statistikami podání jsou asi nejtěsnějšími a nejkompexněji korelujícími statistikami ze všech tří statistik (podání, příjem, hra pod tlakem). Statistika Serve rating[©] koreluje na všech površích vždy statisticky významně a také relativně těsně od hodnot Spearmanova koef. 0,62 na tvrdých površích přes 0,43 na antuce až po 0,34 na trávě.

Z hlediska pohledu na statistickou významnost korelací jednotlivých dílčích statistik sledujících podání vůči umístění v žebříčku se projevuje stejný trend důležitosti statistik úspěšnosti vyhrané výměny po 1. a 2. podání. Tyto statistiky korelují významně těsněji než statistiky úspěšnosti 1. a 2. podání. Oproti tomu statistiky přímých bodů z podání korelují statisticky významně a nejtěsněji u všech povrchů. Statistiky dvojchyb nekorelují ani s výškou a ani s umístěním v žebříčku. Příčiny rozdílů v korelacích jednotlivých statistik můžeme hledat v rozdílné komplexnosti a váze sledovaných charakteristik. Zatímco statistiky vyhraných výměn spolu pojí kvalitu podání a následnou mezihru se zakončením, statistiky úspěšnosti podání sledují pouze izolované podání. Neříkají však nic o umístění, rychlosti. Dávají tedy pouze obrázek o faktu, že hráč nějakou rotací, nějakou rychlostí a nějakým umístěním dopravil míč do pole podání soupeře.

Statistiky dvojchyb nejsou tou směrodatnou statistikou mající vliv na výsledek zápasu. Při průměrné četnosti dvojchyb na antuce 2,76 a tvrdém povrchu 2,67 se tato statistika jeví jako zápas naprosto neovlivňující.

Obdobně by se dalo nahlížet i na statistiku přímých bodů z podání. Zde je četnost oproti statistice dvojchyb na zápas přibližně dvojnásobná a to 2,24 es na antuce a 6,98 es na tvrdém povrchu. Statistická významnost korelace směrem k výšce se však projevuje u všech povrchů a těsnost korelace je vždy nejvyšší ze všech statistik podání.

Nejtěsněji se závislosti dat projevují na statistikách podání na tvrdém povrchu. Je to způsobeno faktem, že se na tvrdém povrchu hraje přibližně 60 % všech utkání, a tudíž mají výsledky dosažené na tvrdém povrchu největší váhu projevující se právě při korelacích s žebříčkem jako obrazem součtu dosažených výsledků. Vliv může mít také základní vlastnost povrchu a tou je poměrně rychlý odskok. Podrobným rozborem

jednotlivých statistik serve rating © na rychlém povrchu lze dovodit, že největší význam (korelaci) naznačují statistiky vyhraných výměn po 1. a 2. podání, a to jak na výšku, tak i na umístění v žebříčku. Stejně tak statistiky přímých bodů z podání. Lze tedy odvodit, že tyto tři statistické charakteristiky jsou svojí komplexností stěžejní. Oproti tomu statistiky dvojchyb jsou prakticky z hlediska hodnocení hráčů na podání prakticky neupotřebitelné a statistiky úspěšnosti podání bez dalších připojených informací (např. rychlost) sporné.

Zajímavé je zjištění, že existuje statisticky významný rozdíl mezi hráči 1. čtvrtiny a poslední čtvrtiny hráčů zahrnutých ve statistikách podání. Hráči první čtvrtiny statistik podání na antuce statisticky významně vyšší a to o 8,6 cm. U hráčů zahrnutých do statistik podání na tvrdém povrchu je tento rozdíl ještě vyšší a to o 9,3 cm. Při rozboru úspěšnosti 1. podání na antuce a tvrdém povrchu bylo zaznamenáno obdobné zjištění.

Vedlejším zajímavým zjištěním je naznačení trendu dat vedoucí k domněnce, že leváci jsou významně zvýhodněni na podání oproti pravákům. Porovnáním vzájemných korelací výběru všech hráčů vedených v statistikách podání a toho samého výběru očištěného o leváky byl zjištěn statisticky sice neprokazatelný ale celkem pravidelný trend, že statistiky od leváků očištěného souboru hráčů korelují těsněji, a to vesměs o 0,01-0,06 bodů korelačních koeficientů.

7 ZÁVĚR

Závěrem lze konstatovat, že existují po statistickém šetření výšek hráčů a jejich umístění za rok 2022 důležité poznatky poukazující na jednoznačnou souvislost mezi výškou hráče a jeho úspěšností.

Existuje statisticky významná závislost dat výšky hráče a jeho umístěním v žebříčku. Tato závislost je nepřímá – se stoupající výškou klesá hodnota pořadí (tj. hráč v žebříčku stoupá). Tato závislost je velmi volná nicméně pozorovatelná.

Konstatování závislosti výšky hráče a jeho umístění v žebříčku odpovídá i trendovost ostatních, i když ne statisticky významných (na hladině významnosti $p < 0.05$), statistik výšky. Hráči TOP 10 i TOP 20 žebříčku ATP pro rok 2022 převyšovali hráče TOP 50 o 2,0 cm resp. 2,2 cm, hráče z TOP 100 o 3,7 resp. 3,9 cm a hráče z TOP 200 o 4,6 resp. 4,8 cm.

Stejně tak vliv výšky podání na hráče je pozorovatelný a statisticky významný. Jeho význam je umocněn faktem, že významněji se výška hráče projevuje při podáních na tvrdém povrchu, popřípadě trávě. Nejvíce se projeví tlakem v mezihře po 1. či 2. podání a počtem přímých bodů z podání. Zvláště patrné je to u vyhraných výměn po 2. podání. Tam výška hraje velmi významnou roli.

Významným zjištěním je fakt, že 83 % hráčů z TOP 50 se vyskytuje ve všech statistikách a na všech površích. Každá s těchto tří statistik sama o sobě zahrnuje minimálně 70 hráčů a maximálně 118 hráčů. Po zahrnutí hráčů pod TOP 50 však četnost hráčů ovládajících účastí ve všech statistikách prudce klesá. Je zde tedy patrný trend jisté „univerzálnosti“ hráčů TOP 50 jako bloku hráčů významně se univerzálními herními dovednostmi odlišujících od zbylých hráčů TOP 100 potažmo TOP 200.

Hráči z TOP 50 vyhledávající antuku jako herní povrch jsou statisticky významně nižší a to o 9,4 cm jak hráči preferující tvrdý povrch.

Průměrný věk hráčů TOP 200 včetně jednotlivých segmentů (TOP 10, TOP 50 apod.) odpovídá rozmezí 26-27 let. Odpovídá tedy optimu mužů z hlediska tělesné výkonosti tak, jak je chápána biologicky. Lze tedy tento vzorek považovat z hlediska věku za naprosto normální (ne ve smyslu statistické analýzy). Oproti období roku 2005 se posunul věk od intervalu 25-26 let k intervalu 26-27 let. Otázkou je, jaký vliv měla na

tento posun světová pandemie Covid 19 která mohla ovlivnit vstup mladých hráčů do širší světové špičky.

Při zpracovávání dat této práce se otevřelo množství dalších otázek, z nichž některé uvádím:

Do jaké míry jsou data a průběh herního roku 2022 zkreslena pandemií Covid-19?

Jak se vyvíjela obdobná data za období od zaznamenávání statistik ATP?

Je posun výšky směrem k vyšším hráčům obecným trendem anebo pouze výchylkou?

Jsou statistiky zpracováváné a publikované ATP relevantní a validní?

Jaká možná vylepšení či změnu skladby hráčských statistik lze pro relevantní sledování hráčů navrhnout?

Jak se výška hráče podílí na kvalitě příjmu?

Je systém současného tenisu z hlediska volby povrchu spravedlivý?

Lze z dat hráčských statistik predikovat budoucí rychlý posun hráče v období následujícím období zpracování dat?

Jak se projeví lateralita hráče na statistikách podání v širším pojetí datového šetření?

Jak se mění priority hráčů ve výběru povrchu v závislosti na jejich věku?

Na úplný závěr konstatuji, že obě pracovní hypotézy byly potvrzeny.

SEZNAM LITERATURY:

APPLEWHAITE, Ch., BURGESS, R., GREEN, A., Jak se zlepšit v tenise. Brno: Computer Press, 2005, 128 s. : il., fotogr. ISBN 80-251-0423-0.

ATP TOUR. Wwww.atptour.com [online]. 2023 [cit. 2023-07-03]. Dostupné z: <https://www.atptour.com/en/rankings/rankings-faq>

BOLLETTIERI, N., Bollettieri's tennis handbook. Champaign: Human Kinetics, 2001, xviii, 435 s. ISBN 0-7360-4036-6.

BOLLETTIERI, N., Nick Bollettieri's tennis handbook. Second Edition. Champaign, IL: Human Kinetics, [2016]. ISBN 978-1-4504-8943-0.

BRODY, H., BRANCAZIO, P.J., Tennis Science for Tennis Players. American Journal of Physics [online]. 1988, 56(4), 382-383 [cit. 2023-07-02]. ISSN 0002-9505. Dostupné z: doi:10.1119/1.15601

CRESPO, M., ZLESÁK, F., MILEY, D.,. Tenisový trenérský manuál 2. stupně: pro vrcholové trenéry. Olomouc: Univerzita Palackého, 2001, 305 s. : obr., tab.

D'AGOSTINO, R. B. (1971). An omnibus test of normality for moderate and large size samples. *Biometrika*, 58(2), 341–348. [45]

D'AGOSTINO, R. B. (1972). Small sample probability points for the D test of normality. *Biometrika*, 59(1), 219–221.

DVOŘÁK, J., NEDBALOVÁ, J.,. Logopedický slovník: [terminologický a výkladový]. 3. upravené a rozšířené vyd. Žďár nad Sázavou: Logopedické centrum, 2007, 248 s. : il. ISBN 978-80-902536-6-7.

FITZPATRICK, A., STONE, J.A., CHOPPIN, S. KELLEY, J.,. Investigating the most important aspect of elite grass court tennis: Short points. *International Journal of Sports Science & Coaching* [online]. 2021, 16(5), 1178-1186 [cit. 2023-06-22]. ISSN 1747-9541. Dostupné z: doi:10.1177/1747954121999593

GROSSER, M., SCHÖNBORN, R.,. Závodní tenis pro děti a mladé hráče. Bílina: L. Hrubý, 2008, 157 s. : il. ISBN 978-3-89899-374-6.

HÖHM, J., *Tenis*. Praha: Olympia, 1982. ISBN 27-039-82.

HOLTZEN, D. W., Handedness and Professional Tennis. *International journal of neuroscience* [online]. London: Informa UK, 2000, 105(1-4), 101-119 [cit. 2023-07-02]. ISSN 0020-7454. Dostupné z: doi:10.3109/00207450009003270

JANKOVSKÝ, J., MIKUŠ, J. . *Tenis: nácvik úderů, taktika hry, stavba a údržba kurtu*. Praha: Grada, 2002, 96 s. : ilustr. ISBN 80-247-0169-3.

JOHNSON, C D. Performance demands of professional male tennis players * Commentary 1 * Commentary 2. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2006, 40(8), 696-699 [cit. 2023-06-22]. ISSN 0306-3674. Dostupné z: doi:10.1136/bjism.2005.021253

KOČÍB, T., *Tenis*. In TÁBORSKÝ, F. a kol. *Základy teorie sportovních her*. Učební text pro bakalářské studium. Praha: UK FTVS, 2007. s. 108.

KOTLORZ, L., *Testy normality*. Bakalářská práce (Bc.)--Univerzita Karlova. Matematicko-fyzikální fakulta, 2012

KUPKA, K., *QCExpert Uživatelský manuál*, Pardubice, TriloByte, 2013, 318 s.

LANGEROVÁ, M., HEŘMANOVÁ, B.,. *Tenis a děti*. Praha: Grada, 2005, 103 s. : obr. ISBN 80-247-1256-3.

LINHARTOVÁ, D., *Tenis*. Grada, 2009, 1 online zdroj (104 stran). ISBN 978-80-247-6431-3.

LLAURENS, V., RAYMOND, M., FAURIE, C.,. Why are some people left-handed? An evolutionary perspective. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* [online]. 2009, 364(1519), 881-894 [cit. 2023-06-25]. ISSN 0962-8436. Dostupné z: doi:10.1098/rstb.2008.0235

MAŠKA, O., *Tenis pro každého*. [1. vyd.]. Most: Dialog, 1995, 196 s. ISBN 80-85194-98-8.

MCMANUS, I. C., BRYDEN, M.P., Geschind's theory of cerebral lateralization: developing a formal, causal model. *Psychological bulletin* [online]. Washington, DC: American Psychological Association, 1991, 110(2), 237-253 [cit. 2023-07-02]. ISSN 0033-2909.

MEČÍŘ, M., NAKLÁDAL, R.,. Tenis. Bratislava: Šport, 1995. Športový šlabikár. ISBN 80-7096-222-4.

MELOUN, M., MILITKÝ, J., Statistické zpracování experimentálních dat: [v chemometrii, biometrii, ekonometrii a v dalších oborech přírodních, technických a společenských věd]. Praha: Plus, 1994, xxiii, 839 stran: tab., grafy + Uživatelský manuál, disketa. ISBN 80-85297-56-6.

MELOUN, M., MILITKÝ, J., Statistické zpracování experimentálních dat v chemometrii, biometrii, ekonometrii a v dalších oborech přírodních, technických a společenských věd. 2. vyd., v East Publishing 1. vyd. Praha: East Publishing, 1998, 839 s. : tab., grafy, rejstř. ISBN 80-7219-003-2.

MELOUN, M., MILITKÝ, J., Kompendium statistického zpracování dat. Praha: Karolinum, 2012, 982 stran : grafy, tabulky ; 25 cm + 1 CD-ROM. ISBN 978-80-246-2196-8.

PAVLÍK, T., DUŠEK, S., Biostatistika, 1. vyd., Brno, Akademické nakladatelství CERM, 2012, 132 s, ISBN 978-80-7204-782-6

PERELLE, I. B, EHRMAN, L., On the other hand. Behavior genetics [online]. United States: Springer Nature B.V, 2005, 35(3), 343-350 [cit. 2023-07-02]. ISSN 0001-8244. Dostupné z: doi:10.1007/s10519-005-3226-z

RAYMOND, M., PONTIER, D.,. Is there geographical variation in human handedness?. Laterality (Hove) [online]. England: Psychology Press, 2004, 9(1), 35-51 [cit. 2023-07-02]. ISSN 1357-650X. Dostupné z: doi:10.1080/13576500244000274

SCHOLL, P., ČESENKOVÁ, L., Tenis. 2. vyd. České Budějovice: Kopp, 2008, 143 s. : barev. il. ; 21 cm. ISBN 978-80-7232-350-0.

SCHÖNBORN, R., HALÍŘOVÁ, J., JANOUŠEK, Z.,. Moderní výuka tenisové techniky / Richard Schönborn ; překl. z něm. orig. Tennis Techniktraining, Jitka Halířová, Zdeněk Janoušek. Bílina: Ladislav Hrubý, 2006, 261 s. : barevné ilustrace. ISBN 978-3-89124-427-2.

VAVERKA, F., ČERNOŠEK, M.,. Základní tělesné rozměry a tenis. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007, 180 s. : il. (některé barev.) ; 24 cm. ISBN 978-80-244-1647-2.

WILLIAMS, A. M., WILLIAMS, J.G.P, DAVIDS, K. Visual perception and action in sport. Londýn: E and FN Spon, 1999, 441 s. ISBN 0-419-18290-X.

WILMORE, J. H., COSTILL, D.L., KENNEY., W.L., Physiology of sport and exercise. 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2008, xvii, 574 s. : il. 29 cm. ISBN 978-0-7360-5583-3.

ŽÁKOVÁ, I., Lateralita, leváctví a specializované funkční oblasti mozku. Anthropologia integra [online]. 2019, 10(2), 51-58 [cit. 2023-06-25]. ISSN 1804-6665. Dostupné z: doi:10.5817/AI2019-2-51

SEZNAM OBRÁZKŮ:

OBRÁZEK 1 – ROZMĚRY DVORCE (SCHÖNBORN, 2008).....	13
OBRÁZEK 2 – ROZMĚROVÁ ANALÝZA PODÁNÍ (VAVERKA, ČERNOŠEK, 2007).....	24

SEZNAM TABULEK:

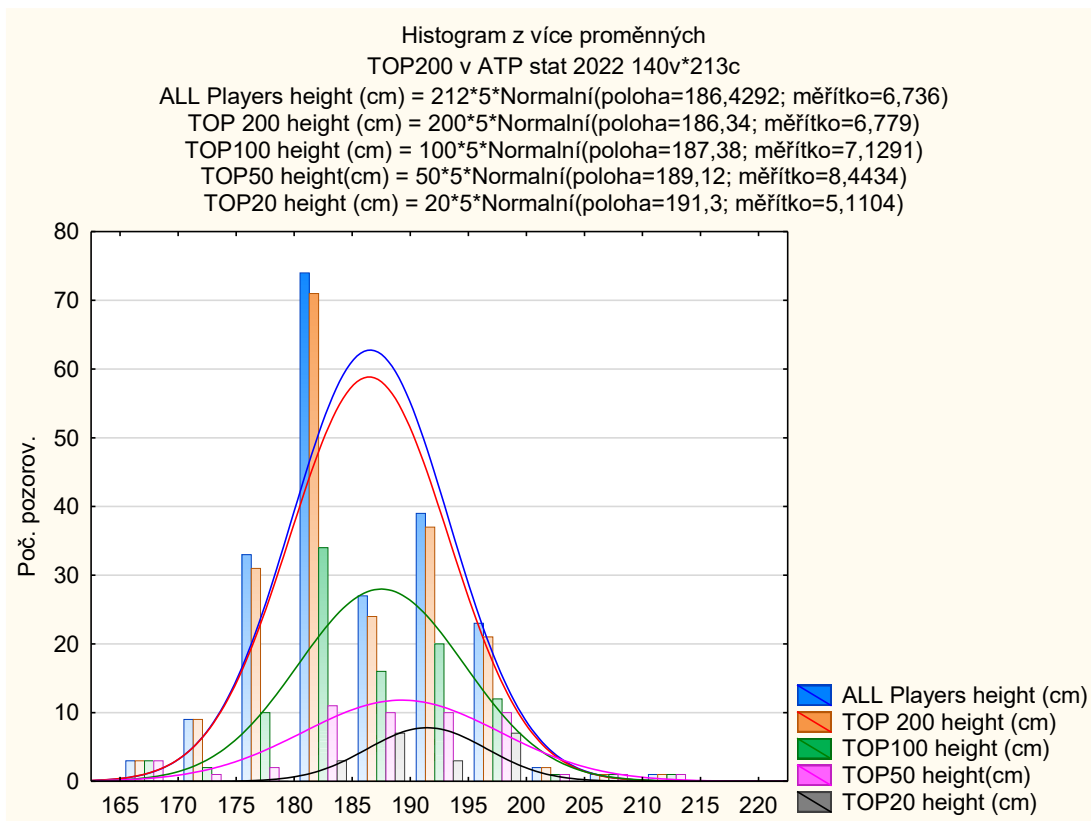
TABULKA 1 – ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY HRÁČŮ PODLE JEDNOTLIVÝCH VÝBĚROVÝCH SOUBORŮ	36
TABULKA 2 - ZÁKLADNÍ STATISTIKY VÝŠKY U VÝBĚRŮ DLE ŽEBŘÍČKU	37
TABULKA 3 - TESTOVÉ STATISTIKY DAT VÝŠKY U VÝBĚRŮ DLE ŽEBŘÍČKU	37
TABULKA 4- KORELACE VÝŠKY TOP 100 S UMÍSTĚNÍM HRÁČE	39
TABULKA 5- KORELACE VÝŠKY TOP 200 S UMÍSTĚNÍM HRÁČE	39
TABULKA 6-KORELACE VÝŠKY VÝBĚRU HRÁČŮ UMÍSTĚNÝCH VE STATISTIKÁCH S UMÍSTĚNÍM V ŽEBŘÍČKU	39
TABULKA 7-PŘEHLED SPEARMANOVÝCH KORELACÍ DLE JEDNOTLIVÝCH STATISTIK A POVRCHŮ	40
TABULKA 8-ZASTOUPENÍ JEDNOTLIVÝCH POVRCHŮ V ZÁPASECH HRANÝCH HRÁČI TOP 50 V ROCE 2022	40
TABULKA 9-ZASTOUPENÍ VŠECH TURNAJŮ ORGANIZOVANÝCH ATP DLE POVRCHŮ V ROCE 2022	40
TABULKA 10-ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY VÝBĚRŮ HRÁČŮ TOP 50 PODLE PREFERENCE POVRCHŮ	41
TABULKA 11-TESTOVANÉ STATISTIKY VÝBĚRŮ HRÁČŮ TOP 50 PODLE PREFERENCE POVRCHŮ	41
TABULKA 12-PÁROVÉ POROVNÁNÍ VÝBĚRU HRÁČŮ TOP 50 PODLE PREFERENCÍ POVRCHŮ	42
TABULKA 13-SPEARMANOVY KORELACE STATISTIK SERVISU NA TVRDÉM POVRCHU K VÝŠCE A ŽEBŘÍČKU	43
TABULKA 14- SPEARMANOVY KORELACE STATISTIK SERVISU NA ANTUCE K VÝŠCE A ŽEBŘÍČKU	44
TABULKA 15 SPEARMANOVY KORELACE STATISTIK SERVISU NA TRÁVĚ K VÝŠCE A ŽEBŘÍČKU	45
TABULKA 16 SPEARMANOVY KORELACE STATISTIK SERVISU NA TVRDÉM POVRCHU K VÝŠCE A ŽEBŘÍČKU U PRAVORUKÝCH HRÁČŮ	47
TABULKA 17 SPEARMANOVY KORELACE STATISTIK SERVISU NA ANTUCE K VÝŠCE A ŽEBŘÍČKU U PRAVORUKÝCH HRÁČŮ	48
TABULKA 18- SPEARMANOVY KORELACE STATISTIK SERVISU NA TRÁVĚ K VÝŠCE A ŽEBŘÍČKU U PRAVORUKÝCH HRÁČŮ	49
TABULKA 19 – POROVNÁNÍ KORELACÍ NA JEDNOTLIVÝCH POVRŠÍCH	50
TABULKA 20 – POSOUZENÍ ROZDÍLŮ VÝŠEK HRÁČŮ V JEDNOTLIVÝCH VÝBĚRECH	51
TABULKA 21-KORELACE MEZI SOUHRNOU STATISTIKOU PODÁNÍ NA ANTUCE A TVRDÉM POVRCHU A UMÍSTĚNÍM V ŽEBŘÍČKU	51

SEZNAM GRAFŮ:

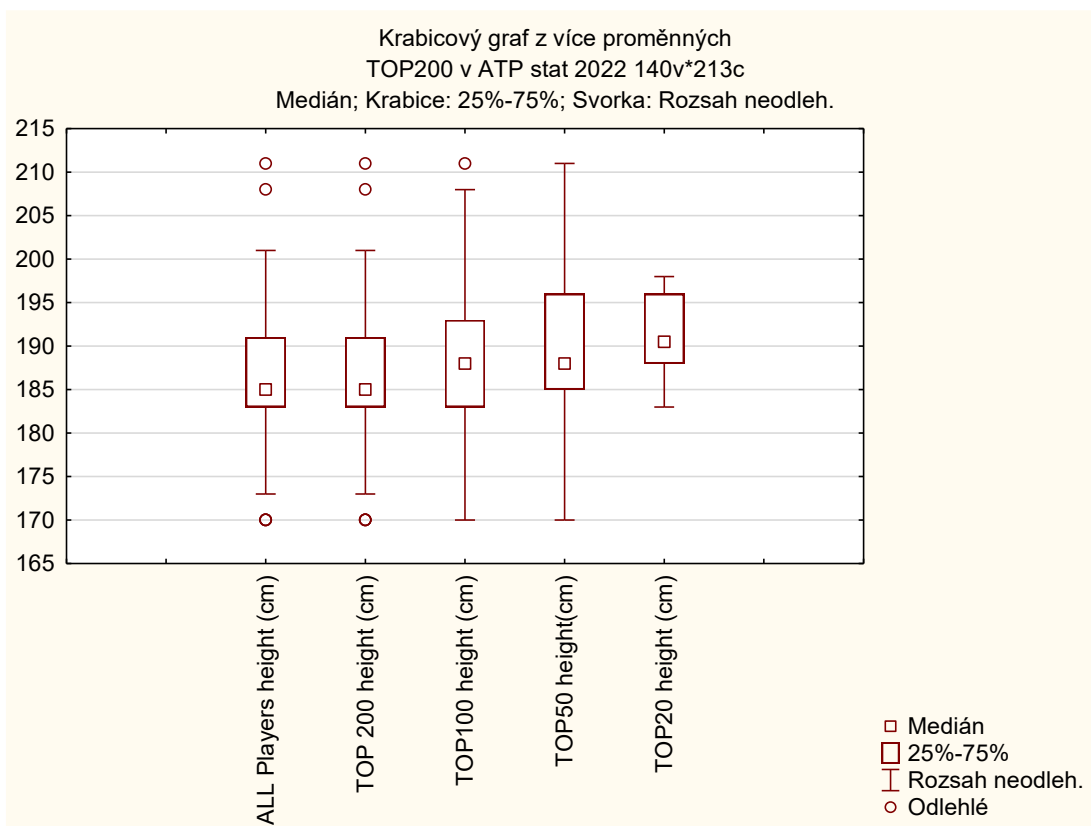
GRAF 1-KRABICOVÝ GRAF VÝŠEK HRÁČŮ TOP 200 AŽ TOP20.....	38
---	----

SEZNAM PŘÍLOH:

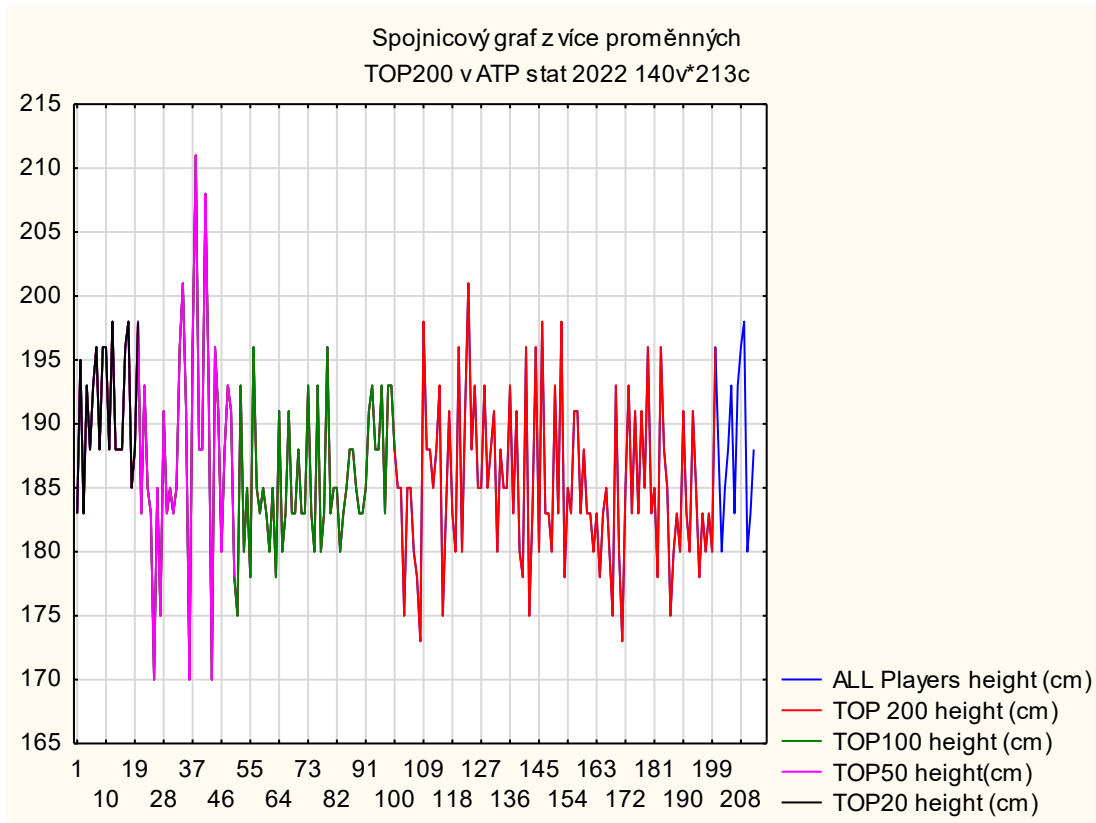
PŘÍLOHA 1-GRAF NORMALITY DAT TOP200 AŽ TOP 20	63
PŘÍLOHA 2-KRABICOVÝ GRAF ROBUSTNÍCH STATISTIK VÝBĚRŮ TOP200-TOP20	63
PŘÍLOHA 3-SPOJNICOVÝ GRAF PRŮBĚHU VÝŠEK VÝBĚRŮ TOP200-TOP20	64
PŘÍLOHA 4-GRAF REGRESNÍ ANALÝZY ZÁVISLOSTI VÝŠKY NA ŽEBŘÍČKU HRÁČŮ TOP200	64
PŘÍLOHA 5 GRAF REGRESNÍ ANALÝZY ZÁVISLOSTI VÝŠKY NA ŽEBŘÍČKU HRÁČŮ TOP100	65
PŘÍLOHA 6 GRAF REGRESNÍ ANALÝZY ZÁVISLOSTI VÝŠKY NA ŽEBŘÍČKU HRÁČŮ TOP50	65
PŘÍLOHA 7 GRAF REGRESNÍ ANALÝZY ZÁVISLOSTI VÝŠKY NA ŽEBŘÍČKU HRÁČŮ TOP20	66



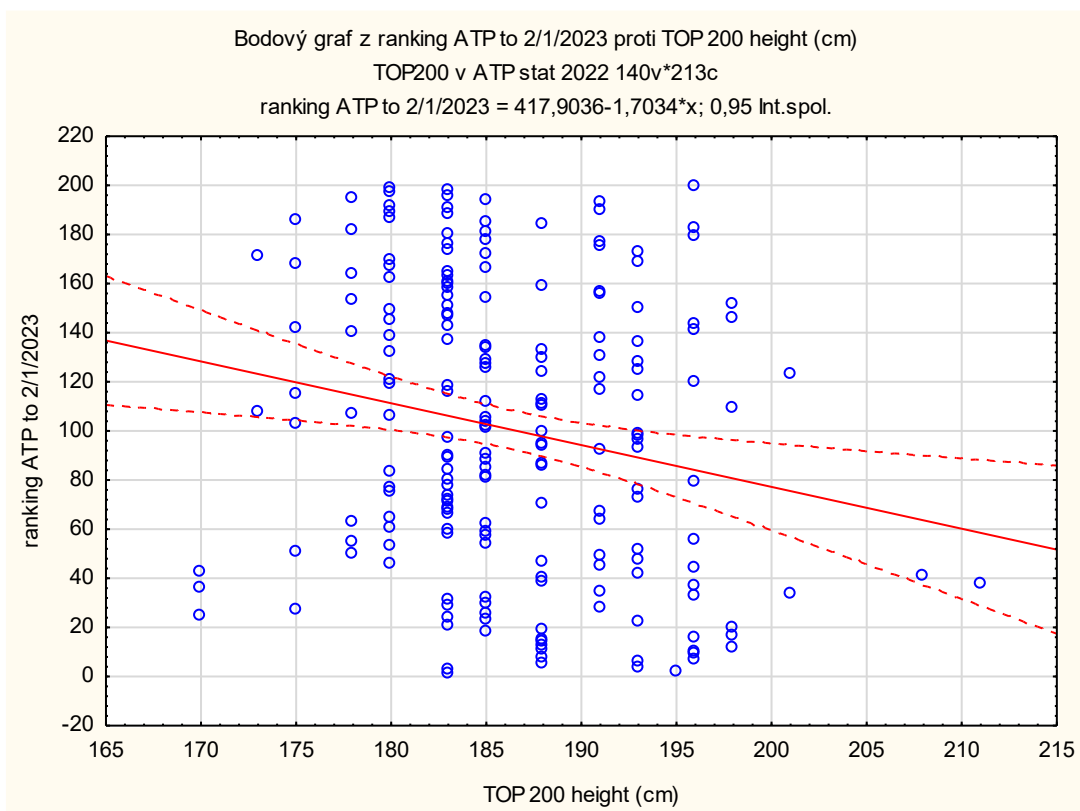
Příloha 1-graf normality dat TOP200 až TOP 20



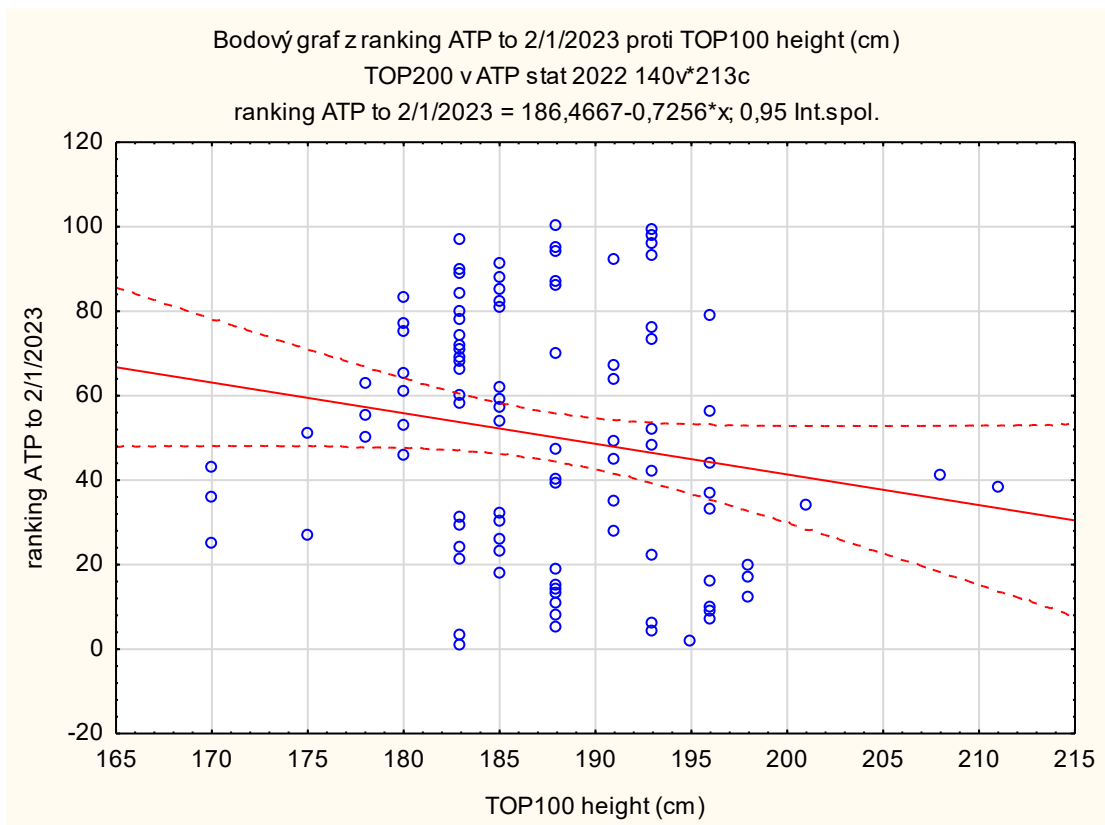
Příloha 2-krabicový graf robustních statistik výběrů TOP200-TOP20



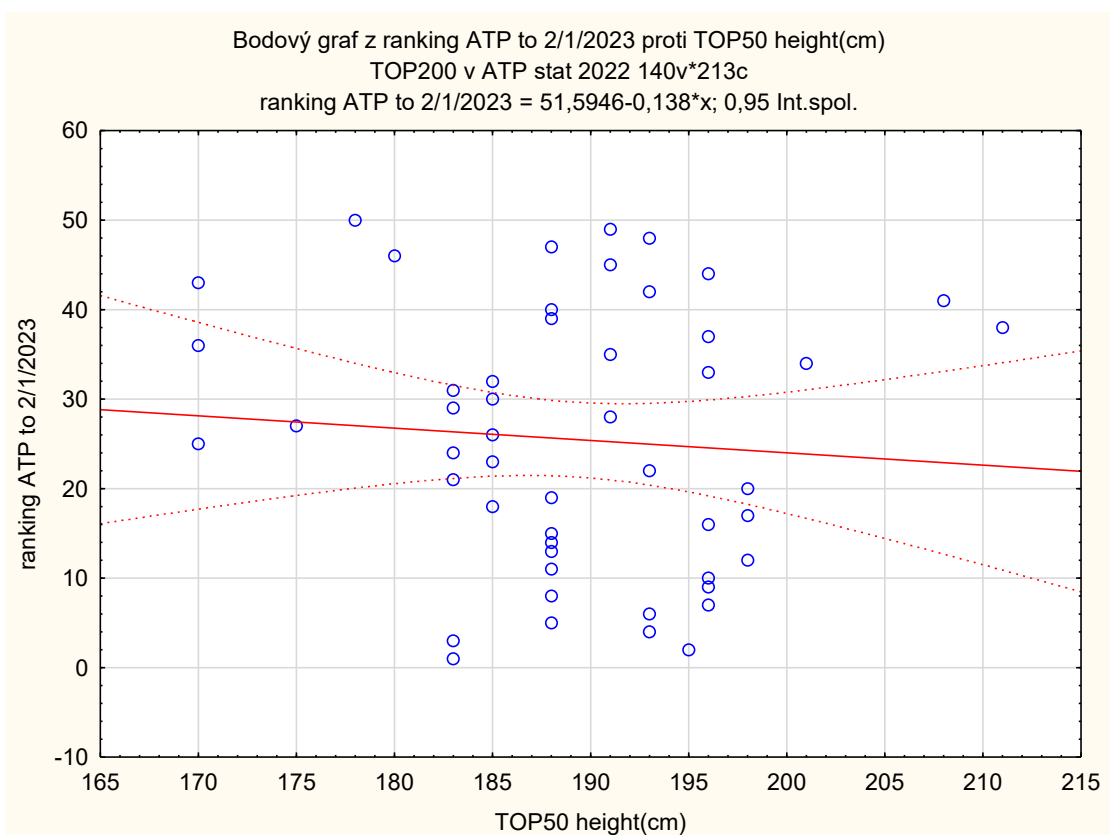
Příloha 3-spojnicový graf průběhu výšek výběrů TOP200-TOP20



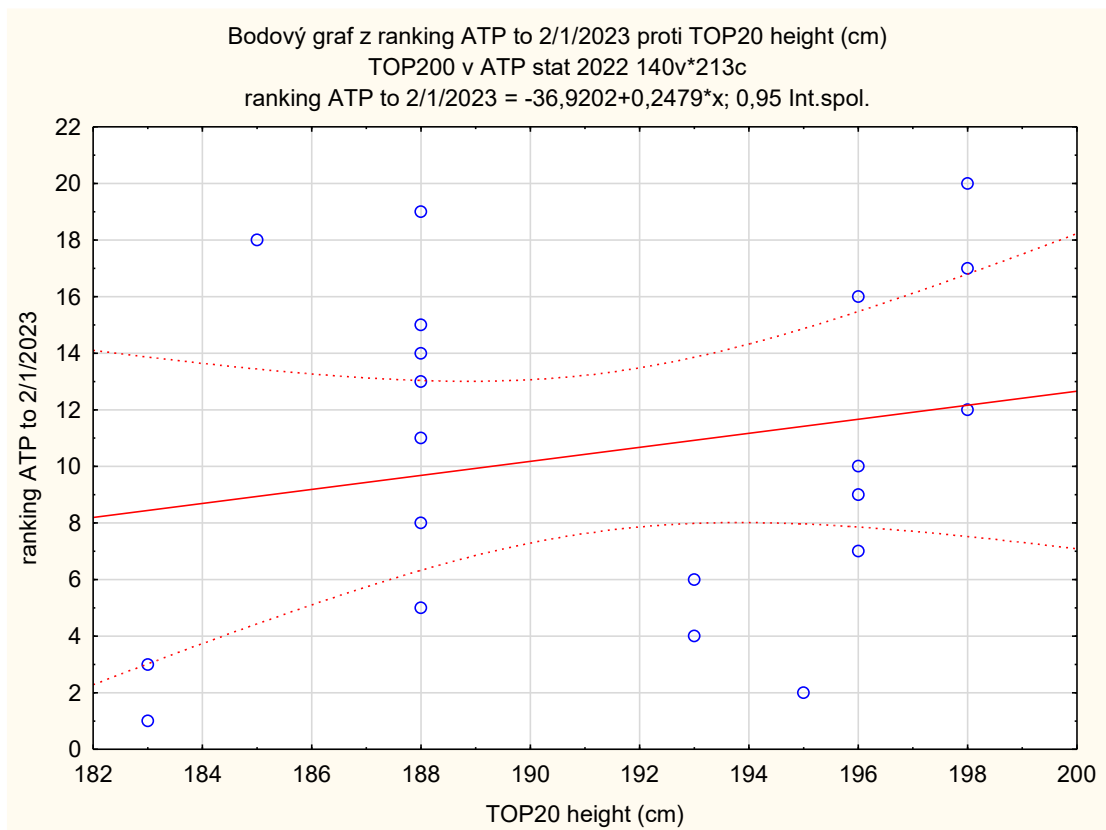
Příloha 4-graf regresní analýzy závislosti výšky na žebříčku hráčů TOP200



Příloha 5 graf regresní analýzy závislosti výšky na žebříčku hráčů TOP100



Příloha 6 graf regresní analýzy závislosti výšky na žebříčku hráčů TOP50



Příloha 7 graf regresní analýzy závislosti výšky na žebříčku hráčů TOP20