

**UNIVERZITA KARLOVA**  
**FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU**

**Hodnocení vybraných biomechanických parametrů v trojskoku**

Evaluation of Selected Biomechanical Parameters in Triple Jump

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

Doc. PhDr. Aleš Kaplan, Ph.D., MBA.

Zpracoval:

Siddartha Humberto Sivila

PRAHA 2023

Prohlašuji, že jsem 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, datum

Siddartha Humberto Sivila v.r.

## Poděkování

Rád bych poděkoval docentovi PhDr. Aleši Kaplanovi, Ph.D., MBA. za cenné rady, odborné vedení, ochotu, pomoc a trpělivost při tvorbě bakalářské práce.

## ABSTRAKT

**Název bakalářské práce:** Hodnocení vybraných biomechanických parametrů v trojskoku

**Zpracoval:** Siddartha Humberto Sivila

**Vedoucí bakalářské práce:** Doc. PhDr. Aleš Kaplan, Ph.D., MBA.

**Cíle práce:** Cílem bakalářské práce bylo hodnocení vybraných biomechanických parametrů u medailistů z mistrovství České republiky v trojskoku v posledních letech. Práce se zaměřovala na rozbor výkonů českých trojskokanů, náběhové rychlosti, délku jednotlivých skoků a dobu kontaktu s podložkou. Vedlejším cílem bylo sledování vztahu mezi dobou kontaktu se zemí a ztrátou rychlosti, s cílem určit, zda platí tvrzení, že čím je kratší doba kontaktu se zemí, tím je ztráta rychlosti menší.

**Metodika práce:** Výzkum využíval metodu analýzy a porovnání na základě dat získaných z webových stránek Českého atletického svazu. Pro lepší porozumění byly použity zahraniční odborné články a česká literatura. Prováděna byla komparace mezi halovou a venkovní sezónou. Bylo prováděno porovnání výkonnosti mezi jednotlivými skokany z medailových pozic. Navíc byla prováděna komparace mezi halovou a venkovní sezónou.

**Výsledky práce:** K dosažení medailových pozic v halové sezóně bylo zapotřebí v posledních letech skočit výkon pohybující se nad 15 m. K dosažení medailových pozic ve venkovní sezóně bylo zapotřebí v posledních letech skočit výkon pohybující se okolo 16 m, v některých případech i nad 16 m. Výkonnost českých atletů byla ve venkovní sezóně lepší než výkonnost skokanů v halové sezóně. Skokani s vyšší tělesnou výškou a nižší tělesnou hmotností mají větší předpoklady k dosažení medailových pozic. Náběhová rychlost českých trojskokanů na mistrovstvích České republiky se pohybuje mezi 9-10 m/s. Ne vždy nejvyšší náběhová rychlost zaručuje nejdelší skok. V trojskoku je účinnější mít vyrovnanou délku skoků než mít jednu dominantní složku. Tvrzení, že čím je nižší doba kontaktu s podložkou, tím je menší ztráta horizontální rychlosti, je pravdivé a výpočty to potvrzují.

**Klíčová slova:** atletika, trojskok, analýza, hodnocení, biomechanika, výkon

## ABSTRACT

**Bachelor thesis title:** Evaluation of selected biomechanical parameters in triple jump

**Prepared by:** Siddartha Humberto Sivila

**Supervisor of the bachelor thesis:** Doc. PhDr. Ales Kaplan, Ph.D., MBA.

**Aims of the thesis:** The aim of the bachelor's thesis was to evaluate selected biomechanical parameters of medalists from the Czech Republic Triple Jump Championships in recent years. The thesis focused on analyzing the performances of Czech triple jumpers, approach velocities, lengths of individual jumps, and ground contact times. An additional objective was to examine the relationship between ground contact time and speed loss, in order to determine whether the statement holds true that shorter ground contact time results in lesser speed loss.

**Methodology:** The research utilized a method of analysis and comparison based on data obtained from the website of the Czech Athletics Federation. Foreign scientific articles and Czech literature were used to enhance understanding. Comparisons were conducted between the indoor and outdoor seasons. Performance comparisons were made among individual jumpers occupying medal positions. Additionally, a comparison was made between the indoor and outdoor seasons.

**Results:** To achieve medal positions in the indoor season, in recent years it was necessary to achieve performances above 15 meters. In the outdoor season, to reach medal positions, performances around 16 meters were required, and in some cases even above 16 meters. The performance of Czech athletes was better in the outdoor season compared to the indoor season. Jumpers with taller height and lower body weight have better prospects of achieving medal positions. The approach velocity of Czech triple jumpers at the Czech Republic Championships ranges between 9-10 m/s. However, the highest approach velocity does not always guarantee the longest jump. In triple jump, it is more effective to have balanced jump distances rather than a single dominant component. The statement that shorter ground contact time results in lesser horizontal speed loss is true, and calculations confirm it.

**Keywords:** athletics, triple jump, analysis, evaluation, biomechanics, performance.

## Obsah

1. Úvod .....	1
2. Teoretická část.....	2
2.1.Struktura sportovního výkonu .....	2
2.2.Charakteristika sportovního výkonu v trojskoku .....	2
2.2.1 Somatické faktory.....	3
2.2.2 Kondiční faktory.....	5
2.2.3 Psychologické faktory .....	9
2.2.4. Faktory techniky.....	10
2.2.5 Faktory taktiky .....	11
2.3.Stručný popis techniky trojskoku.....	11
2.3.1 Základní charakteristika trojskoku.....	11
2.3.2 Rozběh.....	12
2.3.3 Poskok .....	13
2.3.4 Krok.....	15
2.3.5 Skok s doskokem.....	16
2.4 Přehled využívaných metodik biomechanické analýzy techniky trojskoku....	17
2.4.1 Metodika a zpracování parametrů skoku.....	17
2.4.2 Způsoby měření a zpracování náběhových rychlostí .....	19
3. Metodika práce .....	20
3.1 Cíle a úkoly práce.....	20
3.2 Výzkumné otázky.....	21

4. Výsledky a diskuse .....	22
4.1 Tělesné parametry medailistů.....	22
4.2 Vybrané biomechanické parametry v trojskoku.....	24
4.2.1 Výkony medailistů .....	24
4.2.2 Náběhová rychlost.....	26
4.2.3 Délka jednotlivých skoků.....	29
4.2.4 Doba kontaktu s podložkou.....	33
5.Závěr.....	37
6.Literatura .....	39
Seznam obrázků .....	41
Seznam tabulek.....	42

## 1. Úvod

Tato bakalářská práce se zaměřuje na hodnocení vybraných biomechanických parametrů v trojskoku. Konkrétně se zaměřuje na náběhovou rychlost, délku jednotlivých skoků a dobu kontaktu se zemí v jednotlivých fázích skoku. V dnešní době tyto parametry hrají klíčovou roli nejen pro veřejnost, ale i pro atlety samotné a jejich trenéry. Shromažďování a analýza těchto dat umožňuje trenérům identifikovat nedostatky a mezery ve výkonnosti jejich svěřenců a následně přizpůsobit tréninkové plány a jejich komponenty.

Motivací pro zvolení tohoto tématu je můj vlastní dlouhodobý zájem o atletiku, které jsem se začal věnovat již od svých 12 let. Atletika zaujímá v mém životě významné místo a postupem času jsem vyzkoušel prakticky všechny disciplíny s výjimkou horizontálních skoků. Nedávno jsem se zaměřil na trojskok a skok daleký, což jsou disciplíny, kterým se věnuji závodně. Trojskok je pro mě relativně nová disciplína a rád bych prohloubil své porozumění této disciplíně a pochopil důležitost vybraných biomechanických parametrů, které ovlivňují výkonnost skoku. Zaměřím na analýzu těchto parametrů u medailistů v trojskoku v letech 2018 až 2023, abych získal ucelenější přehled o současném stavu výkonnosti v trojskoku mužů v ČR.

Cílem této práce je přispět k lepšímu porozumění trojskoku a důležitosti jednotlivých parametrů. Doufám, že výsledky této analýzy pomohou atletům, trenérům a dalším odborníkům v oblasti atletiky při identifikaci nedostatků v technice trojskoku.

Budu analyzovat data získaná z mistrovských soutěží v ČR. Dále se v této práci seznámím se sběrem dat prostřednictvím speciálního biomechanického zařízení, které umožňuje detailní měření a zaznamenávání klíčových parametrů v průběhu trojskoku.



## 2. Teoretická část

### 2.1. Struktura sportovního výkonu

Strukturu sportovního výkonu představuje systém tzv. faktorů, jenž jsou úzce spjaty vzájemnými vztahy (Dovalil a kol. 2012).

Pohyb při trojskoku je z hlediska struktury kombinovaný. Jednotný celek se skládá z cyklického pohybu při rozběhu a z acyklických pohybů v jednotlivých skocích (Dovalil a kol. 2012)

Struktura sportovního výkonu vyjadřujeme různými faktory, které ovlivňují průběh a podmínky daného výkonu. Faktory jsou klíčovými složkami sportovního výkonu a zahrnují somatické, kondiční, technické, taktické a psychické aspekty. Podle Dovalila a kol. (2012) se může v některých výkonech uplatňovat převážně jeden faktor, zatímco jiné výkony mohou být založeny na kombinaci více faktorů. To je zobrazeno v obrázku 1, který ilustruje tuto strukturu.

V širším pohledu je výkon v trojskoku ovlivněn úrovní motorických předpokladů, úrovní techniky, somatickými, osobnostními a sociálními předpoklady trojskokana (Vindušková, Koukal, 2021).

### 2.2. Charakteristika sportovního výkonu v trojskoku

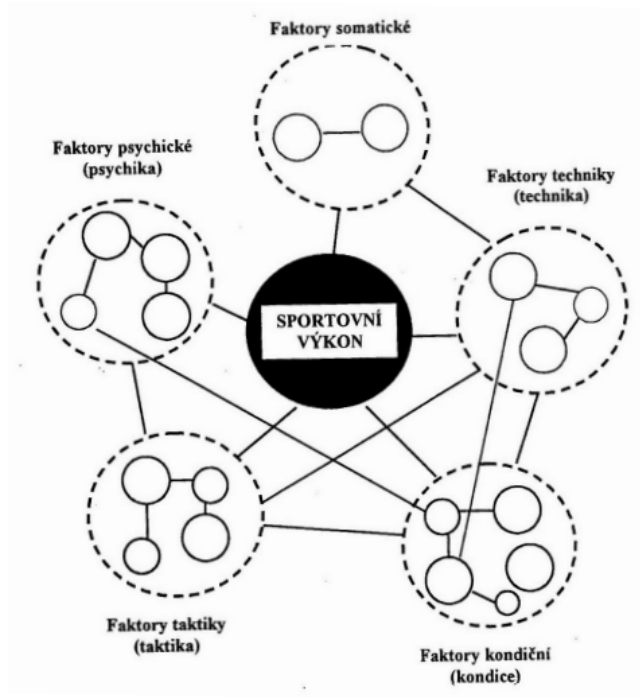
Podle Berana a kol. (1976) je trojskok disciplína, která klade důraz na kombinaci rychlosti a síly. Jeho cílem je dosáhnout vysokého výkonu a profesionální úrovně, což vyžaduje schopnost rychlého běhu a silného odrazu. Tato disciplína je náročná na úroveň síly, koordinaci a techniku pohybu.

Při odrazu se sportovec musí dokázat v co nejkratším čase nabrat co největší rychlost a přenést ji do výšky. To vyžaduje silný a efektivní pohyb nohou, správnou techniku odrazu a koordinaci těla. Pro úspěch v trojskoku je nezbytná speciální příprava, která se zaměřuje na posílení svalového a kloubního aparátu.

Před zapojením do tréninku trojskoku je důležité mít solidní základy ve všeobecné atletické přípravě. To zahrnuje posilování svalů celého těla, zlepšování kondice, rozvoj koordinace a flexibility. Specifické cvičení zaměřené na posílení svalů nohou, zad a břicha je také důležité pro správný pohyb v trojskoku.

Příprava v trojskoku je dlouhodobý proces, který vyžaduje trpělivost, disciplínu a systematický trénink. S postupem času a správnou přípravou lze dosáhnout vysoké úrovně v této disciplíně.

### 2.2.1 Somatické faktory



Obrázek 1 Struktura výkonu (Dovalil a kol., 2012)

Somatické faktory jsou relativně stálé a ve velké míře geneticky podmíněné činitele. Týkají se podpůrného systému, kostry, svalstva, vazů a šlach. Z velké části vytvářejí biomechanické podmínky sportovních činností. K hlavním somatickým faktorům patří: výška a hmotnost těla, délkové rozměry a poměry, složení těla a tělesný typ (Dovalil a kol., 2012).

V praxi se somatické charakteristiky běžně vyjadřují pomocí tělesné výšky a hmotnosti těla.

Souvislost mezi sportovním výkonem v trojskoku a výškou a hmotností trojskokanů je často zdůrazňována. Podle Vinduškové a Koukala (2021) je zjištěno, že trojskokani s vyšší postavou (nad 180 cm), dlouhými končetinami a nižší tělesnou hmotností mají příznivější předpoklady pro dosažení vysoké výkonnosti v trojskoku. Bullard a Knuth (1977) uváděli, že

trojskokan s tělesnou výškou mezi 185 cm a 195 cm a tělesnou hmotností mezi 75 kg až 80 kg má největší šanci stát se vrcholovým trojskokanem.

Z historického pohledu na československý trojskok lze identifikovat tři skokany, kteří splňovali výše zmíněné somatotypy. Jedná se o Jiřího Vyčichla s výškou 184 cm a hmotností 75 kg, Václava Fišera s výškou 186 cm a hmotností 80 kg a Milana Mikuláše s výškou 193 cm a hmotností 84 kg.

Tato zjištění ukazují, že fyzické charakteristiky, jako je tělesná výška, délka končetin a tělesná hmotnost, mohou hrát důležitou roli v trojskoku a ovlivňovat šance sportovce na dosažení vysoké výkonnosti. Nicméně je třeba si uvědomit, že každý jedinec je jedinečný a individuální úroveň faktorů, jako jsou technika, koordinace a síla, hraje klíčovou roli v jejich výkonu v trojskoku.

V Tabulce 1 jsou uvedeny hodnoty tělesné hmotnosti a tělesné výšky u medailistů z mistrovství světa v letech 2001-2022.

Z analýzy tabulky 1 je zřejmé, že průměrná tělesná výška vítězů mistrovství světa v trojskoku činila 187,45 cm s průměrnou tělesnou hmotností 78,27 kg. Druzí v pořadí měli průměrnou výšku 185,73 cm a vážili průměrně 77,18 kg. Třetí v pořadí dosahovali průměrné výšky 185,18 cm a jejich průměrná tělesná hmotnost byla 79,18 kg.

Tato data naznačují, že vítězni trojskokané na mistrovstvích světa mají vyšší průměrnou tělesnou výšku než ostatní medailisté.

Rok	Zlato		Stříbro		Bronz	
	Výška (cm)	Hmotnost (kg)	Výška (cm)	Hmotnost (kg)	Výška (cm)	Hmotnost (kg)
2001	182	73	192	73	191	91
2003	192	73	180	71	191	82
2005	188	83	180	71	190	77
2007	183	74	202	102	188	83
2009	192	89	183	74	185	80
2011	188	79	197	87	180	73
2013	187	82	183	76	180	73
2015	188	79	186	71	183	76
2017	188	79	180	73	183	76
2019	188	79	180	73	180	78
2022	186	71	180	73	186	82
<b>Průměr:</b>	<b>187,45</b>	<b>78,27</b>	<b>185,73</b>	<b>77,18</b>	<b>185,18</b>	<b>79,18</b>

Tabulka 1 Tělesná výška a tělesná hmotnost medailistů z MS (2001-2022)

Průměrná tělesná výška medailistů z mistrovství světa v trojskoku se pohybovala kolem 187 cm (konkrétně 187,45 cm), a průměrná tělesná hmotnost činila zhruba 78 kg (konkrétně 78,27 kg). Tyto hodnoty odpovídají informacím uvedených v citacích výše.

Je však důležité zdůraznit, že v tabulce 1 mohou být některé údaje zkreslené. Například skokan Jadel Gregório s výrazně odlišnými proporcemi, který měřil 202 cm a vážil 102 kg, představuje výjimku. Navíc opakované zastoupení některých silných výkonů (jako například skokanů Willa Claye, Christiana Taylora a dalších) může také ovlivnit celkové průměry uvedené v tabulce 1.

### 2.2.2 Kondiční faktory

Dovalil a kol. (2012) uvádějí, že mezi kondiční faktory sportovního výkonu patří pohybové schopnosti. Pohybové schopnosti jsou často definovány jako soubory vnitřních předpokladů lidského organismu pro pohybovou činnost, které se také projevují právě v samotné pohybové činnosti.

V komplexu předpokladů člověka k pohybové činnosti lze podle Periče a Dovalila (2010) rozlišit:

- rychlostní schopnosti
- silové schopnosti
- vytrvalostní schopnosti
- koordinační schopnosti
- pohyblivost

### **Rychlostní schopnosti**

Podle Hájka (2001) je rychlost motorickou schopností provádět pohyb nebo kombinaci pohybů v co nejkratším časovém úseku. Rychlostní schopnosti jsou charakterizovány

provedením pohybů s maximálním úsilím a intenzitou po dobu 10-15 sekund bez přerušení zatížení (Dovalil a kol., 2012). Tyto pohyby se obvykle provádějí bez významného odporu nebo s minimálním odporem, s výjimkou gravitace nebo vlivu prostředí. V obecném smyslu se tyto pohybové aktivity považují za projev kondičních nebo hybridních předpokladů.

Rychlostní schopnosti se dělí do čtyř základních kategorií.

- rychlost reakční – je spojená s počátkem pohybu
- rychlost acyklická – tj. co nejvyšší rychlost jednotlivých pohybů
- rychlost cyklickou – je daná vysokou frekvencí opakujících se stejných pohybů
- rychlost komplexní – je dána kombinací cyklických a acyklických pohybů včetně reakce, nejčastěji se vyskytuje jako rychlost lokomoce – přemísťování v prostoru.

V trojskoku hrají rychlostní schopnosti velmi významnou roli, především náběhová rychlost. Podle Velebila a kol. (2002) dosahují elitní trojskokani rychlostí pohybujících se nad 10 m/s u mužů a 8,7 m/s u žen. S každým krokem k jednotlivým odrazům se tato rychlost snižuje.

## **Silové schopnosti**

Silové schopnosti jsou Peričem a Dovalilem (2010) definovány jako schopnost překonávat či udržovat vnější odpor svalovou kontrakcí (kontrakcí je míněn stah svalu). Podle Dovalila (2012) se dá rozlišit několik druhů silových schopností:

- síla absolutní (maximální), jako schopnost spojená s nejvyšším možným odporem
- síla rychlá a výbušná (explozivní), jako schopnost spojená s překonáváním nemaximálního odporu vysokou až maximální rychlostí
- síla vytrvalostní, jako schopnost překonávat nemaximální odpor opakováním pohybu v daných podmínkách nebo dlouhodobě odpor udržovat

Existuje složitá vzájemná souvislost mezi silovými schopnostmi. I když existují některé korelace naznačující společný základ, jako je inervace svalů nebo aktivace svalových vláken,

není vždy vysoká závislost mezi silou a rychlostí pohybu. Byly pozorovány individuální rozdíly, což znamená, že osoba s vysokou absolutní silou nemusí nutně dosáhnout vysoké rychlosti pohybu při práci s nižším odporem nebo nezbytnou vytrvalostí. V trojskoku jsou klíčovými faktory pro dosažení dlouhého výkonu běžecká rychlost a odrazová síla, jak uváděli již Beran a kol. (1976). Pro dosažení dobrého výkonu v trojskoku je důležité udržovat co nejvyšší horizontální rychlost. To znamená, že trojskokan musí nejen vyvinout dostatečnou sílu pro odraz, ale také efektivně využívat tuto sílu k dosažení vysoké rychlosti.

Pro dosažení nejvyšší horizontální rychlosti během pokusu v trojskoku je klíčové správně načasovat odrazovou sílu ve všech fázích skoku. Během jednotlivých fází trojskoku se setkáváme s vysokým odporem na dolních končetinách, který může dosahovat 3 až 12krát tělesné hmotnosti trojskokana (Cissik 2013). Špatně provedený odraz může způsobit ztrátu až 4 m/s z dosažené náběhové rychlosti. Proto se v tréninku trojskoku klade velký důraz na rozvoj explozivní síly a specifické odrazové síly.

## **Vytrvalostní schopnosti**

Vytrvalost se obecně definuje jako schopnost člověka vykonávat dlouhodobou tělesnou aktivitu. Jedná se o soubor předpokladů, které umožňují provádět cvičení s nižší intenzitou po delší dobu nebo cvičení s maximální intenzitou po stanovenou dobu (Perič, Dovalil 2010).

Vytrvalostní schopnosti mohou být děleny podle Dovalila a kol. (2012) na následující kategorie:

- dlouhodobá vytrvalost je schopnost vykonávat pohybovou činnost déle než 10 minut
- střednědobá vytrvalost je schopnost vykonávat pohybovou činnost po dobu 8–10 minut
- krátkodobá vytrvalost je schopnost vykonávat činnost co možná nejvyšší intenzitou po dobu 2–3 minut
- rychlostní vytrvalost je schopnost vykonávat pohybovou činnost absolutně nejvyšší intenzitou a co možná nejdéle – do 20 až 30 s.

Rozvoj vytrvalosti u trojskokanů se podobá tréninku vytrvalosti u sprinterů na krátké vzdálenosti. I když je pro trojskokany důležité dosáhnout maximálního zrychlení na krátké

vzdálenosti, rozvoj sprinterské vytrvalosti má stále významnou roli. Je zřejmé, že uvolněnost a psychická rezerva při sprintu maximálním úsilím jsou důležité i na úrovni sprinterské vytrvalosti (Vacula a kol. 1975).

## **Koordinační schopnosti**

Podle Periče a Dovalila (2010) dochází často k zaměňování koordinačních schopností s pojmem obratnost. Je důležité chápat koordinaci jako vnitřní řízení pohybu, které zahrnuje součinnost centrálního nervového systému a nervosvalového aparátu a projevuje se vnější formou obratnosti. Neexistuje všeobecně přijímaná taxonomie koordinačních schopností, podle Dovalila a kol. (2012) se rozlišuje mezi 5 až 15 různými schopnostmi. Při zjednodušení se však shodneme na základních koordinačních schopnostech, jako jsou diferenciací a orientační schopnost, schopnost rovnováhy, reakce, rytmu a přizpůsobování a také schopnost spojovací, která zahrnuje propojování jednotlivých pohybů a jejich částí.

Jansa a kol. (2009) zdůrazňují, že obratní jedinci lépe zvládají úkoly vyžadující změnu pohybu, variabilitu a složitější pohybovou činnost. Obratnost tak může být přímým nebo nepřímým faktorem sportovního výkonu. Dobré koordinační schopnosti umožňují efektivnější osvojování sportovních dovedností a přispívají ke kvalitnějším výkonům v daném sportovním oboru.

## **Pohyblivost**

Podle Periče a Dovalila (2010) je pohyblivost definována jako schopnost provádět pohyb v širokém rozsahu kloubních pohybů. Tento koncept je někdy také označován jako ohebnost. Kloubní rozsah je především determinován strukturou a tvarem kloubu a pružností tkání. Dále ovlivňují kloubní rozsah reflexní aktivita svalů příslušného kloubu, psychický stav, teplota okolí, míra rozcvičení sportovce a fyzický stav.

Trojskokani by měli rozvíjet ohebnost tak, aby bylo umožněno provádění sprintu s plným rozsahem pohybu (Vacula a kol. 1975). Nicméně se stále více prosazuje názor, že nadměrná pohyblivost nebo dokonce hypermobilita u trojskokanů může mít negativní dopady, jako jsou zvýšené riziko zranění nebo negativní vliv na techniku (Vacula a kol. 1975). Existuje rozšířená

teorie, která varuje před nadměrnou pohyblivostí a klade důraz na vyvážený rozvoj ohebnosti, aby se minimalizovaly potenciální nežádoucí účinky ovlivňující technické provedení pohybu.

### **Motorické předpoklady (pohybový potenciál) trojskokanů**

- běžecká rychlost (50 m, 60 m, 150 m, 30 m letmo)
- výbušná síla (dálka z místa, trojskok z místa, pětiskok po odrazové noze z místa)
- pohyblivost (hloubka předklonu, dřep na plných chodidlech, čelný a boční rozštěp)
- koordinace pohybů (rytmus, spojování pohybů, orientace v prostoru, schopnost rozlišovat a měnit pohyby v čase, prostoru a dynamice)

(Vindušková, Koukal, 2021)

### **2.2.3 Psychologické faktory**

Psychologické faktory mají značný vliv na výkonnost ve všech typech sportovních disciplín, včetně trojskoku. Soutěžní situace jsou velmi náročné z hlediska psychické odolnosti jedince. Proto je důležité věnovat dostatečnou pozornost psychické přípravě a formování psychiky trojskokana. Podle Vaculy a kol. (1975) by měl být trénink specifických mentálních schopností trojskokana zaměřen na to, aby se skokan s radostí podrobil intenzivnímu tréninku. Kombinace náročného rychlostního a silového tréninku klade vysoké nároky na psychiku skokana. Je důležité naučit trojskokana zvykat si na systematický trénink a vyhnout se impulzivním extrémům během náročné přípravy. V soutěži musí trojskokan umět redukovat negativní vliv nezdařených skoků na další výkon a neztratit naději při nepříznivém průběhu soutěže.

Důležitou součástí psychologické přípravy je také ovlivňování a regulace tzv. předstartovních a startovních stavů, jak uvádí Dovalil a kol. (2012). Předstartovní stavy jsou ovlivněny zejména emocemi, ale motivace hraje také velkou roli. Mezi hlavní typy předstartovních stavů patří nadměrná aktivace (startovní horečka), nedostatečná aktivace (apatie) a optimální zvýšená aktivace (bojová pohotovost). Nadměrná aktivace se projevuje zvýšenou dráždivostí a diskoordinací funkcí, zatímco apatie přináší útlum v mozkové kůře a celkovou ochablost. Ideální stav je charakterizován optimální aktivací, kdy sportovec projevuje pozitivní vnitřní napětí a je připraven reagovat. Na vrcholových soutěžích často rozhoduje



minimální rozdíl ve výkonech trojskokanů, a proto psychická příprava sportovce může být klíčovým faktorem.

#### 2.2.4. Faktory techniky

Dovalil a kol. (2012) popisují techniku jako systematické a účelné provedení pohybu, které využívá individuálních schopností sportovce, biomechanických principů a neurofyziologických mechanismů řízení pohybu. K dosažení správné techniky jsou klíčové nejen kondiční a somatické předpoklady, ale také schopnosti koordinace.

Podle Vaculy a kol. (1975) je technická příprava trojskokana založena na nácviku sprintu a odrazových cvičení. Hlavními technickými požadavky trojskoku jsou:

1. Dosáhnout vysoké horizontální rychlosti během rozběhu. U vrcholových trojskokanů dosahuje rychlost přes 10 m/s.
2. Udržet vysokou rychlost odrazu a minimalizovat ztrátu rychlosti. Správný úhel dokročení a síla odrazu jsou klíčové pro dosažení maximální délky a výšky skoku.
3. Udržovat rovnováhu v letu pomocí vyrovnávacích pohybů. Pohyby paží a dolních končetin pomáhají udržet stabilitu během letu a odrazové fáze.
4. Dosáhnout co největšího terénního zisku v konečném doskoku. Správné nasazení švihů a úhlu dokročení minimalizuje brzdivé složky skoku.

Pro nácvik techniky se využívají různé formy odrazových cvičení, jako jsou více skoky, nácvik základní formy trojskoku, odrazy do dálky z obou nohou, cvičení rovnováhy a udržení horizontální rychlosti a trojskok z různých délek rozběhu.

Podle Berana a kol. (1976) je v trojskoku klíčové dodržovat pravidlo, že techniku je třeba přizpůsobit úrovni fyzické a psychické přípravy skokana.

Technické provedení trojskoku se projevuje v účelném uspořádání trojskokanských dovedností:

- maximálně rychlý rozběh,
- odraz z přesně vymezeného místa z plné rychlosti,
- minimalizace ztráty dopředné rychlosti v průběhu odrazů,
- rovnováha za letu,
- efektivní doskok bez pádu vzad resp. přepadu vpřed

(Vindušková, Koukal, 2021)

### 2.2.5 Faktory taktiky

Podle Dovalila a kol. (2012) se taktika definuje jako strategie pro řešení širších a dílčích úkolů, které jsou v souladu s pravidly daného sportu. Taktika zahrnuje výběr optimálního řešení strategických a taktických úkolů v průběhu soutěže.

Podle Vaculy a kol. (1975) je základním cílem taktické přípravy trojskokana nácvik přesného rozběhu, který je neustále posilován ve spojení s technickou přípravou. Důležitou součástí taktického přístupu je také získání návyku na soutěžní podmínky. Takticky je vhodné dosáhnout nejlepšího výkonu v prvních pokusech. Toto rozhodnutí má různé důvody, včetně psychologického tlaku na soupeře. Zároveň se také bere v úvahu možná úroveň únavy nebo riziko zranění v pozdějších pokusech.

Taktická příprava v trojskoku se zaměřuje na strategické rozhodnutí a výběr vhodných přístupů, které přispějí k dosažení nejlepšího výkonu v dané soutěži.

## 2.3. Stručný popis techniky trojskoku

### 2.3.1 Základní charakteristika trojskoku

Trojskok patří v atletice mezi horizontální skoky. Trojskok se skládá z rozběhu, na který navazují 3 po sobě jdoucí skoky, zakončené dopadem do písku. Jednotlivé skoky se nazývají poskok (odraz z jedné nohy a dopad na stejnou nohu), krok (odraz z jedné nohy a dopad na druhou nohu) a skok (odraz z jedné nohy a dopad do písku). Návaznost dolních končetin na sebe je levá – levá – pravá nebo pravá – pravá – levá. Účelem této disciplíny je získání co největší horizontální vzdálenosti v souladu s pravidly (Čillík, 2014). Cissik (2013) tvrdí, že je trojskok považován že jednu z nejkompexnějších atletických disciplín, z důvodu závislosti jednotlivých fází na sebe a na rychlost získanou během rozběhu. Jirka, Popper a kol. (1990) tvrdí, že z biomechanického hlediska jde u skoků o maximální rychlost vzletu těžiště skokana, optimální úhel vzletu těžiště.

Podle Čillíka (2014) se používají 3 základní techniky trojskoku:

1. **Přirozená technika** – tato technika je ze všech nejjednodušší. Pro svoji jednoduchost ji využívají hlavně začátečníci a ženy. Je charakteristická střídavou prací paží, vzpřímeným držením trupu a mírnou výškou odrazu.

Poměr jednotlivých skoků se pohybuje okolo 36 % : 30 % : 34 %.

2. **Skokanská technika** – u této techniky je klíčová především silová připravenost a odrazová výbušnost. Skokanská technika se vyznačuje vysokými skoky, velkou ztrátou horizontální rychlosti, soupažnou prací paží a nejdelším prvním skokem.

Poměr jednotlivých skoků se pohybuje okolo 38 % : 29 % : 33 %.

3. **Běžecká technika** – během této techniky dochází k získání co nejvyšší horizontální rychlosti a využití získané rychlosti v jednotlivých fázích skoku. Ploché skoky, nejdelší poslední skok, vysoká rychlost a střídavá práce paží je charakteristická pro tuto techniku.

Poměr jednotlivých fází skoků se pohybuje okolo 34 % : 30 % : 36 %.

Elitní trojskokani využívají kombinaci těchto technik s maximálním využitím individuálních předpokladů, tzn., že při optimální horizontální rychlosti maximálně využívají odrazovou výbušnost (Kněnický a kol. 1965).

### 2.3.2 Rozběh

Vindušková a Koukal (2021) uvádějí, že rozběh v trojskoku je v rozmezí 14-20 kroků. Rozběh je zahájen buď z místa nebo s náběhem na rozběhovou značku. Rozběh slouží k nabrání co nejvyšší možné rychlosti, ze které se následně bude skokan schopný odrazit. Rychlost při rozběhu je důležitá, protože určuje množství hybnosti, které bude mít skokan při odrazu od odrazového břevna. Během rozběhu v trojskoku musí skokan pečlivě plánovat své kroky a rychlost, aby zajistil, že dosáhne optimálního úhlu a rychlosti při odrazu od odrazového břevna. Během soutěže se umístění rozběhové značky může změnit z několika důvodů (například vítr, úrava...).

Z biomechanické analýzy mistra České republiky pro rok 2022, byla stanovena délka jeho rozběhu na 44 metrů. Jeho rozběh začínal s náběhem na značku následovaný 16 běžeckými kroky k odrazovému břevnu.

Hay a Miller (1985) uvádějí, že se počet kroků může lišit v závislosti na výšce, síle a osobních preferencích skokana. Obecně vzato, vyšší a silnější atleti budou dělat delší kroky, zatímco menší a méně silní atleti mohou dělat kratší kroky.

Při přiblížení k odrazovému břevnu se rychlost skokana obvykle snižuje, aby si mohl upravit svůj krokový rytmus a připravit se na fázi poskoku. Toto zpomalení umožní skokanovi správně nastavit svoji pozici při odraze a získat kontrolu nad rychlostí a hybností (Hay, Miller 1985).

Celkově vyžaduje rozběh v trojskoku pečlivé plánování, přesné provedení a vynikající techniku, aby skokan mohl každou fázi skoku provést co nejlépe. Skokan musí také být schopen upravit svůj rozběh a techniku v závislosti na měnící se podmínky, jako jsou vítr nebo nerovné povrchy, aby zajistil, že bude schopen dosáhnout maximální vzdálenosti při každém pokusu.

### 2.3.3 Poskok



Obrázek 2 Kinogram poskokové fáze (Stander)

Fáze poskoku je první fází trojskoku a je důležitou součástí této disciplíny. V této fázi se skokan odrazí z jedné nohy a přistane na stejné noze, než přejde do následující fáze, fáze kroku.

U elitních trojskokanů i trojskokanek bývá pozorováno, že fáze poskoku bývá nejčastěji dominantní složkou v trojskoku. (Čoh, Štuhec, Vertič 2011).

Vindušková a Koukal (2021) uvádějí, že při poskoku v trojskoku je cílem provést nízký poskok a udržet rovnováhu během letu. Důležitou součástí tohoto procesu je vytvoření předpětí pro přechod od odrazu do krokové fáze.

Poskok zahrnuje rychlý a plochý odraz, přičemž se klade důraz na odraz vpřed. Skokan se nesnaží maximalizovat výšku a vzdálenost skoku, využívá energii z odrazu a snaží se o co

nejmenší ztrátu horizontální rychlosti. Během letu může provádět střídavou nebo soupažnou práci paží, což mu pomáhá udržet stabilitu a kontrolovat svou pozici ve vzduchu.

Po odrazu následuje švih ostrým kolenem, což je rychlý pohyb nohy směrem vzhůru a v před. Poté skokan spouští švihovku a provádí pohyb nataženou švihovkou vzad, čímž připravuje podtažení sbalené odrazové nohy. Tímto způsobem se využívá kinetická energie nohy k dalšímu přesunu.

Důležitou součástí poskoku je aktivní dokrok dolů a vzad na téměř nataženou dolní končetinu. skokan se snaží udržet sílu a rychlost pohybu, aby maximalizoval délku skoku. Tímto pohybem je připraven na přechod do další fáze trojskoku.

Fáze poskoku vyžaduje velké množství síly a koordinace. Skokani by měli být schopni vyvinout maximální sílu a rychlost s odrazovou nohou, zatímco udržují kontrolu a stabilitu své tělesné polohy. K dosažení tohoto cíle skokani začleňují do svého tréninkového režimu specifické cviky pro posilování a kondici, jako jsou plyometrické cviky, dřepy a výpady.

Kromě toho musí skokani mít vynikající techniku a časování, aby správně provedli fázi poskoku. Musí být schopni odrazit se ze země pod správným úhlem a udržovat přímou, vyváženou pozici těla po celou dobu poskoku. Jakékoliv ztráta rovnováhy nebo chybná poloha může vést ke krátkému kroku a menší celkové vzdálenosti.

Celkově je fáze poskoku klíčovou součástí trojskoku a vyžaduje kombinaci síly, rychlosti a techniky.

### 2.3.4 Krok



Obrázek 3 Kinogram krokové fáze (Stander)

Popis krokové fáze zahrnuje aktivní odraz, který je dosažen zahrábnutím vzad s důrazem na extenzi v kyčelním kloubu. Skokan se snaží využít silný pohyb dolní končetiny, aby maximalizoval délku svého kroku. Součástí tohoto pohybu je soupažný švih horních končetin, který přispívá k dalšímu přesunu a udržení energie.

Skokan také drží švihovou nohu, což znamená, že noha zůstává vzpřímená a neklesá příliš brzy. Tímto způsobem se maximalizuje délka letu a zlepšuje se celkový výkon ve skoku.

Důležitou součástí krokové fáze je také vzpřímené držení trupu, které je klíčové pro udržení rovnováhy během letu. Skokan se snaží udržet pevný střed a stabilizovat své tělo v prostoru, aby dosáhl co nejlepší stability a kontrolu nad svým pohybem.

Během krokové fáze skokan také vytváří náprah pro odraz. To znamená, že aktivně přenáší váhu a sílu na přední nohu, která dokračuje. Tímto pohybem se připravuje na přechod do skokové fáze a optimalizuje svůj odraz.

Skokan provádí aktivní dokrok na téměř nataženou nohu, což znamená, že noha se téměř plně natáhne a běžec se snaží udržet sílu a rychlost pohybu. Tímto pohybem se maximalizuje přesun energie a délka kroku.

Pro fázi kroku je potřeba kombinace rychlosti, koordinace a rovnováhy.

Pro zlepšení fáze kroku skokani začleňují různé cvičení do svých tréninků. Plyometrické cvičení, jako skoky na bednách, mohou pomoci budovat explozivní sílu a zlepšovat koordinaci. Posilovací cvičení, jako jsou dřepy a výpady, mohou pomoci budovat potřebnou sílu dolních končetin pro skok.

S řádným tréninkem a provedením mohou sportovci maximalizovat svůj výkon v této fázi a připravit se na úspěch ve finální fázi, skoku (Vindušková, Koukal 2021).

### 2.3.5 Skok s doskokem



Obrázek 4 Kinogram skokové a dopadové fáze (Stander)

Podle Vinduškové a Koukala (2021) je ve skokové fázi trojskoku cílem skokana snaha o provedení co nejdelšího skoku a zvětšení úhlu vzletu těžiště. Důležitou součástí této fáze je vzpřímené držení trupu během letu, což přispívá k udržení stability a optimálnímu přenosu síly.

Popis skokové fáze zahrnuje držení vzpřímenějšího postavení při odrazu. Skokan se snaží udržet pevnou a vzpřímenou pozici těla, aby maximalizoval délku a výšku skoku. Důležité je také podržení odrazového náponu, což znamená udržování síly a napětí v dolních končetinách během odrazu.

Skokan provádí protlačování boků směrem vzhůru a vpřed, což přispívá k výšce a délce skoku. Klíčové je také zachování klidných a rytmických pohybů nohou a paží. Pohyb nohou je koordinovaný tak, že při pohybu vzad jsou nohy natažené a při pohybu vpřed jsou pokrčené. Tímto způsobem se využívá kinetická energie nohou k přesunu a odrazu.

Skokan udržuje mírný záklon trupu, doprovázeno mírným náklonem těla vpřed. Toto naklonění pomáhá vytvořit optimální úhel letu a přispívá k dosažení co nejdelšího skoku.

Před doskokem skokana jdou nohy do přednožení, což znamená, že se nohy připravují na dotyk s pískem. Současně s tím se provádí předklon trupu, který je doprovázen pohybem paží dolů a vzad.

Tělo se během odrazu narovná, což je předpokladem pro provedení skoku ve stylu "závěsného". Mnoho trojskokanů upřednostňuje styl "kročný". Tento styl je zvláště užitečný, pokud je fáze letu krátká. Tento styl je avšak velmi vzácný, protože většinou není horizontální rychlost při odrazu dostatečně vysoká pro tento typ odrazu.

Bez ohledu na použitou techniku během fáze skoku je důležité, aby byl dobře připraven doskok, který umožní získání co největší vzdálenosti. Krátce před doskokem jsou ruce silně odhozeny vzad, aby se nohy mohly současně zvednout výše. V okamžiku kontaktu s pískem jsou obě ruce silně švihnuty dopředu, aby se vyrovnala tendence k pádu dozadu. Jeden způsob doskoku se vyznačuje pohybem pouze jedné ruky dozadu a nahoru, což umožňuje vysednutí stranou. Zde je trup atleta silně nakloněn dopředu. Po dokončení doskoku opouští atlet doskočiště směrem vpřed (Hutt 1988).

## 2.4 Přehled využívaných metodik biomechanické analýzy techniky trojskoku

Analýza údajů z biomechanických měření umožňuje lépe porozumět výkonnosti v trojskoku a poskytuje důležité informace pro trenéry, atlety a další zainteresované strany při plánování a hodnocení tréninkových programů.

### 2.4.1 Metodika a zpracování parametrů skoku

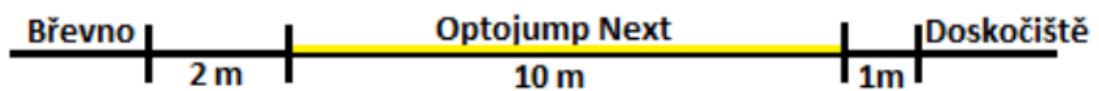
Biomechaniku v posledních letech pro Český atletický svaz zpracovává Mgr. Jan Feher a kol., kteří k náběhové rychlosti od roku 2021 přidali měření délky fáze kroku a skoku. K těmto sledovaným fázím byly naměřené i hodnoty doby kontaktu s podložkou. Od roku 2022 se k těmto parametrům přidala i fáze poskoku. Jednotlivé skoky a jejich parametry byly měřeny pomocí zařízení Optojump Next (Microgate, Itálie). Zařízení s přesností na tisícinu vteřiny



snímalo pomocí LED (96 led/m = rozlišení 1,0416cm) přerušení mezi vysílací a přijímací částí zařízení a zaznamenávalo parametry tohoto přerušení.

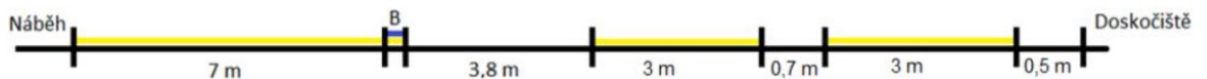
Předešlá metoda měření umístila zařízení dva metry za odrazové břevno a zařízení snímalo následujících 10 m.

Vzdálenost poskoku byla měřena od konce odrazového břevna po špičku boty, která jako první protнула snímací plochu zařízení. vzdálenost kroku byla měřena od špičky ke špičce následujícího protnutí a vzdálenost skoku byla dopočítána od celkové naměřené vzdálenosti.



Obrázek 5 Nákres předešlé metody měření

Aktuální metoda umístila zařízení 7 m před a včetně odrazového břevna a vynechala 3,8 m za břevnem. Následovaly 3 m měřeného území, 0,7 m mezera a poté další 3 m měřeného území.



Obrázek 6 Nákres aktuální metody měření

Poskoková vzdálenost se měřila od špičky boty na odrazu, až po špičku boty, která jako další protнула snímací plochu zařízení. vzdálenost kroku je dále měřena od špičky ke špičce následujícího protnutí a skoková vzdálenost je dopočítána od celkové oficiálně naměřené vzdálenosti.

Oporové fáze byly naměřeny u všech protnutí, letové fáze u všech kroků náběhu a poskoku a kroku.

### 2.4.2 Způsoby měření a zpracování náběhových rychlostí

K měření náběhových rychlostí bylo použito zařízení, které bylo umístěno za doskočiště a snímalo celý pokus. Radar ATS II id firmy Stalker byl použit během měření náběhových rychlostí. Měření aktuální rychlosti u tohoto radaru probíhá až 50 x za vteřinu. Změřená rychlost byla následně vložena do grafu. Každý skokan měl v grafu zobrazený průběh rychlosti náběhu u zaznamenaných pokusů. Z tohoto grafu byly parametry zpracovány a použity pro tuto práci. Umístění tohoto radaru bylo za sektorem pro doskok.

### 3. Metodika práce

Metodou práce byla zvolena metoda pozorování. Hodnocení vybraných biomechanických parametrů vycházela ze shromážděných dat dostupných z internetových stránek Českého atletického svazu. Komparace pak vycházela ze stejných hodnot výkonnosti taktéž dostupných z internetových stránek Českého atletického svazu.

Hodnoty, které jsou použité v tabulkách ve výsledkové části, byly převzaty z internetových stránek Českého atletického svazu. Tyto hodnoty byly naměřené během mistrovství České republiky v trojskoku, a to jak v halové sezoně, tak i ve venkovní sezoně pod vedením Jana Fehera. Veškeré hodnoty použité v této práci, jsou hodnoty naměřené u nejdelších pokusů.

Sledovaná data byla rozdělena do tří skupin podle umístění na mistrovství České republiky, a to jak z halové sezony, tak z venkovní.

Tabulky použité v této práci uvádí rok, ve kterém proběhlo mistrovství České republiky, umístění jednotlivých závodníků a jejich výkon, náběhovou rychlost, délky jednotlivých skoků a dobu kontaktu s podložkou. Výzkum využíval metodu analýzy a porovnání na základě dat získaných z webových stránek Českého atletického svazu. Pro lepší porozumění byly použity zahraniční odborné články a česká literatura.

#### 3.1 Cíle a úkoly práce

Bakalářská práce měla za cíl porovnání a hodnocení nashromážděných výsledků v trojskoku mužů na Mistrovství České republiky v letech 2017-2023. Zvláštní pozornost byla věnována sledování náběhových rychlostí, doby kontaktu s podložkou a délek jednotlivých fází skoku. Úkoly práce byly odvozeny z definovaných cílů a struktura plnění úkolů byla následující:

- seznámení se s literaturou týkající dané problematiky
- provést rešerši odborné literatury
- sumarizovat dostupná data týkající se dané problematiky
- vytvořit přehledné tabulky nashromážděných dat
- provést analýzu výkonnosti v trojskoku mužů z vrcholových soutěží
- provést analýzu náběhových rychlostí v trojskoku mužů z vrcholových soutěží

- provést analýzu doby kontaktu se zemí v trojskoku mužů z vrcholových soutěží
- provést analýzu délky jednotlivých fází skoku v trojskoku mužů z vrcholových soutěží
- stanovení závěrů

### 3.2 Výzkumné otázky

1. Jaké výkony byly za potřebí k získání medailové pozice na mistrovství České republiky v posledních letech?
2. Jaký je rozdíl ve výkonnosti českých skokanů v halové sezóně a ve venkovní sezóně?
3. Je k dosažení nejdelšího výkonu zapotřebí nejvyšší náběhová rychlost?
4. Jaký je vztah mezi dobou kontaktu se zemí a ztrátou rychlosti u českých trojskokanů na medailových příčkách?

## 4. Výsledky a diskuse

### 4.1 Tělesné parametry medailistů

V této disciplíně se setkáváme s různorodostí antropometrických parametrů jako jsou tělesná hmotnost a tělesná výška. Hodnoty použité v tabulce 2 byly získány dotazováním jednotlivých závodníků, jelikož byly pod řízeným tréninkovým procesem, bylo očekáváno, že dochází k základnímu zjišťování tělesných parametrů po dobu ročního tréninkového cyklu. Interpretace dat má svá úskalí, data v tabulce nebyla měřena na stejném vážicím přístroji ani stejným přístrojem na měření tělesné výšky. Hodnoty se proto zdají být pouze orientační a vycházejí z datové databáze jednotlivých skokanů.

Rok	1. místo		2. Místo		3. Místo	
	Výška (cm)	Hmotnost (kg)	Výška (cm)	Hmotnost (kg)	Výška (cm)	Hmotnost (kg)
2020	199	85	190	78	178	82
2021	199	85	183	83	190	80
2022	183	83	199	85	186	80
2023	192	77	190	80	195	96

Tabulka 2 Výška a hmotnost medailistů v trojskoku z MČR v hale

#### Stručný komentář:

Medailista s nejvyšší tělesnou výškou v tabulce 2, měřící 199 cm, získal zlatou medaili v letech 2021 a 2020 a stříbrnou medaili v roce 2022. Medailista s nejmenší tělesnou výškou, který měřil 178 cm, získal bronzovou medaili v roce 2020.

Z tabulky 2 je zřejmé, že má tělesná výška u trojskokanů významnou roli. Ze všech tří skupin je průměr tělesné výšky nad 187 cm a u vítězů dokonce přes 193 cm.

Další zajímavý fakt se týká tělesné hmotnosti skokanů. Medailista s nejvyšší tělesnou hmotností, který soutěžil v roce 2023, vážil 96 kg, zatímco medailista s nejmenší tělesnou hmotností ve stejném roce měl tělesnou hmotnost 77 kg. Průměrná tělesná hmotnost u skokanů se pohybuje okolo 83 kg.

Průměrná tělesná výška vítězů ve trojskoku činí 193,25 cm, přičemž průměrná tělesná hmotnost těchto skokanů je 82,5 kg. Medailisté na druhém místě dosahují průměrné tělesné výšky 190,5 cm a průměrná tělesná hmotnost je 81,5 kg. Medailisté na třetím místě mají průměrnou tělesnou výšku 187,25 cm a průměrnou tělesnou hmotnost 84,5 kg.

Rok	1. místo		2. Místo		3. Místo	
	Výška (cm)	Hmotnost (kg)	Výška (cm)	Hmotnost (kg)	Výška (cm)	Hmotnost (kg)
2020	199	85	190	76	183	83
2021	199	85	183	83	181	70
2022	199	85	190	81	176	65

Tabulka 3 Výška a hmotnost medailistů v trojskoku z MČR

### Stručný komentář:

V tabulce 3 vidíme, že medailista, který v trojskoku dominoval, měl se svými 199 cm nejvyšší tělesnou výšku ve sledovaném období. V tabulce 3 je také vidět, že tento skokan dosáhl výrazných úspěchů, když vyhrál soutěž třikrát po sobě v letech 2020, 2021 a 2022. Medailista s nejmenší tělesnou výškou 176 cm, ve sledovaném období, obsadil třetí příčku v roce 2022.

Důležitou roli v trojskoku hraje i tělesná hmotnost skokanů. Medailista s nejvyšší tělesnou hmotností, který má zároveň i nejvyšší tělesnou výšku 199 cm, vážil 85 kg. Naopak medailista z roku 2022 měl nejmenší tělesnou výšku i nejmenší tělesnou hmotnost se svými 65 kg.

Průměrná tělesná výška závodníků, kteří se umístili na druhém místě je 187,67 cm. Jejich průměrná tělesná hmotnost činí 80 kg.

Medailisté na třetích místech mají průměrnou tělesnou výšku 180 cm. Jejich průměrná tělesná hmotnost je kolem 72,67 kg, což naznačuje, že skokani s nižší hmotností dokážou také konkurovat a dosahovat výsledků potřebných k umístění na medailových příčkách.

Tato údaje nám ukazují, že v soutěži v trojskoku se objevují skokani s různými antropometrickými parametry. Každý z nich přináší své vlastní schopnosti a technické dovednosti, aby dosáhl co nejlepších výsledků.

## 4.2 Vybrané biomechanické parametry v trojskoku

Hodnoty, které jsou zpracovány v následujících tabulkách byly převzaty z internetových stránek Českého atletického svazu. Tyto hodnoty byly naměřené během mistrovství České republiky v trojskoku, a to jak v halové sezoně, tak i ve venkovní sezoně. Veškeré hodnoty zobrazené v tabulkách níže jsou hodnoty naměřené u nejdelsích pokusů.

### 4.2.1 Výkony medailistů

Hodnoty použité v tabulce byly získány z databáze v letech 2018, 2020, 2021, 2022, 2023.

Rok	1. místo	2.místo	3.místo
	Výkon (m)	Výkon (m)	Výkon (m)
2018	15,48	15,14	15,01
2020	15,37	15,29	14,81
2021	15,86	15,61	15,37
2022	15,55	15,49	15,33
2023	15,29	15,03	14,76

Tabulka 4 Výkonnost medailistů v trojskoku z MČR v hale

#### Stručný komentář:

Z tabulky 4 vyplývá, že výkony vítězů v trojskoku se pohybují v rozmezí od 15,29 m v roce 2022 až po 15,86 m v roce 2021. Průměrná výkonnost vítězů činí 15,51 m, přičemž směrodatná odchylka se pohybuje mezi 0,22 m a 0,35 m. Z tabulky je zřejmé, že se všichni vítězové dostali za hranici 15 m. Hranice 15 m byla potřeba i k získání druhého místa a u třetího místa se výkony pohybovali také na hranici 15 m. V některých případech pod 15 m.

Medailisté na druhých příčkách předvedli podobné výkony, jejich vzdálenosti se pohybují od 15,03 m v roce 2023 až po 15,61 m v roce 2021. Průměrná výkonnost medailistů na druhých příčkách činí 15,31 m. Směrodatná odchylka v této skupině skokanů se pohybuje mezi 0,28 m a 0,3 m. Tito skokani se těsně přibližují výkonům vítězů.

Výkony, které byly potřebné k umístění na třetí příčce se pohybují od 14,76 m v roce 2023 až po 15,37 m v roce 2021. Průměrná výkonnost třetích příček činí 15,056 m. Směrodatná odchylka v této skupině se pohybuje mezi 0,296 m a 0,314 m.

Nejvyšší rozdíl výkonnosti je ve skupině medailistů na třetích místech, kde je rozptyl 0,61 m od nejdelšího změřeného pokusu po nejkratší změřený pokus. U druhých míst tento rozptyl má hodnotu 0,58 m a u vítězů 0,57 m.

Z tabulky 4 je zřejmé, že nejlepší výkony měli skokani v letech 2021 a 2022 ve všech třech umístěních.

Hodnoty použité v tabulce 5 byly naměřeny v letech 2022, 2021, 2020, 2017.

Rok	1. místo	2. Místo	3. Místo
	Výkon (m)	Výkon (m)	Výkon (m)
2017	15,75	15,7	15,46
2020	16,34	16,24	15,93
2021	16,08	15,81	15,24
2022	16,07	15,43	15,23

Tabulka 5 Výkonnost medailistů v trojskoku z MČR

### Stručný komentář:

Z tabulky 5 je zřejmé, že se výkonnost trojskokanů výrazně zlepšila ve srovnání s halovou sezonou. Nejkratší výkon vítěze je 15,75 m z roku 2017 a nejdelší změřený skok vítěze měří 16,34 m z roku 2020. Z tabulek 4 a 5 je zřejmé, že rozdíl mezi nejdelším skokem z halové sezóny s nejdelším skokem z venkovní sezóny je 0,48 m. Rozdíl mezi nejkratším výkonem z halové sezóny a nejkratším výkonem z venkovní sezóny je 0,47 m. Průměrná výkonnost vítězů je 16,06 m, což je o 0,55 m více v porovnání s halovou sezonou. Tudiž se dá říci, že k nejdelším skokům dochází ve venkovní sezoně. Tyto delší výkony může ovlivňovat hned několik faktorů, jako je například rychlost větru, se kterou se v halové sezoně nesetkáme. Dalším ukazatelem lepší výkonnosti ve venkovní sezoně je počet skoků za hranici 16 m. Za hranici 16 m se dostali hned 4 skokani. Mezitím v halové sezoně ani jeden. Směrodatná odchylka je v rozmezí 0,31 m a 0,28 m.



O lepší výkonnosti ve venkovní sezoně vypovídá i výkonnost medailistů na druhých příčkách. Nejkratšího výkonu, kterého dosáhl skokan umístěný na druhém místě, má hodnotu 15,43 m. Tento výkon by dvakrát stačil na zlatou medaili v halové sezoně. Nejdelšího skoku dosáhl skokan v roce 2020 svým výkonem 16,24. Průměrná výkonnost druhých příček je 15,8 m. Tento průměr je o 0,49 m větší než průměr medailistů na druhých místech v halové sezoně. Směrodatná odchylka je v rozmezí 0,37 m a 0,45 m.

Nejdelšího výkonu u medailistů na třetích místech dosáhl skokan v roce 2020 výkonem 15,93 m. Nejkratší naměřený výkon byl z roku 2022 a měřil 15,23 m. Průměrná výkonnost medailistů na třetích příčkách je 15,47 m o 0,42 m vyšší než průměrná výkonnost medailistů na třetích místech v halové sezoně. Směrodatná odchylka je v rozmezí 0,24 m a 0,47 m. Výkonnost trojskokanů umístěných na třetím místě je v porovnání s halovou sezonou opět výrazně lepší.

#### 4.2.2 Náběhová rychlost

Hodnoty použité v tabulkách byly naměřeny v letech 2023, 2022, 2021, 2020, 2018.

Rok	1. místo	2. Místo	3. Místo
	Rychlost (m/s)	Rychlost (m/s)	Rychlost (m/s)
2018	9,58	9,3	9,6
2020	10,05	9,61	9,46
2021	9,88	9,38	9,35
2022	9,47	9,7	9,42
2023	9,82	9	9,41

Tabulka 6 Náběhová rychlost medailistů v trojskoku z MČR v hale

#### Stručný komentář:

U trojskoku hraje náběhová rychlost klíčovou roli, proto lze říci, že skokani dosahují vysokých rychlostí při rozběhu. Nejvyšší naměřená náběhová rychlost je z roku 2020 a má hodnotu 10,05 m/s. S touto náběhovou rychlostí dosáhl skokan výkonu 15,37 m. Druhá nejvyšší naměřená hodnota rychlosti je z roku 2021, která má hodnotu 9,88m/s. Sice není toto nejvyšší hodnota náběhové rychlosti, ale skokan díky této rychlosti a svým technickým povedením skoku skočil 15,88 m, což znamená, že skočil nejdelší změřený skok v hale. Nejnižší rychlosti

u vítězů dosáhl skokan z roku 2022, který s touto nejnižší změřenou rychlostí, přesto skočil dále než skokan s nejvyšší rychlostí a to 15,55 m. Průměrná rychlost vítězů se pohybuje kolem 9,76 m/s. Směrodatná odchylka je 0,29 m/s.

Z tabulky 6 je zřejmé, že průměrná rychlost druhých míst, která má hodnotu 9,4 m/s, je nižší ve srovnání s náběhovou rychlostí vítězů. Směrodatná odchylka je v rozmezí 0,4 m/s a 0,3 m/s. Nevyšší změřené rychlosti dosáhl skokan z roku 2022 a jeho náběhová rychlost měla hodnotu 9,7 m/s. S touto rychlostí se skokanovi podařilo skočit výkon 15,49 m dlouhý. Nejnižší náběhové rychlosti dosáhl skokan v roce 2023 se kterou zároveň skočil nejkratší skok u druhých míst 15,03 m.

U medailistů na třetích místech se náběhové rychlosti naopak zvýšily v porovnání s medailisty z druhých míst. Průměrná rychlost dosažená medailisty na druhých místech je 9,45 m/s, ale stále nižší než průměrná rychlost vítězů. Směrodatná odchylka je v rozmezí 0,1 m/s a 0,16 m /s. Nejvyšší rychlosti u medailistů na třetích místech dosáhl skokan z roku 2018 rychlostí 9,6 m/s. Z rychlosti 9,6 m/s skočil 15,01 m. Nejnižší naměřené rychlosti dosáhl skokan z roku 2021, který rychlostí 9,35 m/s skočil 15,37 m.

Nejvyšší naměřená rychlost ze všech medailových příček je 10,05 z roku 2020 a nejnižší naměřená rychlost ze všech sledovaných hodnot je 9 m/s.

Hodnoty použité v tabulce 7 byly naměřeny v letech 2022, 2021, 2020, 2017.

Rok	1. místo	2. Místo	3. Místo
	Rychlost (m/s)	Rychlost (m/s)	Rychlost (m/s)
2017	10,01	10,03*	9,4
2020	10,02	9,81	9,81
2021	9,86	9,52	9,87
2022	10,2	9,52	9,17

Tabulka 7 Náběhová rychlost medailistů v trojskoku z MČR

#### Stručný komentář:

V tabulce 7 je označena hodnota rychlosti u druhého místa z roku 2017 hvězdičkou, z důvodu chybějícího údaje v měření náběhových rychlostí. Hodnota uvedena v tabulce 7 je

průměr všech náběhových rychlostí u daného skokana. Jedná se tedy o odhadovanou hodnotu na základě průměru. Proto je potřeba zohlednit přesnost následujících komentářů.

Z tabulky 7 je zřejmé, že skokani ve venkovní sezoně opět získali lepší výsledky než skokani z halové sezony. Náběhové rychlosti se hned v několika případech dostaly za hranici 10 m/s.

Ze sledovaných čtyř let (2017, 2020, 2021, 2022) se rychlosti 10 m/s vyrovnali 3 skokani + 1 \*(průměrná hodnota). Nejvyšší náběhové rychlosti dosáhl skokan z roku 2022 svou rychlostí 10,2 m/s. Tato náběhová rychlost je zároveň vyšší než jakákoliv náběhová rychlost z halové sezony. S touto rychlostí skočil výkon 16,07 m, který je čtvrtým nejdelším výkonem ve sledovaném období. Nejdelšího výkonu 16,34 m dosáhl skokan rychlosti 10,02 m/s v roce 2020. Nejnižší náběhové rychlosti 9,86 m/s u vítězů dosáhl skokan v roce 2021 a přesto s touto rychlostí skočil za hranici 16 m a to přesně 16,08 m.

Průměrná rychlost u vítězů dosahuje hodnoty 10,02 m/s, která vykazuje vysokou úroveň rychlosti u vítězů ve venkovní sezoně. Směrodatná odchylka je v rozmezí 0,16 m/s a 0,18 m/s.

U medailistů na druhých místech dosáhl oficiálně nejvyšší náběhové rychlosti skokan z roku 2020 s rychlostí 9,81 m/s. Z rychlosti 9,81 m/s skočil 16,24 m. U druhých příček nejnižší naměřené rychlosti 9,52 m/s dosáhli hned dva skokani, jeden v roce 2021 a druhý 2022. Ze stejné rychlosti každý z nich skočil jiný výkon. Skokan z roku 2021 skočil 15,81 m a skokan z roku 2022 skočil 15,43 m. Z tohoto údaje vyplývá, že je potřeba i zvládnutí techniky skoku a zabránit ztrátám rychlosti k získání co nejdelšího skoku.

Průměrná rychlost u druhých příček se pohybuje okolo 9,62 m/s. Tato průměrná rychlost se přibližuje k průměrné rychlosti vítězů z halové sezony. Směrodatná odchylka je v rozmezí 0,4 m/s a 0,2 m/s.

Z tabulky 7 vyplývá, že nejvyšší rychlost u medailistů na třetích příčkách získal skokan z roku 2021 9,87 m/s, díky které dosáhl výkonu 15,24 m. V roce 2020 dosáhli dva skokani stejné rychlosti, ale podařilo se jim skočit rozdílný výkon. Jednomu se podařilo s touto rychlostí doskočit na 16,24 m, což mu zajistilo druhé místo a druhý skokan skočil výkon 15,93 m, díky kterému získal třetí místo na tomto mistrovství. Nejnižší náběhové rychlosti dosáhl skokan z roku 2022 svou rychlostí 9,17 m/s. 15,23 byl výkon, který tento skokan skočil z této rychlosti.

Průměrná rychlost třetích příček je 9,56 m/s a tato hodnota je nejnižší průměrná rychlost naměřená v tabulce ve sledovaném období. Směrodatná odchylka u třetích příček je v rozmezí 0,39 m/s a 0,31 m/s.

Nejvyšší naměřená rychlost ze všech medailových příček je 10,2 z roku 2022 a nejnižší naměřená rychlost je 9,17 m/s z roku 2022.

Ze všech naměřených rychlostí bylo vybráno 10 nejvyšších rychlostí a k nim doplněné výkony skočené z dané rychlosti.

Rok	Rychlost (m/s)	Výkon (m)
2022	10,2	16,07
2020	10,05	15,37
2020	10,02	16,34
2017	10,01	15,75
2021	9,88	15,86
2021	9,87	15,24
2021	9,86	16,08
2023	9,82	15,29
2020	9,81	16,24
2020	9,81	15,93

Tabulka 8 Nejvyšší náběhové rychlosti a výkony z nich skočené

Z tabulek 6,7,8 je zřejmé, že je náběhová rychlost velice důležitým parametrem v trojskoku. Skokani s nižšími náběhovými rychlostmi někdy dosahují delších skoků, v porovnání se skokany s vyšší náběhovou rychlostí, nejspíše díky lepšímu provedení skoku a menším ztrátám rychlosti během jednotlivých fází. Skokani, kteří dokážou využít svou vysokou náběhovou rychlost spojit s precizní technikou, mají předpoklady k dosažení lepších výkonů.

#### 4.2.3 Délka jednotlivých skoků

Hodnoty použité v tabulce byly naměřeny v letech 2023, 2022, 2021. Do tabulek 9-14 bylo vloženo procentuální rozložení jednotlivých fází skoku z celkového výkonu. Dominantní složka byla určena, pokud rozdíl mezi poskokem a skokem byl  $\geq 2\%$ .

Rok	1. místo					
	Poskok (m)	%	Krok (m)	%	Skok (m)	%
2021	5,59	35,2	4,57	28,8	5,7	35,9
2022	5,79	36,7	4,83	30,6	5,15	32,7
2023	5,43	35,7	4,41	29	5,39	35,4

Tabulka 9 Délka jednotlivých fází skoku u prvních míst v trojskoku z MČR v hale

Z tabulky 9 je patrné, že nejdelší poskok v trojskoku byl zaznamenán skokanem z roku 2022. Tento skokan měl také nejdelší krok, avšak bohužel nejkratší skok. Tato situace by mohla být způsobena vysokou ztrátou rychlosti v důsledku delšího poskoku a kroku.

V případě vítěze z roku 2021 je procentuální zastoupení jednotlivých fází následující: fáze poskoku 35,2 %, fáze kroku 28,8 %, fáze skoku 35,9 %. V tomto případě žádná z fází nebyla dominantní a skok byl poměrově vyrovnaný.

Vítěz z roku 2022 měl rozložení fází následující: fáze poskoku 36,7 %, fáze kroku 30,6 %, fáze skoku 32,7 %. Dominantní složkou u tohoto skokana byl poskok.

Vítěz z roku 2023 měl rozložení fází: fáze poskoku 35,7 %, fáze kroku 29 %, fáze skoku 35,4 %. Tato rozložení naznačují vyrovnanost jednotlivých skoků.

Na základě těchto statistických údajů lze konstatovat, že skokan z roku 2022 dosáhl nejdelšího poskoku a zároveň měl dominantní poskokovou fázi. Skokani z roku 2021 a 2023 měli poměrově vyrovnané skoky bez výrazně dominující fáze.

Rok	2. Místo					
	Poskok (m)	%	Krok (m)	%	Skok (m)	%
2021	5,73	37,3	4,86	27,9	5,02	34,7
2022	5,81	36,7	4,35	31,1	5,41	32,2
2023	5,49	36,2	4,48	29,6	5,18	34,2

Tabulka 10 Délka jednotlivých fází skoku u druhých míst v trojskoku z MČR v hale

Z tabulky 10 je zřejmé, že nejdelší poskok v trojskoku byl dosažen skokanem z roku 2022. Jeho poskok měřil 5,81 m, což je nejdelší poskok v celé tabulce. Stejně tak jeho skok dosáhl délky 5,41 m, což je také nejdelší skok ze všech hodnot v tabulce. Nicméně jeho kroková fáze byla nejkratší s délkou 4,35 m. Poměr fází u tohoto skokana byl následující: fáze poskoku 37,3 %, fáze kroku 27,9 %, fáze skoku 34,7 %. Dominantní složkou byl tedy poskok.

Medailista na druhém místě z roku 2021 se vyznačoval nejdelší krokovou fází, která dosáhla délky 4,86 m. Rozložení jednotlivých fází u tohoto skokana bylo následující fáze

poskoku 36,7 %, fáze kroku 31,1 %, fáze skoku 32,2 %. Zde byl dominantní složkou také poskok.

Medailista na druhém místě z roku 2023 měl rozložení fází: fáze poskoku 36,2 %, fáze kroku 29,6 %, fáze skoku 34,2 %. I u tohoto skokana byl dominantní složkou poskok.

Na základě těchto statistických údajů lze konstatovat, že nejdelší poskok v tabulce patří skokanovi z roku 2022. Skokan z roku 2021 měl nejdelší krok, zatímco skokan z roku 2023 se vyznačoval vyrovnaným rozložením fází. Všechny tři skokany měly poskokovou fázi jako dominantní složku svých skoků.

Rok	3. Místo					
	Poskok (m)	%	Krok (m)	%	Skok (m)	%
2021	5,66	36,4	4,3	24,2	5,41	39,3
2022	5,61	36,4	4,62	30	5,17	33,6
2023	5,42	36,8	3,6	28	5,85	35,2

Tabulka 11 Délka jednotlivých fází skoku u třetích míst v trojskoku z MČR v hale

### Stručný komentář:

Z tabulky 11 je zřejmé, že nejdelší poskok v trojskoku patřil skokanovi z roku 2021, jehož poskok měřil 5,66 m. Skokan z roku 2022 měl o 0,05 m kratší fázi poskoku a skokan z roku 2023 dosáhl poskoku dlouhého 5,42 m.

Nejdelší krok v tabulce byl dosažen skokanem z roku 2022, jehož krok měřil 4,62 m. Tento krok byl o 1,02 m delší než nejkratší krok v tabulce.

Ve skoku překonali všichni tři skokani hranici 5 m, přičemž skokan s nejkratším krokem dosáhl nejdelšího skoku o délce 5,85 m. Jeho rozložení fází bylo následující: fáze poskoku 36,4 %, fáze kroku 24,2 %, fáze skoku 39,3 %. Dominantní složkou byl jednoznačně skok.

U skokana z roku 2022 bylo rozložení fází následující: fáze poskoku 36,4 %, fáze kroku 30 %, fáze skoku 33,6 %. Zde byl dominantní složkou poskok.

Na závěr, u skokana z roku 2021 bylo rozložení fází následující: fáze poskoku 36,8 %, fáze kroku 28,0 %, fáze skoku 35,2 %. Toto rozložení naznačuje vyrovnanost skoků.

Celkově lze tedy konstatovat, že skokan z roku 2021 dosáhl nejdelšího poskoku, zatímco skokan z roku 2022 měl nejdelší krok. Skokan z roku 2023 vykazoval vyrovnanost mezi jednotlivými fázemi skoku.

Hodnoty použité v tabulce 12 byly naměřeny v letech 2022, 2021.

Rok	1. místo					
	Poskok (m)	%	Krok (m)	%	Skok (m)	%
2021	6,01	37,4	4,48	27,9	5,59	34,8
2022	5,62	35,4	4,63	29,2	5,63	29,2

Tabulka 12 Délka jednotlivých fází skoku vítězů v trojskoku

### Stručný komentář:

V roce 2021 byl zaznamenán nejdelší poskok v trojskoku, který činil 6,01 m. Tento výkon byl o 41 cm delší než vítězný poskok z roku 2022, který dosáhl délky 5,62 m. Přestože vítěz z roku 2021 dosáhl delšího poskoku, délky jeho ostatních fází byly kratší než u vítěze z roku 2022. Jeho krok byl o 0,15 m kratší a skok o 0,04 m kratší.

Rozložení fází u vítěze z roku 2021 bylo následující: fáze poskoku 37,4 %, fáze kroku 27,9 %, fáze skoku 34,8 %. Jeho dominantní složkou byl poskok. Naopak u vítěze z roku 2022 bylo rozložení fází následující: fáze poskoku 35,4 %, fáze kroku 29,2 %, fáze skoku 29,2 %. V roce 2022 se jednalo o stejného závodníka, ale poskok již nebyl jeho dominantní složkou a fáze se vyrovnaly.

Z tabulky 12 a z tabulky 11, vidíme, že pouze v jedné tabulce byl zaznamenán poskok přesahující hranici 6 m. V žádné jiné tabulce nebyla hodnota 6 m překročena v žádné ze sledovaných fází.

Na základě dostupných dat je možné konstatovat, že nejdelší poskok v trojskoku byl dosažen v roce 2021 s délkou 6,01 m. Rozložení fází a jejich délky se lišily mezi jednotlivými lety, což naznačuje různé strategie a přístupy závodníků k technice skoku trojskokem.

Rok	2. Místo					
	Poskok (m)	%	Krok (m)	%	Skok (m)	%
2021	5,71	36,1	4,75	30	5,35	33,8
2022	5,65	36,6	4,38	28,4	5,4	28,4

Tabulka 13 Délka jednotlivých fází skoku druhých míst v trojskoku

Z tabulky 13 je patrné, že v trojskoku dosáhl nejdelšího poskoku skokan z roku 2021, jehož výkon činil 5,71 m. Skokan z roku 2022 měl poskok o pouhých 0,06 m kratší, konkrétně 5,65 m. Zároveň skokan z roku 2021 zaznamenal delší krok, který měřil 4,75 m, což bylo o 0,47 m více než krok skokana z roku 2022, jehož délka činila 4,38 m. Vzhledem ke skokové fázi dosáhli tito dva skokani téměř stejného skoku. Skokan z roku 2022 zaznamenal skok o délce 5,4 m, což bylo o 0,05 m delší než skokan z roku 2021, jehož skok činil 5,35 m.

Procentuální rozložení jednotlivých fází u skokana z roku 2021 je následující: fáze poskoku 36,1 %, fáze kroku 30 %, fáze skoku 33,8 %. Dominantní složkou u tohoto skokana je poskoková fáze. U skokana z roku 2022 bylo procentuální rozložení jednotlivých fází následující: fáze poskoku 36,6%, fáze kroku 28,4%, fáze skoku 28,4%. U tohoto skokana byly fáze poměrně vyrovnané.

Rok	3. Místo					
	Poskok (m)	%	Krok (m)	%	Skok (m)	%
2021	5,38	35,3	4,52	29,7	5,34	35
2022	5,81	38,1	4,58	30,1	4,84	30,1

Tabulka 14 Délka jednotlivých fází skoku třetích míst v trojskoku

Z tabulky 14 je zřejmé, že skokan z roku 2022 předvedl delší poskok než skokan z roku 2021. Jeho poskok měřil 5,81 m, zatímco poskok skokana z roku 2021 dosáhl délky 5,38 m.

Pokud se podíváme na krokovou fázi, pak u obou skokanů byly téměř srovnatelné. Skokan z roku 2022 měl krok o délce 4,58 m, zatímco skokan z roku 2021 dosáhl délky 4,52 m.

Ve skokové fázi byl úspěšnější skokan z roku 2021. Jeho skok měřil 5,34 m, zatímco skokan z roku 2022 dosáhl pouze délky 4,84 m.

Procentuální rozložení fází skoků bylo následující: U skokana z roku 2021 bylo 35,3 % pro fázi poskoku, 29,7 % pro fázi kroku a 35 % pro fázi skoku. Zde není výrazně dominující složka, protože jednotlivé fáze byly poměrně vyrovnané. U skokana z roku 2022 bylo rozložení fází následující: 38,1 % pro fázi poskoku, 30,1 % pro fázi kroku a 30,1 % pro fázi skoku. Zde byl jednoznačně dominantní složkou poskok.

Z tabulek 9-14 je zřejmé, že kroková fáze má téměř vždy nejmenší procentuální podíl na celkovém výkonu.

#### 4.2.4 Doba kontaktu s podložkou

Hodnoty použité v tabulce 15, 16, 17 byly naměřeny v letech 2023, 2022, 2021.

Od roku 2022 se změnil systém měření pomocí zařízení OptoJump. Tudiž parametry, které se budou analyzovat jsou dostupné pouze z roku 2022. Čím je kratší doba kontaktu se zemí, tím je ztráta náběhové rychlosti menší (Geopfert 2021).



Rok	1. místo		
	Poskok (s)	Krok (s)	Skok (s)
2022	0,138	0,17	0,186
2023	0,15	0,162	0,187

Tabulka 15 Doba kontaktu s podložkou vítězů v trojskoku v hale

Na základě poskytnutých údajů o skocích vítězů trojskoku z roku 2022 a roku 2023 lze pozorovat několik zajímavých trendů.

První trend se týká doby kontaktu s podložkou. U skokana z roku 2022 byla celková doba kontaktu s podložkou 0,494 sekundy, zatímco u skokana z roku 2023 byla celková doba kontaktu s podložkou 0,499 sekundy. Tento rozdíl naznačuje, že skokan z roku 2023 měl delší kontakt s podložkou během skoku než skokan z roku 2022.

Druhý trend souvisí se změnou náběhové rychlosti. U skokana z roku 2022 se náběhová rychlost snížila ze 9,9 m/s na 7,2 m/s, ztráta rychlosti je o 27,3 %. U skokana z roku 2023 došlo ke snížení náběhové rychlosti ze 9,8 m/s na 6,5 m/s, což představuje ztrátu rychlosti o 33,7 %.

Na základě těchto údajů můžeme potvrdit tvrzení, že delší doba kontaktu s podložkou je spojena se snížením náběhové rychlosti. Skokan z roku 2023 měl delší dobu kontaktu s podložkou a zároveň vykazoval větší ztrátu rychlosti než skokan z roku 2022.

Rok	2. Místo		
	Poskok (s)	Krok (s)	Skok (s)
2022	0,147	0,172	0,19
2023	0,135	0,159	0,205

Tabulka 16 Doba kontaktu s podložkou druhých míst v trojskoku v hale

Z tabulky 16 hodnotíme celkovou dobu kontaktu s podložkou u druhých míst a ztrátu náběhové rychlosti u dvou skokanů, jednoho z roku 2022 a druhého z roku 2023.

Medailista na druhém místě z roku 2022 měl celkovou dobu kontaktu s podložkou 0,509 sekundy. Jeho náběhová rychlost se snížila z 9,4 m/s na 6,2 m/s, tedy o 34 %.

Medailista na druhém místě z roku 2023 měl celkovou dobu kontaktu s podložkou 0,499 sekundy. Jeho náběhová rychlost se snížila z 9,8 m/s na 6,5 m/s, ztráta rychlosti je o 27,8 %.

Z těchto údajů vyplývá, že skokan z roku 2022 měl delší celkovou dobu kontaktu s podložkou a vykazoval větší ztrátu náběhové rychlosti než skokan z roku 2023. Toto potvrzuje tvrzení, že delší doba kontaktu s podložkou je spojena se snížením náběhové rychlosti.

Rok	3. Místo		
	Poskok (s)	Krok (s)	Skok (s)
2022	0,142	0,168	0,188
2023	0,136	0,156	0,138

Tabulka 17 Doba kontaktu s podložkou třetích míst v trojskoku v hale

U medailistů na třetích místech měl skokan z roku 2022 celkovou dobu kontaktu se zemí 0,498 sekundy. Jeho náběhová rychlost se snížila z 9,4 m/s na 7 m/s, ztráta rychlosti je o 25,5 %.

Skokan z roku 2023 měl celkovou dobu kontaktu se zemí 0,430 sekundy. Jeho náběhová rychlost se snížila z 9,4 m/s na 6,9 m/s ztráta rychlosti je o 26,6 %.

Z těchto údajů vyplývá, že skokan z roku 2022 měl delší celkovou dobu kontaktu se zemí, ale menší ztrátu náběhové rychlosti než skokan z roku 2023. Tento výsledek naznačuje, že doba kontaktu se zemí nemusí přímo korelovat se ztrátou náběhové rychlosti. Existují i jiné faktory, které mohou ovlivnit tuto ztrátu, například technika odrazu.

Hodnoty použité v tabulce byly naměřeny v letech 2022, 2021.

Rok	1. místo		
	Poskok (s)	Krok (s)	Skok (s)
2022	0,148	0,159	0,196

Tabulka 18 Doba kontaktu s podložkou vítězů v trojskoku

Vítěz trojskoku z roku 2022 měl celkovou dobu kontaktu se zemí trvající 0,503 sekundy. Během skoku se jeho náběhová rychlost snížila z počáteční hodnoty 10,2 m/s na konečnou

rychlost 6,9 m/s, ztráta rychlosti je o 32,6 %. Tento výsledek naznačuje, že skokan z roku 2022 zaznamenal výraznou ztrátu rychlosti během skoku.

Rok	2. Místo		
	Poskok (s)	Krok (s)	Skok (s)
2022	0,141	0,167	0,199

Tabulka 19 Doba kontaktu s podložkou druhých míst v trojskoku

Medailista na druhém místě z roku 2022 v trojskoku, vykázal celkovou dobu kontaktu se zemí trvající 0,507 sekundy. Během skoku došlo ke snížení jeho náběhové rychlosti z 9,5 m/s na konečnou hodnotu 6,8 m/s, ztráta rychlosti je o 28,4 %.

Rok	3. Místo		
	Poskok (s)	Krok (s)	Skok (s)
2022	0,138	0,17	0,199

Tabulka 20 Doba kontaktu s podložkou třetích míst v trojskoku

Medailista na třetím místě z roku 2022 v trojskoku, měl celkovou dobu kontaktu se zemí trvající 0,494 sekundy. Jeho náběhová rychlost se snížila z 9,2 m/s na konečnou hodnotu 7,2 m/s, což představuje ztrátu rychlosti o 21,2 %. Tato statistika naznačuje, že skokan na třetím místě utrpěl menší ztrátu rychlosti ve srovnání s ostatními skokany.

Tyto ukazatele naznačují, že ztráta rychlosti je důležitým faktorem výkonu skokanů v trojskoku. Skokan na prvním místě vykázal největší ztrátu rychlosti, což může být způsobeno technickými nedokonalostmi nebo nedostatečným přenosem energie během skoku. Na druhém místě se nachází skokan s mírně nižší ztrátou rychlosti, což naznačuje lepší technické provedení skoku a efektivnější přenos energie. Skokan na třetím místě vykázal nejmenší ztrátu rychlosti, což může svědčit o kvalitní technice a schopnosti udržet vyšší rychlost během skoku.

## 5. Závěr

Předkládaná analýza a porovnání dat naznačují, že přesný obraz výkonnosti českých skokanů v trojskoku nelze získat a jejich úroveň nelze jednoznačně stanovit. I když se v posledních letech na stupních vítězů opakovaně objevují stejní atleti, je důležité brát v úvahu omezené množství dostupných dat a krátké časové období, po které byla analýza prováděna. Komparaci a analýzu výkonnosti je tedy třeba vnímat pouze jako orientační.

Každý jedinec je jedinečný a výkon v trojskoku závisí na individuální úrovni faktorů, jako je technika, koordinace a síla. Heterogenita kondičních předpokladů a technické úrovně zkoumaných závodníků (medailistů) ovlivňuje velkou různorodost výsledků. Potvrzujeme tvrzení, že delší doba kontaktu s podložkou je spojena se snížením náběhové rychlosti. Nicméně, doba kontaktu se zemí nemusí přímo korelovat se ztrátou náběhové rychlosti, a proto je třeba zohlednit i další faktory ovlivňující skok.

Tato studie poskytuje základní informace o trojskoku a naznačuje potřebu dalšího výzkumu v oblasti, zejména analýzy biomechanických parametrů skoku. Následující body tvoří závěr:

1. Na základě provedené analýzy je možné konstatovat, že výkony českých atletů v trojskoku vykazují rozdíly mezi halovou a venkovní sezónou. Výsledky naznačují, že atleti dosahují výrazně lepších výkonů ve venkovní sezóně než v halové sezóně. Nejlepší výkony překračují hranici 16 metrů, zatímco nejkratší výkony v sledovaném období se pohybují mírně pod 15 metry. K dosažení medailové pozice bylo zapotřebí výkonu okolo 15 m v halové sezóně. Ve venkovní sezóně bylo zapotřebí dosažení výkonu pohybujícího se okolo 16 m .
2. Na základě provedené analýzy je možné konstatovat, že skokani s vyšší tělesnou výškou a menší tělesnou hmotností mají větší pravděpodobnost dosáhnout lepších výkonů v trojskoku. Tato skupina atletů má přirozeně výhodu ve fyziologických předpokladech, které přispívají k lepšímu dosažení vyšších výkonů ve srovnání s atlety nižšího vzrůstu a vyšší hmotnosti.

3. V rámci provedené analýzy trojskoku bylo zjištěno, že náběhová rychlost je klíčovým parametrem ovlivňujícím výkon atletů. Nicméně, pravidlo, že vyšší náběhová rychlost zaručuje delší skok, není vždy platné. V našem sledovaném vzorku atletů se náběhové rychlosti pohybovaly mezi 9 a 10 m/s. Výsledky naznačují, že i při nižší náběhové rychlosti je možné dosáhnout dlouhých skoků, což ukazuje na důležitost dalších faktorů, jako je technika, koordinace a síla.
4. Sledovaná data ukazují, že skokani s vyrovnanou délkou jednotlivých skoků dosahují lepších výsledků v trojskoku než ti, kteří se zaměřují pouze na jednu dominantní složku. Tato zjištění podporují důležitost vyváženého rozvoje techniky, koordinace a síly u skokanů v této disciplíně.
5. Nejmenší procentuální podíl na celkovém výkonu má fáze kroku. Během této fáze dochází k největším ztrátám horizontální rychlosti.
6. Na základě provedeného hodnocení a porovnání dostupných dat jsme zjistili, že doba kontaktu s podložkou má vliv na ztrátu rychlosti při skoku v trojskoku. Nicméně, není možné jednoznačně potvrdit platnost pravidla, že ztráta rychlosti závisí pouze na době kontaktu se zemí. Další faktory, jako je tělesná hmotnost jedince, úhel vzletu nebo technické provedení skoku, také ovlivňují tuto ztrátu rychlosti.

Ztráta rychlosti při skoku v trojskoku je komplexním jevem, který je ovlivněn více faktory současně. Proto nelze jednoznačně tvrdit, že doba kontaktu se zemí je jediným určujícím faktorem pro ztrátu rychlosti.

Je zřejmé, že každý atlet je jedinečný a má své individuální předpoklady, které ovlivňují jeho výkon v trojskoku. Vzhledem k omezeným datům je však důležité provádět další rozsáhlejší a dlouhodobější studie, které by umožnily získání komplexnějšího pohledu na výkonnost českých atletů v trojskoku.

## 6.Literatura

1. BERAN, P. a kol. *Atletika do kapsy – skoky*. 1.vyd. Praha: Olympia, 1976. ISBN 27-053-76.
2. BRICÍN, Š., *Vývoj českých výkonů ve skokanských disciplínách* [online]. c2017 [cit. 22. červen 2023-06-22]. Dostupné z: <<https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/90933>>.
3. BULLARD, E., KNUTH L. *Triple jump encyclopedia*, 1th ed. Pasadena: The Athletic press, 1977. ISBN: 0-87095-057-6.
4. CISSIK, J., *Strength and Conditioning for the Triple Jumper*, Strength and Conditioning Journal USA, 2013.
5. CHOUTKA, M., DOVALIL, J. *Sportovní trénink*. 2 vyd. Praha: Olympia, 1991. ISBN 80-7033-099-6.
6. ČILLÍK, I. a kol. (2014). *Teória a didaktika atletiky*. 2. vyd. Banská Bystrica: Slovenský atletický zväz, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Filozofická fakulta.
7. ČOH, M., ŠTUHEC, S., VERTIČ, R. *Consistency and Variability of Kinematic Parameters in the Triple Jump*, [online]. c2023 [cit.2023-04-01] Dostupné z : <<http://centrostudilombardia.com/wp-content/uploads/IAAF-Salti-Triplo/2011-Consistency-and-variabilityof-kinematic-parameters-in-the-triple-jump.pdf>>.
8. DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. 3.vyd. Praha: Olympia, 2012. ISBN 978-80-7376-130-1.
9. DOVALIL, J., PERIČ T. *Sportovní trénink*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2010. ISBN 978-80-247-2118-7.
10. FEHER, J., *Parametry náběhu technických disciplín*, [online]. c2017-2023 [cit.2023-05-23]. Dostupné z : <<https://www.atletika.cz/clenska-sekce/treneri/biomechanika/nabehove-rychlosti-technickyh-disciplin1/>>.
11. GEOPFERT, T. *Triple jump: Three cone jump drill*, [online]. c2023 [cit.2023-04-01] Dostupné z : <<https://www.trackwired.com/blogs/training-tips/triple-jump-three-cone-jump-drill>>.
12. HÁJEK, J. *Antropomotorika*. Praha: Univerzita Karlova, 2001. ISBN 80-7290-063-3.
13. HAY, J., MILLER, J., *Techniques Used in the Triple Jump*, [online]. c2023 [cit.2023-05-12] Dostupné z : <<https://www.semanticscholar.org/paper/Techniques-Used-in-the-Triple-Jump-Hay-Miller/cbe7d8647e9838449b510f0d3ca014f0d0c7e834>>.

14. HUTT, E. *Model technique analysis sheet for the horizontal jumps PART II - The Triple Jump*, 1988.
15. JANSA, P. a kol. V. *Sportovní příprava: vybrané kinantropologické obory k podpoře aktivního životního stylu*. Rozš. 2. vyd. Praha: Q-art, 2009. ISBN 978-80-903280-9.
16. JIRKA, J. a POPPER J. *Malá encyklopedie atletiky*. Praha: Olympia, 1990. ISBN 27-025-90.
17. KNĚNICKÝ, K. a kolektiv. *Technika lehkooatletických disciplín*. 1.vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1965. ISBN 43-08-02.
18. STANDER, R. *Athletics omnibus – triple jump*, [online]. c2023 [cit.2023-03-12]  
Dostupné z : <[https://www.mdthinducollege.org/ebooks/Games/Triple\\_Jump.pdf](https://www.mdthinducollege.org/ebooks/Games/Triple_Jump.pdf)>.
19. VACULA, J. a kol. *Trénink lehkooatletických disciplín*. 2.vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1975. ISBN 14-675-75
20. VELEBIL, V. a kol. *Atletické skoky*. 1.vyd. Praha: Olympia, 2002. ISBN 80-7033- 769-9.
21. VINDUŠKOVÁ, J., KOUKAL, J. *Trénink skoku do dálky a trojskoku* In Kolektiv Abeceda atletického trenéra. 2. uprav. Vyd. Edice Atletika, Praha: Olympia, 2021. s. 271-282

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Struktura výkonu (Dovalil a kol., 2012).....	3
Obrázek 2 Kinogram poskokové fáze (Stander) .....	13
Obrázek 3 Kinogram krokové fáze (Stander) .....	15
Obrázek 4 Kinogram skokové a dopadové fáze (Stander) .....	16
Obrázek 5 Nákres první metody měření .....	18
Obrázek 6 Nákres druhé metody měření.....	18



## Seznam tabulek

Tabulka 1 Výška a hmotnost medailistů z MS (2001-2022).....	4
Tabulka 2 Výška a hmotnost medailistů v trojskoku z MČR v hale .....	22
Tabulka 3 Výška a hmotnost medailistů v trojskoku z MČR.....	23
Tabulka 4 Výkonnost medailistů v trojskoku z MČR v hale .....	24
Tabulka 5 Výkonnost medailistů v trojskoku z MČR.....	25
Tabulka 6 Náběhová rychlost medailistů v trojskoku z MČR v hale .....	26
Tabulka 7 Náběhová rychlost medailistů v trojskoku z MČR .....	27
Tabulka 8 Nejvyšší náběhové rychlosti a výkony z nich skočené .....	29
Tabulka 9 Délka jednotlivých fází skoku u prvních míst v trojskoku z MČR v hale .....	30
Tabulka 10 Délka jednotlivých fází skoku u druhých míst v trojskoku z MČR v hale.....	30
Tabulka 11 Délka jednotlivých fází skoku u třetích míst v trojskoku z MČR v hale .....	31
Tabulka 12 Délka jednotlivých fází skoku vítězů v trojskoku .....	32
Tabulka 13 Délka jednotlivých fází skoku druhých míst v trojskoku.....	32
Tabulka 14 Délka jednotlivých fází skoku třetích míst v trojskoku.....	33
Tabulka 15 Doba kontaktu s podložkou vítězů v trojskoku v hale .....	34
Tabulka 16 Doba kontaktu s podložkou druhých míst v trojskoku v hale .....	34
Tabulka 17 Doba kontaktu s podložkou třetích míst v trojskoku v hale .....	35
Tabulka 18 Doba kontaktu s podložkou vítězů v trojskoku.....	35
Tabulka 19 Doba kontaktu s podložkou druhých míst v trojskoku.....	36
Tabulka 20 Doba kontaktu s podložkou třetích míst v trojskoku.....	36