

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury



Fakulta
tělesné kultury

ANALÝZA NÁBĚHOVÝCH RYCHLOSTÍ VE SKOKU O TYČI MUŽŮ

Bakalářská práce

Autor: Veronika Strýčková

Studijní program: Tělesná výchova – výchova ke zdraví se zaměřením na
vzdělávání

Vedoucí práce: Mgr. Michal Valenta

Olomouc 2022

Bibliografická identifikace**Jméno autora:** Veronika Strýčková**Název práce:** Analýza náběhových rychlostí ve skoku o tyči mužů**Vedoucí práce:** Mgr. Michal Valenta**Pracoviště:** Katedra sportu**Rok obhajoby:** 2022**Abstrakt:**

Cílem této bakalářské práce je analyzovat vztah mezi náběhovou rychlostí a výkonem ve skoku o tyči mužů v roce 2019 a 2020. Porovnat průměrné náběhové rychlosti jednotlivých skokanů, zda došlo během jednoho roku ke zlepšení či zhoršení. Na základě zjištěných údajů vztahujících se k rychlostem rozběhu posoudit jejich kondiční stránku rozběhu a technickou stránku skoku.

Klíčová slova:

atletika, výkon, biomechanika, technika, fáze skoku

Souhlasím s půjčováním práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author: Veronika Strýčková
Title: Analysis of run-up velocities in men's pole vault

Supervisor: Mgr. Michal Valenta
Department: Department of Sport
Year: 2022

Abstract:

The aim of this bachelor thesis is to analyze the relationship between approach run velocity and crossbar height for men pole vaulters in 2019 and 2020. To compare the average approach velocity of run of individual jumpers and whether there has been an improvement during one year or not. To assess their run-up condition and the technical factor according to gained data.

Keywords:

athletics, performance, biomechanics, technique, jumping phases

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Michala Valenty, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 26. dubna 2022

.....

Děkuji vedoucímu práce Mgr. Michalu Valentovi za jeho čas a cenné rady, které mi poskytnul při zpracování mé bakalářské práce.

OBSAH

Obsah	7
1 Úvod	9
2 Přehled poznatků	10
2.1 Charakteristika disciplíny	10
2.2 Vývoj skoku o tyči	10
2.2.1 Počátky	10
2.2.2 Vývoj materiálů	10
2.2.3 Vývoj techniky	11
2.3 Parametry sektoru a vybavení	12
2.3.1 Laťka	12
2.3.2 Zasouvací skříňka	12
2.3.3 Rozběhová dráha	13
2.3.4 Doskočiště	13
2.3.5 Stojany	14
2.3.6 Tyče	14
2.4 Struktura sportovního výkonu ve skoku o tyči	14
2.4.1 Kondiční faktory	14
2.4.2 Psychické faktory	16
2.4.3 Technické faktory	16
2.4.4 Taktické faktory	16
2.5 Sportovní příprava ve skoku o tyči – dlouhodobá hlediska	17
2.5.1 Identifikace sportovního talentu	17
2.5.2 Délka přípravy	17
2.6 Technika skoku o tyči	19
2.6.1 Držení tyče a rozběh	20
2.6.2 Odraz	20
2.6.3 Přejít na tyč – vyvážení	20
2.6.4 Zvrat	20
2.6.5 Přítřh a obrat	21
2.6.6 Přejít na laťku a dopad	21

2.6.7	Vliv držení tyče na náběhovou rychlost.....	21
2.6.8	Vliv tělesné výšky na úhel zasunutí tyče při odrazu.....	22
2.7	Biomechanika.....	22
3	Cíle.....	24
3.1	Hlavní cíl.....	24
3.2	Dílčí cíle.....	24
3.3	Výzkumné otázky.....	24
4	Metodika.....	25
4.1	Výzkumný soubor.....	25
4.2	Metody sběru dat.....	25
4.3	Statistické zpracování dat.....	26
5	Výsledky.....	27
5.1	Náběhové rychlosti jednotlivých závodníků.....	27
5.2	Stabilita rozběhu.....	30
5.3	Technický index.....	31
6	Diskuse.....	33
7	Závěry.....	35
8	Souhrn.....	36
9	Summary.....	37
10	Referenční seznam.....	38

1 ÚVOD

Ne nadarmo se atletice přezdívá „královna všech sportů“. Díky její tradici, která sahá až do starověku, je považována za olympijský sport číslo jedna. Každý sportovec, ale i divák si u ní přijde na své. Hody, vrhy různým náčiním, sprinty, běhy do vrchu, přespolní běh, chůze, vytrvalost, horizontální či vertikální skoky, víceboje, které kombinují dovednosti sportovce, to vše atletika může nabídnout (Český Atletický Svaz, n.d.). Je to opravdu různorodý sport s širokou škálou rozmanitých disciplín. Běhat zvládne každý, ale pouze hrstka sportovců dokáže vzlétat do výšky 6 metrů nad zemí za pomoci pouhé pružné tyče. Z velké části za to může technika, která je podmíněna kvalitní dlouhodobou přípravou. Skokan nejenže musí vynikat nejen po fyzické stránce, musí mít také notnou dávku odvahy, talentu a štěstí.

Skok o tyči je považován za jednu z nejatraktivnějších, ale přitom nejobtížnějších disciplín, které v atletice můžete najít. Je to disciplína rychlostně-silového charakteru a její náročný nácvik trvá léta. Její náročnost spočívá ve zvládnutí správné techniky, která se po řadu let vyvíjela. Díky podrobné analýze biomechaniky skoku se technika v posledních letech ustálila. Od roku 1984 prakticky 20 let držel světový rekord Sergey Bubka, dokud jej nesesadil 15. 2. 2014 francouzský skokan Renaud Lavillenie výkonem 614 cm. Nyní je světový rekord v rukou Švéda Armanda Duplantise s hodnotou 620 cm (World Athletics, n.d.).

První část mé bakalářské práce bude obnášet právě rozbor techniky s důrazem na biomechaniku skoku, kde popíše jednotlivé fáze skoku pro lepší představu situací, ve kterých se tyčkař v průběhu jeho výkonu nachází. Seznámím Vás se závodním sektorem, kde všechno probíhá. Dále bych chtěla okrajově představit vývoj techniky a používaných materiálů, které jsou pro tuto disciplínu více než důležité.

Další část se bude věnovat vztahu mezi náběhovými rychlostmi a výkonem tyčkařů. Výkon ve skoku o tyči je v zásadě ovlivněn výměnou energie mezi tyčkařem a jeho tyčí. Při rozběhu skokan musí dosáhnout maximální rychlosti, kterou následně využívá k ohybu tyče. Rozběhem a odrazem si do tyče „ukládá“ energii, která ho při správné technice katapultuje přes laťku.

Vysoká a stabilní náběhová rychlost je podmínkou dobré výkonnosti skokana. Cílem předložení bakalářské práce je provést analýzu náběhových rychlostí čtyř nejlepších skokanů v průběhu mistrovského závodu (Mistrovství České republiky v atletice na dráze) a provést meziroční srovnání.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Charakteristika disciplíny

Beran et al. (1976) charakterizuje skok o tyči jako jednu z nejpřitažlivějších, ale přitom nejobtížnějších atletických disciplín, jejíž nácvik vyžaduje dlouhodobou a náročnou přípravu. Skok o tyči patří v atletice, jak už název napovídá, mezi skokanské disciplíny. Tyto disciplíny se rozdělují na skoky vertikální a horizontální. Spolu se skokem do výšky se řadí právě mezi skoky vertikální (Bayraktar, 2019). Jedná se o atletickou disciplínu, ve které je výsledku dosaženo pomocí atletického náradí – tyče (Krska et al., 2014). Cílem skokana je překonat laťku ve výšce, kterou si sám zvolí (Bayraktar, 2019).

2.2 Vývoj skoku o tyči

2.2.1 Počátky

Počátky skoku o tyči se datují minimálně do 16. století, ale existují důkazy, že se praktikoval již v antickém Řecku (World Athletics, n.d.). Ve starořeckém vojsku vojáci při nasedání na koně nebo při překonávání různých překážek využívali odrazu s kopím. Tyče a hole se používaly i v lidových hrách při skoku přes potok, oheň nebo strže (Kněnický, 1974). Při rituálních hrách se využívaly při skoku přes býka. Keltové s nimi skákali do dálky (Athletic stories, n.d.).

Počátky moderního skoku o tyči sahají až do 50. let 19. století v Německu, kdy byl tento sport spojován s gymnastikou (World athletics, n.d.). Kolébkou disciplíny samotné, jak je tomu i u jiných atletických disciplín, se stala Anglie. V roce 1866 byl skok o tyči součástí 1. mistrovství země a vítěz dokázal skočit 10 anglických stop, což bylo 304,8 cm (Kněnický, 1974).

2.2.2 Vývoj materiálů

Výkon v průběhu let závisel na mnoha faktorech, zejména na materiálu tyče a změně techniky (Balmer et al., 2012; Zagorac, 2013). Skok o tyči je jasným svědectvím toho, jaký vliv může mít na výkon změna materiálu (Kněnický, 1974). Z počátku se skákalo na masivních dřevěných neohebných tyčích, které byly začátkem 20. století nahrazeny bambusovými tyčemi kvůli větší flexibilitě v ohybu. Výkony dosahovaly hodnot okolo 4 m. Nejvýraznější osobností tzv. „bambusové éry“ byl Cornelius Warmerdam, který v roce 1943 stanovil nový světový rekord 477 cm. O necelých 20 let později bambus vystřídala ocel a hliník. Počátek 60. let byl ve znamení zcela nové éry pro skok o tyči díky sklolaminátovým tyčím, které měly vysokou míru ohybu (Caine

et al., 2012; Velebil et al., 2002). První sklolaminátové tyče pochází z Ameriky roku 1956 (Vorovenci, 2019). Sklolaminátové tyče byly oficiálně přijaty Mezinárodní asociací atletických federací až v roce 1961 (Tidow, 2009).

S postupem času se měnila i doskočiště, která byla dokonalejší a bezpečnější. Tvrdé pískové doskočiště bylo nahrazeno doskočištěm z hoblin či gumových odřezků. Moderní doskočiště se skládají z molitanových kvádrů (Kněnický, 1974).

2.2.3 Vývoj techniky

Významnou změnou techniky bylo zakázání šplhu po tyči, kdy skokan umístil tyč blízko místa, ze kterého chtěl skočit a vyšplhal nahoru. V roce 1889 byla tato metoda zakázána a nahrazena švihovou technikou, která se používá i v současnosti (Vorovenci, 2019).

První člověk, který přecházel laťku přes břicho a konal obrat, byl Američan W. J. Van Houten. Dosud se přes laťku dostávalo způsobem skrčmo, přednosem, podmetem, praporem či bokem (Kněnický, 1974).

Dalším velkým milníkem v technice byl koncem 19. století přechod na již zmiňované bambusové tyče. Díky jejich lehkosti se změnila šíře držení tyče, která dovovala vykývnutí a vzpírání nad úchop, což do té doby nebylo možné. Touto technikou dokázal v roce 1912 Američan Wright skočit 412 cm. Jeho norský následovník Charles Hoff přišel s technikou dlouhého visu, po kterém následoval vysoký a rychlý zdvih nohou a těla. Jeho rekord činil 425 cm (Kněnický, 1974).

Velký vliv na techniku měla zasouvací skříňka, která byla zavedena v roce 1924. Uspadňovala zasunutí tyče, přípravu na odraz a přechod na tyč (Kněnický, 1974).

Nejzásadnější změna v technice úzce souvisí s laminátovými tyčemi. Díky své pružnosti je skokan schopen držet tyč dál od jejího konce a tím zvýšit míru ohybu, kterou následně využije při další fázi skoku (Kněnický, 1974). Koncem 20. století už výkony dosahují hodnot kolem 6 m (Caine et al., 2012). V současné době drží světový rekord Švéd Armand Duplantis s hodnotou 620 cm. V kategorii žen je držitelkou světového rekordu Jelena Isinbayeva s hodnotou 506 cm (World Athletics, n.d.).

2.3 Parametry sektoru a vybavení

2.3.1 Laťka

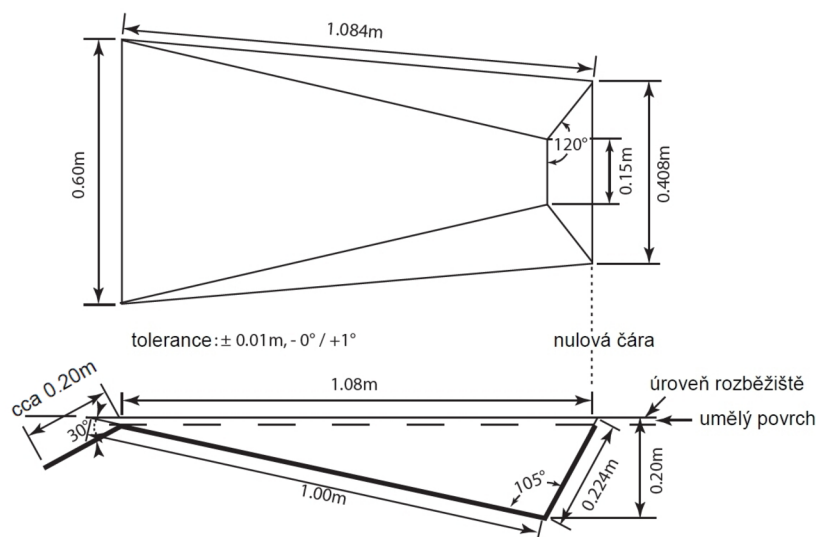
Laťka je zhotovena ze sklolaminátu nebo jiných vhodných materiálů kromě kovu. Její průřez musí být kruhový, vyjma koncových částí, které slouží k položení laťky na opěry. Její barva musí být dobře viditelná pro vidoucí atlety. Délka laťky pro skok o tyči je 450 cm (± 2 cm). Její maximální hmotnost nesmí přesáhnout 2,25 kg. Průměr části s kruhovým průřezem musí být 3 cm (± 1 mm). Koncové díly jsou široké 3-3,5 cm a dlouhé 15-20 cm. Koncové díly mají kruhovitý nebo půlkruhovitý průřez s jednou rovnou tvrdou hladkou plochou, která slouží k uložení laťky na podpěry. Nesmí být pokryty gumou nebo jiným materiálem, jež by zvyšoval tření mezi koncovými částmi a podpěrami. Po uložení na podpěry se smí laťka prohnut nanejvýš o 3 cm. Kontrola tuhosti se provádí zavěšením 3kg závaží, kdy se laťka může prohnut nejvýše o 11 cm (Český atletický svaz [ČAS], 2018).

2.3.2 Zasouvací skříňka

Při odrazu je tyč zasouvána do skříňky, která má tyto rozměry:

Obrázek 1

Skříňka pro skok o tyči



(ČAS,2018)

Skříňka musí být vyrobena z vhodného materiálu a zapuštěna v rovině s rozběžištěm. Má zakulacené nebo měkké horní hrany (ČAS, 2018).

2.3.3 Rozběhová dráha

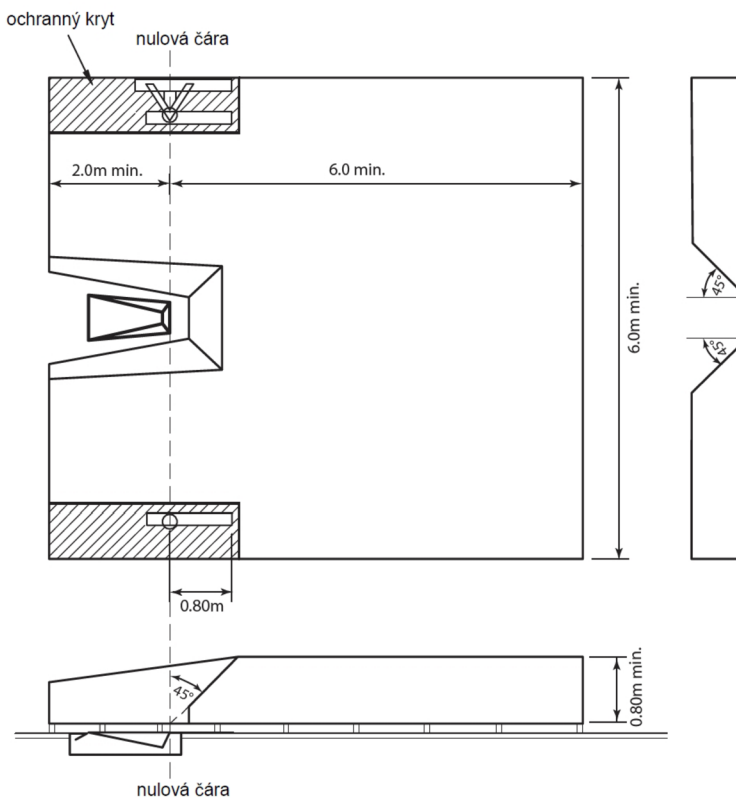
Od nulové čáry by délka rozběhové dráhy měla být alespoň 40 m, nejlépe 45 m. Šířka dráhy je 1,22 m (± 1 cm). Je vyznačena bílými čarami, jejichž šířka je 5 cm. Příčný sklon dráhy nesmí překročit hodnotu 1:100 (1 %) a celkový sklon, který se počítá ve směru rozběhu v posledních 40 m 1:1000 (0,1 %) (ČAS, 2018).

2.3.4 Doskočiště

Doskočiště musí mít rozměry alespoň 6 x 6 m a 80 cm na výšku. Čelní díly mají délku minimálně 2 m. Postranní části, které se nachází kolem skříňky musí být vzdáleny 10–15 cm se sklonem 45° směrem od skříňky (ČAS, 2018).

Obrázek 2

Doskočiště pro skok o tyči



(ČAS, 2018)

2.3.5 Stojany

Je možno použít jakýchkoliv stojanů tuhé konstrukce. Stojany se skládají z kovové konstrukce, podpěr a kolíků. Kovová konstrukce podstavce a spodní část stojanů nad úrovní doskočiště mají být pokryty polštářováním z vhodného materiálu pro ochranu atletů a tyčí. Laťka se pokládá na podpěry ve tvaru kolíků, které jsou upevněny na ramenech horizontálně posuvných stojanů (od hrany zasouvací skříňky až 80 cm směrem do doskočiště). Laťka na nich musí být umístěna takovým způsobem, aby lehce spadla při dotyku atleta či tyče na zem směrem do doskočiště. Kolíky musí být bez zářezů s jednotným průměrem nepřevyšující 1,3 cm a nesmí vyčnívat více než 5,5 cm z ramen. Vzdálenost mezi kolíky je 428–437 cm a rovněž nesmí být vyrobeny z gumy nebo jiného materiálu, který by zvyšoval tření mezi nimi a laťkou (ČAS, 2018; Jeřábek, 2008).

2.3.6 Tyče

Skokani mohou používat vlastní tyče, ale nesmí použít tyč jiného atleta bez svolení. Tyče mohou být z různého materiálu nebo kombinace materiálů, jakékoliv délky i průřezu, ale jejich povrch musí být hladký. V místě úchopu je umožněno tyč ovinout vrstvami přilnavé pásky a na spodním konci tyče (pro její ochranu) páskou nebo jiným materiálem. Páska však musí tvořit plynulou vrstvu a nesmí vyvolat markantní změnu průměru, např. ve tvaru prstence (ČAS, 2018).

Tyče jsou děleny dle délky a tvrdosti. Délka se udává ve stopách, popřípadě v centimetrech. Tvrdost je určena v librách. Označení tyče 14/150 značí, že daná tyč má 14 stop (tj. 430 cm) a je předurčena pro závodníka s hmotností 150 liber (tj. 68 kg). Výběr správné tyče nezávisí pouze na hmotnosti skokana, ale i na jeho náběhové rychlosti a technické zdatnosti. Pro začínající skokany je nejlepší používat tyče o pár stupňů měkčí, než by odpovídalo jejich hmotnosti, u technicky zdatnějších atletů je tomu naopak (Jeřábek, 2008).

2.4 Struktura sportovního výkonu ve skoku o tyči

2.4.1 Kondiční faktory

Rychlost

Rychlost je pro skokana stěžejní kondiční schopnost (Yang et al., 2021). Skokani světové úrovně běžně přesahují náběhovou rychlost přes 9,5 m/s (Hanley et al., 2019). Ovlivnit rychlostní schopnosti patří mezi nejtěžší tréninkové úlohy. Než nastane jejich změna, je to dlouhodobý proces. Objevují se dokonce pochyby, jestli je rychlost vůbec ovlivnitelná tréninkem nebo se

jedná výhradně o dědičnou dispozici (Dovalil et al., 2012). Podle Sologuba a Tajmazova (2000) mají ze všech pohybových schopností největší míru dědičnosti právě rychlostní schopnosti. Mezi různými ukazateli je nejpodstatnější poměr svalových vláken. U skokanů je podíl rychlých vláken 80–90 % (Dovalil et al., 2012).

Rychlost je pro skokana velmi důležitým faktorem. Skokan musí být rychlý jak při rozběhu, tak i při provedení acyklického skoku, kde dochází ke změně horizontální energie na vertikální. K rozvoji sprintu se využívají krátké úseky běhané s tyčí. Trénink odrazů, posilování a přechody z visu do visu střemhlav směřují ke zlepšení odrazové rychlosti i práci na tyči (Velebil et al., 2002).

Síla

Podmínkou při ovlivňování silových schopností je navození vysoké tenze v zatěžovaném svalu. Opakováním takového podnětu v podobě posilovacích cvičení pak vyvolává přizpůsobovací reakce, které se projevují ve změně struktury nervosvalového systému. Výsledkem těchto změn je změna úrovně silových schopností (Dovalil et al., 2012).

Kromě výbušnosti dolních končetin využité při odraze hraje velkou roli ve výkonu síla zádového (tyčkařský luk, vis na tyči), břišního (zvrát na tyči), prsního (zvrát a napřímení těla při katapultaci) a pažního svalstva (přechod na tyč, obrat a odraz od tyče). Nejúčelnější posilovací cvičení jsou ta, která nejvíce imitují strukturu skoku nebo jeho jednotlivých částí (Velebil et al., 2002).

Obratnost a pohyblivost

Stimulace pohyblivosti závisí na záměrném protlačení činitelů, které limitují rozsah v kloubech. Dále je důležité navozovat podněty, které vedou k udržení nebo zvětšení kloubního rozsahu (Dovalil et al., 2012).

Ke zvládnutí současné techniky na pružných tyčích je zapotřebí vysoká úroveň ohebnosti, celkové pohyblivosti a obratnosti. Důležitý je rozsah v oblasti ramenního kloubu, hrudní páteře, kyčelního a hlezenního kloubu. Pro rozvoj obratnosti a pohyblivosti se využívají akrobatické prvky nebo cvičení na gymnastickém nářadí (Velebil et al., 2002).

Vytrvalost

Ovlivnit schopnosti vytrvalostní není obtížný tréninkový úkol. Adaptabilita systémů, na kterých jsou tyto schopnosti závislé, je větší než u ostatních kondičních schopností. První výsledky lze očekávat již po pár týdnech (Dovalil et al., 2012).

Sportovní příprava, ale i soutěže si žádají vysokou úroveň všeobecné i speciální vytrvalosti. Ta se projevuje ve schopnosti absolvovat velké množství skoků v různě dlouhých intervalech odpočinku (Velebil et al., 2002).

2.4.2 Psychické faktory

Podle Dovalila et al. (2012, s. 199) je psychologická příprava „cílevědomé využití psychologických poznatků k prohloubení efektivity tréninkového procesu.“ Cílem je zvyšovat účinnost ostatních složek a stabilizace výkonu na úrovni dosaženého stavu trénovanosti (Dovalil et al., 2012).

Neméně důležitá je také psychická příprava skokana. Hlavní volní vlastností je odvaha, kterou skokan o tyči potřebuje k překonání strachu z výšky při pohybu ve visu střemhlav či odraze. Významnými vlastnostmi jsou také samostatnost v rozhodování, houževnatost, sebedůvěra, koncentrace pozornosti před skokem nebo umění relaxovat mezi vlastními pokusy (Velebil et al., 2002).

2.4.3 Technické faktory

Osvojování a zdokonalování techniky skoku o tyči se promítá ve všech obdobích celoročního tréninku (Velebil et al., 2002). Důležitým technickým faktorem je zvládnutí všech klíčových momentů v průběhu skoku. Mezi klíčové momenty patří plynulý stupňovaný rozběh, včasný zásun tyče v posledních dvou krocích, energický odraz s protlačení tyče, rychlý zvrát, zahájení včasného přítrhu a obrát a postupný přechod laťky (Jeřábek, 2008). Každému jedinci dle svých možností vyhovuje jiná technika, proto je kladen důraz na trenéry, aby detailně porozuměli vztahům mezi náběhovými rychlostmi a kinematikou skokana, charakteristice tyčí a vzorcům přeměny energie (Linthorne & Weetman, 2012).

2.4.4 Taktické faktory

Podat kvalitní výkon také závisí na taktické přípravě. Dovalil et al. (2012) taktiku charakterizuje jako proces osvojování a zdokonalování vědomostí, dovedností, schopností a postupů, díky kterým je sportovec schopen se rozhodnout pro optimální řešení situace a poté ho zrealizovat.

Taktická příprava spočívá v přizpůsobení techniky při náhlých změnách podmínek (silný vítr, vysoké nebo nízké teploty, déšť). Skokan se taktéž musí umět vyrovnat s různě dlouhými přestávkami mezi pokusy, správně zvolit základní výšky a tyče podle podmínek a stavu sportovní formy (Velebil et al., 2002).

2.5 Sportovní příprava ve skoku o tyči – dlouhodobá hlediska

Vysoké úrovně výkonnosti dosahují jen sportovci, kteří mají pro daný sport talent a u nichž se základy pro pozdější špičkové výkony zachytí již v dětském či dorosteneckém věku (Dovalil et al., 2012).

Příprava skokana se běžně odhaduje na více než 10 let. Avšak jednotlivé předpoklady je nutno odhalit již v počátcích sportovní přípravy. Jedná se o předpoklady somatické, motorické a osobnostní (Velebil et al., 2002).

2.5.1 Identifikace sportovního talentu

K hlavním somatickým faktorům se řadí výška a hmotnost těla, délkové rozměry a poměry, složení těla a tělesný typ. V praxi jsou vyjadřovány somatické charakteristiky sportovců pomocí tělesné výšky a hmotnosti (Dovalil et al., 2012).

Skokan by měl být vyšší postavy (180-190 cm). Dostatečně dlouhé dolní i horní končetiny podporují snadnější zvládnutí vysokého úchopu na tyči. Nižší hmotnost skokana napomáhá ve fázi katapultace.

Při rozběhu, odrazu, ale i během skoku hraje roli úroveň specifických rychlostně-silových a obratnostních schopností.

Nepostradatelná schopnost rytmicky spojovat jednotlivé pohybové úseky se nejvíce využívá ve fázích ohybu a napřimování tyče.

Vyjma základních osobnostních předpokladů je kladen důraz na schopnost překonávat pocit strachu při zdolávání maximálních výšek laťky a pohybech hlavou dolů. Odvaha je tedy dominující volní vlastnost.

Samostatnost je další důležitou schopností, která je uplatňována při výběru závodních tyčí nebo volbě postupových výšek (Velebil et al., 2002).

2.5.2 Délka přípravy

Náročnost disciplíny si vyžaduje již brzkou specializaci. Podle Velebila et al. (2002) dělíme dlouhodobou přípravu do tří víceletých etap:

1. etapa základní přípravy (11-14 let věku)
2. etapa specializované přípravy (15-18 let věku)
3. etapa vrcholové přípravy (19 let a více)

Základní etapa

Mezi hlavní znaky tréninku patří pestrost, rozmanitost, hravost a emocionální zabarvení. Díky těmto znakům se buduje a udržuje zájem o pravidelnou sportovní činnost, která podporuje zdravý rozvoj budoucího skokana. Tréninky jsou všestranně orientované na rozvoj pohyblivosti, koordinace, obratnosti, rychlosti a cílí na osvojování rozsáhlé škály pohybových dovedností. Během tréninku se v této fázi nacvičují optimální techniky běhu, skoků, vrhů a hodů.

Obzvlášť je kladen důraz na gymnastickou přípravu (akrobacie, cvičení na laně, kruzích, hrazdě). Základním kamenem pro silový a koordinační potenciál skokana jsou různá cvičení ve formě komíhání, houpání, přitahování a otáčení.

Pozornost je také upřena na základy techniky skoku. Skok přes laťku na pružné tyči motivuje, ale zároveň je důležitý pro budování návyků nezbytných pro plynulý a přesný rozběh, zasunutí tyče a přechod na tyč. Aby se vyloučil strach z pohybu na ohýbající se pružné tyči, je zahájen včasný nácvik „laminátové techniky“ (Velebil et al., 2002).

Specializovaná etapa

U věkové kategorie 15-16 let dochází k bouřlivým změnám v celkovém rozvoji organismu. K tomu je nutno přihlížet při sestavování tréninkového plánu. K přechodu na úzce specializovanou přípravu dochází až u fyzicky vyspělého a připraveného jedince. Zpravidla tomu bývá na konci dorosteneckého věku.

Hlavními úkoly tréninku jsou:

- rozvoj rychlosti a obratnosti
- zvládnutí techniky skoku bez výrazných základních chyb
- zlepšení úrovně gymnastické přípravy
- zdokonalování speciální tělesné přípravy, která vede ke zvýšení potenciálu důležitých pohybových schopností
- vylepšení psychické stability a odolnosti při tréninku a také v soutěži
- rozvoj samostatného myšlení a tvůrčího přístupu k tréninkovému procesu (Velebil et al., 2002)

Vrcholová etapa

V tomto období je trénink zaměřen na dosahování maximálních výkonů v důležitých soutěžích. Skokan se svým výkonnostním potenciálem blíží k hranicím svých možností. Mezi hlavní úkoly tréninku patří preference speciální tělesné přípravy, stabilizování technické úrovně skoku v měnících se podmínkách a rozvoj schopnosti řešit soutěžní situace doprovázené

stresem. Jakmile skokan dosáhne své nejvyšší výkonnostní úrovně (ve 22-28 letech), je schopen udržovat tuto úroveň a pokračovat v aktivním závodění dalších 5-10 let (Velebil et al., 2002).

2.6 Technika skoku o tyči

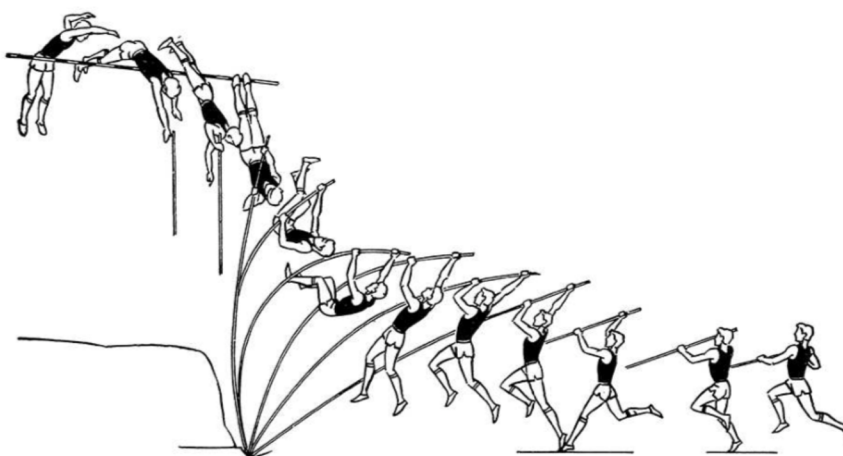
Technika je účelným způsobem řešení pohybového úkolu, který souvisí s možnostmi jedince, biomechanickými zákonitostmi pohybu a je řešen na základě neurofyzilogických mechanismů pohybového řízení (Dovalil et al., 2012). Hlavním cílem skokana je dosáhnout co nejvyšší možné výšky těžiště těla spolu s jeho rotací, která umožňuje bezpečné překonání laťky všemi částmi těla (Angulo-Kinzler et al., 1994). Jeřábek (2008) rozděluje techniku skoku o tyči do šesti fází, kterými musí skokan projít, aby úspěšně zvládl celý skok. Tyto fáze jsou:

- 1) držení tyče a rozběh
- 2) odraz
- 3) přechod na tyč – vyvěšení
- 4) zvrát
- 5) přítrh a obrat
- 6) přechod laťky a dopad

Následující popis je určen pro praváka, tedy odrazová noha je levá a pravá ruka je držena výš na tyči.

Obrázek 3

Typický sled akcí ve skoku o tyči



(Ganslen, 1979)

2.6.1 Držení tyče a rozběh

Tyč je uchopena v pravé ruce podhmatem a v levé nadhmatem v rozmezí šíři ramen. Rozběhem získává skokan kinetickou energii, která je ve fázi odrazu pomocí tyče přeměněna v sílu potenciální odpovídající výšce těžiště těla. Při rozběhu dochází k plynulému zvyšování rychlosti (Jeřábek, 2008). U profesionálních atletů se délka rozběhu pohybuje mezi 18-22 kroky (Arseniević et al., 2016). V posledních dvou krocích dochází ke snaze zaujmout vhodnou polohu pro odraz. Rychlost rozběhu nemůže být tak velká jako u sprintu bez tyče, neboť skokan musí nést tyč a musí být extrémně přesný v umisťování tyče do zasouvací skříňky (Angulo-Kinzler et al., 1994). Tyč je z vodorovného nesení k podložce vysunuta vpřed a vzhůru nad hlavu. Při předposledním kroku se pravá ruka dostává před hlavu a konec tyče již míří do zasouvací skříňky. Poslední krok je charakterizován nárazem tyče do stěny zasouvací skříňky a ruce jsou trčeny směrem vzhůru. Dochází k protlačení hrudníku dopředu (Jeřábek, 2008).

2.6.2 Odraz

Zároveň s odrazem se horní ruka dostává zpevněná nad hlavu, spodní ruka je v mírném pokrčení, ale obě se snaží protlačit tyč dopředu a vzhůru (Jeřábek, 2008). Odrazová noha je umístěna ve svislé projekci pravé ruky. Kyčle a horní část těla se pohybují mírně dopředu, zatímco odrazu pomáhá švihová pravá noha, jejíž koleno se pohybuje rychle a efektivně dopředu a nahoru (Arseniević et al., 2016). Během celého odrazu jsou ramena stále protlačována a odrazová noha je napnutá ve všech kloubech. Odrazí-li se skokan blíž k doskočisti, jedná se o podběhnutý odraz, v opačném případě mluvíme o odraze naskočeném (Jeřábek, 2008).

2.6.3 Přejít na tyč – vyvěšení

V této fázi musí být skokan naprosto zpevněný, neboť dochází k ohybu tyče. Atleti ji nazývají „jízda na tyči“. Po krátkém setrvání v odrazové pozici přichází vykývnutí levé nohy dopředu, což způsobuje rotaci těla kolem osy ramen (Jeřábek, 2008).

2.6.4 Zvrat

Zvrat je pohyb, při kterém přitažením celého těla přechází skokan z visu do visu střemhlav. Pravá ruka je natažena a levá se postupně krčí. Úkon musí být prováděn s vysokou koordinací pažních svalů, rotátorů trupu i svalů, které drží zafixovanou spodní část těla. Skokan při přechodu do visu střemhlav prochází jednotlivými polohami, které jsou označeny podle tvaru těla. Jedná se o polohy L, J, I. Čím výš zvládne skokan zvednout boky a nohy, tím je zvrat účinnější. Do polohy

„I“ se musí atlet dostat ještě před finálním napřímením tyče, aby mohl co nejlépe využít energie, kterou si předtím uschoval v tyči (Arsenievič et al., 2016; Jeřábek, 2008).

2.6.5 Přítrh a obrat

Celý pohyb začíná z polohy „I“. Mezitím co se pravá ruka krčí a koná přítrh, levá ruka se pouští tyče. Obrat spočívá v překřížení pravé nohy přes levou, kdy postupně pak rotuje celé tělo. V této fázi odrazem pravé ruky ztrácí skokan kontakt s tyčí. Tyč musí odrazit tak, aby nepadala směrem do doskočiště, neboť by mohla shodit latku. Pokud je tyč kratší než výška latky, není to problém a tyč propadne na doskočiště (Jeřábek, 2008).

2.6.6 Přejít laťky a dopad

Po ukončení odrazu pravé ruky, nohy stoupají nahoru za latku. Přes latku postupně přechází jednotlivé části těla (nohy, trup, hlava, paže ve vzpažení). V momentu, kdy se tělo nachází nad latkou, má tvar obráceného písmene „U“. Po překonání latky skokan bezpečně dopadá zády či nohama na měkké doskočiště (Arsenievič et al., 2016; Jeřábek, 2008).

2.6.7 Vliv držení tyče na náběhovou rychlost

U některých tyčkařů je rozdíl mezi jejich maximálním výkonem ve sprintu a náběhovou rychlostí menší než 1 m/s. Vzhledem k tomu, že skokan nese 5m tyč vážící 4-5 kg, musí provést kontrolovaný zásun tyče do zasouvací skříňky a trefit optimální odraz, je tento rozdíl v rychlostech velice pozoruhodný. Tak malý rozdíl v náběhových rychlostech je výsledkem dvou faktorů:

1. cíleně orientovaný trénink - např. sprinty s těžšími tyčemi, které jsou vyplněny betonem nebo jiným materiálem
2. speciální držení tyče

Experiment v SSSR (Maljutin, 1979) dokazuje, že typ držení tyče má velký vliv na maximální náběhovou rychlost každého sportovce. Speciální nesení tyče se vyznačuje vertikálním narovnáním tyče, což je výsledkem výrazného zvednutí špičky tyče vzhůru. S tímto držením tyče lze dosáhnout podstatně vyšších rychlostí než s tyčí nesenou vodorovně. Vzhledem k tomu, že tyč musí být v přípravě na zásun a odraz postupně snižována směrem do zasouvací skříňky, jakékoliv prudké a ukvapené změny polohy tyče by měly negativní vliv na rychlostní křivku rozběhu (Tidow, 2009). Proto Petrov (1985) doporučuje začínat rozběh s tyčí pod úhlem 70° a poté ji plynule spouštět dolů s postupným rozběhem.

Tíhová síla, kterou působí tyč na skokana během procesu spouštění tyče, je způsobena tím, že se těžiště tyče stále více vzdaluje od atleta. To může být pozitivně promítnuto do zrychlení, pokud je rychlost spouštění tyče vhodně koordinována s rychlostí rozběhu. Důležité je, aby skokan zůstal vzpřímený zejména v druhé části rozběhu tím, že drží boky vysoko s důrazem na frekvenci kroků (Tidow, 2009).

2.6.8 Vliv tělesné výšky na úhel zasunutí tyče při odrazu

Za správnou výšku úchopu na tyči se považuje maximální vysoké držení, kdy se dostane tyč se skokanem do polohy, která je téměř svislá a umožní skokanovi dokončit celý skok. To je ovšem závislé na řadě dalších aspektů:

- rychlost rozběhu, hlavně v posledních 10 m
- technika a intenzita odrazu do tyče
- technika zasunutí tyče a práce v začátku skoku
- pružnost tyče
- tělesná výška skokana

Člověk vyšší postavy může tyč uchopit ve větší výšce při výdeji stejného množství kinetické energie, popřípadě může uchopit ve stejné výšce jako menší skokani, avšak s menším energetickým výdejem (Beran et al., 1976).

2.7 Biomechanika

Výkony ve všech skokanských disciplínách závisí na rychlosti těžiště těla a úhlu jeho vzletu v okamžiku dokončení odrazu. Při ztrátě kontaktu atleta se zemí jsou dráha těžiště i maximální možný výkon určeny. Je možné je ovlivnit jediné technikou provedení. Skok o tyči je jedinou disciplínou, kdy je skokan schopen ovlivnit dráhu těžiště i po odraze. Prostřednictvím tyče je stále v kontaktu s podložkou a konečná dráha těžiště je dána až v okamžiku, kdy skokan pouští tyč (tj. odraz horní ruky od tyče). Skokani o tyči musí maximálně využívat své náběhové rychlosti, která se nachází v rozmezí 8-11 m/s. Důležitým ukazatelem výkonu je úhel vzletu. Jedná se o úhel, který kopíruje těžiště těla bezprostředně po odraze. Takový úhel se pohybuje na hranicích 17°-21° (Jeřábek, 2008).

Po odrazu, při němž by mělo docházet ke zvýšení náběhové rychlosti, provádí skokan vyvážení, zvrát, přítrh, obrat a přechod přes laťku. Během střídání těchto fází se pohyb skokana převádí z horizontálního směru na vertikální. Je využito pohybové energie těla a síly svalů (Kněnický, 1974).

Účinností přeměny kinetické energie (E_k) na energii potenciální (E_p) a velikostí a účinností práce svalů je ovlivněno zvednutí těžiště během skoku. Tyto faktory jsou na sobě závislé spolu s dalšími činiteli, ale ani jeden nerozhoduje o výkonu samostatně. Dobrého výsledku může být dosaženo i za podmínek, kdy jeden z činitelů nedosahuje přiměřené úrovně. V tom případě musí být nedostatečný přínos nahrazen zvýšenou úrovní ostatních činitelů. Kompenzace při těchto výkonech je široká, avšak u vrcholových atletů je úroveň všech dílčích činitelů co nejvyšší a dochází mezi nimi k maximálnímu souladu. U žádného skokana nemůžeme najít přirozeně všechny předpoklady shodné s ostatními závodníky. Přesto je technika skoku u vrcholových atletů velice obdobná a liší se pouze v detailech. Je to dáno tím, že se všichni při skoku snaží respektovat mechanické zákonitosti a závislosti (Kněnický, 1974).

Jednou ze základních pouček mechaniky je ta, že jakákoli forma energie smí přecházet v jinou buď beze zbytku nebo při tom vykonává práci, o jejíž velikost se konečná energie zmenší. Konkrétně ve skoku o tyči přechází pohybová energie skokana v energii polohovou podle výrazu $E_k = E_p$. Pokud by došlo k přenosu E_k v E_p beze zbytku, tak by výraz platil v plném rozsahu. Po dosažení podle vzorců $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ a $E_p = mgh$, kdy m = hmota skokana, v = náběhová rychlost, g = gravitační zrychlení, h = výška těžiště nad zemí, dostaneme výraz:

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh,$$

ze kterého lze vypočítat výšku, o jejíž velikost je hmota m vyzvednuta při přeměně energií.

$$h_0 = \frac{m \cdot v^2}{2m \cdot g} = \frac{v^2}{2g}$$

Z výrazu vyplývá závislost výšky zvednutí skokana na čtverci náběhové rychlosti. Po dosažení konkrétní náběhové rychlosti $v = 9$ m/s do vzorce zvednutí skokana bude rovno hodnotě 4,13 m. Jelikož se těžiště skokana již v konci odrazu nachází ve výšce 1,25 m od země, pak lze předpokládat, že za úplné přeměny E_k v E_p by hodnota výšky dosáhla 5,38 m. Avšak v praxi k tak dokonalé přeměně nikdy nedochází, neboť skokan koná při skoku vždy nějakou práci navíc (např. tření v zasouvací skřínce, protahování částí těla v kloubech, svalech a vazech), o kterou se konečné vyzvednutí těžiště zmenší. Skokan se snaží tyto ztráty minimalizovat technikou provedení skoku. Čím dokonalejší skok, tím menší ztráta energie (Kněnický, 1974). Nicméně pouhým přenosem E_k na E_p by nebylo možné skákat 6m skoky. Vrcholoví tyčkaři jsou schopni vyprodukovat dodatečnou energii pomocí silových dispozic nebo unikátní technikou skoku, kterou vyniká například světový rekordman Armand Duplantis (ČAS, 2020).

3 CÍLE

3.1 Hlavní cíl

Hlavním cílem této práce je analyzovat náběhové rychlosti čtyř nejlepších skokanů o tyči na Mistrovstvích České republiky na dráze v letech 2019 a 2020.

3.2 Dílčí cíle

- 1) Porovnání průměrných náběhových rychlostí jednotlivých skokanů mezi roky 2019 a 2020.
- 2) Posouzení stability a náběhových rychlostí v průběhu soutěže.
- 3) Hodnocení indexu techniky jednotlivých skokanů.

3.3 Výzkumné otázky

- 1) Jaká je úroveň rychlostních schopností vybraných skokanů?
- 2) Jak se mění náběhové rychlosti v průběhu v soutěže?
- 3) Došlo k meziročním změnám úrovně techniky?

4 METODIKA

4.1 Výzkumný soubor

Výzkumnou skupinu tvořili 4 závodníci, kteří se zúčastnili Mistrovství České republiky na dráze v letech 2019 a 2020. Závodníci byli umístění na 1., 2., 3. nebo 4. místě.

Tabulka 1

Výzkumný soubor

Jméno a příjmení	Rok narození	Tělesná výška (cm)	Tělesná hmotnost (kg)	Osobní rekord (cm)
Jan Kudlička	1988	184	83	583 (2017)
Matěj Ščerba	1998	185	78	555 (2019)
Dan Bárta	1998	187	81,5	552 (2020)
David Holý	1998	195	85	535 (2019)

4.2 Metody sběru dat

Náběhové rychlosti byly získány z webu Českého atletického svazu, které zpracovala katedra atletiky Univerzity Karlovy. Autorem projektů v roce 2019 i 2020 byl Mgr. Jan Feher a Bc. Dominik Kolinger. K měření náběhových rychlostí se použil sportovní radar ATS II (Stalker, USA). Radar měří aktuální rychlost 50 x za vteřinu. Radar se nacházel na místě za sektorem pro doskok. Výsledná rychlost byla zaznamenána v km/h. K účelům práce byla rychlost převedena na m/s.

Od závodníků byla zjištěna výška čistého úchopu na tyči a výška postavy s napřímenou rukou v poloze, ve které drží tyč při odrazu.

4.3 Statistické zpracování dat

Pro výpočet směrodatné odchylky byl použit vzorec:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} [(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_N - \bar{x})^2]}$$

σ = směrodatná odchylka

N = počet náběhových rychlostí

x_1, x_2, \dots, x_N = jednotlivé náběhové rychlosti

\bar{x} = průměrná náběhová rychlost

Pro výpočet technického indexu byl použit vzorec podle Jagodina (1987):

$$T = \frac{H}{L} + h$$

T = index techniky

H = výška úchopu na tyči

L = výška skokana se zdviženou paží

h = převýšení mezi výškou laťky a výškou úchopu skokana

První část techniky skoku určuje první část vzorce $\frac{H}{L}$. Jedná se o rozběh, zasunutí tyče a odraz. Druhá část vzorce h určuje druhou část techniky skoku, což je zvrát a finální odraz rukou od tyče. Ideální index první části skoku je 2, kde je výška úchopu dvojnásobně vyšší než výška skokana se zdviženou paží, zatímco index druhé části skoku je 1 (Gudelj et al., 2010).

5 VÝSLEDKY

5.1 Náběhové rychlosti jednotlivých závodníků

Tabulka 2 a 3 znázorňuje průběh soutěží v roce 2019 a 2020. Pokud byla měření znehodnocena například vběhnutím na dráhu jiného skokana připravující se na svůj další skok, tato data v tabulce nejsou uváděna.

Tabulka 2

Průběh soutěže 2019, doplněný o náběhové rychlosti jednotlivých pokusů

Závodník / dosažený výkon	Výška (cm)							
	451	471	491	506	521	536	544	560
Jan Kudlička / 544					9,47 [O]		9,18 [X]	N [X]
							9,3 [O]	9,31 [X]
								9,24 [X]
Matěj Ščerba / 536			8,72 [X]	8,89 [X]	8,75 [X]	8,86 [O]	8,81 [X]	
			9,08 [O]	8,93 [O]	8,98 [X]		8,85 [X]	
					9,01 [O]		9,01 [X]	
David Holý / 521	N [O]	8,91 [O]	8,86 [O]	8,88 [X]	8,9 [X]	9,07 [X]		
				8,86 [X]	8,62 [X]	8,95 [X]		
				8,86 [O]	8,82 [O]	9 [X]		
Dan Bárta / 506		8,58 [O]	8,84 [O]	8,71 [O]	8,47 [X]			
					8,68 [X]			
								N [X]

X = nezdařený pokus, O = zdařený pokus, N = neuvedeno

Tabulka 3

Průběh soutěže 2020, doplněný o náběhové rychlosti jednotlivých pokusů

Závodník / dosažený výkon	Výška (cm)									
	461	481	496	511	521	531	541	546	551	561
Jan Kudlíčka / 551					9,15 [O]	9,28 [O]	9,27 [O]		9,33 [X]	N [X]
									9,34 [X]	9,35 [X]
									9,28 [O]	N [X]
Dan Bárta / 541		8,89 [O]	8,61 [O]	8,9 [O]	N [O]	9,04 [O]	8,91 [X]			
							9,16 [X]			
							9,14 [X]			
Matěj Ščerba / 541		8,76 [O]	8,85 [X]			8,83 [X]	9,01 [O]	9,02 [X]		
			8,82 [O]			8,79 [X]		9,09 [X]		
						8,99 [O]		9,05 [X]		
David Holý / 521	N [O]	N [O]	8,37 [O]	8,52 [O]	8,59 [X]	8,75 [X]				
					8,51 [X]	8,49 [X]				
					8,51 [O]	8,1 [X]				

X = nezdařený pokus, O = zdařený pokus, N = neuvedeno

Tabulka 4 a 5 znázorňuje náběhové rychlosti v m/s při zdolaných výškách, které byly dosaženy v soutěži jednotlivými závodníky v roce 2019 a 2020. Dále zobrazuje průměrnou náběhovou rychlost každého závodníka v soutěži.

Nejvyšší náběhové rychlosti byly v obou sledovaných letech zaznamenány u Jana Kudlíčky, který jako jediný dosáhl průměrné rychlosti přes 9 m/s. Jediné zlepšení mezi roky 2019 a 2020 sledujeme u Dana Bárty, který svou průměrnou náběhovou rychlost zvýšil o 0,15 m/s. U ostatních skokanů došlo k jejich poklesu.

Tabulka 4*Náběhové rychlosti při zdoláních výškách 2019*

Závodník	Výška (cm)						Průměrná rychlost (m/s)
	471	491	506	521	536	544	
Jan Kudlička	–	–	–	9,47	–	9,3	9,39
Matěj Ščerba	–	9,08	8,93	9,01	8,86		8,97
David Holý	8,91	8,86	8,86	8,82			8,86
Dan Bárta	8,58	8,84	8,71				8,71

Tabulka 5*Náběhové rychlosti při zdoláních výškách 2020*

Závodník	Výška (cm)							Průměrná rychlost (m/s)
	496	511	521	531	541	546	551	
Jan Kudlička	–	–	9,15	9,28	9,27	–	9,28	9,25
Dan Bárta	8,89	8,61	8,9	–	9,04			8,86
Matěj Ščerba	8,76	8,82	–	8,99	9,01			8,90
David Holý	8,37	8,52	8,51					8,47

5.2 Stabilita rozběhu

Pro posouzení stability rozběhu bylo pracováno se všemi náběhovými rychlostmi, které byly v závodu naměřeny. Tabulky 4 a 5 shrnují průběžné rychlosti, maxima, minima a směrodatné odchytky jak u všech měřených, tak u pouze zdařených a pouze nezdařených pokusů.

Čím menší odchylka, tím stabilnější náběhové rychlosti. Větší odchylka může znamenat nižší úroveň kondiční připravenosti, úbytek sil v soutěži nebo zranění. Na druhou stranu může také znamenat tendenci zrychlování rozběhů v průběhu závodu.

Z výsledků usuzujeme, že nejstabilnější náběhové rychlosti obou let u všech pokusů v soutěži má Jan Kudlička. U všech závodníků, kromě Jana Kudličky, jsme v roce 2020 zaznamenali vyšší variabilitu náběhových rychlostí. U většiny závodníků vykazovaly nejvyšší míru stability náběhové rychlosti zdařených pokusů.

V roce 2020 dosáhli všichni skokani nejvyšších náběhových rychlostí při nezdařených pokusech.

Tabulka 6

Dynamika náběhových rychlostí v roce 2019

Závodník	Všechny pokusy				Zdařené pokusy				Nezdařené pokusy			
	\bar{x}	SD	max.	min.	\bar{x}	SD	max.	min.	\bar{x}	SD	max.	min.
Jan Kudlička	9,30	0,097	9,47	9,18	9,39	0,085	9,47	9,3	9,24	0,053	9,31	9,18
Matěj Ščerba	8,90	0,109	9,08	8,72	8,97	0,083	9,08	8,86	8,86	0,101	9,01	8,72
David Holý	8,88	0,108	9,07	8,62	8,86	0,032	8,91	8,82	8,90	0,132	9,07	8,62
Dan Bárta	8,66	0,125	8,84	8,47	8,71	0,106	8,84	8,58	8,58	0,105	8,68	8,47

\bar{x} = průměrná náběhová rychlost, SD = směrodatná odchylka, max. = maximální náběhová rychlost, min. = minimální náběhová rychlost

Tabulka 7*Dynamika náběhových rychlostí v roce 2020*

Závodník	Všechny pokusy				Zdařené pokusy				Nezdařené pokusy			
	\bar{x}	SD	max.	min.	\bar{x}	SD	max.	min.	\bar{x}	SD	max.	min.
Jan Kudlička	9,29	0,063	9,35	9,15	9,25	0,055	9,28	9,15	9,34	0,008	9,35	9,33
Matěj Ščerba	8,92	0,116	9,09	8,76	8,90	0,107	9,01	8,76	8,94	0,118	9,09	8,79
David Holý	8,48	0,175	8,75	8,1	8,47	0,068	8,52	8,37	8,49	0,215	8,75	8,1
Dan Bárta	8,95	0,174	9,16	8,61	8,86	0,156	9,04	8,61	9,07	0,113	9,16	8,91

\bar{x} = průměrná náběhová rychlost, SD = směrodatná odchylka, max. = maximální náběhová rychlost, min. = minimální náběhová rychlost

5.3 Technický index

Výkon ve skoku o tyči závisí na maximální výšce úchopu na tyči a na tom, jak vysoké je převýšení skokana nad úchop. Výška úchopu na tyči závisí také na výšce skokana se zdviženou paží. Čím je technický index vyšší, tím je technika skoku o tyči na lepší úrovni (Gudelj, 2010).

Z hodnot technického indexu vyplývá, že nejlepší technikou vyniká právě Jan Kudlička. Na podobnou úroveň se dostal v roce 2020 i Dan Bárta a Matěj Ščerba. Téměř všem skokanům se ve sledovaném období technika skoku zlepšila.

Tabulka 8*Technický index 2019, 2020*

Závodník	Technický index 2019	Technický index 2020
Jan Kudlička	2,755	2,797
Matěj Ščerba	2,788	2,782
Dan Bárta	2,469	2,734
David Holý	2,444	2,505

6 DISKUSE

Linthorne (2013) uvádí, že náběhová rychlost je obvykle nejdůležitějším faktorem ve skoku o tyči. Obecně přijímaným názorem je, že rychlejší náběh umožňuje vyšší úchop na delších, tvrdších tyčích a tím je možné dosáhnout vyššího výkonu. Výsledky studie Linthorna a Weetmana (2012) naznačují, že výška skoku o tyči roste lineárně s rychlostí rozběhu přibližně o 0,5 m na 1 m/s nárůstu rychlosti v rozběhu. McGinnis (2004) uvádí nárůst skokanské výkonnosti o 0,6 m na 1 m/s a o 0,7 m na 1 m/s pro vrcholové skokany. Tyto údaje se zdají být v rozporu s mým výzkumem, neboť v roce 2019 ani jeden ze skokanů nepodal nejlepší výkon při nejvyšší náběhové rychlosti. Dle Angulo-Kinzlera (1994) obecně příčina neúspěchu není v rychlosti rozběhu. Nejrychlejší rozběh není užitečný, pokud nejsou splněny podmínky vhodného postavení skokana k odrazu. Rychlý rozběh je nezbytný, ale ne dostačující předpoklad pro úspěšný skok.

Z hlediska výkonu byly jednotlivé výstupy skokanů v obou letech relativně podobné (± 7 cm) až na Bártu, který skočil v roce 2020 o 35 cm výš. V roce 2019 skočil 506 cm s náběhovou rychlostí 8,71 m/s, o rok později to bylo 541 cm s 9,04 m/s. V jeho případě můžeme potvrdit myšlenku, že výkon roste s vyšší náběhovou rychlostí. Ve stejném roce vyhrál Kudlička výkonem 544 cm s průměrnou náběhovou rychlostí 9,39 m/s. S klesajícím výkonem ostatních závodníků, klesala i jejich průměrná náběhová rychlost. Během sledovaného období nedošlo k poklesu výkonnosti. Výkony skokanů se zlepšily s výjimkou Davida Holého, který dosáhl identického výsledku 521 cm v obou letech.

Podle Yanga (2020) i Kněnického (1974) je rychlost stěžejní výkonnostní parametr. Náběhové rychlosti českých skokanů se pohybují většinou pod hranicí 9 m/s. Na světové úrovni skokani běžně přesahují rychlostí 9,5 m/s (Hanley et al., 2019). Ve srovnání se světovou špičkou naši skokani tedy zaostávají a mají zde značné rezervy. Jediný, kdo se přiblížil rychlostem světového formátu byl Jan Kudlička, jehož průměrná náběhová rychlost v roce 2019 byla 9,39 a v roce 2020 9,25 m/s. V kombinaci s technikou na vysoké úrovni je to možná důvod, proč drží národní rekord právě Kudlička s 583 cm.

Jak již bylo zmíněno, rychlost rozběhu je ve skoku o tyči velice důležitá, ovšem nestabilní náběhová rychlost vede spíše k neprospěchu. Většina skokanů má v průběhu soutěže poměrně konstantní rychlosti rozběhu a počet kroků (Gros et al., 1994). Plynulé zvyšování rychlosti každým rozběhem může vést k vyššímu výkonu. Nicméně se na to skokan musí připravit. Přesně naměřený rozběh je pro skokana zásadní. Aby odraz vyšel právě na místo, kde se má odrazit, musí skokan umět manipulovat s délkou svého rozběhu, který se s nesterjně rychlými rozběhy

těžko vyměřuje. Ustálené rozběhy jsou tedy jistě výhodou pro správný nástup skokana do tyče. Postupné zvyšování náběhových rychlostí popisuje např. Gros (1994) v případě bývalého světového rekordmana Sergeje Bubky, který byl schopen v průběhu soutěže zrychlit o 0,4 m/s a to z hodnot 9,2 m/s na 9,6 m/s. Postupně při tom zvyšoval tvrdost použitých tyčí a to z flexu 11,6 na 11,2 (flex = pružnost tyče, čím nižší číslo, tím tvrdší tyč). Postupné zvyšování náběhové rychlosti, jak je popisováno, jsme v rámci mého výzkumu nezaznamenali. Náběhové rychlosti zdařených pokusů se jevily spíše stabilní, přičemž největší stabilitu v rozbězích jsme zaznamenali u Jana Kudličky v obou letech. Kudlička měl také v obou letech menší odchylku u nezdařených pokusů, jak u zdařených. Stejně tak i Dan Bárta. Matěj Ščerba a David Holý měli stabilnější rozběhy při zdařených pokusech.

Dalším ukazatelem výkonnosti ve skoku o tyči je technický index (Gudelj et al., 2010). U všech skokanů vyjma Matěje Ščerby se technický index mezi roky 2019 a 2020 zvýšil. Technika se jim zlepšovala, ale průměrná náběhová rychlost klesala. To může být zapříčiněno covidovým rokem 2020, kdy bylo více času na zdokonalování techniky průpravným cvičením, jejichž modifikace se dají provádět kdekoliv venku či doma. Ale na stadiony byl v průběhu roku kvůli pandemii covid-19 vstup omezen i zrušen, tudíž bylo atletům odepřeno tréninku v přirozeném prostředí (tyčkářském sektoru). Nejvyšší úroveň techniky dosáhl v roce 2020 Jan Kudlička. Vysoké úroveň techniky dosáhl i Matěj Ščerba v roce 2019, přestože jeho výsledný výkon byl lepší v roce 2020. Vysokého indexu dosáhl tím, že na velikostně menší tyči docílil většího převýšení.

V praxi náběhové rychlosti fungují jako jeden z ukazatelů výkonnosti pro trenéry. Většinou jsou součástí biomechanických zpráv, které slouží k podrobnějšímu rozboru skoku o tyči. Díky nim můžou trenéři posoudit úroveň kondičních faktorů svého svěřence a lépe porozumět tomu, co jejich svěřencům chybí a v čem naopak vynikají. Podle toho se pak odvíjí sestavování jejich tréninkových plánů.

7 ZÁVĚRY

V bakalářské práci byla provedena analýza náběhových rychlostí ve skoku o tyči. Analyzováni byli 4 muži, kteří dosáhli 1., 2., 3., nebo 4. místa na Mistrovství České republiky. Bylo provedeno meziroční srovnání mezi lety 2019 a 2020. Jejich dosažené výkony se pohybovaly v rozmezí od 506 cm do 551 cm.

K rozboru byly použity data naměřených náběhových rychlostí. K jejich podrobnému zpracování a vyhodnocování došlo v jednotlivých tabulkách vždy v obou letech.

Cílem práce bylo posouzení náběhových rychlostí a jejich stability a techniky skoku o tyči. V porovnání se světovou špičkou čeští skokani v náběhových rychlostech zaostávají.

V meziročním srovnání průměrných rychlostí u jednotlivých zdařených skoků jsem dospěla k závěru, že navzdory tréninkovému procesu, který by měl zajišťovat lepší výsledky, se až na jednoho skokana jejich hodnoty zhoršily. To ovšem neznamená, že jejich dosažené výsledky dopadly stejně, neboť ve skoku o tyči má na výkon vliv více než jeden faktor. Výsledky tedy nabraly opačný směr a hodnota výšky laťky se mezi lety 2019 a 2020 zvedla opět vyjma jednoho skokana, který dosáhl totožného výsledku v obou letech. S tím souvisí technický index, díky kterému lze usuzovat, že se technika skokanů většinou dostala na lepší úroveň než rok předchozí. Zajímavým zjištěním bylo, že v roce 2019 ani jeden skokan nezdolal laťku svým nejrychlejším pokusem v soutěži. Na základě výsledků ohledně stability rozběhu bylo zjištěno, že nejstabilnější rozběh má Jan Kudlička. Překvapivě v roce 2020 měli téměř všichni skokani průměrnou náběhovou rychlost větší u nezdařených pokusů než u zdařených.

8 SOUHRN

Výsledkem mé práce je analýza náběhových rychlostí ve skoku o tyči, která se týká čtyř mužů.

Přehled poznatků objasňuje zákonitosti techniky ve skoku o tyči. Věnuje se také vývoji materiálů tyčí a jejich použití. V mé práci je vysvětlena důležitost dlouhodobé přípravy skokana a podstata techniky z biomechanického hlediska.

V práci jsem vycházela z naměřených náběhových rychlostí skoku o tyči. Výsledky zahrnují tabulky, které se věnují jednotlivým ukazatelům výkonu ve skoku o tyči. Ze získaných údajů vyplynulo, že se průměrné náběhové rychlosti skokanů mezi roky 2019 a 2020 zmenšily, avšak jejich dosažený výkon vzrostl. Lepšímu výkonu i při pomalejších náběhových rychlostech pomohla vyšší úroveň techniky, kterou dokazují zvýšené hodnoty technického indexu.

Práce může být využita trenéry pro podrobné zjištění jejich rychlostních, ale i technických možností. Můžou se díky ní zaměřit na nedostatky a následně podle toho upravovat tréninkové plány.

9 SUMMARY

The result of my work is an analysis of run-up velocities in pole vault of four men.

Theoretical part is concerning with the pole vault technique. It also includes evolution of poles materials and their use. My work explains the importance of long-term preparation of pole vaulters and a keystone of technique from biomechanical view.

My data was based on measured run-up velocities in pole vault. The results include tables which show each of the pole vault performance indicators. The obtained data shows that the average run-up velocities of athletes between 2019 and 2020 decreased, but their bar height increased. Better technique helped athletes to jump higher even though there were a slower run-up velocities, which is proved by values of the technical index.

This work can be used by coaches for detailed analysis of run-up velocities and technical skills. They can focus on athlete's imperfections and improve their training plan according to the results.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Angulo-Kinzler, R. M., Kinzler, S. B., Balius, X., Turro, C., Caubet, J. M., Escoda, J., & Prat, J. A. (1994). Biomechanical analysis of the pole vault event. *Journal of Applied Biomechanics*, 10(2), 147-165. <https://doi.org/10.1123/jab.10.2.147>
- Arseniević, N., Stefanović, R., Mekić, B., & Ilić, T. P. (2016). PROGRAMME OF INDICATORS RELEVANT TO SELECTION OF POLE VAULTERS. *Activities in Physical Education and Sport*, 6(2), 172-175.
- Athletics stories. (n.d.). *Skok o tyči*. <https://joesaman.estranky.cz/clanky/skok-o-tyci.html>
- Balmer, N., Pleasence, P., & Nevill, A. (2012). Evolution and revolution: Gauging the impact of technological and technical innovation on Olympic performance. *Journal of Sports Sciences*, 30(11), 1075-1083. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.587018>
- Bayraktar, I. (2019). The competition strategy in high jump and pole vault: How many trials?. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 17(4), 201-210. <https://doi.org/10.33689/spormetre.603310>
- Beran, P., Brož, R., Horáček, A., Kerksenbrock, K., Nemšovský, P., & Velebil, V. (1976). *Skoky. Olympia*.
- Caine, M., Blair, K., & Vasquez, M. (2012). Materials and technology in sport. *Nature materials*, 11(8), 655-658. <https://doi.org/10.1038/nmat3382>
- Český atletický svaz. (n.d.). *PROČ SE VĚNOVAT ATLETICE?*. <https://www.atletika.cz/clenska-sekce/atleti/proc-se-venovat-atletice/>
- Český atletický svaz. (2018). *PRAVIDLA IAAF VE ZNĚNÍ PŘÍRUČKY COMPETITION RULES 2018-2019*. <https://www.atletika.cz/clenska-sekce/rozhodci/pravidla1/>
- Český atletický svaz. (2020, 18. června). *ZPRAVODAJ SCM SEKCE SKOK O TYČI 1+2/2020*. <https://www.atletika.cz/cas-informuje/zpravodaj-scm-sekce-skok-o-tyci-122020/>
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., Vránová, J., & Bunc, V. (2012). *Výkon a trénink ve sportu*. Olympia.
- Feher, J., & Kolinger, D. (2019). *Biomechanické hodnocení skoku o tyči, zpráva z Mistrovství ČR mužů a žen na dráze*. katedra atletiky UK FTVS. https://www.atletika.cz/_sys_/FileStorage/download/17/16278/biomechanicka-zprava-tyc-muzi-mcr-muzu-a-zen-na-draze-2019.pdf
- Feher, J., & Kolinger, D. (2020). *Biomechanické hodnocení skoku o tyči, zpráva z Mistrovství ČR mužů a žen 2020*. Metodické oddělení ČAS. <https://www.atletika.cz/clenska-sekce/treneri/biomechanika/nabehove-rychlosti-technickyh-disciplin1/20206/>

- Frère, J., L'hermette, M., Slawinski, J., & Tourny-Chollet, C. (2010). Mechanics of pole vaulting: a review. *Sports biomechanics*, 9(2), 123-138. <https://doi.org/10.1080/14763141.2010.492430>
- Ganslen, R.V. (1979). *Mechanics of the Pole Vault*. St. Louis, MO: Swift.
- Gros, H., Adamczewski, H., & Wolf, J. (1994). Biomechanical aspects of the pole vault: Analysis of the 4th IAAF World Championships. *Proceedings of the 12th symposium of the International Society of Biomechanics in Sports*, 354-356.
- Gudelj, I., Zagorac, N., & Babić, V. (2010). INFLUENCE OF SOME KINEMATIC PARAMETERS TO THE POLE VAULT RESULTS. *Međunarodna naučna konferencija*, 64-68.
- Hanley, B., Gravestock, H. J., Bissas, A., & Merlino, S. (2019). Biomechanical Report for the IAAF World Indoor Championships 2018: Pole Vault Men. *Birmingham, UK: International Association of Athletics Federations*.
- Jagodin, V., & Papanov, B. (1987). Development of pole vaulters. *Modern athlete and coach, Adelaide* (29), 75-77.
- Jeřábek, P. (2008). *Atletická příprava: děti a dorost*. Grada Publishing.
- Kněnický, K. (1974). *Technika lehkotletických disciplín: učebnice pro vys. školy* (2., upravené vyd). Státní pedagogické nakladatelství.
- Krska, P., Sedlacek, J., & Kostial, J. (2014). Influence of selected kinetic parameters in female pole vault on sport performance. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Educatio Artis Gymnasticae*, 59(4), 5-16. <https://web.p.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=14534223&AN=100432610&h=jU8TPvHxZDaqE1Kon4yzacVVHBs3LSQ61xZSUHVkkGUQYj66rALrL6fGibDOZR0ho%2bN%2bm52gQZPhANdP%2bv6Zxg%3d%3d&ctrl=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLocal=ErrCrlNotAuth&crlhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authtype%3dcrawler%26jrnl%3d14534223%26AN%3d100432610>
- Linthorne, N. P. (2013). Energy transformations in the pole vault. *Sports physics*, 358-365.
- Linthorne, N. P., & Weetman, A. G. (2012). Effects of run-up velocity on performance, kinematics, and energy exchanges in the pole vault. *Journal of sports science & medicine*, 11(2), 245-254. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3737876/>
- Maljutin, A. A. (1979). *Der Lauf mit dem Stabhochsprungstab*. LdLa.
- McGinnis, P. M. (2004). Evolution of the relationship between performance and approach run velocity in the women's pole vault. *In ISBS-Conference Proceedings Archive*.
- Petrov, V. (1985). Stabhochsprungtechnik. *KLV-Lehrbeilage*, 127, 15-22.
- Sologub, E.B., & Tajmazov, V.A. (2000). *Sportivnaja genetika*. Terra-Sport.

- Tidow, G. (2009). Model Technique Analysis for the Pole Vault. *Modern Athlete & Coach*, 25-32.
<https://eds.p.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=30&sid=58626328-073b-48bd-a666-dc0f1a9aeb4f%40redis>
- Velebil, V., Krátký, P., Fišer, V., & Priščák, J. (2002). *Atletické skoky*. Olympia.
- Vorovenci, C. M. (2019). Study Regarding the Evolution of the Performances in Women's Pole Vaulting, Nationally and Internationally. *Gymnasium*, 20(1), 156-166.
<https://doi.org/10.29081/gsjesh.2019.20.1s.13>
- World Athletics. (n.d.). *Pole Vault*. <https://www.worldathletics.org/disciplines/jumps/pole-vault>
- World Athletics. (n.d.). *World Record*. <https://www.worldathletics.org/records/by-category/world-records>
- World Athletics. (n.d.). *World Record Progression of Pole Vault*.
<https://www.worldathletics.org/records/by-progression/15143?type=2>
- Yang, M-H., Chen, C-C., Ho, W-H., & Hsu, C.T. (2021). The relationship between velocity utilization rate and pole vault performance. *Journal of Human Sport and Exercise*, 16(2), 273-283. <https://doi.org/10.14198/jhse.2021.162.04>
- Zagorac, N. (2013). Influence of kinematic parameters on pole vault result in top junior athletes. *Collegium antropologicum*, 37(2), 19-24. <https://hrcak.srce.hr/102452>