

Univerzita Karlova

Fakulta tělesné výchovy a sportu



Variabilita techniky trojskoku



Diplomová práce

Autor: *Ondřej Pařík*

Vedoucí diplomové práce: *PaedDr. Jitka Vindušková, CSc.*

Rok: *2006*

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval zcela samostatně a pouze s použitím dále citované literatury.

V Praze, dne 5. dubna 2006

Velice bych chtěl poděkovat PaedDr. Jitce Vinduškové, CSc. za odborné vedení,
za sofistikované a podnětné rady při tvorbě této práce.

Při vypůjčení této diplomové práce uvádějte prosím všechny náležitosti s tím související.

Jméno a příjmení

číslo OP

podpis

poznámky

Abstrakt

Práce se zabývá problematikou techniky trojskoku. Trojskok byl dříve úspěšnější disciplínou. Český rekord v trojskoku je 17, 53 m, jeho držitelem je Milan Mikuláš z roku 1988, dále se podařilo překonat sedmnáctimetrovou hranici jenom Jiřímu Kuntošovi výkonem 17, 29 m v roce 1999. V teoretické části jsem provedl rešerši řady prací zabývajících se různými aspekty techniky trojskoku, o kterých jsem se snažil podat ucelený přehled.

Ve vlastní práci jsem provedl analýzu 8 pokusů našich současných závodníků, kdy u každého jsem porovnal biomechanické parametry podařeného a nepodařeného pokusu. Videozáznam z halového mistrovství České republiky 2005 jsem analyzoval pomocí programu APAS. Porovnával jsem tyto biomechanické parametry techniky: Dobu odrazu do dílčích skoků, výkon v trojskoku (oficiální a skutečný), délku dílčích skoků ve skutečných výkonech, poměr délek dílčích skoků, horizontální rychlost v okamžiku dokroku a dokončení odrazu, ztrátu horizontální rychlosti, vertikální rychlost v okamžiku dokroku a dokončení odrazu, dokrokovou rychlost těžiště, vzletovou rychlost těžiště, výšku těžiště v okamžiku dokroku, fázi amortizace a okamžiku dokončení odrazu, dobu trvání fáze letu.

Zjistil jsem, že hlavní nedostatky českých skokanů jsou v rychlostních schopnostech a v optimálním rozložení úsilí během celého trojskoku.

Při zdokonalování techniky na výkonnostní úrovni probandů je zřejmě nejdůležitější nacvičovat spojování jednotlivých skoků při stále vzrůstající rychlosti, aby nedošlo k zafixování odrazového stereotypu při nízké úrovni rychlosti.

Klíčová slova: Technika, trojskok, výkon.

Summary.

Pařík Ondřej

Technique Variability of the Triple Jump

My thesis deal with the problems of biomechanics of the triple jump. Few years ago the triple jump was very successful event in our country. The czech record in triple jump is 17, 53 m since 1988 held by Milan Mikuláš. The only other jumper who beated the 17 metres mark was Jiří Kuntoš in 1999 with the result 17, 29 m. I made an exploration of the studies dealing with the different aspects of the biomechanics of the triple jump in the theoretic part. I tried to suggest the integral view of these studies.

I made an analysis of the 8 attempts of the current czech triple jumpers. I compared the biomechanical aspects of the successful and unsuccessful attempts of each jumper. I analysed the video recording of the Czech indoor championship 2005 using the program APAS. I compared these biomechanical parametres: Time of support, performance in the triple jump (official and actual), phase distance, phase ratios, horizontal velocity of the touchdown and takeoff, lost of horizontal velocity, vertical velocity of touchdown and takeoff, touchdown velocity of CG, takeoff velocity of CG, height of CG in touchdown, amortization and takeoff, time of flights

I found out that the main deficit of the czech jumpers is in speed abilities and better effort distribution during the whole triple jump.

Evidently, the most important thing on upgrading the biomechanics at efficiency basis is to train the connecting of the individual jumps with constantly increasing velocity to prevent the fixation of jumping stereotype with the low velocity.

Keywords: The biomechanics, the triple jump, the performance.

Obsah

<i>Kapitola</i>	<i>Strana</i>
1. Úvod.....	10
2. Základy techniky skoků.....	12
3. Terminologie.....	13
4. Oficiální a skutečná délka skoku.....	16
5. Ztráta na odraze - nedošlap.....	17
6. Délky dílčích skoků a jejich poměry	18
6.1. Vývoj techniky.....	18
6.2. Definice technik.....	18
6.3. Proměnlivost pokusu od pokusu.....	19
6.4. Délky a poměry dílčích skoků elitních atletů	20
6.5. Poměry fází a individuální rozdíly.....	22
6.6. Optimální poměr fází.....	23
7. Odrazová vzdálenost, délka letu, vzdálenost dokroku a doskočná vzdálenost....	26
8. Výšky těžiště skokana v okamžiku dokroku a odrazu.....	27
9. Rychlosti a úhly dokroku a odrazu.....	28
9.1. Horizontální rychlosti.....	28
9.2. Změny v horizontální rychlosti.....	29
9.3. Vertikální rychlosti.....	30
9.4. Úhly při dokroku a odrazu.....	30
9.5. Rozběhová rychlost a výkon v trojskoku	34
10. Doby opory a letu.....	40
11. Odpor vzduchu.....	41
12. Další biomechanická měření.....	42
12.1. Celkový čas.....	42
12.2. Vertikální výměna CG během opory.....	43
12.3. Výšky letu.....	43

12.4. Úhlová hybnost.....	44
12.5. Mechanická energie.....	44
13. Technika.....	45
13.1. Fázová struktura trojskoku.....	48
13.2. Celkový přehled techniky trojskoku.....	50
13.3. Rozběh.....	53
13.4. Odrazy.....	56
13.5. Lety.....	64
13.6. Dokroky.....	66
14. Souhrn.....	71
15. Metodická část.....	73
15.1. Cíle práce.....	73
15.2. Úkoly práce.....	73
15.3. Zpracování dat.....	73
15.4. Charakteristika zkoumaných skokanů.....	74
16. Výsledková část.....	74
16.1. Výsledky.....	74
16.2. Diskuse.....	75
16.3. Závěry.....	76
17. Použitá literatura.....	80
18. Seznam příloh.....	81
19. Přílohy.....	82

1. Úvod

Pro svou náročnost na kloubní systém byl trojskok považován za disciplínu, která je zdraví nebezpečná a některé federace trojskok v minulosti nezařazovaly pravidelně do rozpisu soutěží. Zdánlivá nevhodnost trojskoku z hlediska zdravotního byla vyvrácena systematickou přípravou skokanů a zdokonalením techniky skoku.

Trojskok se skládá z rozběhu, ze tří na sebe navazujících skoků, jejichž provedení je určeno pevným sledem odrážejících se nohou, a doskokem. Po odrazu z břevna musí skokan provést výměnu nohou, takže odraz do druhého skoku provádí toutéž nohou. Do třetího skoku se musí odrazit nohou opačnou. Sled odrazových nohou v trojskoku je tedy levá-levá-pravá-doskok nebo pravá-pravá-levá-doskok. V naší terminologii jsou vžitě názvy pro jednotlivé skoky trojskoku poskok, krok a skok, které jsou doslovným překladem dřívějšího anglického názvu pro trojskok hop-step-jump, dnes triple jump.

Výkon v trojskoku je závislý na rychlosti, kterou skokan získává rozběhem, a na síle a technice odrazů v jednotlivých skocích a technice doskoku. Důležitými vlastnostmi dobrého trojskokana jsou vysoká sprinterská rychlost, skokanská pružnost a odrazová síla. Důležitý je smysl pro rovnováhu v přímočarém pohybu a dokonalá souhra relaxace a maximálního napětí svalů za vysoké rychlosti jednotlivých pohybů. Trojskok má vyšší nároky na vytrvalost než ostatní skoky. Vytrvalost trojskokana je však úzce specializována a má větší význam v tréninku než ve vlastním závodě.

V nedávných letech (80. a 90. léta 20. století) vzniklo mnoho výzkumných prací zabývajících se technikou v atletice. Rozdíl je v tom, že sami trenéři, kteří nejsou vědci, mají svůj pohled na techniku, jejich teze nejsou podloženy výzkumy, ale na rozdíl od vědeckých pracovníků praxí, proto je nutné brát v úvahu i takové názory.

Je všeobecně známo, že výzkumy techniky mají malý vliv na praxi, z části dané tím, že se zabývají technikou obecně a poskytují jen optimální teoretický model.

Technika patří mezi faktory struktury výkonu. Mnozí trenéři a také závodníci říkají, že technika jde ruku v ruce s psychikou a pokud nám jedno z toho selže, pak máme pramalou naději na úspěch.

Technika podle Dovalila (1987) je účelný způsob řešení pohybového úkolu; řešení je vybráno na základě všestranných předpokladů sportovce v souladu s jeho

možnostmi, biomechanickými zákonitostmi a platnými pravidly. Technika má racionální jádro, vyjádřené principy účelnosti a ekonomičnosti.

Trojskok se řadí mezi rychlostně silové disciplíny, ale proto, abychom dokázali skloubit tyto dvě komponenty dohromady, musíme bezpodmínečně zvládnout techniku, která se musí zautomatizovat do takové míry, aby mohla být při dalším zlepšováním kondičních parametrů opět přebudována. Jedině takto naučená schopnost nám dobře poslouží, protože myslet a snažit se o nápravu během samotného skoku, je takřka nemožné. V trojskoku a v podobných rychlostně silových disciplínách je potřeba techniku provádět na kvantitativně i kvalitativně nejvyšší úrovni.

V technice se projevují i individuální vlastnosti sportovce (somatotyp, nervový typ, osobnost a jiné) a vytvářejí individuální variantu neboli styl. Styl je podle Dovalila (1987) účelné a ekonomické provedení techniky, přizpůsobené zvláštnostem jedince.

V této práci bude stěžejním tématem technika trojskoku jako taková. Z té také budu vycházet při hodnocení dosažených výsledků. Snažil jsem se shromáždit co nejširší údaje a fakta o technice trojskoku, proto je teoretická část práce výchozím bodem pro pochopení následujících výsledků.

Důležité je, aby si budoucí potenciální čtenář udělal nejen ucelený obrázek o technice jako takové, ale především, aby zjistil, v čem tkví zásadní podstata a problémy trojskokanů výkonnostní úrovně.

Studií nebo knih zabývajících se touto problematikou vyšla již řada, ale jen málokterá se snažila uchopit techniku nejen jako dokonalost jednoho pokusu, který je navíc u každého závodníka individuální, ale jako rozdíl mezi špatným a dobrým pokusem pro konkrétního trojskokana.

Pokusím se tedy nalézt hlavní rozdíly mezi těmito dvěma pokusy, sdělit, do jaké míry tyto rozdíly ovlivňují výkon a věřím, že určité odlišnosti naleznou a dám tímto vodítko lidem, kteří si chtějí udělat představu o technických faktorech, které se zásadně podílejí na samotném výkonu.

2. Základy techniky skoků

U jednotlivých skokanských disciplín jde v podstatě o to, abychom jedním odrazem, zde u trojskoku třemi, překonali co největší vzdálenost nebo výšku. Jakmile se skokan odrazí, nachází se jeho tělo bez opory a jeho těžiště se pohybuje podle pravidel vrhu šikmo vzhůru. Výjimku tvoří pouze skok o tyči, kdy je skokan po přechodnou dobu spojen se zemí pomocí tyče.

Délka a výška skoku závisí především na rychlosti, kterou má skokan v okamžiku odrazu, na úhlu, který svírá dráha těžiště v okamžiku odrazu s horizontální rovinou, tj. na úhlu vzletu a dále na výšce, v jaké se nachází těžiště v okamžiku odrazu. Tyto složky nelze od sebe oddělovat, protože žádná z těchto složek neovlivňuje výkon nezávisle od druhých. Všechny v podstatě závisí na velikosti, směru a poměru rychlosti horizontální (rozběhové) a vertikální složce rychlosti odrazové.

Všechny skoky si můžeme pomocně rozdělit na několik kvalitativně odlišných fází. Jsou to: rozběh, příprava odrazu a odraz, let a doskok. Ve skutečnosti však musíme každý skok chápat jako neoddělitelnou část celku.

Rozběhem získává skokan horizontální rychlost, která má podstatný vliv na výkon ve skoku dalekém, trojskoku a skoku o tyči. Po biomechanické stránce platí při rozběhu zhruba stejné zákonitosti jako při běhu hladkém. V průběhu odrazu získává skokan energickou svalovou prací rychlost vertikální.

Při odrazu dochází dále ke skladu rozběhové a odrazové rychlosti, které jsou určující pro velikost a směr rychlosti konečné.

Během letu provádí skokan v rámci svých možností, které má jako těleso bez opory, pohyby, umožňující mu zajistit nejpříznivější polohu pro doskok či odraz.

Při doskoku se skokan snaží zabránit svému pádu nazad a neztratit tak z dosažené vzdálenosti ani centimetr.

(Koštejn, 1977)

3. Terminologie

V této práci budou používány termíny, které vznikaly překladem anglických, amerických a německých termínů, aby nedošlo k nepřesnostem, uvádíme často originální termíny v závorce.

Oficiální výkon (*official distance*): Vzdálenost od odrazové čáry po nejbližší zanechanou stopu v doskočišti.

Skutečná délka (*actual distance*): Vzdálenost od špičky odrazové nohy po nejbližší zanechanou stopu v doskočišti.

Ztráta na odraze - nedošlap (*distance lost at take off*): Délka nedošlapu, vzdálenost od špičky odrazové nohy k odrazové čáře.

Délka poskoku (*hop distance*): Vzdálenost od špičky odrazové nohy do poskoku ke špičce odrazové nohy do kroku.

Délka kroku (*step distance*): Vzdálenost od špičky odrazové nohy do kroku ke špičce odrazové nohy do skoku.

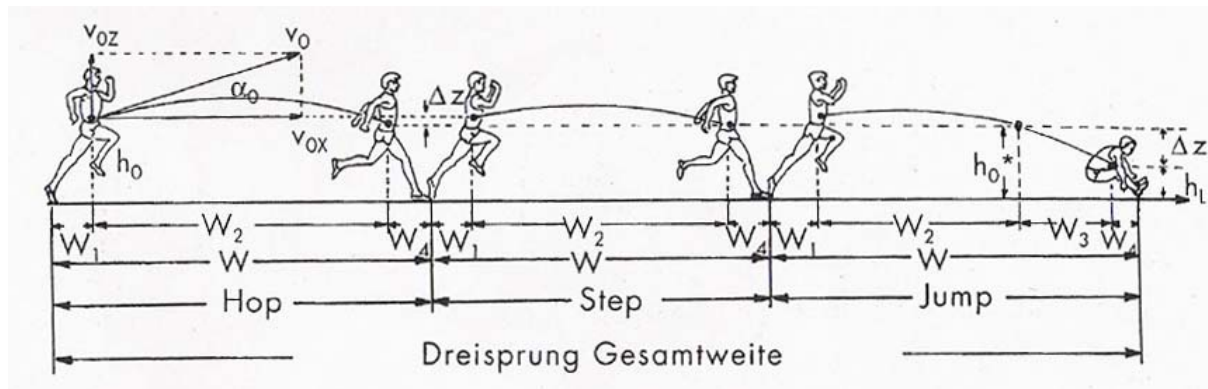
Délka skoku (*jump distance*): Vzdálenost od špičky odrazové nohy do skoku k nejbližší zanechané stopě v doskočišti.

Odrazová vzdálenost (*take off distance*): Vzdálenost od špičky odrazové nohy ke svislému průmětu těžiště skokana v okamžiku dokončení odrazu.

Délka letu (*flight distance*): Vzdálenost mezi svislými průměty těžiště skokana v okamžiku dokončení odrazu a v okamžiku dokroku.

Vzdálenost dokroku (*landing distance*): Vzdálenost od svislého průmětu těžiště skokana ke špičce dokročné nohy v okamžiku dokroku.

Doskoková vzdálenost (landing distance): Vzdálenost svislého průmětu těžiště skokana v okamžiku kontaktu s doskočištěm k nejbližší zanechané stopě v doskočišti.



Obr. 1: Dílčí délky trojskoku (Nixdorf, 1986)

W – délky jednotlivých skoků

W_1 – odrazová vzdálenost

W_2 – délky letu poskoku a kroku

$W_2 + W_3$ – délka letu skoku

W_4 – vzdálenost dokroku po poskoku a kroku a doskoková vzdálenost

$W_3 + W_4$ – délka fáze doskoku

• – těžiště

v_0 – rychlost vzletu těžiště skokana

α_0 – úhel vzletu těžiště skokana

v_{ox} – horizontální složka rychlosti v okamžiku dokončení odrazu

v_{oz} – vertikální složka rychlosti v okamžiku dokončení odrazu

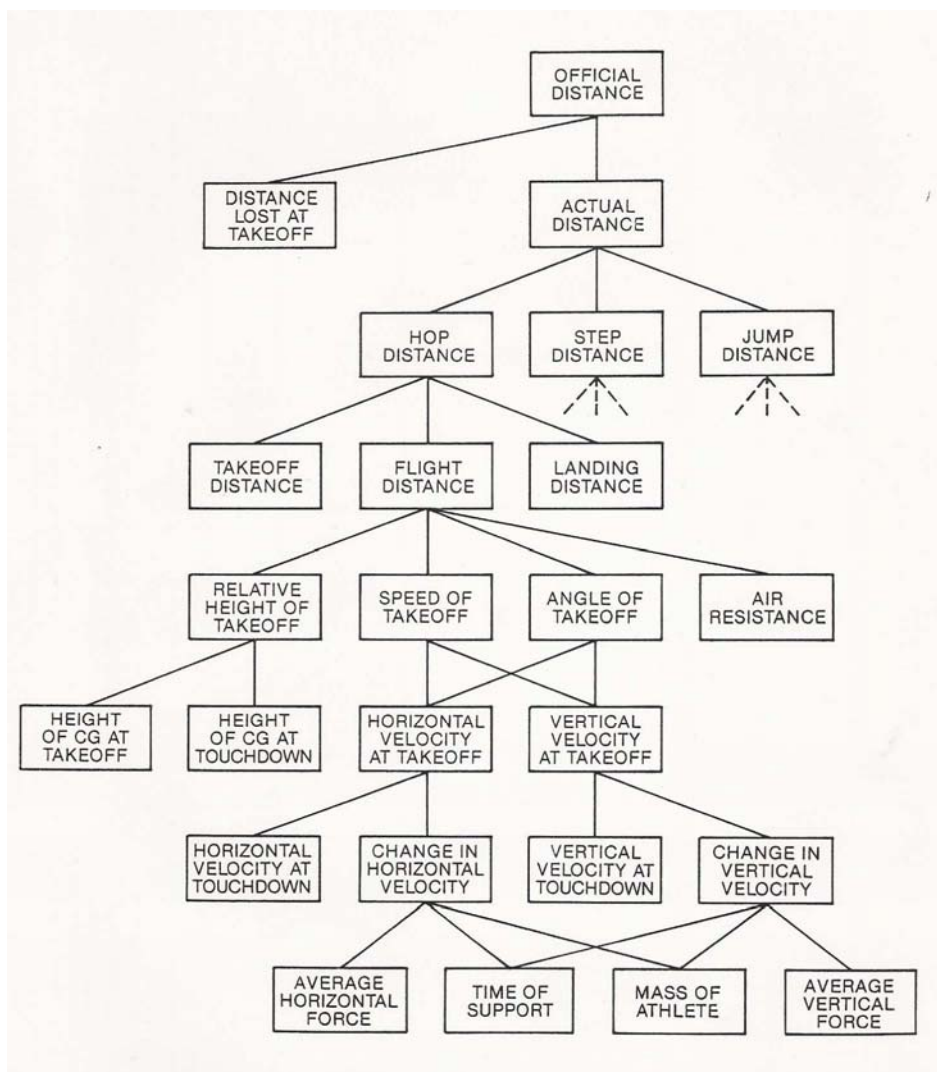
h_0 – výška těžiště v okamžiku dokončení odrazu

h_0^* – výška těžiště na začátku fáze doskoku

h_t – výška těžiště na konci fáze doskoku

Δz – rozdíl mezi výškou těžiště na začátku a na konci fáze doskoku

Na obrázku č. 2 jsou znázorněny faktory ovlivňující výkon v trojskoky a jejich vzájemné vztahy.



Obr. 2: Vztahy faktorů tvořící výkon v trojskoku (Hay, 1991)

Další termíny použité v obr. 2: **Změna výšky těžiště v průběhu odrazu** (relative height of takeoff), **rychlost vzletu** (speed of takeoff), **úhel vzletu** (angle of takeoff), **odpor vzduchu** (air resistance), **výška těžiště v okamžiku dokončení odrazu** (height of CG at takeoff), **výška těžiště v okamžiku dokroku** (height of CG at touchdown), **horizontální rychlost v okamžiku dokončení odrazu** (horizontal velocity at takeoff), **vertikální rychlost v okamžiku dokončení odrazu** (vertical velocity at takeoff), **horizontální rychlost v okamžiku dokroku** (horizontal velocity at touchdown), **změna horizontální rychlosti** (change in horizontal velocity), **vertikální rychlost v okamžiku dokroku** (vertical velocity at touchdown), **změna vertikální rychlosti** (change in vertical velocity), **průměrná horizontální síla** (average horizontal force), **doba opory** (time of support), **hmotnost atleta** (mass of athlete), **průměrná vertikální síla** (average vertical force).

4. Oficiální a skutečná délka skoku

(Official a Actual distance)

Oficiální výkon (official distance) jako termín je nejpoužívanější (např. Hay a Miller, 1985; Knoedel, 1982; Smith a Haven, 1981), oficiální výkon (official distance) je vlastně výkon závodníka uváděný v zápise soutěže.

Dále se používá pojmu efektivní délka (effective distance) pro součet vzdáleností oficiálního výkonu (official distance) a ztráty na odraze – nedošlapu (distance lost at takeoff) (např. Brüggeman, 1990; Koh a Hay, 1990; Miller a Hay, 1986; Sušanka a kol., 1987; Zissu, 1980), tento termín znamená totéž co skutečná délka (actual distance). Effective distance je tedy měřena jako vzdálenost od špičky odrazové nohy k nejbližší zanechané stopě v písku (Hay a Miller, 1985; Brüggeman, 1990). Proto tento termín překládáme stejně, tedy jako **skutečná délka skoku**.

Z meritů věci je ale termín skutečná délka (actual distance) přesnější než efektivní délka (effective distance).

5. Ztráta na odraze – nedošlap

(Distance lost at takeoff)

V české terminologii je běžně používán pojem nedošlap. Průměrné hodnoty velikosti nedošlapů byly při OH 1984 10 centimetrů (Hay a Miller, 1985), při MS 1987 9,6 centimetrů (Sušanka a kol., 1987) a při OH 1988 7, 5 centimetrů (Brüggeman, 1990).

Negativní korelace $r = -0,51$ byla zjištěna mezi velikostí nedošlapu a výkonem v trojskoku (Hay a Miller, 1985). Napovídá to jedinému, že atleti, kteří dosáhli lepších výkonů méně nedošlapují.

V další studii byla snaha zjistit, zda existuje vztah mezi ztrátou na odraze – nedošlapem (distance lost at takeoff) a skutečnou délkou (actual distance) u více pokusů jediného atleta. U lepších skutečných výkonů, byl menší nedošlap. To znamená, že technicky lepší pokusy, přesněji naběhnuté byly u zkoumaných závodníků delší.

6. Délky dílčích skoků a jejich poměry

Na rozdíl od jiných atletických disciplín, kde je maximální úsilí vloženo do jednotlivého pokusu, je v trojskoku rozloženo úsilí submaximálně do třech jeho částí.

Zkušenosti ukázaly, že atleti dosáhli lepších výsledků, pokud jejich úsilí bylo optimálně rozloženo.

Zásadním problémem trojskoku je optimální rozložení úsilí do jednotlivých skoků trojskoku.

6.1. Vývoj techniky

Po desetiletí se stále řešila otázka rozložení úsilí do jednotlivých částí trojskoku a hlavně, v jakém mají být jednotlivé skoky poměru.

Ve 20. a 30. letech japoňští skokani dominovali s technikou, ve které byla zdůrazněna délka poskoku, ve stejném období byli úspěšní také Australané, kteří ale používali techniku přesně opačnou od Japonců, a to, že zdůrazňovali skok – v jejich období byly tyto techniky označeny jako Japonská a Australská technika. V 60. letech pak přišli Rusové s technikou, kde byl zdůrazněn vysoký a dlouhý poskok, vysoký krok, a skok, který byl stejně vysoký jako poskok a krok, ale ne tak vysoký jako v podání polských skokanů. Polská technika vyžadovala nízký, rychlý poskok a krok a vysoký a dlouhý skok. Pro tyto dvě charakteristiky se tyto techniky staly známými jako strmá (steep) nebo plochá (flat nebo shallow) technika. Další technika byla pak kombinací mezi těmi předešlými (flat a steep), kde vzdálenosti poskoku a skoku byly téměř stejné, proto se tato technika označuje jako přechodná.

(Hay, 1991)

6.2. Definice technik

Polská technika byla odvozena od olympijského vítěze a světového rekordmana Josefa Schmidta – jeho skok byl často kratší, málokdy pak delší, než poskok. Samozřejmě, nemůžeme Ruskou a Polskou techniku chápat jako dogma pro atlety ze

zemí jejich vzniku, proto je logické, že například někteří ruští skokané Ruskou techniku nepoužívali, ale naopak někteří polští skokané ano.

Přechodná technika naznačuje mezistupeň mezi oběma předchozími vývoji – pro eliminování nejasností se často používá toto rozdělení:

<i>Hop – dominated</i>	Poskok je minimálně o 2 % delší než druhá nejdelší fáze
<i>Jump – dominated</i>	Skok je o minimálně 2 % delší než druhá nejdelší fáze
<i>Balanced</i>	Nejdelší fáze je maximálně o 2 % delší než druhá Nejdelší fáze

Platnost: Málokdy se studie měřící tyto fáze zmínily také o jejich způsobu měření. Je možné, že data byla zpracována vědeckou metodou (Arnold, 1976) nebo v nějakých případech pouhou představivostí (Ganslen, 1964). Není proto překvapující, že délky fází pro stejný skok jsou často rozdílné. Toto je například zřejmé v údajích o SR (světový rekord) Jaoa de Oliveiry (Brazílie) v roce 1975:

Arnold, 1976	6,80 – 5,72 – 5,37 (38 % : 32 % : 30 %)
Locatelli, 1987	6,26 – 5,54 – 6,09 (35 % : 31 % : 34 %)
McNab, 1977	6,08 – 5,37 – 6,43 (34 % : 30 % : 36 %)
Starzynski, 1987	6,00 – 5,38 – 6,51 (33, 55 % : 30, 08 % : 36, 39 %)

Každé z těchto měření udává jinou preferovanou techniku. Proto jsou tato data bezcenná.

6.3. Proměnlivost pokusu od pokusu

Ačkoli důvěryhodná data jsou vzácná, je všeobecně známo, že se poměr délek jednotlivých dílčích skoků se u jednoho atleta mění pokus od pokusu (Ganslen, 1964; Hochreiter, 1974; Lowe, 1969).

Většina analýz byla provedena průřezově, málokteré longitudinálně (Hay, 1985). Převážně se tedy měřily jednotlivé pokusy různých atletů, než-li opakovaně více pokusů u jednoho trojskokana.

Sušanka a kol. (1987) změřili délky dílčích skoků a výkony u všech platných skoků u finalistů na MS 1987 – viz tab. 1. Procentuální rozdíl, v pokusech od jednoho

atleta ke skutečné délce celého trojskoku, má v dílčích skocích rozsah do 4 %, tyto rozdíly byly obecně menší pro poskok než pro krok a skok.

I když nejlepší světoví trojskokani roku 1987 se snažili rozvrhnout své úsilí co nejvyrovnaněji podle svého stylu, a toto rozložení se pohybovalo blízko střední hodnoty, nikdo z nich nebyl schopný, aby rozsah jejich pokusů nebyl větší nebo menší než 2 % pro jednotlivé dílčí skoky.

Atlet	Umístění	Počet platných pokusů	Procentuální rozsah actual distance			Rozsah actual distance
			Poskok	Krok	Skok	
Markov	1	3	0,4%	1,8%	1,0%	17,73 - 17,96 m
Conley	2	4	0,7%	1,3%	1,5%	17,37 - 17,72 m
Sakirin	3	5	1,1%	2,3%	1,8%	17,18 - 17,61 m
Kovalenko	4	3	0,6%	3,7%	3,3%	16,92 - 17,40 m
Pastusinski	5	6	2,1%	3,9%	2,5%	17,13 - 17,45 m
Taiwo	6	4	2,4%	1,5%	3,3%	16,90 - 17,47 m
Bouschen	7	4	3,5%	2,0%	1,4%	16,83 - 17,34 m
Procenko	8	2	1,6%	1,7%	3,5%	16,33 - 17,32 m
Slanař	10	2	0,3%	0,7%	0,5%	16,38 - 16,73 m
Badinelli	11	3	2,9%	3,8%	0,9%	16,54 - 16,75 m
Hoffman	12	2	0,3%	1,9%	2,2%	16,61 - 16,67 m

Tab. 1: Rozsah poměru fází pro finalisty MS 1987 (Sušanka a kol., 1987)

6.4. Délky a poměry dílčích skoků elitních atletů

I zde mohou vzniknout určité rozdíly, například v měření podle oficiálního výkonu a skutečné délky (official a actual distance), příklad:

Nett $6,30 - 5,00 - 5,30$ (38 % : 30,1 % : 31,9 %)

(Skutečná délka (actual distance) 16,60m, s 25cm nedošlapem)

Příhoda

(Oficiální výkon (official distance) 16,35m) $6,05 - 5,00 - 5,30$ (37 % : 30,6 % : 32,4 %)

Sice tato měření délkově odpovídají, nicméně rozdíly v procentech jednotlivých fází jsou jasné, dosahují sice maximálně jen 1 %, ale i tato hodnota znamená důležitý rozdíl v obou měření.

Při hodnocení poměru dílčích skoků, by se tedy tyto poměry ze skutečného výkonu. Velikost nedošlapu zkrusluje poměry jednotlivých dílčích skoků.

Autor	Vzorek a počet	Vzdálenost fází (poměr fází)			Výkon*
		Poskok	Krok	Skok	
Fukashiro a kol. (1981)	Univerzitní atleti (15)	5,33 m (36,9%)	4,20 m (29,1%)	4,92 m (34,0%)	14,45 m (O)
Zissu (1980)	Univerzitní a amatérští atleti (15)	5,22 m (35,4%)	4,40 m (29,9%)	5,16 m (34,8%)	14,78 m (A)
Koukal a Sušanka (1986)	Finalisté MSJ 1986 (8)	5,77 m (35,8%)	4,83 m (30,0%)	5,50 m (34,1%)	16,11 m (A)
Hay a Miller (1985)	Finalisté OH 1984 (12)	5,91 m (35,6%)	4,88 m (29,4%)	5,82 (35,1%)	16,61 m (A)
Sušanka a kol. (1987)	Finalisté MS 1987 (12)	6,20 m (35,9%)	5,24 m (30,3%)	5,85 m (33,8%)	17,28 m (A)
Brüggeman (1990)	Finalisté OH 1988 (8)	6,19 m (35,8%)	5,25 m (30,4%)	5,88 m (33,8%)	17,28 m (O)
Miller a Hay (1986)	Nejlepší na TAC mistrovství 1985 (4)	6,38 m (36,1%)	5,24 m (29,6%)	6,08 m (34,4%)	17,70 m (A)

*(O) - Official distance, (A) - actual distance

Tab. 2: Průměrná délka dílčích skoků a jejich poměry (Hay, 1991)

Jméno	Stát	Poskok (cm a °)	Krok (cm a °)	Skok (cm a °)	Výkon (m)	Rok
Ahearne D.	Irsko	610 - 39,3	352 - 22,7	590 - 38,0	15,52	1909
Nambu S.	Japonsko	640 - 40,7	450 - 30,7	482 - 28,6	15,72	1932
Tajima N.	Japonsko	620 - 38,8	480 - 30,0	500 - 31,2	16,00	1936
Da Silva A. F.	Brazílie	555 - 34,6	479 - 29,9	568 - 35,5	16,02	1951
Da Silva A. F.	Brazílie	620 - 38,2	475 - 29,3	527 - 32,5	16,22	1952
Da Silva A. F.	Brazílie	628 - 37,9	495 - 29,8	533 - 32,3	16,56	1955
Da Silva A. F.	Brazílie	640 - 39,1	460 - 28,2	535 - 32,7	16,35	1956
Ščerbakov L.	SSSR	600 - 37,5	540 - 33,7	458 - 28,8	15,98	1952
Ščerbakov L.	SSSR	615 - 37,9	485 - 29,9	523 - 32,2	16,23	1953
Ščerbakov L.	SSSR	607 - 36,9	515 - 31,2	524 - 31,9	16,46	1956
Rjachovskij O.	SSSR	610 - 37,4	480 - 29,4	539 - 33,2	16,29	1957
Rjachovskij O.	SSSR	646 - 38,3	497 - 29,9	516 - 31,8	16,59	1958
Einarsson V.	SSSR	580 - 35,6	470 - 29,5	575 - 34,9	16,25	1956
Einarsson V.	SSSR	605 - 36,3	502 - 30,0	563 - 33,7	16,70	1960
Krejer V.	SSSR	620 - 37,3	500 - 30,1	539 - 32,6	16,59	1961
Krejer V.	SSSR	650 - 38,9	507 - 30,3	514 - 30,8	16,71	1961
Fedosejev O.	SSSR	615 - 37,6	485 - 29,8	534 - 32,6	16,34	1963
Fedosejev O.	SSSR	642 - 38,4	488 - 29,2	540 - 32,4	16,70	1959
Schmidt J.	Polsko	588 - 35,6	440 - 26,6	622 - 37,8	16,50	1960
Schmidt J.	Polsko	512 - 36,5	472 - 28,0	604 - 35,5	16,88	1963
Schmidt J.	Polsko	600 - 35,2	502 - 29,5	601 - 35,3	17,03	1960
Jakolski J.	Polsko	600 - 37,4	460 - 28,6	544 - 34,0	16,04	1963
Jakolski J.	Polsko	629 - 38,7	500 - 30,7	495 - 30,6	16,24	1963
Zolotarjev A.	SSSR	581 - 35,8	456 - 28,1	585 - 36,1	16,22	1963
Zolotarjev A.	SSSR	583 - 35,3	490 - 29,7	578 - 35,0	16,51	1962
Kravčenko V.	SSSR	600 - 36,9	500 - 30,7	525 - 32,4	16,25	1964
Kravčenko V.	SSSR	620 - 37,5	500 - 30,2	531 - 32,3	16,51	1964
Oliveira J. C.	Brazílie	613 - 34,3	527 - 29,4	649 - 36,6	17,89	1975

Tab. 3: Poměr jednotlivých skoků v trojskoku a úhel odrazu u předních světových závodníků různých vývojových etap (Příhoda a Vacula, 1977)

Poměry fází podle Killinga (2002): Muži (%): 36 + 29 + 35
Ženy (%): 37 + 28 + 35

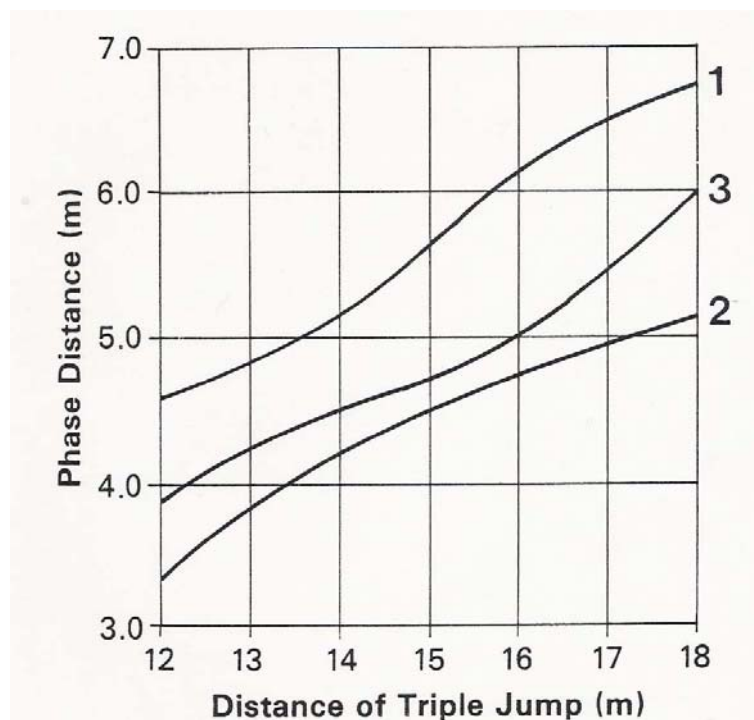
Další tabulky (18: Délky skoků u vybraných vrcholových atletů (Dickwach, 1983) a 19: Poměry fází u vybraných vrcholových atletů (Dickwach, 1983)) viz. přílohy.

6.5. Poměry fází a individuální rozdíly

Optimální poměr fází závisí na povaze atleta, což souvisí s psychickými, psychologickými a dalšími charakteristikami (Ganslen, 1964; Krejer, 1970; Metcalfe, 1962; Norris, 1971; Tan, 1970). Mezi těmito charakteristikami je také postava (Metcalfe, 1962), délka nohou (Ganslen, 1964), rychlé svalové reakce (Verchošanskij, 1961), síla (Uzlov, 1982), síla nohou (Tan, 1970; Verchošanskij, 1961), rychlost náběhu (Metcalfe, 1962; Tan, 1970; Verchošanskij, 1961), rychlost švihů (Verchošanskij, 1961), styl (Metcalfe, 1962), mentální postoj (Tan, 1970), psychologický stav (Uzlov, 1982) a zkušenosti v disciplíně (Tan, 1970).

Optimální poměr se mění s trénovaností spolu s charakteristikami atleta. Verchošanskij (1961) tvrdí, že se vzrůstem výkonnosti jsou prokázány jisté pravidelnosti změn – viz obr. 3. Z počátku vzrůstá délka skoku navyšováním délky kroku (menší důležitost) a délky skoku, hlavně u výkonnosti 12 – 14 metrů. Po získání sprinterských schopností se začne u atletů s výkonností 14 – 16 metrů zvětšovat délka poskoku a délka skoku se stabilizuje. Ve finální fázi, u vrcholových atletů s výkonností 16 – 18 metrů, se po vybalancování a snížení ztráty rychlosti během trojskoku začne zvyšovat délka skoku. Bohužel tento Verchošanského výzkum je starší více než 40 let, proto musíme brát v úvahu jisté změny v pojetí tréninku a techniky trojskoku.

Zdá se jako velice pravděpodobné, že optimální poměr pro daného atleta je daný nejen charakteristikami, ale také souhrnem podmínek, ve kterých daný atlet zrovna závodí (Metcalfe, 1972; Norris, 1971).



Obr. 3: Změna délky fází v závislosti na délce trojskoku (Hay, 1991)

6.6. Optimální poměr fází

Navzdory očividně rozšířenému názoru, že neexistuje individuální optimální poměr, jsou tací, kteří se pokoušejí nějaký najít.

Optimální poměr byl navržen na základě statistických analýz vzdáleností fází a poměrů elitních atletů (Nett, 1961, 1970) a experimentace (Jeremin, 1970), další autoři navrhovali optimální poměry bez poskytnutí informací, podle kterých k těmto závěrům došli – vše viz tab. 4.

Autor	Webster	Verchošanskij (1968)	Tan (1957)	Gerner	Nett (1961)
Poskok	37, 5%	36, 5%	37, 0%	37, 0%	35, 0%
Krok	25, 0%	29, 0%	29, 6%	29, 6%	30, 0%
Skok	37, 5%	34, 5%	33, 3%	33, 3%	35, 0%
Autor	Kreer (1970)	Kreer a Popov (1986)	Jeremin (1970)	Oda	Nett (1970)
Poskok	38, 0%	37, 5% - 38, 0%	36, 5%	35, 3%	36, 0% - 37, 0%
Krok	29, 5%	29, 0% - 29, 5%	28, 0%	29, 4%	29, 0% - 30, 0%
Skok	32, 5%	32, 5% - 33, 5%	35, 5%	35, 3%	33, 0% - 34, 0%

Tab.4: Navrhované optimální poměry fází (Hay, 1991)

Statistická analýza

Nett (1961) zkoumal 30 pokusů Schmidta a 8 pokusů Einarssona, zástupce ploché (flat) techniky, a došel k poměru: 34, 6 % : 29, 9 % : 35, 5 %. Na tomto základě spočítal poměry jako 7 : 6 : 7 jako optimální poměry pro plochou (flat) techniku. Krejer (1970) spočítal své záznamy z tréninků Sovětů Saneyeva a Solotarjeva, zástupců strmé (steep) techniky, a vypočítal poměry: 38 % : 29, 5 % : 32, 5 %. S touto tezí Nett nesouhlasil a o měsíc později zkritizoval Krejerovu analýzu tím, že strmá (steep) technika je mrtvá a zdůvodňoval to, že v té době trojskokani nepoužívají více než 37 % - ní délku poskoku. Proto poté, po stovkách měření, došel k neekonomičtějšímu rozložení úsilí a zveřejnil tato rozmezí: poskok: 36 – 37 %, krok: 29 – 30 %, skok: 33 – 34 %. Později uváženě prohlásil, že tato rozmezí zahrnují všechny individuální rozdíly (v rozporu s jeho tezí z roku 1961).

Experimentální studie

Experimentálními metodami ohledně otázky optimálního poměru fází se zabývala pouze jediná studie (Jeremin, 1970).

Ve výzkumu byl použit tento postup: Několik subjektů provedlo 3 pokusy z krátkého rozběhu (do 20-ti metrů). Měli za úkol snažit se v prvním pokusu dosáhnout co největší vzdálenost, v druhém co největší rozběhové rychlosti a ve třetím co nejsilněji se odrazit do každého skoku. Bylo dosaženo těchto výsledků:

1. Co největší náběhová rychlost: $5,18 - 4,29 - 5,00 = 14,47$ metru
2. Co největší vzdálenost: $5,22 - 4,22 - 4,63 = 14,27$ metru
3. Co nejsilnější odrazy: $5,28 - 4,53 - 4,42 = 14,23$ metru

Jeremin (1970), na základě rozsáhlých experimentálně – pedagogických materiálů, vyjádřil následující poměry: 36, 5 % : 28, 0 % : 35, 5 %. Přínos této studie (na rozdíl od tabulkových vyjádření) tkví v lepším porozumění rozložení úsilí v trojskoku.

Souhrn

Autoři metodické literatury se shodují, že optimální poměr délek dílčích skoků je individuální záležitostí a nelze tak různě profanované a rádobí univerzální techniky jako je Ruská a Polská aplikovat na rozdílné atlety. Tyto dvě techniky byly všeobecně připisovány a doporučovány atletům, kteří mají buď vysokou rychlost (jump – dominated) nebo velkou sílu dolních končetin, ale jsou pomalejší (hop – dominated).

Žádná ze studií se nevěnovala vztahu mezi somatickou, silovou, rychlostní charakteristikou atleta a poměru délek dílčích skoků jeho trojskoků a nikdy se také nepokusily porovnat obě techniky mezi sebou.

7. Odrazová vzdálenost, délka letu, vzdálenost dokroku a doskočná vzdálenost

(Takeoff, flight a landing distance)

Koh a Hay (1990) analyzovali nejlepší skoky 16-ti amerických skokanů (skutečná délka (actual distance) 15, 55m – 17, 95 m) a zjistili, že průměrná vzdálenost dokroku (landing distance) pro poskok (0, 53m) byla znatelně menší než pro krok (0, 60m). Navrhovali, že tento rozdíl může vést k odpovídajícímu rozdílu v délce trvání na počátku brzdící části následující fáze opory – to je, že brzdící část (první část fáze opory) fáze opory kroku bude kratší než ta samá u skoku.

Hay a Miller (1985) analyzovali 12 finalistů na OH v roce 1984 a zjistili negativní korelaci mezi odrazovou vzdáleností (takeoff distance) u skoku a oficiálním výkonem (official distance) ($r = - 0, 60$) – to nasvědčuje tomu, že menší odrazová vzdálenost (takeoff distance) u skoku znamená větší oficiální výkon (official distance), poté usoudili, po dalších zkouškách, že více důrazu dává atlet do kroku a více vertikálního snažení do odrazu do skoku, tím pádem je výsledek lepší.

Hay a Miller (1985) také našli negativní korelaci mezi doskočnou vzdáleností (landing distance) u skoku a oficiálním výkonem (official distance) ($r = - 0, 62$), což se dá interpretovat tak, skokané s lepším výkonem mají vyšší dráhu letu ve skoku, která s sebou nese kratší doskočnou vzdálenost.

Brüggeman (1990) zjistil, že délky dílčích skoků jsou více ovlivněny délkou letu než odrazovou a doskočnou vzdáleností.

8. Výšky těžiště skokana v okamžiku dokroku a odrazu

Výška těžiště v okamžikě dokroku a odrazu byla již mnohokrát popsána (Brüggeman, 1990; Fukashiro a kol., 1981; Fukashiro a Miyashita, 1983; Hay a Miller, 1985; Smith a Haven, 1981; Sušanka a kol., 1987; Zissu, 1980), ale stejně jako v analýze odrazové vzdálenosti a vzdálenosti dokroku (takeoff a landing distance) jsou výsledky velice proměnlivé – např. u dvou studií (Hay a Miller, 1985; Smith a Haven, 1981) byla největší výška těžiště v okamžiku dokončení odrazu do poskoku, v dalších dvou (Fukashiro a kol., 1981; Zissu, 1980) byla průměrná výška v okamžiku odrazu do poskok a do skoku stejná – tyto nuance mají zřejmě původ v rozdílných technikách subjektů (hlavně v důrazech v první a v třetí skok) a v rozdílech v metodologii.

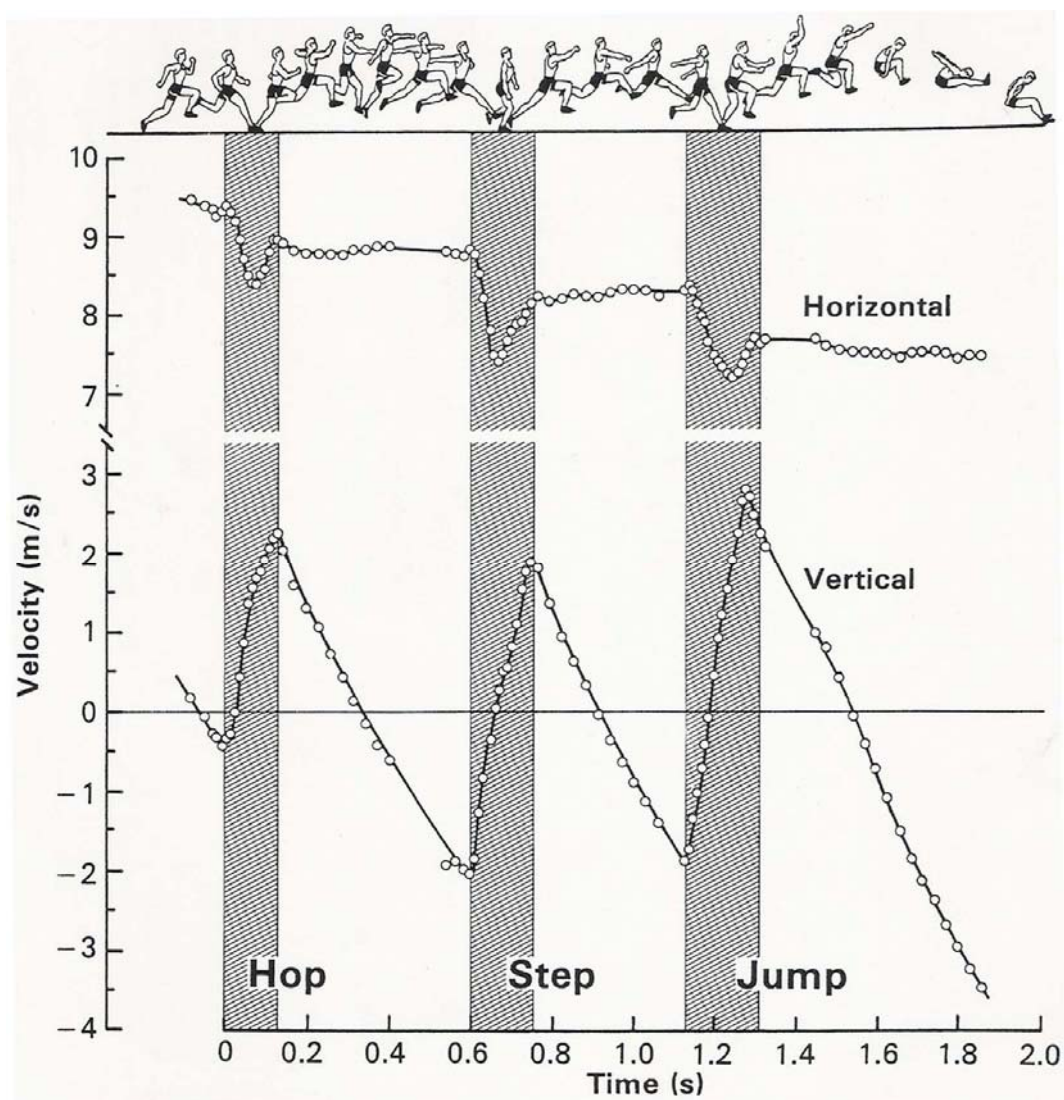
Výška těžiště v okamžiku odrazu do kroku je nejnižší; výška těžiště při dokroku je u všech skoků konstantně o 10 cm menší než v okamžiku odrazu do těchto skoků (Brüggeman, 1990; Fukashiro a kol., 1981; Hay a Miller, 1985; Smith a Haven, 1981; Zissu, 1980).

Hay a Miller (1985) uvádějí významné korelace mezi výškou těžiště skokana v okamžiku dokroku po poskoku a oficiálním výkonem (official distance) ($r = 0,56$) a mezi výškou těžiště skokana při dokroku po kroku a oficiálním výkonem (official distance) ($r = 0,53$). Což se dá interpretovat tak několika způsoby. V jejich zkoumaném souboru měli lepší výkon vyšší trojskokani nebo, že lepší výkon měli trojskokani, kteří dokračovali relativně blízko ke svislému průmětu těžiště nebo, že lepší výkon měli trojskokani, kteří dokračovali na velmi nataženou dolní končetinu. Fukashiro a kol. (1981) nenašli žádné významné korelace mezi výškou těžiště trojskokanů v okamžiku odrazu do některého z dílčích skoků a jeho délkou.

Vyšší poloha těžiště v okamžiku odrazu umožňuje při stejné vzletové rychlosti a stejném úhlu vzletu těžiště dosáhnout vyššího vrcholu dráhy letu a tím i větší vzdálenosti. Výška celkového těžiště skokana je dána somatickými parametry skokana, polohou trupu a jednotlivých končetin. Je proto o něco výše, jestliže jsou paže ve vzpažení a noha ve vysokém přednožení. Rozdíl může činit 20 – 30 centimetrů proti vzpřímenému stoji a připažení. Zvýšená poloha těžiště v konci odrazu prodlužuje rovněž dráhu, po kterou na těžiště působí odrazová síla.

9. Rychlosti a úhly dokroku a odrazu

Excelentní příklad toho, jak se mění horizontální a vertikální rychlost při realizaci trojskoku byl prezentován Fukashirem a kol. (1981) – viz obr. 4.



Obr. 4: Průběh horizontální a vertikální rychlosti (Fukashiro a kol., 1981)

9.1. Horizontální rychlosti

Jak nám ukazuje obrázek číslo 4, horizontální rychlost klesá během první poloviny každé oporové fáze a zvyšuje se během její druhé poloviny; absolutní hodnota horizontální rychlosti postupně klesá s každým úspěšným odrazem, stejný trend byl nalezen i u dalších analyzovaných pokusů.

V tabulce číslo 5 můžeme vidět pokles horizontální rychlosti od fáze k fázi (Fukashiro a kol., 1981).

Autor	Poslední krok (m/s)	Poskok (m/s)	Krok (m/s)	Skok (m/s)
Bober (1974)		8, 2	7, 2	7, 0
Brüggeman, 1990)	10, 06 (0, 36)	9, 29 (0, 29)	8, 29 (0, 49)	6, 84 (0, 53)
Fukashiro a kol. (1981)		8, 48 (0, 23)	7, 76 (0, 26)	6, 59 (0, 56)
Fukashiro a Miyashita (1983)	9, 20	8, 65	8, 02	6, 69
Hay a Miller (1985)	10, 02 (0, 68)	9, 42 (0, 33)	8, 06 (0, 39)	6, 96 (0, 34)
Hertrich (1980)	10, 3	9, 6	8, 6	6, 9
Hillman (1981)	10, 4	9, 5	8, 2	6, 6
Miller a Hay (1986)	10, 26 (0, 21)	9, 59 (0, 36)	8, 44 (0, 42)	6, 93 (0, 29)
Zissu (1980)	8, 82 (0, 49)	8, 34 (0, 55)	7, 45 (0, 64)	6, 20 (0, 63)

Tab. 5: Průměrná horizontální rychlost v momentě odrazu (standardní odchylky) (Hay, 1991)

9. 2. Změny v horizontální rychlosti

Podle Osolina (1978) spočítali Stukalov, Verchošanskij, Krejer a Popov, že trojskokanova rychlost klesá přibližně o 1 m/s při každém odrazu. Při shlednutí tab. 5 je zřejmé, že ačkoli průměrné odchylky byly mezi 0, 2 – 1, 7 m/s, je přesto předchozí vyjádření zhruba pravdivé ve většině situací.

Ztráty během oporových fází v poskoku, kroku a skoku (viz tab. 5) se pohybují mezi 5 – 9 %, 7 – 15 % a 13 – 20 %. Hay a Miller (1986) zjistili, že někteří vrcholoví trojskokani ztrácí méně horizontální rychlosti během oporové fáze kroku než během oporové fáze u skoku a jiní dělají přesný opak; tyto techniky nazvali Technikou I a Technikou III a zaznamenali, že Technika I byla použita u tří ze čtyř jejich subjektů, kteří drželi tehdy nejdelší skoky (Banks – 17, 97m – WR, Conley – 17, 71m, Joyner – 17, 46m). Také zjistili, že pět ze šesti nejlepších finalistů OH 84 používalo Techniku I a pět ze šesti nejhorších finalistů Techniku III.

Tendence nejlepších skokanů k menší ztrátě během kroku než skoku pravděpodobně odrážela rozdílné požadavky fází, které následovaly. Nejdůležitější starostí v kroku je snaha co nejvíce minimalizovat brzdící momenty při styku nohy se zemí a zachovat co nejvíce postup vpřed, ve skoku má atlet méně starostí se zachováním postupu vpřed než s maximalizací délky této fáze, tyto dvě oporové fáze

mají dva rozdílné požadavky – u prvního příkladu jde o zachování horizontální rychlosti a ve druhém jde o přeměnu horizontální rychlosti na vertikální.

9.3. Vertikální rychlosti

Obr. 4 (viz. výše) ukazuje, že vertikální rychlost téměř konstantně vzrůstá během skoro celé fáze opory a vrcholí těsně před momentem odrazu a poté nepatrně klesá.

Změna vertikální rychlosti při dokroku má velký vliv na síly, kterým čelí skokanovo tělo a zasluhuje si pozornost.

Autor	Poskok		Krok		Skok	
	MD	MO	MD	MO	MD	MO
Bober (1974)		2, 65		2, 06		2, 57
Fukashiro a Miyashita (1983)	-0,27	2, 25	-2,61	1, 81	-2,2	2, 16
Hay a Miller (1985)	-0,74 (0, 31)	2, 09 (0, 20)	-2,76 (0, 19)	1, 82 (0, 27)	-2,46 (0, 25)	2, 37 (0, 30)
Hertrich (1980)		2, 1		1, 8		2, 3
Hillman (1981)		2, 0		1, 7		2, 5
Miller a Hay (1986)		2, 2 (0, 04)		1, 9 (0, 27)		2, 6 (0, 20)
Zissu (1980)		2, 03 (0, 29)		1, 55 (0, 46)		2, 55 (0, 58)

Tab. 6: Průměrné vertikální rychlosti (m/s) v momentě dokroku (MD) a momentě odrazu (MO) (standardní odchylky) (Hay, 1991)

	$V_{\text{horizontální}}$	$V_{\text{vertikální}}$	Délka fáze
Poskok	9, 9	2, 6	6, 64
Krok	8, 6	2, 1	5, 24
Skok	7, 3	2, 8	6, 12

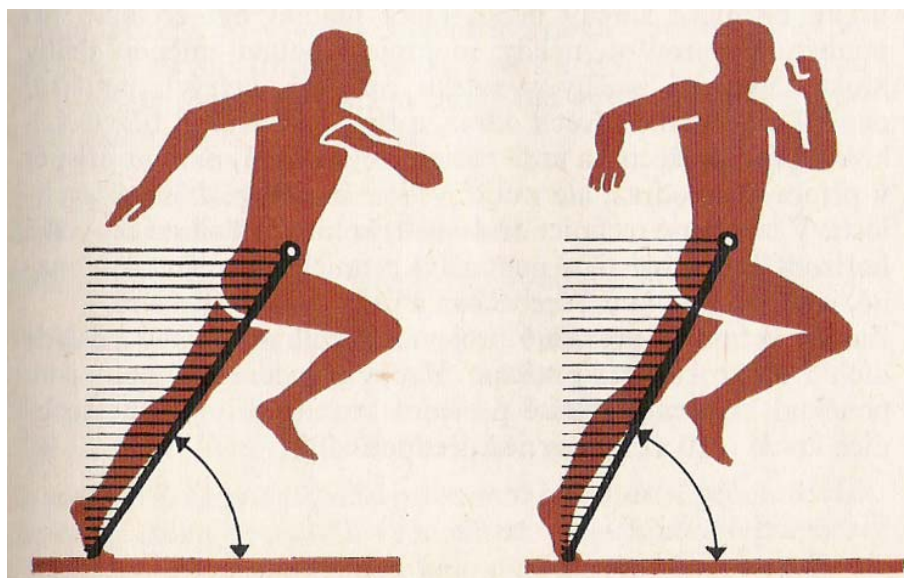
Tab. 7: Prognózy horizontální a vertikální rychlosti pro 18-ti metrového skokana (Fukashiro a kol., 1983)

9. 4. Úhly při dokroku a odrazu

Souhrn dat pro úhly odrazu je v tabulce číslo 8, bohužel jsou zde uvedeny jen průměry měření bez ohledu na to, která technika byla právě použita (hop-dominated, balanced nebo jump-dominated).

Autor	Poskok		Krok		Skok	
	MD	MO	MD	MO	MD	MO
Bober (1974)		18		16		20
Brüggeman (1990)		14, 4 (1, 5)		13, 99 (2, 33)		21, 64 (2, 78)
Fukashiro a kol. (1981)		14, 5		12, 8		17, 7
Fukashiro a Miyashita (1983)	-1,68	14, 58	-16,78	12, 72	-15,34	17, 89
Hay a Miller (1985)	-4,19 (1, 69)	12, 54 (1, 49)	-16,34 (1, 44)	12, 80 (2, 26)	-17 (2, 17)	18, 83 (2, 81)
Hertrich (1980)		12, 3		11, 9		18, 3
Hillman (1981)		12, 1		12, 7		20, 4
Miller a Hay (1986)		12, 7 (0, 62)		12, 6 (2, 31)		20, 6 (1, 28)
Smith a Haven (1981)		13, 51 (4, 41)		15, 36 (5, 46)		20, 19 (5, 04)
Sušanka a kol. (1987)		13, 9		13, 3		21, 6
Tepfer a Ozolin (1965)		14 - 18		11 - 14		18 - 22
Verhoshanski (1961)		16 - 17		12 - 13		18 - 20
Zissu (1980)		14, 19 (2, 47)		12, 04 (3, 71)		24, 49 (5, 76)

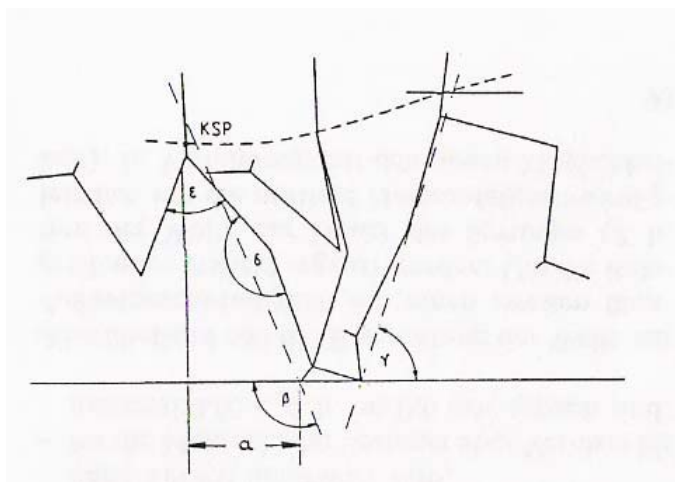
Tab. 8: Průměrné hodnoty a rozsahy (°) pro úhly v momentě dokroku (MD) a momentě odrazu (MO) (standardní odchylky) (Hay, 1991)



Obr. 5: Rozdílný úhel odrazu při steep a flat technice (Příhoda a Vacula, 1977)

Krejer a Popov (1986) zjistili, že ve druhé a třetí oporové fázi je změna směru pohybu CG rovna součtu úhlu při dokroku a při odraze – úhel leží mezi 30 a 36 stupni.

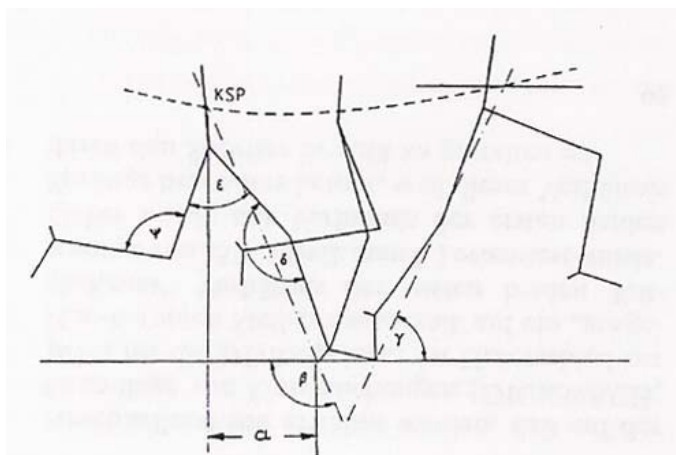
Také tvrdili, že pro zachování horizontální rychlosti by bylo ideální, kdyby skokan měl malý úhel odrazu a velký úhel dokroku, což jsou ale neslučitelná fakta; úhly odrazu a dokroku musí být vždy téměř stejné, obzvlášť při poskoku a kroku.



Obr. 6: Úhly při dokroku a odraze do poskoku (Sušanka, MS 1987)

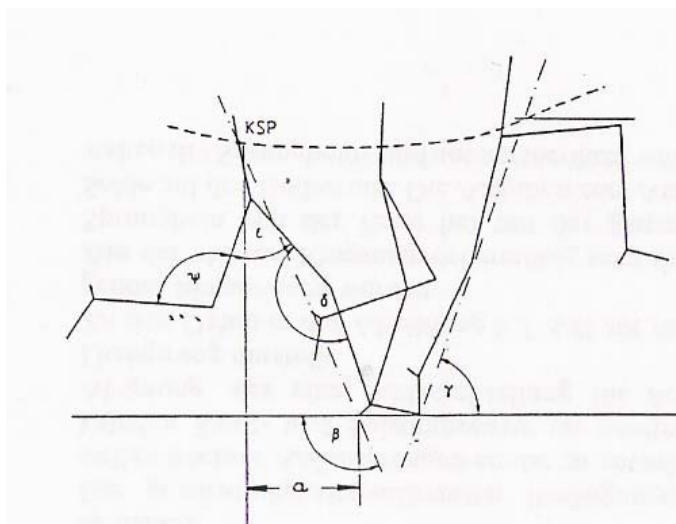
a – vzdálenost těžiště od paty	31 – 45 cm
β – úhel těžiště/paty k horizontále	107 – 114°
γ – úhel těžiště/spičky k horizontále	63 – 70°
δ – úhel v kolenu odrazové nohy v okamžiku dokroku	150 – 161°

– úhel v kolenní odrazové nohy v okamžiku vertikály	132 – 148°
– úhel v kolenní odrazové nohy v okamžiku odrazu	155 – 172°
ε – úhel otevření stehna v okamžiku dokroku	-44 – -62°
– úhel otevření stehna v okamžiku vertikály	-5 – +10°
– úhel otevření stehna v okamžiku odrazu	82 – 112°
KSP – těžiště	



Obr. 7: Úhly při dokroku a odraze do kroku (Sušanka, MS 1987)

a – vzdálenost těžiště od paty	32 – 68 cm
β – úhel těžiště/paty k horizontále	108 – 116°
γ – úhel těžiště/spičky k horizontále	57 – 66°
ψ – úhel v kolenní švihové nohy v okamžiku dokroku	90 – 130°
– úhel v kolenní švihové nohy v okamžiku vertikály	85 – 105°
– úhel v kolenní švihové nohy v okamžiku odrazu	90 – 115°
δ – úhel v kolenní odrazové nohy v okamžiku dokroku	158 – 165°
– úhel v kolenní odrazové nohy v okamžiku vertikály	122 – 151°
– úhel v kolenní odrazové nohy v okamžiku odrazu	164 – 172°
ε – úhel otevření stehna v okamžiku dokroku	-46 – -69°
– úhel otevření stehna v okamžiku vertikály	0 – 25°
– úhel otevření stehna v okamžiku odrazu	87 – 108°
KSP – těžiště	



Obr. 8: Úhly při dokroku a odraze do skoku (Sušanka, MS 1987)

a – vzdálenost těžiště od paty	36 – 44 cm
β – úhel těžiště/paty k horizontále	111 – 115°
γ – úhel těžiště/spičky k horizontále	52 – 69°
ψ – úhel v koleni švihové nohy v okamžiku dokroku	100 – 125°
– úhel v koleni švihové nohy v okamžiku vertikály	85 – 100°
– úhel v koleni švihové nohy v okamžiku odrazu	90 – 110°
δ – úhel v koleni odrazové nohy v okamžiku dokroku	156 – 164°
– úhel v koleni odrazové nohy v okamžiku vertikály	120 – 145°
– úhel v koleni odrazové nohy v okamžiku odrazu	158 – 173°
ε – úhel otevření stehen v okamžiku dokroku	-44 – -63°
– úhel otevření stehen v okamžiku vertikály	5 – 30°
– úhel otevření stehen v okamžiku odrazu	85 – 112°
KSP – těžiště	

9.5. Rozběhová rychlost a výkon v trojskoku

Výrazné pozitivní korelace byly nalezeny mezi horizontální rychlostí při odraze do posledního kroku (náběhová rychlost) a skutečnou délkou (actual distance) (Zissu, 1980); mezi horizontální rychlostí v okamžiku dokončení odrazu do poskoku a skutečnou délkou (actual distance) (Fukashiro a kol., 1981; Zissu, 1980); a mezi horizontální rychlostí v okamžiku dokončení odrazu do kroku a skutečnou délkou (actual distance) (Zissu, 1980).

Další pozitivní korelace byly nalezeny mezi horizontální rychlostí v okamžiku odrazu do poskoku a jeho délkou (hop distance); mezi horizontální rychlostí v okamžiku odrazu do kroku a jeho délkou (step distance) a horizontální rychlostí v okamžiku odrazu do skoku a jeho délkou (jump distance); (Fukashiro a kol., 1981).

10. Doby opory a letu

Byly naměřeny tyto průměrné časy pro jednotlivé odrazové fáze do poskoku: 0, 12 – 0, 14 s; do kroku: 0, 15 – 0, 18 s; do skoku: 0, 16 – 0, 19 s (Bober, 1974; Brüggeman, 1990; Dyson, 1977; Fukashiro a kol., 1981; Hay a Miller, 1985; Matveyev, 1985; Miller a Hay, 1986; Sušanka a kol., 1987; Zissu, 1980).

Odrazová fáze do kroku je výrazně delší než odrazová fáze do poskoku a odrazová fáze do skoku je delší než odrazová fáze do skoku (Fukashiro a kol., 1981).

Výrazná negativní korelace byla nalezena mezi délkou trojskoku a dobou trvání odrazů do všech dílčích skoků (Matveyev, 1985), což se dá interpretovat tak, že pomalejší trojskokané setrvávají déle v kontaktu s podložkou a také podávají nižší výkony.

Dále byla zjištěna pozitivní korelace mezi výkonem v trojskoku (official distance) a dobou odrazové fáze do kroku (Fukashiro a kol., 1981), což se dá interpretovat tak, že v souboru jejich probandů výkonější trojskokané používali techniku se zdůrazněným poskokem, při které je většinou delší doba odrazové fáze do kroku.

Průměrné doby letu se pohybují v rozsahu 0, 50 – 0, 56 s, 0, 42 – 0, 47 s a 0, 64 – 0, 71 s pro poskok, krok a skok (Brüggeman, 1990; Dyson, 1977; Hay a Miller, 1985; Miller a Hay, 1986).

Killing (2002) uvádí údaje naměřené na ME 2002 v Mnichově:

Olsson: 0, 12 s - 0, 15 s - 0, 17 s

Friedek: 0, 11 s - 0, 14 s - 0, 17 s

Edwards: 0, 09 s - 0, 12 s - 0, 14 s

(Výkony k těmto časům jsou bohužel neznámé, ale výkony byl mezi 17, 10 a 17, 50 m)

11. Odpor vzduchu

Vždy bylo málo pozornosti věnováno vlivu odporu vzduchu na výkon v trojskoku. Existují dvě možnosti, proč tomu tak bylo: Za prvé je vliv větru na výkon považován za zanedbatelný, a za druhé existují jen velice komplikované metody, jak dosáhnout správného měření. Hay a Miller (1985) zaznamenali, že sedm z dvanácti finalistů OH 84 dosáhlo svých nejlepších výkonů při nejlepších povětrnostních podmínkách – měli buď největší vítr do zad nebo nejmenší protivítr – a další dva nejlepší výkony dosáhli s druhými nejlepšími podmínkami.

Tyto nálezy vyvolaly zvláštní otázky. Může se očekávat, že atlet s pozitivními povětrnostními podmínkami je ve výhodě při snaze vyvinout co největší horizontální rychlost. Hay a Miller (1986) poznamenali, že někteří elitní trojskokani mají pomalejší rozběhové rychlosti než někteří jiní a používají menší horizontální rychlost než jsou schopni vyvinout, aby si udržovali kontrolu pohybu během celého trojskoku, proto tedy může být výhoda větru do zad částečnou nevýhodou. Další úvaha zní: Vítr do zad umožní atletovi získat vyšší rychlost při menším úsilí, takže atlet zaujme lépe optimální polohu těla před a na odrazovém břevně než při špatném větru. Nakonec vítr do zad také atletovi usnadňuje zachovávat horizontální rychlost během všech tří skoků trojskoku.

12. Další biomechanická měření

12.1. Celkový čas

Celkový čas je měřen buď od okamžiku, kdy se těžiště nachází přesně nad odrazovou nohou při odrazu do poskoku do okamžiku dotyku s pískem. Finalistům na OH 64 byly naměřeny časy 1,95 – 2,15 s (Příhoda, 1972). Nebo je celkový čas měřen od okamžiku okroku na odrazu do poskoku do okamžiku styku s pískem. Finalistům na MS 1987 byly naměřeny časy mezi 1,98 – 2,23 s (Sušanka a kol., 1987). Finalistům na OH 1988 byly naměřeny časy 2,06 – 2,27 s (Brüggeman, 1990).

Kontrola vzdáleností jednotlivých částí trojskoku

Praktickou možnost stanovení délky jednotlivých částí trojskoku ukázal německý trenér Eckhard Hutt. Vycházel z časového trvání jednotlivých částí trojskoku: Poskok a krok jsou podle času téměř stejné, skok pak o trošku delší, tak může trenér – podle rytmu – rychle zachytit délku jednotlivých částí trojskoku a také pro samotné atlety se tato měřicí metoda nabízí z hlediska vlastní kontroly. Samotná doba provedení podle videozáznamu (25 obrázků za vteřinu) pak jednoduše pomůže při zjišťování délek jednotlivých částí trojskoku.

Hutt ze získaných dat brzy vypočítal poměr mezi jednotlivými částmi trojskoku: 31 : 31 : 38 %, což můžeme pokládat za ideální. Doba trvání trojskoku nám dává další analytické metody:

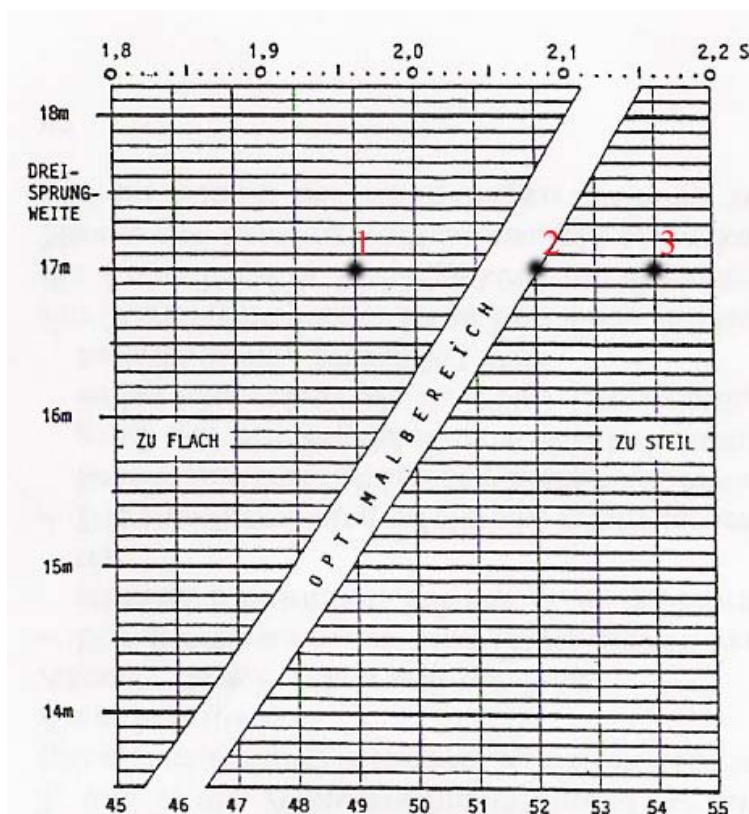
Podle diagramu od Hutta a podle určeného poměru jednotlivých částí trojskoku můžeme určit, zda skokan skáče např. příliš ploše nebo příliš strmě.

Příklad: Zde je 17 – ti metrový skokan a jeho možné trvání trojskoku:

(1) = 1,96 Sek.

(2) = 2,08 Sek.

(3) = 2,16 Sek.



Obr. 9: Časové a délkové rozložení trojskoku (Hutt, 1990)

Vysvětlivky: Optimalbereich.....optimální rozsah

Zu flach.....příliš ploché

Zu steil.....příliš strmé

12.2. Vertikální výměna CG během opory

Positivní korelace byla zaznamenána mezi výkonem v trojskoku (official distance) a vertikální změnou výšky těžiště v průběhu odrazových fází do poskoku ($r = 0,60$), do kroku ($r = 0,55$) a do skoku ($r = 0,63$) (Fukashiro a kol., 1981). Což se dá interpretovat tak, že probandi s nejdelšími výkony v trojskoku realizovali největší zdvih těžiště v průběhu odrazových fází do dílčích skoků, a tedy že dokončování odrazového náponu v každém z odrazů příznivě ovlivňuje celkový výkon v trojskoku.

12.3. Výšky letu

Průměrné hodnoty pro výšky, kde až se těžiště skokana pohybovalo nad jeho výšku v okamžiku odrazu do poskoku, kroku a skoku, byly 25, 16 a 24 cm – platí pro 15

japonských trojskokanů (Fukashiro a kol., 1981), poté to bylo 22, 17 a 29 cm pro finalisty OH 84 (Hay a Miller, 1985) a 25, 15 a 34 cm pro 15 amerických skokanů (Zissu, 1980). Maximální výšky, kam až bylo těžiště skokana vyzvednuto nad úroveň podložky, byly téměř shodné pro poskok a skok a asi o 12 % nižší pro krok (Bober, 1990) nebo o 10 % nižší (Fukashiro a kol., 1981). Maximální výška u kroku a skoku vysoce koreluje s výkonem v trojskoku (official distance). Zatímco maximální výška těžiště v průběhu poskoku s výkonem v trojskoku (official distance) nekorelovala (Fukashiro a kol., 1981).

12.4. Úhlová hybnost

Úhlová hybnost na každé hlavní ose procházející těžištěm skokana má významný vliv na atletovu schopnost udržet rovnováhu během letových fází trojskoku. Ve studii, kde bylo zkoumáno 15 skokanů s průměrným výkonem 15, 86m, zjistil Hillman (1980) průměrné hodnoty 12; 1 a 7 Nms pro úhlovou hybnost na transversální ose procházející těžištěm skokana během letových fází poskoku, kroku a skoku.

12.5. Mechanická energie

Čtyři procenta mechanické energie, kterou má atlet na konci rozběhu ztratí skokan v průběhu odrazu do poskoku, 14 procent ze zbytku během odrazu do kroku a 15 procent zbytku během odrazu do skoku (Fukashiro a kol., 1980).

13. Technika

Trojkok je jediný rytmický celek, proto je každá fáze pohybu v přímé závislosti na fázi předcházející a ovlivňuje následující.

Po provedení rozběhu a odrazu na odrazovém břevnu jednotlivé skoky trojskoku na sebe přímo navazují. Maximální tlak na podložku v době amortizace se pohybuje okolo 1000 kg. Toto „amortizační specifikum trojskoku“ má dalekosáhlé důsledky na tréninkovou činnost trojskokanů. Uvedený maximální tlak na podložku je způsobován především vahou skokana, výškou, rychlostí a úhlem, pod kterým skokan dokračuje po poskoku a kroku, aktivitou, se kterou si jde do následujícího odrazu a zrychlováním švihové nohy a paží ještě v době amortizace.

Obecné zásady, podle kterých se řídí optimální poměr skoků:

I.) Délka jednotlivých skoků je určena těmito faktory:

1. vzdáleností svislého průmětu těžiště na podložku od místa opory při odrazovém náponu
2. délkou dráhy letu těžiště
3. délkou dráhy letu těžiště vzniklou rozdílem mezi výškou těžiště v okamžiku náponu a okamžiku dokroku
4. předsunutím nohou před průmět těžiště v okamžiku dokroku

Nejpodstatnějším faktorem, který ovlivňuje rozdílnost výkonu při skoku, je délka dráhy letu těžiště. Ta je určena dvěma složkami: vertikální a horizontální. Vektorový součet těchto dvou rychlostí určuje rychlost i směr (takže úhel) vzletu, a tím i dráhu letu těžiště.

II.) Horizontální rychlost získává skokan rozběhem a částečně i odrazem do jednotlivých skoků, je-li úhel nižší než 90° .

III.) Zachování velké horizontální rychlosti v průběhu celého trojskoku je důležitou otázkou technického provedení skoku. Z hlediska mechaniky je možné, aby při vektorovém součtu velikost vertikální složky nijak neovlivnila složku horizontální,

což znamená, že větší výška dráhy těžiště v jednotlivých skocích není přímou příčinou snížení horizontální rychlosti.

IV.) Při atletických skocích však při každém odrazu dochází nejprve ke snížení horizontální rychlosti ve vzpěrné fázi před vertikálou. Velikost snížení rychlosti vpřed závisí na velikosti a technice vzpěrné činnosti, kterou odrazová noha provádí při dokroku. K zapáčení nohy při dokroku dochází jak při odrazu na břevně, tak při druhém a třetím skoku. To znamená, že první příčinou ztráty horizontální rychlosti není výška jednotlivých skoků, ale brzdící činnost ve fázi amortizace dokroku, tj. od okamžiku dokroku až do okamžiku vertikály.

Dokonalé zvládnutí techniky odrazu, zvláště zkrácení a dobré technické provedení vzpěrné fáze před vertikálou, je hlavním prostředkem pro zachování rychlosti do dalších skoků.

V.) Horizontální rychlost ztracená ve fázi před vertikálou může být opět získána následující zdvihovou činností odrazové nohy od okamžiku, kdy těžiště prošlo rovinou vertikály.

VI.) Vyrovnání ztráty horizontální rychlosti, ke které došlo ve fázi před vertikálou, závisí nejen na odrazové síle působící po okamžiku vertikály, ale je značně ovlivněno úhlem odrazu. Čím menší je úhel odrazu, tím větší je přírůstek horizontální rychlosti.

V trojskoku výška dráhy letu ovlivňuje i odraz následující. Vyšší dráha letu skokana v předcházejícím skoku vyžaduje větší vzpěrnou činnost v okamžiku amortizace dokroku, a tím dochází k většímu zbrzdění horizontální rychlosti pro následující skok.

		Ščerbakov	Rjachovskij	Krejer	Fedosejev
Horizontální rychlost rozběhu (m/s)		9,7	10,0	9,8	10,2
P	Rychlost vzletu (m/s)	9,2	9,2	9,1	9,35
O	Vertikální rychlost (m/s)	2,5	2,55	2,66	2,88
S	Horizontální rychlost (m/s)	8,9	8,9	8,7	8,9
K	Úhel vzletu	16°	16°	17°	18°
O	Výška letu (cm)	32,0	33,0	37,0	42,0
K	Délka skoku (m)	6,0	6,20	6,10	6,55
Rychlost vzletu (m/s)		8,6	8,8	8,95	8,9
K	Vertikální rychlost (m/s)	1,8	1,67	2,00	1,7
R	Horizontální rychlost (m/s)	8,4	8,6	8,65	8,75
O	Úhel vzletu	12°	11°	13°	11°
K	Výška letu (cm)	16,5	14,0	20,0	14,5
Délka skoku (m)		4,70	4,60	5,15	4,50
Součet dvou skoků		10,70	10,80	11,25	11,05
Rychlost vzletu (m/s)		7,4	7,5	7,6	7,7
S	Vertikální rychlost (m/s)	2,6	2,58	2,1	2,37
K	Horizontální rychlost (m/s)	7,0	7,1	7,3	7,3
O	Úhel vzletu	21°	20°	16°	18°
K	Výška letu (cm)	35,0	34,0	23,0	28,6
Délka skoku (m)		5,20	5,45	5,05	5,30
Délka trojskoku (m)		15,90	16,25	16,30	16,35

Tab. 9: Základní údaje bývalých sovětských trojskokanů (Verchošanskij)

Z naměřených údajů (viz tab. 9) vyplývá: 1.) K největší ztrátě horizontální rychlosti dochází v odrazu do prvního a třetího skoku. Výkon v trojskoku nejvíce ovlivňuje ztráta rychlosti v prvním skoku, která působí zkrácení druhého a třetího skoku. Z příkladů je zřejmé, že každý vyšší zdvih při odrazu do prvního skoku je provázen větším brzdivým vzpěrným pohybem.

Markov, OH Soul1988				Mai, Erfurt 1985		
Official distance:	17,61 m			17,50 m		
Actual distance:	17,70 m			17,52 m		
Rozběh	11 - 6 m	6 - 1 m		11 - 6 m	5 - 1 m	
Čas	0,488 s	0,488 s		neměřeno	0,483 s	
Rychlost	10,25 m/s	10,28 m/s		neměřeno	10,35 m/s	
Odrazy	Poskok	Krok	Skok	Poskok	Krok	Skok
Délky fází	6,56 m	5,38 m	5,76 m	6,67 m	5,10 m	5,75 m
Procentuální poměr	37,1%	30,4%	32,5%	38,0%	29,2%	32,8%
Doba trvání	0,74 s	0,67 s	0,81 s	0,72 s	0,63 s	0,80 s
Celková doba trojskoku:	2,22 s			celková doba trojskoku: 2,15 s		

Tab. 10: Porovnání různých parametrů u dvou skokanů (Dickwach, 1991)

Další tabulky (20. a 18.) viz. přílohy.

13.1. Fázová struktura trojskoku

	Rozběh	Poskok
Cíle a funkce	<ul style="list-style-type: none"> - dosažení co nejvyšší možné náběhové rychlosti (zrychlovací fáze) - vytvořit předpoklad pro optimální odraz (příprava na odraz) 	<ul style="list-style-type: none"> - snaha o co nejvyšší vzletovou rychlost pod optimálním úhlem vzletu - udržení rovnováhy v letu - co nejmenší ztráta horizontální rychlosti
Charakteristická znamení	<ul style="list-style-type: none"> - stupňování běhu s vysokým vedením kolenou (odvalení chodidel přes přední část chodidla a přes špičku, náběhová vzdálenost: 18 – 23 kroků, 35 – 50 metrů) - zvýšení frekvence kroků se vzpřímeným držením trupu v druhém úseku rozběhu (4 – 6 kroků před odrazovým břevnem) - zrychlování až k odrazu - pozvolné vzpřimování trupu 	<ul style="list-style-type: none"> - rychlejší, plošší nastavení odrazové nohy, zdůrazněný odraz směrem dopředu - fixování rychlého pohybu nohou ve vodorovné rovině, střídavé nebo soupažné vedení paží - propnutí odrazové nohy, ostře ohnuté koleno švihové nohy, stehno švihové nohy vodorovně - vedení paží: dopřednými kruhy, střídavě nebo soupažně - „chycený“, aktivní dokrok odrazové nohy (koleno rychle vytáhnout)

	Krok	Skok	Dopad
Cíle a funkce	<ul style="list-style-type: none"> - co nejmenší ztráta horizontální rychlosti - udržení rovnováhy v letu - snaha vyhnout se krátkému kroku 	<ul style="list-style-type: none"> - dosáhnout co největší vzdálenosti - zvětšení vzletového úhlu - příprava na optimální držení těla při dopadu 	<ul style="list-style-type: none"> - dosažení optimální délky trojskoku - vyhnout se padání zpět

Charakteristická znamení	<ul style="list-style-type: none"> - silnější, případně intenzivnější odraz v trojskoku - snaha o aktivní a rázné nasazení odrazu směrem dolů a dozadu (odraz vychází z kyčle proti zemi s vytaženou nohou) - aktivní práce paží, při dostatečné délce letu možnost soupažné práce paží - fixace stehna švihové nohy max. do vodorovné pozice, stehno odrazové nohy je v pravém úhlu se stehnem švihové nohy - vzpřímený trup - velice aktivní, ploché nasazení chodidla jako příprava pro skok 	<ul style="list-style-type: none"> - ploché nasazení chodila, malé ohnutí odrazové nohy - vzpřímené tělo - v letové fázi jsou možné všechny techniky: kročná technika s velkou rychlostí, závěsná technika s delší letovou fází, skrčná technika s kratší letovou fází - vedení paží podle použité techniky skoku: držení nad hlavou nebo před tělem, mávnout pažemi dolů a vzad pro přípravu na dopad - zdůrazněné zvednutí obou nohou jako příprava na dopad 	<ul style="list-style-type: none"> - dosáhnout chodidly co nejdál do písku, přednesení obou nohou (paralelní postavení chodidel) - rychlý ohyb kolen vpřed, aktivní protlačení pánve a boků vpřed, dopad stranou na rameno nebo záda, vysoké mávnutí opačné paže vzhledem k dopadové straně, druhá paže u těla - dopředná práce paží při dotyku těla se zemí
---------------------------------	---	---	---

13.2. Celkový přehled techniky trojskoku

Fáze	Body k pozorování
Rozběh	
<i>Fáze zrychlování</i>	<ul style="list-style-type: none">- rytmický rozběh k pískovišti- rytmicky volný běh přes přední část chodidla- stupňovaný běh
<i>Příprava na odraz</i>	<ul style="list-style-type: none">- zvyšování frekvence kroků- vysoké vedení kolen- vzpřímený trup- pohyb vychází z kyčelního kloubu
<i>Poslední krok</i>	<ul style="list-style-type: none">- malá amortizace v koleně při opoře- vysoké vedení kolen
Poskok	
<i>Výchozí poloha při odrazu</i>	<ul style="list-style-type: none">- ploché, aktivní nasazení nohy do odrazu- vzpřímený trup
<i>Vytažení odrazu</i>	<ul style="list-style-type: none">- propnutí odrazové nohy- ostré, vysoké vedení švihového kolena- možná střídavá práce paží
<i>Let</i>	<ul style="list-style-type: none">- vytažení a zahrábnutí švihové nohy- podtažení skrčené odrazové nohy pod tělem- vysoký zdvih kolena odrazové nohy- vykývnutí stehna odrazové nohy dopředu- přitažení špičky dokrokového chodidla- napřažení paží do soupažného nebo střídavého provedení

Krok

*Výchozí poloha
při odrazu*

- aktivní a ploché nasazení odrazu
- téměř vytažená odrazová noha
- vzpřímený trup
- soupažný/střídavý švih paží

Amortizace

- malé ohnutí kolene oporové nohy
- správný úhel ohnutí švihové nohy

Vytažení odrazu

- propnutí odrazové nohy
- správný úhel v koleně švihové nohy
- koleno švihové nohy ve výši kyčle
- soupažný/střídavý švih paží

Let

- lehké ohnutí odrazové nohy
- chodidlo odrazové nohy ne nad úroveň kyčlí
- koleno švihové nohy nad úroveň kyčlí
- správný úhel v koleně švihové nohy
- vzpřímený trup
- vykývnutí bérce švihové nohy
- přitažení špičky dokrokového chodidla

Skok

*Výchozí poloha
při odrazu*

- aktivní a ploché nasazení odrazu
- téměř propnutá odrazová noha
- vzpřímený trup
- zpevněné tělo

Vytažení odrazu

- propnutí odrazové nohy
- správný úhel v koleně švihové nohy
- koleno švihové nohy ve výši kyčle
- soupažný/střídavý švih paží

	<ul style="list-style-type: none"> - fixace švihu paží - zpevněné tělo
<i>Let (skrčná technika)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - propnutí těla po odraze - nohy ohnuté v přednožení - paže paralelně v předpažení - možnost závěsné techniky
<i>Dopad</i>	<ul style="list-style-type: none"> - nohy paralelně v přednožení, lehce ohnuté - trup v předklonu - paže téměř natažené, za trupem, při kontaktu se zemí švihnutí vpřed - dopad stranou během vysokého vedení paží

Jméno	Stát	Tělesná výška	Tělesná hmotnost	Výkon (m)
Oliveira J. C.	Brazílie	190 cm	75 kg	17, 89
Sanějev V.	SSSR	188 cm	76 kg	17, 44
Perez P.	Kuba	177 cm	74 kg	17, 40
Prudencio N.	Brazílie	180 cm	67 kg	17, 27
Gentile G.	Itálie	189 cm	84 kg	17, 22
Drehmel J.	NDR	187 cm	83 kg	17, 13
Corbu C.	RSR	197 cm	85 kg	17, 12
Schmidt J.	Polsko	183 cm	73 kg	17, 03
Krejer V.	SSSR	181 cm	70 kg	16, 71
Fedosejev O.	SSSR	183 cm	76 kg	16, 70
Einarsson V.	Island	185 cm	78 kg	16, 70
Gorjajev V.	SSSR	182 cm	74 kg	16, 65
Olson F.	VB	186 cm	75 kg	16, 64
Fišer V.	ČSSR	187 cm	81 kg	16, 62
Zolotarjev A.	SSSR	180 cm	71 kg	16, 60
Rjachovskij O.	SSSR	175 cm	68 kg	16, 59
Kravčenko V.	SSSR	173 cm	63 kg	16, 57
Da Silva A.	Brazílie	178 cm	70 kg	16, 56
Vyčichlo J.	ČSSR	184 cm	76 kg	16, 47
Ščerbakov L.	SSSR	176 cm	72 kg	16, 46
Broda J.	ČSSR	178 cm	70 kg	16, 43
Nemšovský P.	ČSSR	183 cm	74 kg	16, 57
Řehák M.	ČSSR	183 cm	73 kg	15, 85

Tab. 11: Tělesné parametry některých trojskokanů (Příhoda a Vacula, 1977)

13.3. Rozběh

Rozběhem má trojskokan získat maximální rozběhovou rychlost za předpokladu, že běh před odrazovým pražcem bude technický dobrý, se správným postavením trupu, bez křečovitosti. Rychlost rozběhu musí odpovídat úrovni trojskokanské techniky.

Rychlost rozběhu se stupňuje až k odrazovému břevnu. Jde v podstatě o subjektivní pocit, jelikož k největšímu nárůstu rychlosti dochází v první čtvrtině až třetině rozběhu. Zásadou však zůstává, že před odrazem rychlost nemá klesnout.

V závěru rozběhu můžeme sledovat u většiny trojskokanů určité rytmické změny běhu, které mohou být zřetelné při pouhém pozorování, někdy se projeví pouze změnou délky kroků. Změny rytmu se převážně projevují rozdílnou délkou posledních 3-5 kroků před břevnem. Kroky z neodrazové nohy jsou poněkud zkrácené, zvláště poslední krok je při správné technice kratší o 10 až 20 cm než předposlední.

Start

Deset ze třinácti finalistů na MS 87 používalo start z místa, ostatní použili start z náběhu (z pohybu) (Sušanka a kol., 1987), podobné statistiky byly nalezeny také u finalistů z MS 1983 (Karcer a Boase, 1984).

Arnold (1985) prohlašoval, že nepřesnost při rozběhu může být vysledována u prvních pěti kroků, a přesněji, u použité metody startu. V tomto ohledu tvrdil, že kontrolní značka je mezní možností kontroly rozběhu, proto podporuje používání startu z místa, bohužel Arnold neposkytl dostatek dat k podpoření jeho tvrzení.

Délka

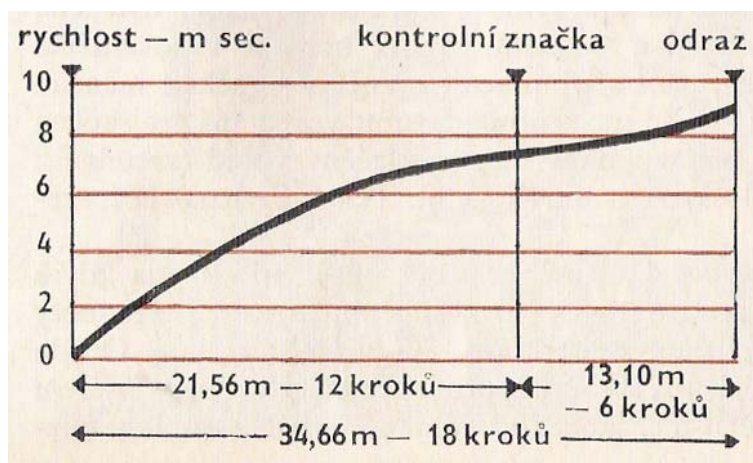
Vrcholoví trojskokani používají rozběh dlouhý 17 – 26 kroků (Bauersfeld a Schroter, 1979; Karcer a Boase, 1984; Krejer, 1985; Krejer a Popov, 1986; Sušanka a kol., 1987; Starzynski, 1987) s převahou použití 19 – 21 kroků (Karcer a Boase, 1984) a délkou mezi 37 metry, jako u bývalého světového rekordmana Oliveiry (Brazílie) (Starzynski, 1987), a 50-ti metry (Bauersfeld a Schroter, 1979; Krejer, 1985; Krejer a Popov, 1986, Muraki, 1978), což je dnes již proti pravidlům.

Počet kroků při rozběhu by měl být výsledkem věku atleta (Krejer, 1985) a sprinterských schopností (McNab, 1977) a jeho délka by se měla přizpůsobovat převládajícím podmínkám (Krejer, 1985; Krejer a Popov, 1986). Krejer (1985) bojoval za to, že 12 – 14 kroků při rozběhu je dostačující pro věk mezi 15 – 16 roky a každou sezonu se mohou přidávat 1 – 2 kroky. McNab (1977) tvrdil, že délka rozběhu by měla mít přímý vztah s atletovou základní rychlostí a poskytuje tabulkový přehled, který doporučuje počet kroků pro atleta s časem na 100 m mezi 14,7 s (12 kroků) až 10,2 – 10,4 s (24 kroků). Krejer (1985) ještě poznamenává: Protivítr, únava a rytmické problémy mohou rozběh zkrátit o 30 – 60 cm, naopak vítr do zad, vysoká forma a rychlý povrch rozběžiště může přidat 30 – 60 cm.

Rychlost

Autoři z bývalého Sovětského svazu opakovaně zdůrazňovali důležitost metody, kterou atleti vyvíjejí horizontální rychlost (Krejer, 1985; Sidorenko, 1985; Tepfer a Ozolin, 1965; Verchošanskij, 1961). Krejer (1985) prohlásil, že většina významných skokanů používá jednu z následujících variant:

- 1.) Rychlý začátek (3/4 maxima), s následnou snahou dosáhnout téměř maximální rychlosti uprostřed rozběhu, finální akcelerace je dosažena zvýšením frekvence kroků
- 2.) Uvolněný začátek s vystupňovanou rychlostí uprostřed rozběhu a maximální akcelerací v posledních krocích



Obr. 10: Nejvýhodnější narůstání rychlosti rozběhu (Verchošanskij)

Sidorenko (1985) navrhoval, že rychlostně vybavení skokani by měli použít metodu číslo 1 a silově vybavení skokani metodu číslo 2. Během posledních 30-ti metrů rozběhu akcelerují rychlostní skokani z 87 % na 100 % maximální rychlosti, zatímco siloví skokani akcelerují z 82 % na 100 %.

Horizontální rychlost CG při odrazech do posledních tří kroků rozběhu je téměř konstantní, Brüggeman (1990) spočítal průměrné hodnoty 10, 05; 10, 16 a 10, 06 m/s pro poslední třetí, předposlední a poslední krok rozběhu, u osmi finalistů OH 88. Zissu (1980) spočítal průměrné hodnoty 8, 81 a 8, 82 m/s pro předposlední a poslední krok rozběhu, pro 15 amerických skokanů.

Výrazná pozitivní korelace byla nalezena mezi průměrnou horizontální rychlostí posledních 5-ti metrů rozběhu a oficiálním výkonem (official distance) (Matveyev, 1985) a mezi horizontální rychlostí při odraze do posledního kroku a oficiálním výkonem (official distance) (Fukashiro a Miyashita, 1983). Naopak žádný vztah nebyl zjištěn mezi horizontální rychlostí při odraze v kterémkoli z posledních tří kroků rozběhu a skutečnou délkou (actual distance), u finalistů OH 88 (Brüggeman) nebo mezi horizontální rychlostí na odraze do posledního kroku a oficiálním výkonem (official distance), u finalistů OH 84 (Hay a Miller, 1984). Brüggeman (1990) usoudil, na základě jeho nálezů, že je zde celkový pozitivní vztah mezi náběhovou rychlostí a výkonem v trojskoku, ale není to evidentní u skupiny vysoké výkonnosti a v homogenních vzorcích, a tak se zdá, že rychlá náběhová rychlost je potřebná, ale sama o sobě není dostatečná pro velký výkon v trojskoku.

Trojskokani nepoužívají maximální rychlost, kterou jsou schopni vyvinout při trojskoku (Krejler, 1985; Sidorenko, 1985; Uzlov, 1982). Příklad: Skokani, kteří jsou schopni uběhnout letmých 30 metrů za 2, 80 – 2, 85 s, tu samou vzdálenost na konci rozběhu běhají „jen“ za 2, 95 – 3, 00 s (Uzlov, 1982). Kreer (1985) považuje rozdíl mezi maximální rychlostí a průměrnou rychlostí posledních 5-ti metrů rozběhu jako hodnotící kritérium rozběhu a tvrdil, že by tento rozdíl neměl přesáhnout 0, 20 – 0, 25 m/s.

Průměrná horizontální rychlost v odraze do posledního kroku byla u prvních čtyřech finalistů trojskoku na U.S. national 85 o 0, 5 m/s menší než pro první čtyři finalisty skoku dalekého na témže závodě. Tento náleží může být způsoben: a) tím, že atleti, kteří si vybrali specializaci trojskoku jsou z podstaty pomalejší než dálkaři nebo b) že potřeba zvládnout tři na sebe navazující odrazy vyžaduje, aby atlet obětoval více

horizontální rychlosti pro udržení kontroly během trojskoku než atlet u skoku dalekého (Miller a Hay, 1986).

Délka kroků a jejich frekvence

Délka jednotlivých posledních tří kroků rozběhu se může lišit v každém existujícím stylu (Brüggeman, 1990; Smith a Haven, 1981). Na druhou stranu, průměrné hodnoty pro délku posledních dvou kroků jsou stejné nebo téměř stejné pro skupinu atletů – např. 2, 45 m a 2, 45 m (Brüggeman, 1990) a 2, 60 m a 2, 62 m (Smith a Haven, 1981). Elitní trojskokani mají většinou konstantně vyšší frekvenci pro poslední dva kroky než kterýkoli z předešlých dvou kroků (Sušanka a kol., 1987).

Trajektorie CG

Elitní atleti snižují CG v prvním počátku letové fáze (asi od pátého až čtvrtého kroku) a poté v oporových fázích (asi od třetího až druhého kroku). Tak jako ve skoku dalekém, tak i v trojskoku je nejnižší pozice CG v okamžiku, kdy skokanovo tělo prochází kolmicí v posledním kroku. Amplituda vertikálního kolísání CG v posledních krocích trojskoku je menší než u skoku dalekého a postupně se snižuje směrem k poslednímu kroku (Verchošanskij, 1961).

13.4. Odrazy

Poskok

Snaha trojskokana o větší zachování horizontální rychlosti ovlivňuje technické provedení. Snížení těžiště v posledních dvou krocích je menší.

Pohyb nohou musí zachovat sprinterský charakter s větším rozsahem pohybu. Odrazová noha se v okamžiku vertikály v předposledním kroku ohýbá v koleně jako při sprintu, odrazový nápon do posledního kroku je rovněž více sprinterský s vyšší polohou kolena. Na břevno došlapuje odrazová noha s menším zapáčením, blíže pod těžištěm skokana. Trup má v průběhu odrazu větší náklon vpřed než při skoku dalekém.

Rovněž průběh amortizace dokroku může příznivě působit na rychlost vpřed, jestliže odrazová noha po dokroku pružně povolí v koleně a svou hlavní vzpěrnou činnost zahájí blíže k vertikále.

Odrazový nápon i švihová spolupráce švihové nohy a paží musí být co nejmohutnější.

Vlivem prostorově i časově kratšího působení síly na zdvih těžiště je odraz proveden pod nižším úhlem vzletu. Hodnoty tohoto úhlu se obecně pohybují mezi 12 – 18°.

W	D _{poskok}	V _{hor.}	V _{ver.}	ΔV	α	T	Autor
16, 26	5, 80	9, 6	2, 1	0, 7	12, 3	-	Hertrich (1980)
15, 96	-	9, 0	2, 4	0, 8	14, 7	-	Fukashiro a kol. (1983)
15, 86	5, 61	9, 5	2, 0	0, 9	12, 1	-	Hillmann (1981)
15, 19	5, 36	8, 9	1, 9	0, 3	12, 4	0, 119	Milburn (1982)
14, 80	-	8, 6	2, 3	0, 5	14, 9	-	Fukashiro a kol. (1983)
14, 45	5, 33	8, 5	2, 2	-	14, 5	0, 12	Fukashiro a kol. (1981)
14, 06	-	8, 4	2, 1	0, 4	14, 2	-	Fukashiro a kol. (1983)
12, 92	4, 70	8, 0	1, 2	0, 4	8, 4	0, 126	Milburn (1982)

Tab. 12: Parametry poskoku podle měření různých autorů (Ballreich a Kuhlow, 1986)

W – průměrná celková délka skoku (m)

D_{poskok} – průměrná délka poskoku (m)

V_{hor.} – průměrná horizontální rychlost (m/s)

V_{ver.} – průměrná vertikální rychlost (m/s)

ΔV – pokles rychlosti během odrazu

α – průměrný úhel vzletu (°)

T – průměrná doba odrazu (s)

Krok

Při správném předsunutí odrazové nohy a aktivním dokroku se zahrábnutím je ohyb v koleně i v kyčelním kloubu menší, což zkracuje brzdící vzpěrnou činnost a optimální ohnutí kolena vytváří výhodné podmínky pro následující odraz.

Švihová noha a paže, které zahájily práci ještě před dokrokem, zvětšují svůj švihový účinek částečným prodloužením dráhy švihu ve srovnání s prvním odrazem. V okamžiku dokroku a vertikály jsou ramena svěšena, paže mírně ohnuty, u některých skokanů nataženy. Úhel švihové nohy je blízký 90°, ve druhé polovině švihu tento úhel přesahuje hodnotu 90°.

Ve fázi odrazového náponu se poloměr švihu paží zkracuje, ramena se vytahují vzhůru, což přispívá vertikálnímu zdvihu. Pohyb protilehlé paže ke švihové noze je vždy aktivnější. Celková švihová spolupráce je při odrazu do druhého skoku mohutnější než u prvního. Náklon trupu v okamžiku ukončení odrazu do druhého skoku je větší než u prvního, luk mezi odrazovou nohou a trupem je téměř nezatelný. Podle Ozolina se náklon vpřed zvětšuje o 5-6° ve srovnání s prvním skokem.

Úhel vzletu se pohybuje přibližně mezi 11-15°.

W	D _{krok}	V _{hor.}	V _{ver.}	ΔV	α	T	Autor
16, 26	4, 88	8, 6	1, 8	1, 0	11, 9	-	Hetrich (1980)
15, 96	-	8, 6	1, 9	0, 4	12, 6	-	Fukashiro a kol. (1983)
15, 86	4, 81	8, 2	1, 8	1, 3	12, 7	-	Hillmann (1981)
15, 19	4, 63	8, 0	1, 3	0, 9	9, 3	0, 144	Milburn (1982)
14, 80	-	7, 8	1, 9	0, 8	13, 5	-	Fukashiro a kol. (1983)
14, 45	4, 20	7, 8	1, 8	0, 7	12, 8	0, 15	Fukashiro a kol. (1981)
14, 06	-	7, 8	1, 7	0, 6	11, 9	-	Fukashiro a kol. (1983)
12, 92	3, 76	7, 7	0, 7	0, 3	5, 1	0, 192	Milburn (1982)

Tab. 13: Parametry poskoku podle měření různých autorů (Ballreich a Kuhlow, 1986)

W – průměrná celková délka skoku (m)

D_{poskok} – průměrná délka poskoku (m)

V_{hor.} – průměrná horizontální rychlost (m/s)

V_{ver.} – průměrná vertikální rychlost (m/s)

ΔV – pokles rychlosti během odrazu

α – průměrný úhel vzletu (°)

T – průměrná doba odrazu (s)

Skok

Odchytky v technice dokroku a dorazu do třetího skoku jsou způsobeny sníženou horizontální rychlostí a snahou o vyšší dráhu letu při třetím skoku.

Odrazová noha má doskočit opět jen do malého předkročení.

Ohnutí nohy v kolenním kloubu při amortizaci dokroku je větší. Po přechodu odrazové kolmice se skokan snaží provést co nejvyšší poslední skok.

Trup skokana v okamžiku odrazového náponu má ze všech tří odrazů největší náklon vpřed a je téměř v prodloužení odrazové nohy. Paže ve spodním oblouku pracují téměř nataženy, tj. s maximálním rozsahem pohybu a s maximální rychlostí. Rovněž

švihová noha pracuje po delší dráze, její ohnutí v koleně bývá ještě menší než u druhého odrazu. Úhel vzletu do třetího skoku se pohybuje mezi 16-21°.

Let a doskok ve třetím skoku je stejný jako při skoku dalekém. Menší horizontální rychlost však nedovoluje tak značné předsunutí pánve vpřed a daleký přenos nohou.

W	D _{skok}	V _{hor.}	V _{ver.}	ΔV	α	T	Autor
16, 26	5, 58	6, 9	2, 3	1, 7	18, 3	-	Hetrich (1980)
15, 96	-	6, 9	2, 3	1, 7	18, 1	-	Fukashiro a kol. (1983)
15, 86	5, 46	6, 6	2, 5	1, 6	20, 4	-	Hillmann (1981)
15, 19	5, 19	6, 9	2, 1	1, 1	16, 9	0, 174	Milburn (1982)
14, 80	-	6, 6	2, 2	1, 2	18, 3	-	Fukashiro a kol. (1983)
14, 45	4, 91	6, 6	2, 1	1, 2	17, 7	0, 16	Fukashiro a kol. (1981)
14, 06	-	6, 6	2, 0	1, 2	17, 2	-	Fukashiro a kol. (1983)
12, 92	4, 44	6, 5	1, 3	1, 2	11, 0	0, 191	Milburn (1982)

Tab. 14: Parametry poskoku podle měření různých autorů (Ballreich a Kuhlow, 1986)

W – průměrná celková délka skoku (m)

D_{poskok} – průměrná délka poskoku (m)

V_{hor.} – průměrná horizontální rychlost (m/s)

V_{ver.} – průměrná vertikální rychlost (m/s)

ΔV – pokles rychlosti během odrazu

α – průměrný úhel vzletu (°)

T – průměrná doba odrazu (s)

Odrázová (oporová) noha

Koštejn (1977) rozumí odrazovou fází pohybový úsek od dokročení odrazové nohy na zem až k dokončení jejího náponu. Po celou tuto dobu neprobíhá však činnost stejného charakteru. V první části se uskutečňuje tzv. činnost amortizační, při které odrazová noha tlumí zatížení, vyplývající ze setrvačnosti těla. Současně se připravují podmínky pro vlastní odrazovou činnost. Ke ztrátě horizontální rychlosti dochází převážně v této části odrazové fáze.

Ve zbývajícím úseku odrazové fáze probíhá činnost náponová, během které se dostává těžiště do nového směru. Tato část je charakterizována narůstáním vertikální složky rychlosti

Příčinou vertikální složky rychlosti je převážně síla odrazová. Je to v podstatě síla svalů dolních končetin a pletence pánevního, které provádějí postupný nápon v

kloubu kyčelním, kolenním a hlezenním. Síla, a tím i nápon, probíhá směrem od těžiště, přičemž jednotlivé pohyby do sebe vzájemně zapadají. Protože pohyb směrem dolů je rušen pevností podložky (zákon akce a reakce), pohybuje se těžiště směrem opačným.

Velikost vertikálního zrychlení je po biomechanické stránce závislá na dvou činitelích. Na velikosti působící síly a na délce dráhy, po které tato síla působí (2. Newtonův zákon). Podstatný vliv na účinnost obou základních složek odrazu mají však ještě další mechanismy, a to:

1. svalová pružnost
2. využití energie švihajících končetin

Svalová pružnost je schopnost svalového vlákna protahovat se i pod zatížením. Díky své pružnosti se může svalové vlákno v průběhu již započatého stahu znovu pod zatížením protáhnout, aniž dojde k jeho poškození. Značně se v něm však zvyšuje tonus, který způsobí, že vlákno (v okamžiku, kdy zatížení přestane působit nebo se sníží) provede svůj stah mnohem rychleji a větším úsilím. Z této skutečnosti vychází účinnost úderného odrazu.

Princip úderného odrazu spočívá v tom, že odrazová noha se nepokládá na zem pasivně pouze svou vlastní váhou, ale její pohyb je urychlen začínajícím stahem extenzorů. Tento urychlený průběh odrazu má právě v trojskoku své nezastupitelné opodstatnění.

Ohledně této problematiky existují různé neshody a teorie, která část nohy se jako první dotýká země a každá teorie má své zastánce. Je pouze známo, že první dotek s podložkou pro poskok je, nebo by mělo být, celé chodidlo (prostě na plocho) (Tepfer a Ozolin, 1965), kdy je nejvíce váhy přeneseno na patu (Verchošanskij, 1961) nebo na vnější klenbu (Krejser a Popov, 1986). Pro odraz do kroku se říká, že první kontakt by měl být na patu (Dyson, 1977; Lowe, 1969), na plocho (Metcalf, 1962; Verchošanskij, 1961), na špičku a poté hned na celé chodidlo (Tepfer a Ozolin, 1965) nebo odraz má být veden přes patu odvinutím celého chodidla až po prsty (Doherty, 1963). Podobná prohlášení byla shledána podobně také pro skok (Doherty, 1963; Lowe, 1969; Verchošanskij, 1961), jen jedna zpráva obsahovala data na toto téma: Pro odraz do kroku, šest z devíti univerzitních trojskokanů mělo první kontakt přes patu, dva na plocho a jeden na špičku. Pro skok jich mělo osm první kontakt přes patu a jeden přes špičku (Knoedel, 1982) – bohužel tyto data byla nashromážděny při abnormálních

povětrnostních podmínkách – vítr do zad až 10 m/s – to mohlo zcela ovlivnit pokládání jejich chodidla na podložku.

Elektromyografické analýzy ukázaly, že zatížení nesou anteriorní svaly stehna a holeně během amortizační fáze a posteriorní svaly stehna a holeně a zádové svaly během odrazu. Aktivní odraz je dosažen extenzí kyčelního kloubu – a ne kolene, jak obvykle hlásí teorie – při silné kontrakci posteriorních svalů těla. Tato extenze začíná, když je pata těsně nad zemí (Verchošanskij, 1961).

Pro odraz do poskoku, trojskokani pokládají jejich odrazovou nohu blízko kolmému průmětu jejich CG na podložku a s větší flexí v koleně než dálkaři. Během odrazu je koleno více ve flexi (minimální úhel kolena u dálkařů je kolem 146 stupňů, v trojskoku kolem 135 stupňů) a v okamžiku odrazu má odrazová noha menší úhel sklonu k podložce než ve skoku dalekém (Verchošanskij, 1961).

V odraze do kroku vytvoří skokan silnější brzdící odpor než v odraze do poskoku a rostoucí zatížení na oporové noze způsobuje, že se koleno více ohýbá v první části (brzdící) oporové fáze (k minimálnímu úhlu kolene 125 stupňů narozdíl od 135 – 140 stupňů při poskoku) a to vede k zvyšování doby první části (brzdící) oporové fáze vzhledem k celkové době odrazu (Verchošanskij, 1961).

V odraze do skoku dopadá skokan na téměř kompletně nataženou nohu ploše na celé její chodidlo ve stejném úhlu k podložce jako při odraze do kroku. Výsledkem je, že se CG začíná před kolmicí zvyšovat a to ulehčuje vznik vertikální rychlosti, odraz do skoku je velice podobný odraze při skoku do dálky (Verchošanskij, 1961).

Volná noha

Příčinou švihového pohybu kterékoli končetiny je svalová síla. Rychlost švihu je proto přímo závislá na velikosti síly (2. Newtonův zákon). Pokud je reakční složka síly rušena správným postavením těla a pevností podložky, nezmění se při švihu poloha ostatních částí těla. Pouze se zvyšuje tlak na podložku, a to přímo závisle na velikosti působící síly. Zrychlování švihu probíhá ve fázi amortizace, popř. v začátku vlastní odrazové činnosti. To znamená, že zvětšený tlak na podložku vyvolá ve svalech odrazové nohy zvýšené napětí, které se v další fázi odrazu projeví obdobným způsobem, jako při úderném odraze.

Švih hraje při odraze významnou úlohu, neboť zvyšuje jeho účinnost celkem trojím způsobem:

- a) zvyšuje polohu těžiště ještě před opuštěním země
- b) zvětšuje zatížení odrazové nohy ve fázi amortizace a v počátku vlastního odrazu (využití svalové pružnosti)
- c) předává svoji energii tělu

Před dokroky do kroku a skoku by měla být zadní noha za tělem tak, aby napomohla k delšímu, silnějšímu a dopředu směřujícímu švihů do následujících odrazů (Payne a Payne, 1984).

Trénování skokani začínají aktivní švihový pohyb volné nohy (a rukou) ještě v letu – pozorování tohoto prvku může sloužit při hodnocení atletovi techniky (Verchošanskij, 1961).

Rychlost těžiště švihové nohy prudce vzrůstá na začátku švihů, maxima rychlosti dosahuje v okamžiku, kdy se CG této švihové nohy nachází v nejnižším bodě trajektorie a klesá ve zbytku této fáze. V průběhu tohoto procesu je vyvinuta rychlost, která se převádí do těla na konci zpomalení jejího pohybu (Verchošanskij, 1961).

Švihající končetina představuje vždy hybnost určité velikosti, která je v konci odrazu předána celému tělu a zvětšuje tak jeho rychlost. Předání se uskutečňuje na principu věty o zachování hybnosti, podle níž hybnost soustavy před akcí se rovná hybnosti po akci. Končetina se při švihů pohybuje mnohem rychleji než hmota ostatních částí těla. Jakmile dochází k zastavení švihů, ať již silou svalů, nebo anatomickou stavbou těla, přebytek rychlosti švihající končetiny se rozdělí na celé tělo.

Maximální zatížení způsobené švihem volné nohy a paží se kryje s koncem první (brzdící) části oporové fáze a zvyšuje efektivitu odrazu vytvořením přídavného intenzivního zatížení na předchozí protažené svaly oporové nohy. Například průměrné zatížení oporové nohy ve druhém odrazu způsobené pouze švihem volné nohy dosahovalo u výborně trénovaných skokanů 57 – 60 kg a okamžitá síla vyvinutá volnou nohou na konci brzdící části oporové fáze může dosáhnout 270 – 300 kg (Verchošanskij, 1961).

Paže

Činnost paží během každého ze tří odrazů byla zdrojem pro značné debaty během posledních třech dekad, tyto debaty se soustředily na porovnání významu

střídavé (single-arm, SA) techniky a soupažné (double-arm, DA) techniky, někteří se přikláněli ke střídavé technice (Hoffman, 1963; Lowe, 1969), zatímco jiní se přikláněli spíše k soupažné technice (Arnold, 1976; Simonyi, 1972), další pak vyjadřovaly svou náklonnost pro střídavou techniku při odraze do poskoku (zejména proto, že věřili, že použití soupažné techniky, na kterou se skokan připravuje během posledních dvou kroků, způsobuje ztrátu horizontální rychlosti v posledních dvou krocích rozběhu) a soupažná techniku při odrazech do kroku a skoku, kde je příprava na soupažný švih provedena během letové fáze a tudíž pravděpodobně nedochází ke ztrátě dopředné rychlosti (Wilt, 1978).

Larkins (1987) trénoval dvě skupiny atletek, které neměly předešlou zkušenost s trojskokem, jednu skupinu vyučoval střídavou techniku a druhou soupažnou techniku v rámci celého trojskoku. Na konci prvního měsíce (tréninky 1 hodinu denně a čtyři dny v týdnu) tréninku nebyly nalezeny žádné rozdíly mezi těmito dvěma skupinami v jakékoli části (průměrné hodnoty 8,46 a 8,47 metru). Je proto zřejmé, že u úplných začátečníků nemá výběr techniky práce paží žádný význam, alespoň co se týče krátkodobé přípravy.

Masters (1986) identifikoval čtyři typy práce paží – soupažnou (DA) již dříve zmíněnou, soupažnou (DA) s menším náprahem paží vzad těsně před odrazem, střídavou (SA) dříve zmíněnou a techniku kombinovanou (CSA) s jednostranným švihem protilehlé paže při poskoku, při které paže na straně švihové nohy dokončuje švih kruhem zezadu vzhůru a je téměř natažena a paže na straně odrazové nohy pracuje jako při printu. Po sporech o významu těchto čtyř technik, z výsledků průzkumu světových trojskokanů, usoudil, že střídavá technika nejvíce napomáhá k rychlosti na odrazovém břevnu a kombinovaná technika k podpoře rovnováhy během skoku.

Jarver a Boase (1984) vysledovali, že atleti používají další kombinace práce paží: soupažnou techniku v odrazu jen do poskoku, soupažnou techniku do všech tří odrazů, střídavě-soupaž-soupaž techniku nebo jen střídavou techniku pro všechny tři odrazy. Někteří atleti dokonce mění jejich práci paží od pokusu k pokusu!

Sušanka a kol. (1987) definoval tři techniky – SA techniku, variaci SA techniky (také jako CSA technika), která obsahuje kruhovitý (pravděpodobně zpětný) pohyb relativně napnuté paže na straně švihové nohy, a DA techniku. Z možných 27 kombinací, které mohou být teoreticky použity (3 techniky u poskoku, 3 u kroku a 3 u skoku), je těchto pět variant nejpravděpodobnějších:

Poskok – krok – skok			N
DA	DA	DA	5
CSA	SA	DA	3
CSA	DA	DA	2
CSA	SA	SA	2
DA	SA	DA	1

Použití DA techniky v poskoku, jak bylo opakovaně řečeno, zapříčiňuje ztrátu rychlosti (Arnold, 1985; Bullard a Knuth, 1977; Masters, 1986, Payne a Payne, 1984; Wilt, 1978). Bylo doporučováno, že atleti s větší skokanskou silou, a kteří jsou zároveň pomalejší musí používat DA techniku a atleti rychlí mají používat SA techniku (Hoffman, 1963), bohužel bez potvrzujících dat. Starzynski (citován Bullardem a Knuthem, 1977) kritizoval ruskou DA techniku, protože způsobuje ztrátu rovnováhy a rychlosti a to, že je důvodem k častým zraněním ruských závodníků, opět bez uvedení nějakých dat.

13.5. Lety

Poskok

Při odrazu do prvního skoku dokončuje odrazová noha plně odrazový nápon a toto postavení o zlomek vteřiny déle zachovává i v začátku letové fáze. Jde o důslednější doznění odrazu. Je to velmi důležité nejen pro úplné dokončení odrazu, ale i pro správnou polohu trupu a nohou v poskoku, ovlivňuje to správný rytmus výměny nohou.

Výměna nohou v letové fázi začíná skládáním bérce odrazové nohy ke stehnu. Švihová noha se po odrazu uvolňuje a vyvažuje posun odrazové nohy vpřed pohybem nazad. Na rozdíl od odrazové nohy je jen nepatrně ohnuta v koleně.

Úplné složení odrazové nohy v průběhu výměny je velmi důležité. Umožňuje vykývnutí kolena vpřed do vysokého postavení, stehno se dostává do vodorovné polohy i výše, což je předpokladem pro aktivní nasazení odrazu. Složením nohy se přibližuje těžiště nohy ke středu otáčení. Menší poloměr otáčení při stejné hmotě otáčejícího se tělesa umožňuje snazší zdvih kolena a stehna do vysokého náprahu. Zdvih nohy vpřed

provedený touto technikou vyžaduje menší kompenzaci, kterou v bezoporové fázi musí provádět ostatní části těla. Skokan dosáhne vyššího náprahu na odraz do druhého skoku bez větších změn polohy trupu.

Pro výkon v následujícím skoku je důležité správné rytmické rozložení výměny nohou v letové fázi prvního skoku. Rytmus výměny značně ovlivňuje polohu trupu při doskoku, a zvláště rychlost nasazení následujícího odrazu.

Aby nedošlo ke zpětné rotaci trupu, někteří atleti mění své nohy se zhruba stejným momentem rotace kolem transversální osy boků (Dyson, 1977; Lowe, 1969). Další je mění níže, napínají volnou nohu a výrazně skrčují odrazovou nohu, aby dosáhli vysokého zdvihu kolene, při tomto pohybu ale dochází k rotaci trupu vzad (Dyson, 1977). Pro aktivní dokrok odrazové nohy by tato výměna měla být provedena v letu relativně pozdě (Dyson, 1977; Lowe, 1969; Ozolin, 1978).

Krok

V první části doznívá odraz v poloze kroku. Trup, ramena a paže jsou v důsledku doznění švihů vytaženy vzhůru vpřed. Stehno švihové nohy je ve vodorovné poloze. Pak následuje okamžik uvolnění, při kterém někteří skokani spustí nepatrně stehno švihové nohy, odrazovou nohu přiblíží ohnutím k tělu, paže spustí dolů. Na relaxaci a přiblížení nohou k sobě navazuje nový náprah obou nohou k nasazení odrazu. Švihová noha se zvedá stehnem do vodorovné polohy, nebo i výše. Paže se pohybují nazad do náprahu.

Nasazení aktivního dokroku při odrazu do posledního skoku je shodné s odrazem předcházejícím. Úderný a švihový charakter odrazu je ještě zřetelnější, náprah odrazové i švihové nohy je větší, paže spolupracují po delší dráze.

Skok

Zde se naskýtají tři techniky během letu – závěsná, skrčná a kročná technika, většina autorů doporučuje závěsnou nebo skrčnou techniku, protože atleti již nemají dost času na úspěšné provedení kročné techniky (Dyson, 1977; Metcalfe, 1962; Ryan, 1965; Tan, 1970) Míni se, že dobrý skok může být dosažen kteroukoli ze tří technik (Verchošanskij, 1961) a není proto důležité, která technika je použita (Uzlov, 1982).

13.6. Dokroky

Aktivní dokrok

Skokani s dobrou technikou skoku mají v náprahu stehno přibližně ve vodorovné poloze. Stehno, které se dostává do přednožení, plynule klesá aktivním, zrychlujícím se pohybem k zemi. S pohybem stehna dolů bérce odrazové nohy uvolněně vykyvuje vpřed. Pohyb odrazové nohy vpřed vyvažuje švihová noha pohybem nazad do zášvihu. Je jen lehce ohnuta v koleně. Tento pohyb není pouhou kompenzací práce odrazové nohy. Zásvih neodrazové nohy prodlužuje při následujícím odrazu její švihovou spolupráci, a tím napomáhá mohutnosti odrazu. Po širokém náprahu obě nohy ještě před dokrokem začínají velmi rychlý vstřícný pohyb. Odrazová noha se pohybuje dolů nazad hrabavým pohybem. Švihová noha i paže začínají co nejrychlejší pohyb vpřed.

Vstřícný pohyb nohou je základem aktivního dokroku. Aktivace svalů, které budou zapojeny do následujícího pohybu, nastává ještě před dokrokem. Tím se zkracuje fáze amortizace po dokroku využitím svalové elasticity. Tím i svalová práce při následující extenzi je rychlejší. Natažením nohy při extenzi jsou zapojeny extenzory kolena (převážně čtyřhlavý sval), hrabavým pohybem nazad jsou ještě před dokrokem zapojeny do akce extenzory kyčle (převážně hýžd'ové svaly).

Chodidlo je špičkou vzhůru, dostává se do vodorovné polohy, na zem dopadá nejprve vnější okraj chodidla. Dokrok je tak pružnější, horizontální rychlost skokana není bržděna pákovitým pohybem přes patu.

Trup skokana je ve vertikální poloze.

Dochází-li k vychýlení původního směru pohybu, nastává vždy ztráta rychlosti. Výchozí rychlost se rozkládá na dvě složky. Na první složku, která působí ve směru nového směru a na druhou složku, která je na ni kolmá. Příčina spočívá v tom, že k vychýlení těžiště z původního směru je třeba síly, která vyvolá pohyb stejně velký a stejného směru jako je složka druhá, avšak opačného směru. Dochází zde k páčení proti původnímu směru pohybu, což se ve skutečnosti děje předkročením odrazové nohy. Ztráta rychlosti je závislá na úhlu, který svírá odrazová noha se zemí a na velikosti vzepřené síly. Při větším úhlu dokroku nastane nejen menší ztráta rychlosti, ale dojde také k menšímu vychýlení. K nejmenší ztrátě dojde tehdy, jestliže se změna směru provede plynulým obloukem.

Velikost ztráty horizontální rychlosti při změně směru není závislá jen na předkročení odrazové nohy, ale i na technice, jakou je odraz prováděn. Dojde-li k vychýlení směru najednou, je ztráta rychlosti mnohem větší, než když ke stejnému vychýlení dojde postupně plynulým obloukem. Při odrazu je možno provést postupnou změnu směru tím způsobem, že se koleno odrazové nohy okamžitě po dokroku „měkce“ vytlačí kupředu a teprve v další fázi se začne napínat.

Uvedený způsob má však nejen své výhody, ale i nevýhody. Ohnutí v kolenním kloubu umožní sice zapojení příslušných extenzorů do odrazu, současně však vyvolává jejich zvýšené zatížení. Při páčivém provedení je zvýšený reakční tlak na podložce rušen pevností kostry nohy, kdežto v tomto případě svalovým úsilím. Je proto třeba nalézt u všech skoků i u každého jednotlivce nejvýhodnější poměr využití obou principů. Přitom platí, že k většímu vychýlení lze spíše využít způsobu páčivého, ovšem při současné větší ztrátě stávající úrovně rychlosti.

Chodidlo vyvíjí při styku s podložkou při dokroku, na konci rozběhu, nebo při poskoku, či kroku určitou sílu, podložka při reakci vyvíjí stejnou, ale opačnou sílu na chodidlo – zákon akce a reakce. Horizontální komponenta této síly působí protisměrně k atletově pohybu, pro minimalizaci brzdícího efektu se atlet snaží zabrat nohou zpět vzhledem k CG tak, jak je to jen možné, právě při styku s podložkou. Na konci se atlet opatrně snaží zahrábnout zpět a dolů vzhledem k zemi a tomuto tzv. zahrábnutí se říká aktivní dokrok.

Použití této techniky bylo ověřeno Zissem (1980), který změřil průměrné hodnoty pro horizontální rychlost kotníku (malleolus) dokrokové nohy vzhledem k CG: -1, 38; -2, 22 a -1, 37 m/s pro závěrečnou fázi dokroků při posledním kroku rozběhu, při poskoku a při kroku. Knoedel (1982) změřil stejné rychlosti pro poskok a krok a došel k těmto hodnotám: poskok: -1, 1 až -4, 6 a krok: -0, 9 až -6, 2 m/s.

Bylo vyzorováno, že lepší atleti mají tendenci snižovat svoji horizontální rychlost během opory před skokem než během opory před krokem. Miller a Hay (1986) vyzkoumali, že se zdá, že nejlepší atleti používají aktivní dokrok na konci poskoku (aby dosáhli co největší horizontální rychlosti) a blokující činnost, podobná jako u výškařů, na konci kroku (pro maximalizaci délky fáze skoku).

Koh a Hay (1990) vyzkoumali, že elitní trojskokani používají aktivní dokrok na konci posledního kroku a na konci fáze poskoku a kroku. Hodnoty pro 16 subjektů, jejichž skutečná délka (actual distance) byla mezi 15, 55 – 17, 95, byly mezi -8, 94 až -4, 93, -9, 10 až -2, 91 a -7, 10 až -2, 32 m/s, pro poslední krok, poskok a krok.

Průměrné hodnoty pro horizontální rychlost chodidla vzhledem k CG byly -6, 93; -6, 43 a -5, 13 m/s (měřeno pro dokrok na konci posledního kroku, poskoku a kroku). Jak je vidět, průměry pro krok byly menší než další dvě fáze, což znamená, že zde byla i menší aktivita při dokroku; tyto výzkumy dokázaly, že Hay a Miller (1986) chybovali při tezi, že nejlepší trojskokani používají blokovaný dokrok v kroku, protože nerozeznali vzorec změn horizontální rychlosti, jež vysledovali – malá ztráta během oporové fáze kroku a velká ztráta během oporové fáze skoku – což nevyžaduje aktivní doskok v poskoku a blokovaný dokrok v kroku. Toho může být dosaženo kombinací aktivního dokroku na konci poskoku a menší aktivitou při dokroku na konci kroku.

Laterální deviace

Někteří atleti považují za velmi obtížné provést trojskok s chodidly v přímce kolmé na odrazové břevno (Bober, 1974; Hay, 1975; Lowe, 1964; Starzynski, 1969), záběr finalistů z OH 1968 prozradil nápadné odchylky chodidel od přímky kolmé na odrazové břevno (Starzynski, 1969). Jen dva ze sedmi atletů pokládali chodidlo kolmo na odrazové prkno, jeden se odchyloval doleva ve fázi skoku, jeden doleva ve všech fázích, dva skákali přímo v poskoku, vlevo ve kroku a vpravo ve skoku a nakonec jeden (vítěz) se odchyloval vlevo v poskoku, vpravo ve kroku a nakonec opět vlevo ve skoku.

U čtyřech světových skokanů se také odhalily laterální deviace (Lowe, 1969), záběry byly pořízeny buď přímo zepředu nebo přímo zezadu. Jeden ze čtyř skákal přímo rovně, tři se odklonili na odraze na prkno a v tomto směru pokračovali i dále, dva z těchto tří používali DA techniku.

Bober (1974) analyzoval 17 skoků od osmi polských skokanů a zjistil, že z 51 odrazů bylo 31 provedeno přímo, 10 mělo deviace na stejnou stranu jako odrazová noha a 10 jich mělo deviace na opačnou stranu; největší deviace měla 40 cm. Měření bylo prováděno jako odchylka chodidla oporové nohy a těla od kolmice v polovině doby opory, bráno z frontální roviny. Pro tyto odrazy, v kterých měl atlet odchylku na jednu stranu, noha a trup více inklinovaly k té straně než při odrazech v přímém směru.

Měření oficiálního výkonu (official distance) v trojskoku je prováděno v pravém úhlu k odrazovému břevnu, kvůli tomuto způsobu měření mají laterální deviace od kolmého směru k břevnu za výsledek pokles oficiálního výkonu (official distance), kterou je atlet ohodnocen. Tyto úbytky jsou velice malé, u trojskoků, které jsou delší

než 14 metrů a deviace, která je do 45 cm, je tato ztráta menší než 2, 5 cm pro každou fázi trojskoku (Hay, 1975).

Laterální deviace obecně pocházejí od chybování atleta správně vyrovnat svoje CG do zamýšleného směru skoku (Hay, 1975; Verhoshanski, 1961). To obvykle ústí v atletův boj s opravou vychýlení z přímého směru a se snahou o opravu pozice volné nohy a paží. Snahy o nápravu polohy těla se střetávají s optimální produkcí síly při odraze, důležitost tohoto tvrzení je záležitostí dohadů, tyto negativní vlivy mají za důsledek větší ztrátu oficiálního výkonu (official distance) než laterální deviace (Hay, 1975).

Doskok po skoku

V posledním skoku v trojskoku a u skoku dalekého je výkon závislý ještě na výšce, v jaké je těžiště skokana v okamžiku dotyku se zemí.

Dráha letu těžiště má tvar balistické křivky a je dána velikostí síly a odrazu. Svými pohyby ji skokan nemůže nijak změnit. Může však vytvořit předpoklady, které mu umožní dotknout se nohama doskočiště co nejdříve vpředu u průsečíku dráhy těžiště a pískem. Aby se mu to zdařilo, musí skokan zaujmout před začátkem přednožení takovou polohu, z které jsou příslušné svaly schopny provést účinnou akci.

Jakýkoli pohyb nohou v bezoporovém stavu je vždy spojen s vyvažujícím pohybem ostatních částí těla okolo těžiště, takže nemůže dojít k žádné rotaci. Současně s přednožením dochází proto i k pohybu trupu vpřed a k posouvání pánve vzad. Podle těchto zákonitostí dosáhne skokan účinnějšího vynesení nohou před svislý průmět těžiště v tom případě, jestliže je trup na začátku přednožení poněkud zakloněn.

Velikost přednožení je dále závislá na technice doskoku, tzn. na schopnosti skokana přenést hmotu svého těla přes místo kontaktu s doskočištěm. Aby to dokázal, musí být horizontální složka rychlosti tak veliká, aby posunula těžiště těla nad bod opory. V průběhu této fáze musí být proto odstraněny všechny síly působící proti pohybu těžiště. To znamená, že nesmí nastat žádná páčivá nebo vzpěrná činnost dolních končetin. Naopak těžiště musí i po prvním dotyku skokana se zemí pokračovat v pohybu po sestupné dráze až do doby, kdy se dostane nad bod opory.

Efektivita finálního doskoku v horizontálních skocích byla definována jako horizontální vzdálenost: a) mezi bodem, který leží na prodloužení balistické křivky, po které by těžiště skokana dopadlo na zem a b) značkou v písku, od které je měřena

official výkon skokana (Brüggeman a kol., 1982; Macintosh a Halley, 1952; Schmolinsky, 1978).

Analýza pokusů 15-ti japonských skokanů (official distance 13, 78 – 15, 33) odhalila, že první kontakt se zemí byl stále prováděn za pomyslným prodloužením dráhy letu těžiště skokana; průměr účinnosti dopadů byl 0, 43 m (Fukashiro, 1986; Fukashiro a Myashita, 1985). Analýza výkonů 26 skokanů do dálky (6, 50 – 8, 00 m) poskytla průměrnou hodnotu pro efektivitu dopadu 0, 58 m (Brüggeman a kol., 1982). Tyto výsledky prokázaly, že trojskokani mají podstatně větší efektivitu doskoku než dálkaři.

Hodnoty pro efektivitu doskoků v japonské studii se pohybovaly mezi 0, 26 – 0, 65 metry a vedly autory k závěru, že technika doskoku nemůže být v soutěžích zanedbávána.

Jen jedno ze čtyř různých měření techniky doskoku, výšky těžiště při doskoku, signifikantně korelovalo s efektivitou doskoku, $r = 0, 65$. Tento nálezní indikuje, že nižší výška těžiště při doskoku znamená menší efektivita dopadu.

Signifikantní pozitivní korelace byla nalezena mezi horizontální vzdáleností pat a svislým průmětem těžiště v okamžiku jejich kontaktu s doskočištěm a výškou těžiště v okamžiku dokončení odrazu do skoku $r = 0, 548$. Ačkoliv se tyto nálezy zdají poněkud překvapivé, existují dvě vysvětlení: První je, že to může být vztahem k rozdílnosti postav subjektů (1, 68 – 1, 83), vysocí skokani mají větší hodnoty pro obě měření a menší mají naopak menší hodnoty. Druhé může být, že vysoká poloha těžiště v okamžiku dokončení odrazu dovoluje atletovi předklopnout jeho nohy více dopředu a stejně se přes ně převalí, aniž by dosedl zpět do písku, a naopak, nízká poloha těžiště skokana v okamžiku dokončení odrazu nedovoluje atletovi nohy o tolik předklopnout, pakliže se má vyhnout sednutí zpět.

14. Souhrn

Ačkoli je technika trojskoku velice frekventované téma v metodických pracích, v odborných výzkumech se stále vyskytuje řídce.

Bylo zpracováno jen několik kinematických analýz u vrcholných skokanů (autoři, rok), pár studií specifických technik jako aktivní dokrok, práce paží, ale důležité studie týkající se poměru fází, zapojení svalstva nebo kontroly rovnováhy byly většinou ignorovány.

Vědci a trenéři se snažili identifikovat hlavní otázky týkající se techniky trojskoku – nejdůležitější nebo nejlepší, a zároveň hlavní pro úspěch, mezi těmito je „provokativní“ otázka týkající se optimálního poměru fází a optimální rozdělení úsilí během těchto tří fází. Logické a praktické zkušenosti dávaly za pravdu, že zde neexistuje jednotný optimální poměr pro všechny atlety, ale na druhé straně se dá zjistit optimální poměr pro každého atleta zvlášť podle jeho anatomických, fyziologických a psychologických vlastností. Existují také neformální studie trenérů, které tabulkově vyjádřily poměr fází u elitních a atletů a jejich nejlepších skoků, ale jednoduše se tato sdělení týkají velkého a rozdílného spektra trojskokanů a výsledky jsou všechny shrnuty do jedné skupiny.

Četné reference se zmiňovaly také o tom, že je důležitá individuální charakteristika jednotlivých atletů a to by se mělo respektovat při optimálním poměru fází.

Málokdy jsou používána matematická modelování a počítačové simulace při výzkumech techniky trojskoku.

Zatímco optimální poměr je největším problémem v tomto oddíle, jsou zde další četné věci hodné sledování – úspěch v trojskoku závisí na atletově schopnosti kontrolovat jeho rovnováhu během tří fází a odolat velikému zatížení oporové nohy a dalších částí těla během každé oporové fáze. Ačkoli je rovnováha velice dobře známá jako termín a její důležitost je uznávána, chybí zde možnost jejího měření – měření rovnováhy by proto mohlo být velice odvážným, zajímavým a užitečným námětem zkoumání v budoucnosti.

Jestliže není atlet schopen odolat a kontrolovat zatížení během celého trojskoku, výkon pak strmě klesá a je zde veliká možnost zranění, je proto důležité, aby atlet byl schopný udržet zatížení na únosné hranici. Další potřeba výzkumu je v pochopení

vnitřního zatížení, které má velký vliv jak na výkonnost, tak především na zdraví člověka.

15. Metodická část

15.1. Cíle práce

Cílem mé práce bylo zachytit, popsat a zhodnotit interindividuální a intraindividuální variabilitu techniky nejlepších českých trojskokanů.

Ke splnění tohoto cíle bylo třeba zrealizovat tyto úkoly.

15.2. Úkoly práce

- popsat techniku trojskoku
- získat potřebné materiály k vlastnímu výzkumu
- analyzovat získané materiály
- porovnat získaná data z vlastního výzkumu a prezentované literatury
- pokusit se nalézt a zhodnotit interindividuální a intraindividuální rozdíly v realizaci jednotlivých pokusů

15.3. Zpracování dat

Většina analýz proběhla v laboratoři CASRI s použitím programu Ariel performance analysis system (*Apas*). Pro přehlednost byly zobrazeny tabulky, ve kterých jsou uvedena naměřená data.

Videozáznamy jsem získal pomocí dvou videokamer pro 3D videoanalýzu. Zaznamenali jsme jen několikavteřinové záznam pokusů zdařených i nezdařených.

Získané videozáznamy byly sestříhány do trimů, které pak byly jednotlivě analyzovány. Zadávají se teoretické středy kloubů, pomocí kterých program vyhodnocuje potřebné informace. Zde mohou vznikat nejpravděpodobnější odchylky v měření, které se minimalizují pečlivým zadáváním středů kloubů, vzniklé nepřesnosti se potom zanedbávají. Toto je třeba mít na mysli při interpretaci výsledků.

Pro pochopení určitých informací o průběhu trojskoku jsou také zobrazeny mnohé obrázky a grafy.

Pro pochopení určitých informací a průběhu trojskoku budou zobrazeny také mnohé obrázky a grafy, které se budou týkat především výsledkové části.

15.4. Charakteristika zkoumaných skokanů

Byli vybráni vždy dva a dva atleti, kteří se ve závodě (HMČR 2005) umístili na opačných koncích výsledkové listiny. Srovnáváme dva relativně nejlepší a dva relativně nejslabší trojskokany z desítky nejlepších trojskokanů v ČR. První dva předvedli výkony 15,66 m, respektive 15,37 m. Tyto dva skokany od sebe dělí 13 letý věkový rozdíl. Liší ve svém pojetí trojskoku. Milan Kovář, který se umístil na 1. místě, je rychlostní typ skokana a Jakub Hůrka je skokanem spíše odrazovým. Velký rozdíl byl také v tom, kdy závodníci dosáhli v této soutěži svého nejlepšího výkonu. Milan Kovář skočil své maximum ve třetím pokusu, Jakub Hůrka se pokus od pokusu zlepšil a svůj nejlepší výkon předvedl až v poslední sérii. Myslím si, že kdyby soutěž ještě pokračovala, mohli jsme se dočkat dalšího zlepšení. Podobně tomu bylo také u 6. a 9. skokana závodu. Jakub Coubal, který se výkonem 14,60 m umístil na 6. místě, dosáhl svého maxima také posledním pokusem. Ondřej Cais se pak výkonem 14,21 m ze druhé série umístil na 9. místě.

16. Výsledková část

16.1. Výsledky

U každého závodníka nejprve uvádíme všechny získané hodnoty a výsledky. Oba pokusy jsou porovnávány mezi sebou. Snažil jsem se vyzdvihnout odlišnosti, které vedly k rozdílným výkonům a zjistit, čím se slabší pokus lišil od lepšího. V tabulkách není komentována dokroková a vzletová rychlost těžiště, protože je to v podstatě uvedeno u horizontální a vertikální rychlosti.

Ondřej Cais

Závodník absolvoval pouze tři pokusy. Nepostoupil do užšího finále, byl tedy možný výběr jen ze tří pokusů, proto jsou rozdíly v jeho výkonech nejmenší. Atlet dosáhl výkonu 14, 21 m a umístil se na 9. místě. Všechna naměřená data můžeme vidět v tab. 15.

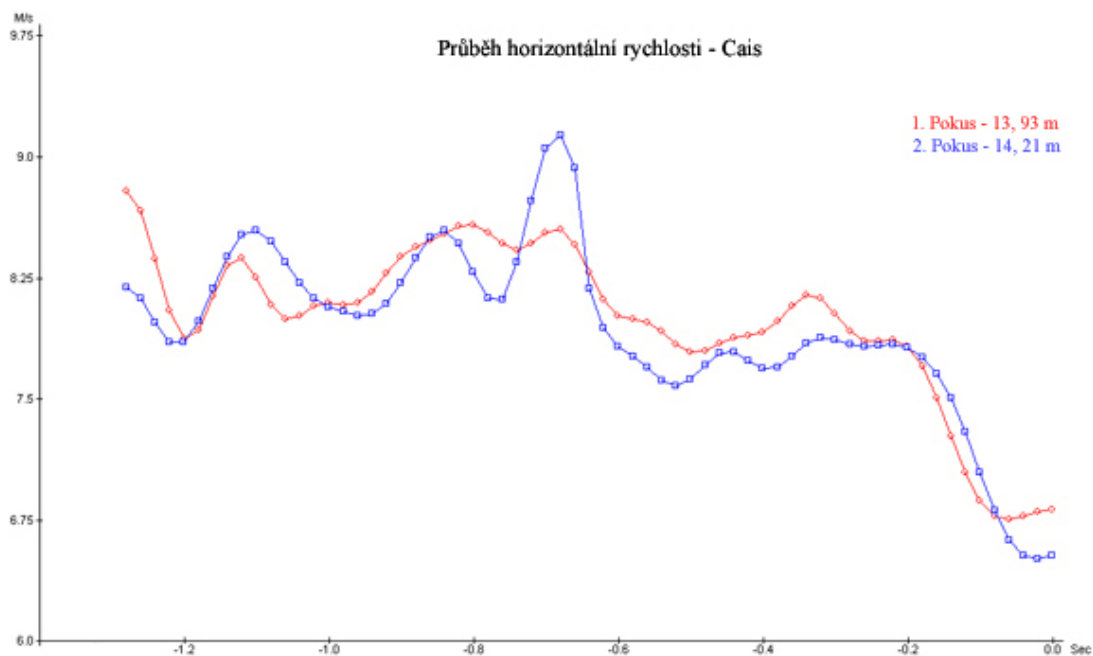
	1. Pokus	2. Pokus
Doby odrazu do dílčích skoků	Poskok 0, 12 sek. Krok 0, 14 sek. Skok 0, 15 sek.	Poskok 0, 12 sek. Krok 0, 16 sek. Skok 0, 14 sek.
Výkony	Oficiální výkon 13, 93 m Nedošlap cca 27 cm (korekce špičky (až 4 cm)) Skutečný výkon 14, 16 - 14, 20 m	Oficiální výkon 14, 21 m Nedošlap cca 21 cm (korekce špičky (až 4 cm)) Skutečný výkon 14, 38 - 14, 42 m
Délky dílčích skoků ve skutečných výkonech (14, 20 m a 14, 42 m)	Poskok 5, 03 m Krok 4, 35 m Skok 4, 82 m	Poskok 5, 24 m Krok 3, 80 m Skok 5, 38 m
Součet poskoku a kroku	9, 38 m	9, 04 m
Poměr délek dílčích skoků	35, 42% : 30, 63% : 33, 95%	36, 34% : 26, 35% : 37, 31%
Horizontální rychlost v okamžiku dokroku do	Poskoku 8, 66 m/s Kroku 8, 37 m/s Skoku 7, 38 m/s	Poskoku 8, 16 m/s Kroku 8, 55 m/s Skoku 7, 29 m/s
Horizontální rychlost v okamžiku dokončení odrazu do	Poskoku 8, 32 m/s Kroku 7, 80 m/s Skoku 6, 80 m/s	Poskoku 8, 37 m/s Kroku 7, 61 m/s Skoku 6, 53 m/s
Ztráta horizontální rychlosti v průběhu odrazu do	Poskoku 0, 34 m/s Kroku 0, 57 m/s Skoku 0, 58 m/s	Poskoku -0, 21 m/s Kroku 0, 94 m/s Skoku 0, 76 m/s
Vertikální rychlost v okamžiku dokroku do	Poskoku -0, 31 m/s	Poskoku -0, 52 m/s

	Kroku -1, 98 m/s Skoku -1, 56 m/s	Kroku -2, 33 m/s Skoku -1, 52 m/s
Vertikální rychlost v okamžiku dokončení odrazu do	Poskoku 2, 33 m/s Kroku 1, 83 m/s Skoku 2, 48 m/s	Poskoku 2, 50 m/s Kroku 2, 11 m/s Skoku 2, 55 m/s
Dokroková rychlost těžiště v	Poskoku 8, 67 m/s Kroku 8, 60 m/s Skoku 7, 54 m/s	Poskoku 8, 18 m/s Kroku 8, 86 m/s Skoku 7, 47 m/s
Vzletová rychlost těžiště v	Poskoku 8, 64 m/s Kroku 8, 01 m/s Skoku 7, 24 m/s	Poskoku 8, 74 m/s Kroku 7, 90 m/s Skoku 7, 01 m/s
Výška těžiště v okamžiku dokroku do	Poskoku 1, 040 m Kroku 1, 094 m Skoku 1, 101 m	Poskoku 1, 043 m Kroku 1, 081 m Skoku 1, 095 m
Výška těžiště ve fázi amortizace v	Poskoku 1, 050 m Kroku 1, 056 m Skoku 1, 052 m	Poskoku 1, 069 m Kroku 1, 028 m Skoku 1, 065 m
Výška těžiště v okamžiku dokončení odrazu do	Poskoku 1, 229 m Kroku 1, 211 m Skoku 1, 227 m	Poskoku 1, 214 m Kroku 1, 220 m Skoku 1, 243 m
Doba trvání fáze letu v	Poskok 0, 51 s Krok 0, 36 s	Poskok 0, 50 s Krok 0, 38 s
Rozdíl výšky těžiště v okamžiku dokončení odrazu a maximální výšky letu v	Poskoku 0, 237 m Kroku 0, 119 m	Poskoku 0, 257 m Kroku 0, 129 m

Tab. 15: Naměřené hodnoty Ondřeje Caise (HMČR, 2005)

Doby odrazů byly u tohoto závodníka 0, 12 a 0, 12 s pro poskok, 0, 14 a 0, 16 s pro krok a 0, 15 a 0, 14 s pro skok pro 1. a 2. pokus. Můžeme vidět jen nepatrné rozdíly, které pravděpodobně nezapříčinily výkonnostní rozdíl, i když ten byl ve skutečných výkonech relativně malý – 22 cm. Největší časový rozdíl jsem našel u kroku 0, 02 s, kde zároveň byl druhý největší délkový rozdíl (0, 55 m). U skoku měl tento závodník největší délkový rozdíl (0, 56 m). Doba trvání odrazu do poskoku byla u obou pokusů stejná a jejich délkový rozdíl byl nejmenší. Přestože skutečné výkony v obou pokusech se lišily pouze o 22 cm, vidíme v délce dílčích skoků značné nuance, 21 cm u poskoku, 56 cm u skoku a součty poskoků a kroků (9, 38 a 9, 04 m) se liší o 34 cm. To je také zřejmé z poměru délek jednotlivých skoků. Ačkoliv první pokus byl celkově kratší, úsilí při něm bylo rozloženo lépe: 35, 42 % : 30, 63 % : 33, 95% oproti 36, 34% : 26, 35% : 37, 31%. Zde jsou rozdíly v realizaci obou pokusů značné. První pokus by byl úspěšnější, kdyby skokan neprotáhl tolik krok, což by mohlo vést k lepším podmínkám pro odraz do skoku. V prvním pokusu příliš velké úsilí do kroku negativně

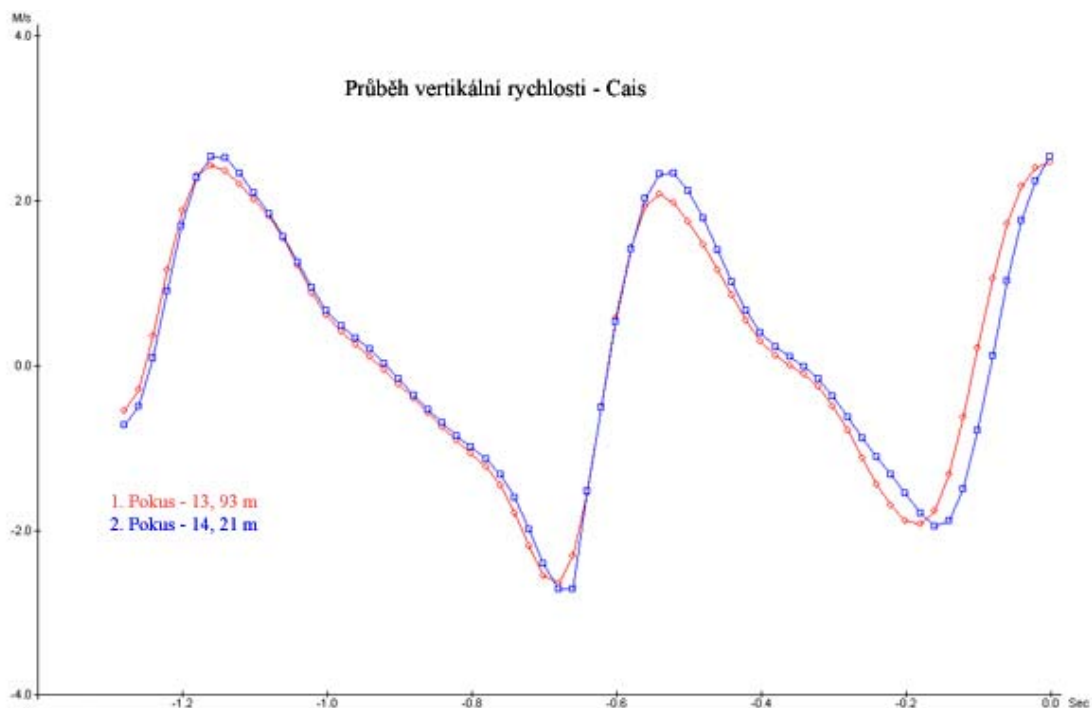
ovlivnilo možnost optimálního odrazu do skoku. Projevilo se to vznikem nežádoucí rotace s následným podlomení nohy a špatným doskokem do písku. Ve druhém pokusu závodník správně zkrátil krok, ale naneštěstí to bylo příliš. Skokan se sice dobře odrazil do skoku, ale ztracené centimetry v kroku již nedohnal.



Obr. 11: Průběh horizontální rychlosti Ondřeje Caise (HMČR, 2005)

Horizontální rychlost na začátku trojskoku byla také větší u prvního pokusu (1. pokus 8, 66 m/s, 2. pokus 8, 16 m/s, což potvrzuje tezi, že první pokus byl zahájen s větší nadějí na lepší výkon. Ve druhém pokusu byla ztráta v odrazové fázi poskoku dokonce záporná (-0, 21 m/s), což znamená, že skokan během opory celkově zrychlil! Zde je možné vysvětlení toho, proč byl poskok u druhého pokusu (5, 24 m) delší než u prvního pokusu (5, 03 m). Opačně tomu bylo u kroku, kde chtěl skokan ve druhém pokusu zřejmě kontrolovat délku kroku (jen 3, 80 m), aby se vyhnul chybě z prvního pokusu (ztráta délky u skoku). Odpovídá tomu ztráta rychlosti v odrazové fázi kroku (0,57 m/s pro první pokus a 0,94 m/s pro druhý pokus). V odrazových fázích do skoků jsme nenalezli podobné výsledky, což nasvědčuje tomu, že délka skoků nebyla tak úzce závislá na velikosti horizontální rychlosti. Ztráty ve všech odrazových fázích byly do 1 m/s, což můžeme považovat za výborný ukazatel zvládnutí plynulosti trojskoku a zřejmě také zvládnutí aktivních dokroků. Průběh horizontální rychlosti můžeme vidět na obr. 13. Na tomto obrázku jsou vidět podobné kulminační vlny rychlosti u obou pokusů,

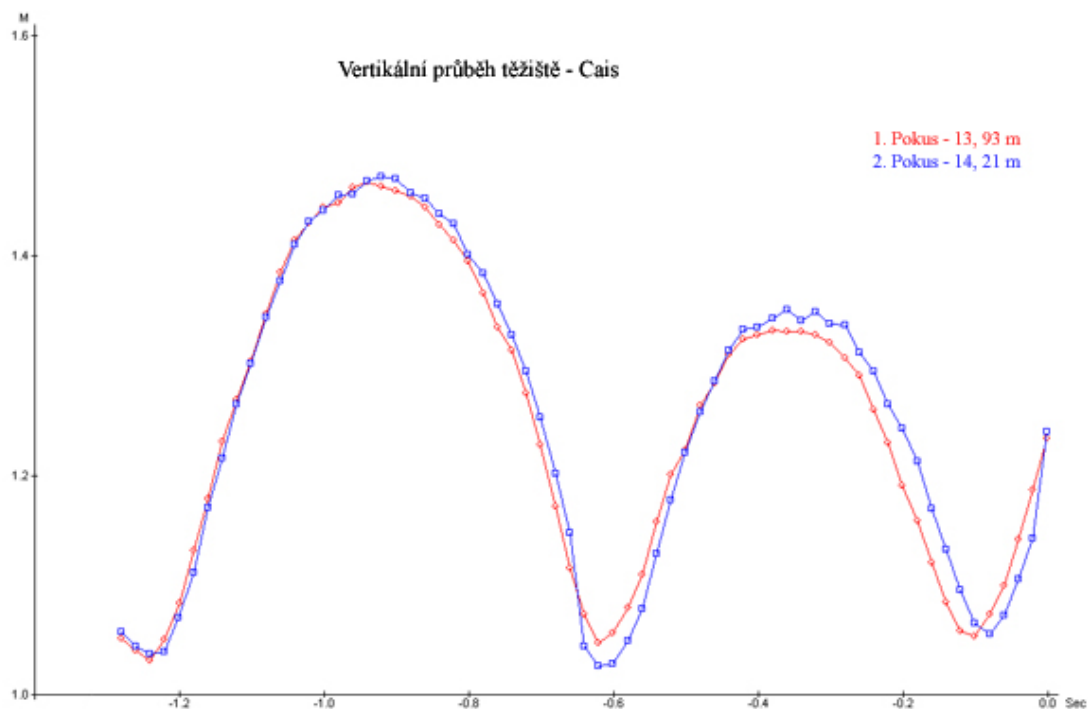
což ukazuje, že závodník skáče v podstatě stejně, jen třetí kulminace u druhého pokusu je výrazně větší, což zase může být částečně zaviněno nepřesností měření. Je zde také vidět rozdíl v rychlostech na začátku exekuce samotného trojskoku, který je 0,50 m/s.



Obr. 12: Průběh vertikální rychlosti Ondřeje Caise (HMČR, 2005)

Vertikální rychlosti jsou si velice podobné. Jen rychlost dokroku do kroku, kde ve druhém pokusu (-2,33 m/s) byla dokroková rychlost výrazně větší (o 0,35 m/s) než v pokusu prvním (-1,98 m/s), což mohlo mít za následek zmenšení délky kroku, prodloužení doby odrazové fáze kroku (0,16 s) a zvětšení ztráty horizontální rychlosti (0,94 m/s). Naopak u rozdílné délky skoku nehraje větší roli horizontální (6,80 m/s a 6,53 m/s) ani vertikální rychlost (2,48 m/s a 2,53 m/s) v okamžiku dokončení odrazu. Na obr. 14 můžeme vidět průběh vertikální rychlosti u obou pokusů – obě křivky jsou téměř totožné, nalezneme jen nepatrné rozdíly a lehký posun druhého pokusu v závěrečné fázi trojskoku, onen největší rozdíl (0,35 m/s) je vidět na kolmici v čase cca -0,65. U všech křivek znázorňujících v této práci průběh vertikální rychlosti si můžeme všimnout malinké asymetrie v cca 2/3 klesajícího úseku, kdy se zdá, jako by skokan ve vzduchu přestal tak rychle padat k zemi a tuto rychlost lehce zmenšoval. Mojí tezí je, že právě v tomto okamžiku dochází k vykývnutí bérce vpřed a tudíž teoreticky k mírnému nadnesení těla skokana.

Rozdíly ve výšce těžiště během všech odrazových fází můžeme také zanedbávat, jelikož se jedná o pár milimetrů. Největší rozdíl (28 mm) byl ve fázi amortizace v kroku (výška těžiště 1,056 m a 1,028 m), což mohlo teoreticky ovlivnit délku kroku u druhého pokusu, ale jen nepatrně. Tento rozdíl je vidět na obr. 15, další je pak vidět ve výšce letu u kroku, kde měl Cais opět nepatrně těžiště výš u druhého pokusu nežli u prvního.



Obr. 13: Vertikální průběh těžiště Ondřeje Caise (HMČR, 2005)

Doba trvání fáze letu je také téměř stejná u obou pokusů. U poskoku ve druhém pokusu vedl větší rozdíl ve výšce těžiště v okamžiku odrazu a maximální výšce letu (2 cm) k delšímu poskoku. U kroku ale vedl větší rozdíl mezi výškou těžiště v okamžiku dokončení odrazu a maximální výškou letu (1 cm) ke kratšímu kroku. Nemůžeme to srovnat s dráhou těžiště v průběhu skoku, protože kamery zaznamenávaly skokany jen do okamžiku dokončení odrazu do skoku.

Z naměřených hodnot vyplývá, že Ondřej Cais má přednosti v rychlosti provedení všech odrazů, ale pokulhává v rozložení úsilí do dílčích skoků trojskoku. Rozdíl ve oficiálním výkonu byl také dílčím způsobem ovlivněn rozdílnou přesností rozběhu. Ostatní parametry se na rozdílu ve výkonech podílely jen nepatrně.

Jakub Coubal

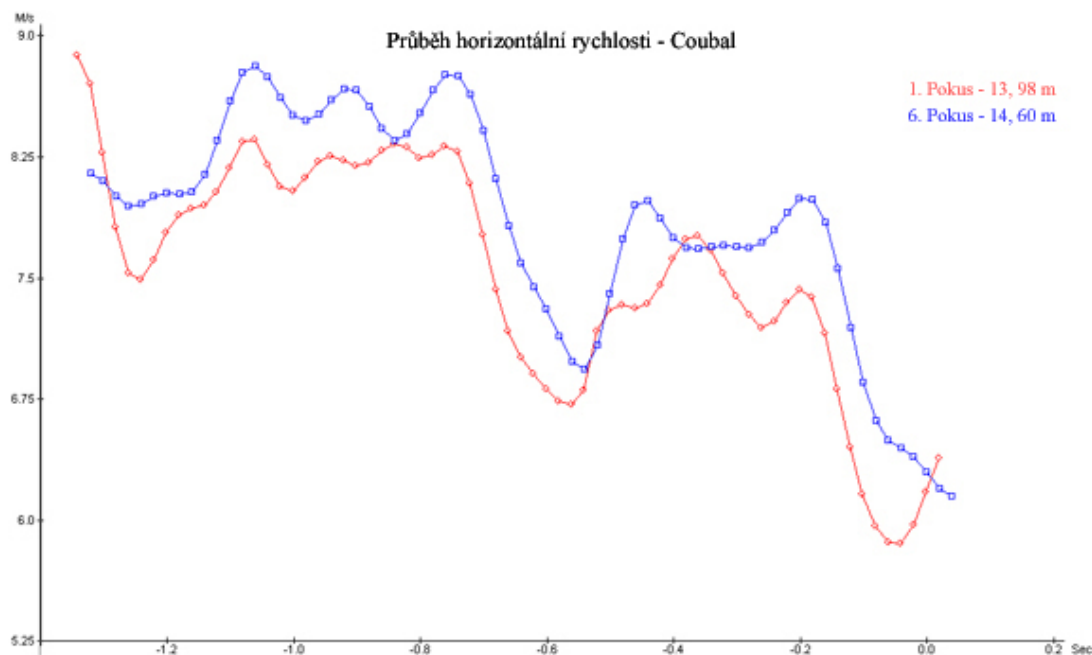
Tento závodník se výkonem 14, 60 metru umístil celkově na šestém místě, o pouhé 3 centimetry za místem pátým. Všechny hodnoty jsou v tab. 16.

	1. Pokus	6. Pokus
Doby odrazu do dílčích skoků	Poskok 0, 11 sek. Krok 0, 16 sek. Skok 0, 18 sek.	Poskok 0, 11 sek. Krok 0, 17 sek. Skok 0, 17 sek.
Výkony	Oficiální výkon 13, 98 m Nedošlap cca 17 cm (korekce špičky (až 4 cm) Skutečný výkon 14, 11 - 14, 15 m	Oficiální výkon 14, 60 m Nedošlap cca 3 cm (korekce špičky(až 4 cm) Skutečný výkon 14, 60 - 14, 63 m
Délky dílčích skoků ve skutečných výkonech (14, 15 m a 14, 63 m)	Poskok 5, 39 m Krok 4, 19 m Skok 4, 57 m	Poskok 5, 18 m Krok 4, 17 m Skok 5, 28 m
Součet poskoku a kroku	9, 58 m	9, 35 m
Poměr délek dílčích skoků	38, 09% : 29, 61% : 32, 30%	35, 40% : 28, 50% : 36, 10%
Horizontální rychlost v okamžiku Dokroku do	Poskoku 8, 77 m/s Kroku 8, 17 m/s Skoku 7, 37 m/s	Poskoku 8, 09 m/s Kroku 8, 40 m/s Skoku 7, 83 m/s
Horizontální rychlost v okamžiku dokončení odrazu do	Poskoku 7, 60 m/s Kroku 6, 71 m/s Skoku 6, 17 m/s	Poskoku 8, 01 m/s Kroku 7, 08 m/s Skoku 6, 19 m/s
Ztráta horizontální rychlosti v průběhu odrazu do	Poskoku 1, 17 m/s Kroku 1, 46 m/s Skoku 1, 20 m/s	Poskoku 0, 08 m/s Kroku 1, 32 m/s Skoku 1, 64 m/s
Vertikální rychlost v okamžiku Dokroku do	Poskoku -0, 55 m/s Kroku -2, 65 m/s Skoku -2, 17 m/s	Poskoku -0, 49 m/s Kroku -2, 27 m/s Skoku -1, 87 m/s
Vertikální rychlost v okamžiku dokončení odrazu do	Poskoku 2, 48 m/s Kroku 2, 17 m/s Skoku 2, 24 m/s	Poskoku 2, 37 m/s Kroku 1, 63 m/s Skoku 2, 52 m/s
Dokroková rychlost těžiště do	Poskoku 8, 79 m/s Kroku 8, 59 m/s Skoku 7, 68 m/s	Poskoku 8, 10 m/s Kroku 8, 70 m/s Skoku 8, 05 m/s
Vzletová rychlost těžiště v	Poskoku 7, 99 m/s Kroku 7, 05 m/s Skoku 6, 56 m/s	Poskoku 8, 35 m/s Kroku 7, 27 m/s Skoku 6, 68 m/s
Výška těžiště v okamžiku Dokroku do	Poskoku 1, 070 m Kroku 1, 117 m Skoku 1, 115 m	Poskoku 1, 051 m Kroku 1, 086 m Skoku 1, 049 m
Výška těžiště ve fázi amortizace v	Poskoku 1, 046 m	Poskoku 1, 058 m

	Kroku 1, 028 m Skoku 1, 035 m	Kroku 1, 011 m Skoku 0, 997 m
Výška těžiště v okamžiku dokončení odrazu do	Poskoku 1, 162 m Kroku 1, 172 m Skoku 1, 206 m	Poskoku 1, 201 m Kroku 1, 180 m Skoku 1, 272 m
Doba trvání fáze letu v	Poskok 0, 54 s Krok 0, 42 s	Poskok 0, 495 s Krok 0, 37 s
Rozdíl výšky těžiště v okamžiku dokončení odrazu a maximální výšky letu v	Poskoku 0, 371 m Kroku 0, 183 m	Poskoku 0, 271 m Kroku 0, 105 m

Tab. 16: Naměřené hodnoty Jakuba Coubala (HMČR, 2005)

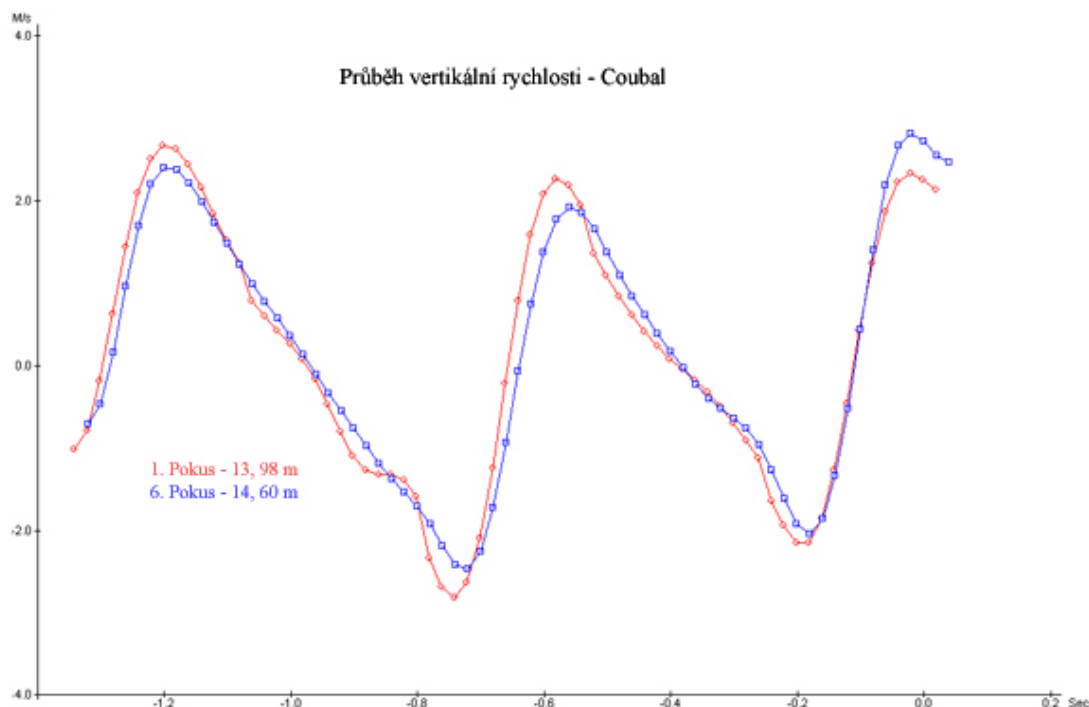
U tohoto závodníka byly doby odrazů do dílčích skoků 0, 11 s pro poskok v obou pokusech, poté 0, 16 a 0, 17 s pro krok a 0, 18 a 0, 17 s pro skok pro 1. a 6. pokus. Tyto časy nesignalizují určité odlišnosti obou pokusů. Přestože každá setinka hraje svoji roli, zde ji nemůžeme brát v úvahu, jelikož doby odrazů do dílčích skoků jsou takřka totožné. Nedošlapy byly 17 a 3 cm pro první a šestý pokus, kde zejména šestý pokus byl výborně „trefený“ na prkno, což oproti prvnímu pokusu přidalo 14 cm na rozdíl výkonu. Rozdíl ve výkonech (podle skutečné vzdálenosti) byl 48 cm a součet poskoku a kroku byl 9, 58 m a 9, 35 m, z čehož vyplývá, že první pokus byl až do momentu skoku o 23 cm lepší. Je proto jasné, že zásadní rozdíl v obou pokusech byl ve fázi skoku, kde rozdíl byl 71 cm. Ve zbylých dvou dílčích skocích trojskoku byl rozdíl minimální – 21 a 2 cm pro poskok a krok. Z těchto hodnot můžeme vypočítat, že kdyby nedošlo k tak relativně výraznému nedošlapu (17 cm, ztrátě (71 cm) u prvního pokusu a mírnější ztrátě u poskoku (21 cm) , mohl závodník překonat 15-ti metrovou hranici, což mu mohlo v soutěži vynést teoreticky třetí místo (3. závodník v soutěži 15, 02 m). Poměr délek dílčích skoků v trojskoku byl nakonec vcelku dobře zvládnutý u šestého pokusu – 35, 40 % : 28, 50 % : 36, 10 %. U prvního pokusu byl poměr horší, hlavně díky pokaženému skoku – 38, 09 % : 29, 61 % : 32, 30 %.



Obr. 14: Průběh horizontální rychlosti Jakuba Coubala (HMČR, 2005)

Horizontální rychlost napovídá tomu, že první pokus byl velice dobře zvládnut. Horizontální rychlost v okamžiku dokroku do poskoku byla 8, 77 a 8, 09 m/s pro první a šestý pokus, což je rozdíl téměř sedmi desetin sekundy. Tuto ztrátu závodník velice rychle dohnal během celé odrazové fáze a ztratil v šestém pokusu jen 0, 08 m/s oproti ztrátě 1, 17 m/s v pokusu prvním. Z toho vyplývá, že horizontální rychlost v okamžiku dokončení odrazu do kroku byla pro první pokus 7, 60 m/s a pro šestý pokus 8, 01 m/s. Díky těmto časům nebyl proto až takový rozdíl v délce poskoku. U prvního poskoku kladl zřejmě skokan důraz na kontrolu pohybu a v šestém pokusu se snažil o co možná nejrychlejší provedení odrazu. V další odrazové fázi tato tendence sice klesá, ale pokračuje, kdy během celé odrazové fáze kroku prvního pokusu měl závodník horizontální rychlost do kroku 8, 17 m/s a rychlost v okamžiku dokončení odrazu 6, 71 m/s (ztráta 1, 46 m/s). U šestého pokusu jsou tyto hodnoty 8, 40 a 7, 08 m/s pro okamžik dokroku a okamžik dokončení odrazu (ztráta 1, 32 m/s). Z údajů naměřených během odrazové fáze u kroku dojdeme, že zde jsou nejmenší rozdíly ze všech jednotlivých skoků, čemuž také napovídá délka obou kroků (4, 19 a 4, 17 m pro první a šestý pokus). U skoku jsou rozdíly minimální. U šestého pokusu je ztráta během odrazové fáze větší než u prvního pokusu (1, 20 m/s a 1, 64 m/s pro první a šestý pokus) což je paradox, jelikož skok byl u šestého pokusu delší než u prvního (4, 57 a 5, 28 m). Bohužel z těchto hodnot to není prokazatelné, ale přímo ze záznamu videa je zřejmé, že

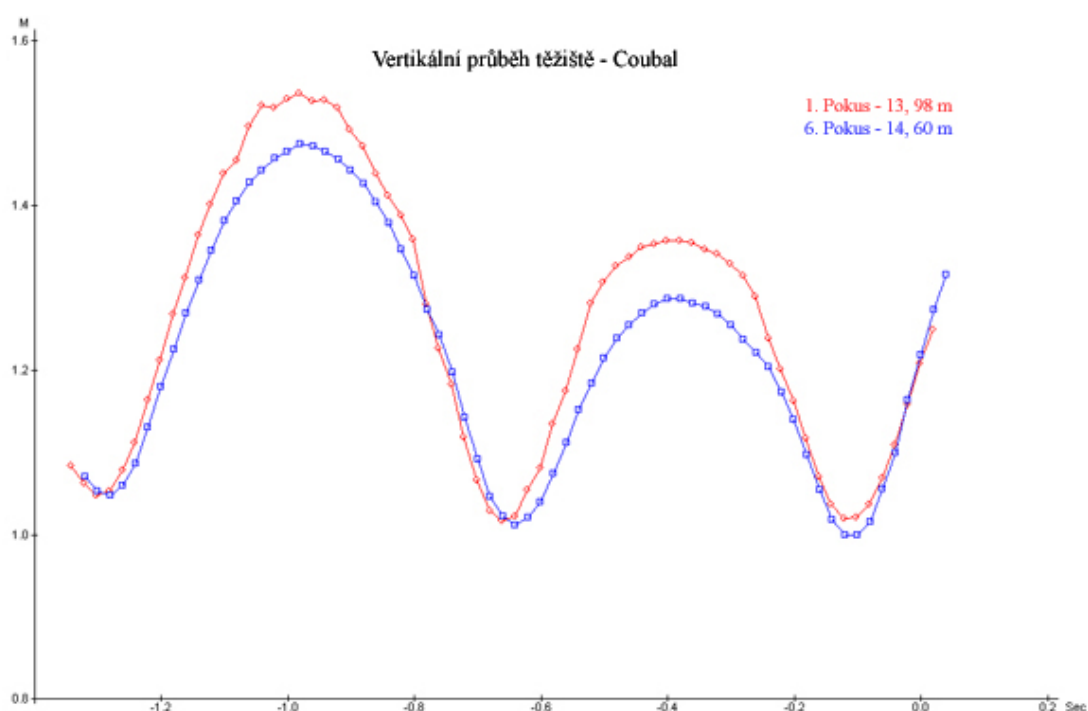
se závodník u prvního pokusu „přerotoval“ dopředu, tudíž přepadával a proto délka byla výrazně kratší. Hodnoty horizontální rychlosti u v okamžiku dokroku do skoku byly 7, 37 m/s a 7, 83 m/s a hodnoty v okamžiku dokončení odrazu byly téměř totožné – 6, 17 a 6, 19 m/s, vše pro první a šestý pokus. Ztráty horizontální rychlosti během odrazů byly ve všech skocích podobné - od 1, 17 do 1, 64 m/s (kromě poskoku u šestého pokusu – jen 0, 08 m/s). Na obr. 16 si všimneme začátku trojskoku a výrazného rozdílu v horizontální rychlosti a jejího velkého poklesu v prvním pokusu. Dále téměř konstantní rychlost během celého odrazu do poskoku u pokusu šestého. Jinak jsou tvary křivky opět velmi podobné a rozdíly nalezneme zejména v poklesech rychlosti a v maximech rychlosti (vrcholky křivek).



Obr. 15: Průběh vertikální rychlosti Jakuba Coubala (HMČR, 2005)

Vertikální rychlosti v okamžiku dokroku do prvního pokusu jsou ve všech případech větší než u šestého pokusu, což je možné díky tomu, že závodník letěl ve větší výšce a tudíž více zrychloval při přibližování se k zemi. Jeho hodnoty byly u prvního pokusu -0, 55; -2, 65 a -2, 17 m/s pro poskok, krok a skok, u šestého pokusu byly tedy menší: -0, 49; -2, 27 a -1, 87 m/s. Jinak tomu je u okamžiku dokončení odrazu, kde u poskoku jsou hodnoty téměř totožné – 2, 48 m/s a 2, 37 m/s pro první a šestý pokus v okamžiku dokončení odrazu do poskoku, ale u kroku se liší. Jednalo se o

hodnoty 2, 17 a 1, 63 m/s pro první a šestý pokus. Délky kroků u obou pokusů jsou ale také skoro stejné (4, 19 a 4, 17 m), možné vysvětlení zní, že rozdíl (0, 37 m/s) ve prospěch šestého pokusu v horizontální rychlosti v okamžiku dokončení odrazu byl následně vykompenzován opačným rozdílem (0, 54 m/s) ve prospěch prvního pokusu, proto jsou nakonec délky obou kroků podobné. U skoku je rozdíl jen necelé 3 desetiny m/s, ale i to jistě hrálo roli při rozdílných délkách skoků. Zde byly hodnoty 2, 24 a 2, 52 m/s. Na obr. 17 jsou jasně vidět nižší rychlosti šestého pokusu v okamžiku dokroků a naopak vyšší rychlosti v okamžiku dokončení odrazů, jediná výjimka je zde v okamžiku dokončení odrazu do skoku.



Obr. 16: Vertikální průběh těžiště Jakuba Coubala (HMČR, 2005)

Výška těžiště je stejně jako u Ondřeje Caise v obou pokusech velmi podobná. Největší rozdíl (0, 066 m) nalezneme hned ve dvou okamžicích – v okamžiku dokroku do skoku, kde byly konkrétní hodnoty 1, 115 a 1, 049 m a v okamžiku dokončení odrazu do skoku 1, 206 a 1, 272 m, vše pro první a šestý pokus – viz obr. 18 v poslední části křivky. Na této křivce jsou zajímavé hodnoty ve fázi kulminace letu, na rozdíl od všech dokroků, kde jsou křivky téměř stejné, jsou výšky letu těžiště velmi rozdílné, i to značí, že první pokus byl v prvních dvou fázích lepší než pokus šestý.

Doba trvání fáze letu byla při téměř stejných vzdálenostech u poskoků a kroků rozdílná. Na obr. 18 je jasné, že se těžiště pohybovalo po vyšší křivce letu, proto také samotný let byl při relativně stejné vzdálenosti delší (0, 54 a 0, 49 s pro poskoky a 0, 42 a 0, 37 s pro kroky pro první a šestý pokus). Rozdíl výšky těžiště v okamžiku dokončení odrazu a maximální výšky letu byl u Coubala v prvním pokusu 0, 371 a 0, 183 m pro poskok a krok a v šestém pokusu to bylo 0, 271 a 0, 105 m také pro poskok a krok. Rozdíl je tedy 10 cm mezi poskoky, což může být také důkazem delšího poskoku v prvním pokusu, ale na druhou stranu téměř stejný rozdíl je také mezi kroky (skoro 8 cm) a zde délkový rozdíl je jen dva centimetry, proto tyto hodnoty je nutné brát s nadhledem a izolovaně od sebe jak pro poskoky, tak i pro kroky.

Závěrem lze říci, že pro tohoto závodníka je škoda, že první pokus zdárně nedokončil, jistě by byl výkon lepší. Hlavní faktory, které tedy v hodnotách hovoří pro šestý delší pokus jsou: Lepší rozdělení úsilí do všech třech dílčích skoků, větší vertikální rychlost v momentě odrazu do skoku a větší výška těžiště v momentě odrazu do skoku, což vše lze shrnout do jediné věty: Lepší technické zvládnutí (především zabránění rotace, která vznikla podle shlednutí videa již při odraze do kroku, a „podlomení“ nohy) fáze skoku.

Jakub Hůrka

Tento mladý závodník se zachraňoval až třetím pokusem, kterým se dostal do užšího finále. Nakonec se výkonem 15, 37 m umístil na 2. místě. Naměřené hodnoty můžeme vidět v tab. 17.

	3. Pokus	6. Pokus
Doby odrazu do dílčích skoků	Poskok 0, 115 sek. Krok 0, 16 sek. Skok 0, 16 sek.	Poskok 0, 11 sek. Krok 0, 14 sek. Skok 0, 16 sek.
Výkony	Oficiální výkon 14, 49 m Nedošlap cca 21 cm (korekce špičky (až 4 cm) Skutečný výkon 14, 66 - 14, 70 m	Oficiální výkon 15, 37 m Nedošlap cca 12 cm (korekce špičky(až 4 cm) Skutečný výkon 15, 45 - 15, 49 m
Délky dílčích skoků ve skutečných výkonech (14, 70 m a 15, 49 m)	Poskok 5, 58 m Krok 3, 65 m Skok 5, 47 m	Poskok 5, 67 m Krok 4, 82 m Skok 5, 00 m
Součet poskoku a kroku	9, 23 m	10, 49 m
Poměr délek dílčích skoků	37, 96% : 24, 83% : 37, 21%	36, 60% : 31, 12% : 32, 28%

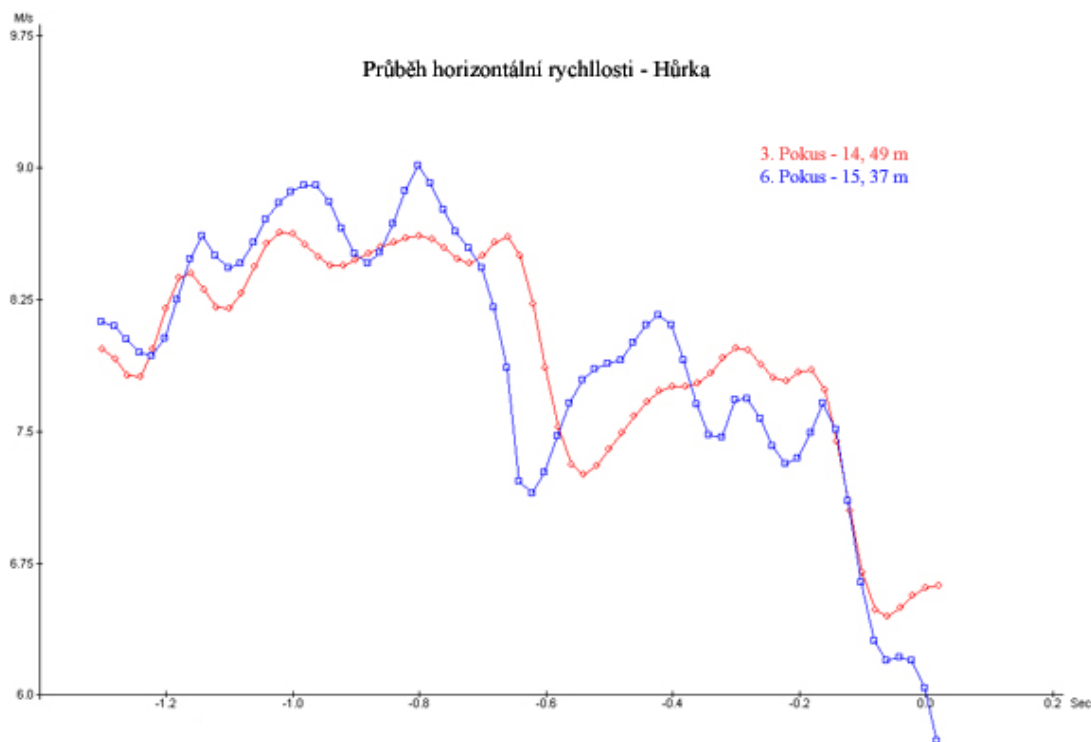
Horizontální rychlost v okamžiku Dokroku do	Poskoku 7, 95 m/s Kroku 8, 35 m/s Skoku 7, 73 m/s	Poskoku 8, 10 m/s Kroku 8, 20 m/s Skoku 7, 51 m/s
Horizontální rychlost v okamžiku dokončení odrazu do	Poskoku 8, 37 m/s Kroku 7, 53 m/s Skoku 6, 60 m/s	Poskoku 8, 24 m/s Kroku 7, 66 m/s Skoku 5, 83 m/s
Ztráta horizontální rychlosti v průběhu odrazu do	Poskoku -0, 42 m/s Kroku 0, 82 m/s Skoku 1, 13 m/s	Poskoku -0, 14 m/s Kroku 0, 54 m/s Skoku 1, 68 m/s
Vertikální rychlost v okamžiku Dokroku do	Poskoku -0, 62 m/s Kroku -2, 21 m/s Skoku -1, 57 m/s	Poskoku -0, 64 m/s Kroku -2, 31 m/s Skoku -1, 95 m/s
Vertikální rychlost v okamžiku dokončení odrazu do	Poskoku 2, 88 m/s Kroku 1, 42 m/s Skoku 3, 03 m/s	Poskoku 2, 74 m/s Kroku 2, 57 m/s Skoku 2, 58 m/s
Dokroková rychlost těžiště do	Poskoku 7, 97 m/s Kroku 8, 63 m/s Skoku 7, 89 m/s	Poskoku 8, 13 m/s Kroku 8, 52 m/s Skoku 7, 76 m/s
Vzletová rychlost těžiště v	Poskoku 8, 85 m/s Kroku 7, 66 m/s Skoku 7, 26 m/s	Poskoku 8, 68 m/s Kroku 8, 08 m/s Skoku 6, 38 m/s
Výška těžiště v okamžiku Dokroku do	Poskoku 0, 981 m Kroku 1, 003 m Skoku 0, 982 m	Poskoku 0, 983 m Kroku 0, 996 m Skoku 0, 999 m
Výška těžiště ve fázi amortizace v	Poskoku 0, 964 m Kroku 0, 925 m Skoku 0, 936 m	Poskoku 0, 965 m Kroku 0, 947 m Skoku 0, 943 m
Výška těžiště v okamžiku dokončení odrazu do	Poskoku 1, 149 m Kroku 1, 054 m Skoku 1, 198 m	Poskoku 1, 113 m Kroku 1, 125 m Skoku 1, 178 m
Doba trvání fáze letu v	Poskok 0, 45 s Krok 0, 31 s	Poskok 0, 56 s Krok 0, 48 s
Rozdíl výšky těžiště v okamžiku dokončení odrazu a maximální výšky letu v	Poskoku 0, 312 m Kroku 0, 081 m	Poskoku 0, 359 m Kroku 0, 238 m

Tab. 17: Naměřené hodnoty Jakuba Hůrky (HMČR, 2005)

Doby odrazů do dílčích skoků byly u tohoto závodníka u obou pokusů velice dobré, jednalo se o hodnoty 0, 115; 0, 16 a 0, 16 s pro poskok, krok a skok pro třetí pokus a 0, 11; 0, 14 a 0, 16 s pro poskok, krok a skok pro pokus šestý. Zde je rozdíl jen u odrazové fáze kroku, což také mohlo zavinit zcela nevydařený krok. Nedošlapy byly 21 a 12 cm pro třetí a šestý pokus. Velké rozdíly jsou vidět v délkách všech tří

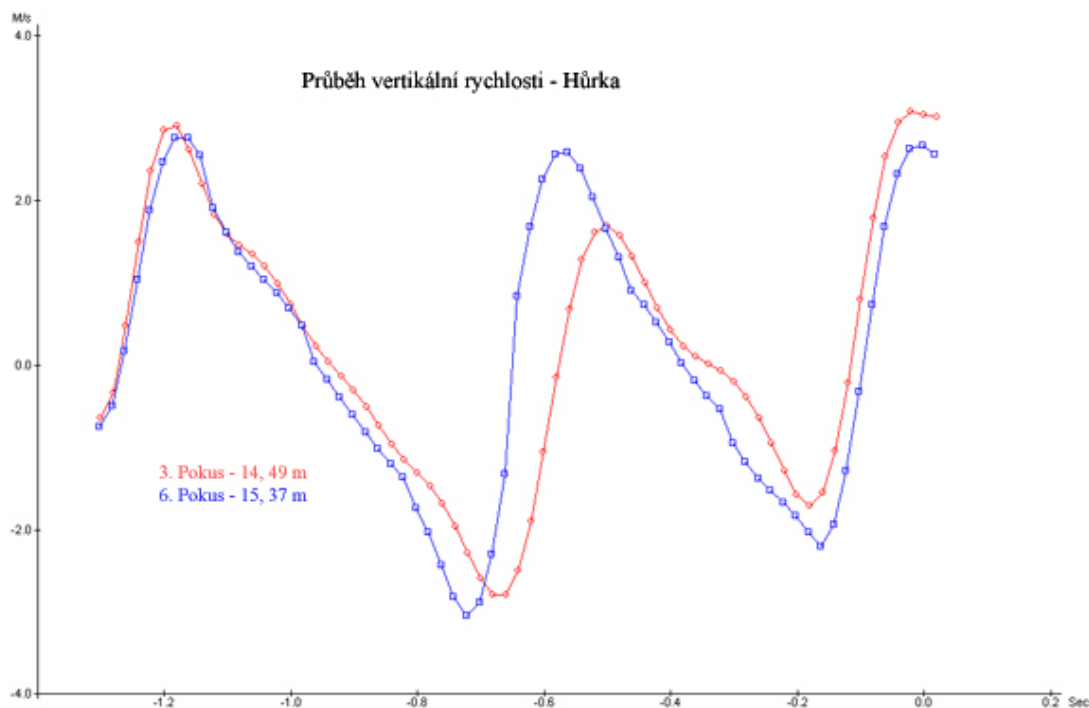
jednotlivých skoků u obou pokusů. Zatímco poskok byl u obou pokusů téměř stejný (5, 58 a 5, 67 m pro třetí a šestý pokus), krok byl diametrálně odlišný. Ve třetím pokusu, kterým se Hůrka zachraňoval, skočil krokem pouhých 3, 65 m. Na videu nejsou na první pohled chyby v technice markantní, zřejmě to byl skok na jistotu. V šestém pokusu Hůrka předvedl dlouhý krok, který měřil 4, 82 m. Vzdálenosti pro skok také nejsou moc podobné, i když si můžeme myslet, že třetí pokus byl pokažený, skok měřil 5, 47 m, což potvrzuje tezi, že to byl pokus zajišťovací. U šestého pokusu, zřejmě také vinou příliš dlouhého kroku, byl skok dlouhý „pouhých“ 5 m. Zde je vidět velký nedostatek, který Hůrku možná připravil o vítězství v soutěži. Zřejmě ve „vyhecované“ atmosféře posledním šestým pokusem vložil příliš úsilí do kroku, tudíž jeho skok nebyl optimální. Pokud by provedl stejný skok jako v pokusu třetím, k čemuž by nejspíš bylo potřeba zkrátit také krok, ale ne o takovou vzdálenost, mohl skočit Hůrka o dobrých 30 až 40 cm dál. Závratný rozdíl je tedy samozřejmě také v součtu poskoku a kroku, kde jsou hodnoty 9, 23 m a 10, 49 m. Z těchto délek jednotlivých skoků také vyplývá celkově neurovnané poměry délek dílčích skoků. Jedná se o tyto hodnoty - 37, 96 % : 24, 83 % : 37, 21 % a 36, 60 % : 31, 12 % : 32, 28 % pro třetí a šestý pokus. U třetího poskoku jsou všechny tři poměry relativně špatné, nejlépe z nich vychází poměr pro poskok. U šestého pokusu je to lepší, ale kratší délka skoku ovlivňuje ostatní dvě fáze, hlavně tedy krok.

Horizontální rychlosti jsou ve všech okamžicích až zajímavě podobné, jediný větší rozdíl je v okamžiku dokončení odrazu do skoku. Rychlosti v okamžiku dokroku byly tedy 7, 95; 8, 35 a 7, 73 m/s pro třetí pokus a 8, 10; 8, 20 a 7, 51 m/s pro pokus šestý. Rychlosti v okamžiku dokončení odrazu pak byly 8, 37; 7, 53 a 6, 60 m/s pro třetí pokus a 8, 24; 7, 66 a 5, 83 m/s u šestého pokusu. Jak je vidět, hodnoty jsou velice podobné a ztráty v odrazových fázích také. Čeho je ale nutné si všimnout je, že během odrazu do poskoku Hůrka u obou pokusu dokonce zrychluje, ztráty jsou tedy záporné a to -0, 42 a -0, 14, s tím se u ostatních skoků (vyjma jednoho pokusu u Caise) nesetkáme. Další rozdílná hodnota je u skoků, kde rychlost v okamžiku dokončení odrazu je o 0, 77 m/s menší u šestého pokusu než u třetího. To mohlo být další příčinou tak relativně krátkého skoku u šestého pokusu. S tím souvisí ztráta během odrazu do skoku, kde u třetího pokusu byla přijatelných 1, 13 m/s a u šestého pokusu byla 1, 68 m/s. Podle obr. 19 je také jasné, že horizontální rychlosti byly v uzlových bodech dosti podobné. Rozdíl je tedy vidět až na konci křivky, kde šestý pokus má výraznou tendenci k poklesu.



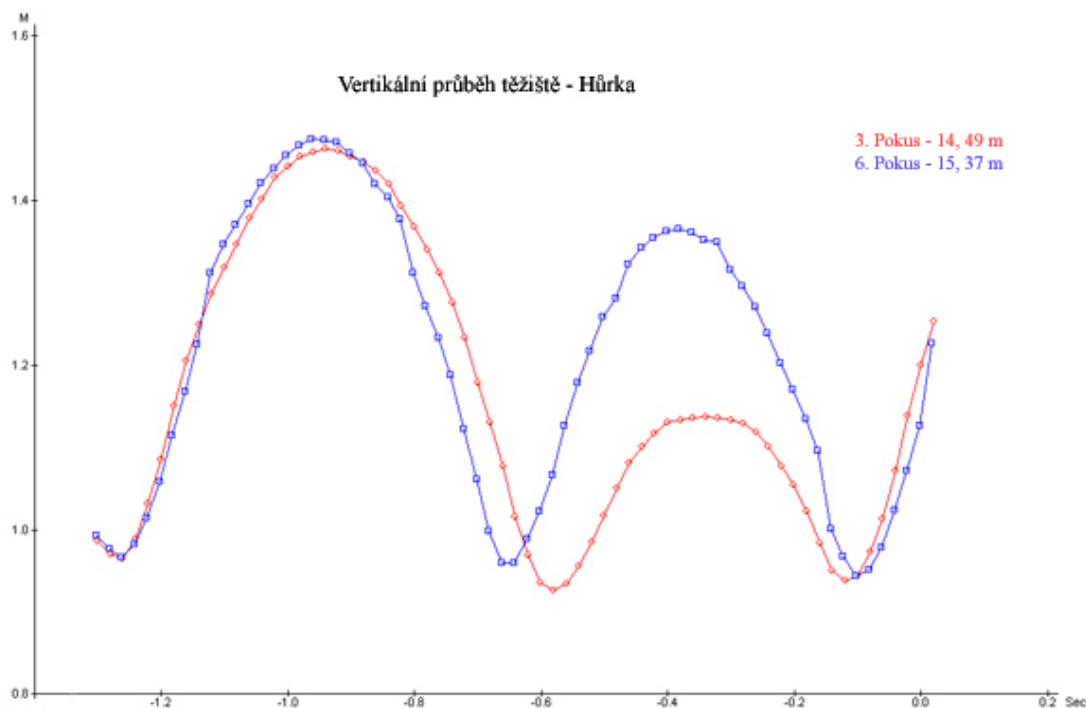
Obr. 17: Průběh horizontální rychlosti Jakuba Hůrky (HMČR, 2005)

Vertikální rychlosti v okamžiku dokroku jsou u poskoku a kroku také velice podobné: -0, 62 a -2, 21 m/s pro třetí pokus a -0, 64 a -2, 31 m/s pro pokus šestý. Malinko větší rozdíl (0, 38 m/s) je pak viditelný u rychlosti v okamžiku dokroku u skoků. Rozdílné je to u vertikálních rychlostí v okamžiku dokončení odrazu, kde u třetího pokusu byly vysoké hodnoty pro poskok a skok: 2, 88 a 3, 03 m/s, ale dost malá pro krok: 1, 42 m/s, zde je vidět, že Hůrka nevložil tolik úsilí do vzletové fáze u kroku a proto byl krok také krátký. U šestého pokusu jsou rychlosti následující: 2, 74; 2, 57 a 2, 58 m/s pro poskok, krok a skok. Tady už hodnota pro krok je výborná, ale jak je vidět, tak Hůrka ztrácí cenné desetiny m/s oproti třetímu pokusu u skoku. Sice je hodnota oproti ostatním závodníkům stále dobrá, ale nedosahuje závodnickových možností. Na obr. 20 můžeme vidět všechny rozdíly – v rychlosti v okamžiku dokončení odrazu do kroku a do skoku a rychlost v okamžiku dokroku do skoku. Začátek obou křivek je takřka totožný.



Obr. 18: Průběh vertikální rychlosti Jakuba Hůrky (HMČR, 2005)

Výška těžiště v okamžiku dokroku do skoro všech tří fází u obou pokusů se pohybuje pod 1 metr, což je výsledkem menšího vzrůstu závodníka. Opět jsou zde zcela bezvýznamné rozdíly mezi pokusy. Největší rozdíl (jen 0,017 m) je v okamžiku dokroku do skoku. Ani v okamžiku dokončení odrazu se hodnoty neliší tak, jak bychom mohli očekávat vzhledem k rozdílným délkám jednotlivých skoků. Nejmarkantnější rozdíl je v okamžiku dokončení odrazu do kroku, který činí 7,1 cm. Na obr. 21 je tento malý rozdíl vidět zhruba ve prostředku obou křivek. Další hodnoty pro okamžik dokroku a okamžik dokončení odrazu jsou téměř v jednom bodě. Největší a jasně viditelný rozdíl je ve fázi letu kroku, kde se těžiště závodníka během šestého pokusu pohybovalo o cca 25 cm výše než u pokusu třetího. Proto také z obrázku odečteme, že při velmi podobné horizontální rychlosti musí být zákonitě také fáze kroku jednoznačně kratší. Jak je dále vidět, nepřidělalo to závodníkovi ve třetím pokusu větších problémů při dalším dílčím skoku trojskoku – skoku, kde se již těžiště pohybuje opět po téměř stejné přímce jako u pokusu šestého.



Obr. 19: Vertikální průběh těžiště Jakuba Hůrky (HMČR, 2005)

Další měřenou hodnotou byla doba trvání fáze letu. Zde jsou výsledky částečně překvapující, protože doba trvání fáze letu byla u poskoků 0, 45 a 0, 56 s pro třetí a šestý pokus, což je při stejné výšce letu těžiště a při stejné horizontální rychlosti nemožné, proto se domnívám, že zde došlo k chybě při měření a zpracování výsledků. V pořádku je to již u doby trvání fáze letu v kroku, kde jsou hodnoty 0, 31 a 0, 48 s pro třetí a šestý pokus, což je značný rozdíl, ale jelikož byl rozdíl ve vzdálenosti také velký (1, 17 m), je to logické. Posledním hodnoceným faktorem byl rozdíl výšky těžiště v okamžiku dokončení odrazu a maximální výšky letu, což bylo u poskoku opět velmi podobné – 0, 312 a 0, 359 m pro třetí a šestý pokus. Jinak tomu bylo u kroku, kde byly hodnoty 0, 081 a 0, 238 m. To znamená, že se závodníkovo těžiště ve fázi letu kroku pohybovalo maximálně o 8, 1 cm výše než v okamžiku dokončení odrazu do tohoto kroku.

Milan Kovář

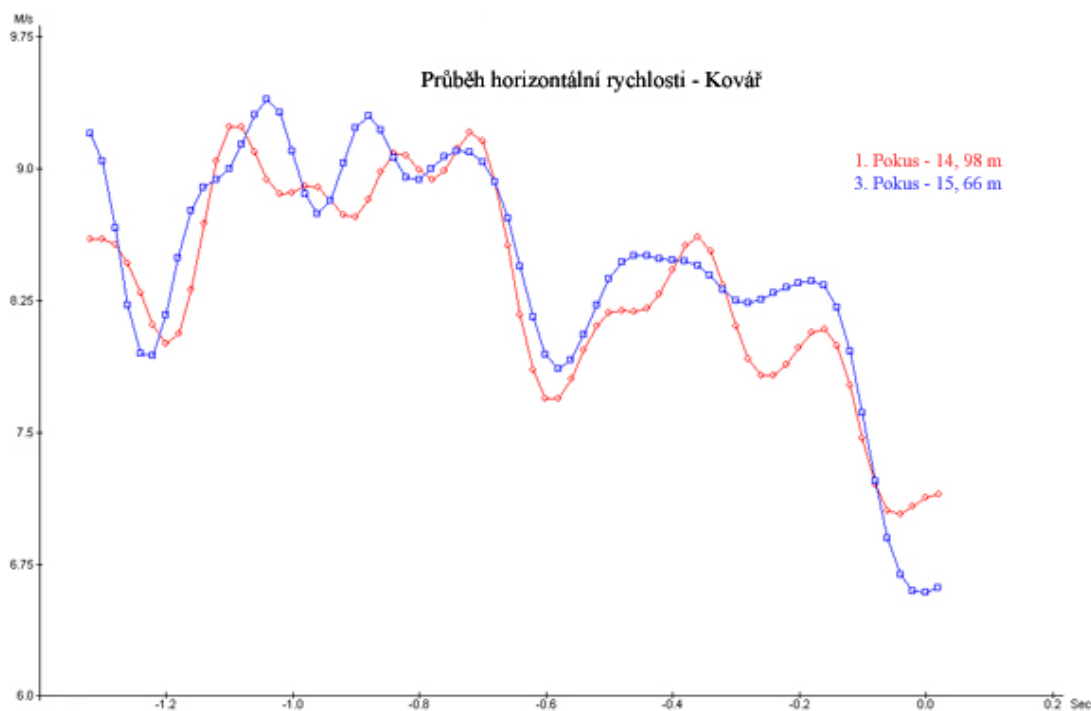
Vítězem soutěže se stal již 33-letý zkušený závodník Dukly Praha výkonem 15, 66 m ze třetí série. Jako jediný závodník měl vyrovnané tři nejlepší skoky – 15, 45 m, 15, 62 m a 15, 66 m. Všechny jeho naměřené údaje lze vidět v tab. 18.

	1. Pokus	3. Pokus
Doby odrazu do dílčích skoků	Poskok 0, 11 sek. Krok 0, 13 sek. Skok 0, 13 sek.	Poskok 0, 11 sek. Krok 0, 12 sek. Skok 0, 15 sek.
Výkony	Oficiální výkon 14, 98 m Nedošlap cca 1 cm (korekce špičky (až 4 cm)) Skutečný výkon 14, 98 - 14, 99 m	Oficiální výkon 15, 66 m Nedošlap cca 9 cm (korekce špičky(až 4 cm)) Skutečný výkon 15, 71 - 15, 75 m
Délky dílčích skoků ve skutečných výkonech (14, 99 m a 15, 75 m)	Poskok 5, 35 m Krok 4, 41 m Skok 5, 23 m	Poskok 5, 54 m Krok 5, 45 m Skok 4, 76 m
Součet poskoku a kroku	9, 76 m	10, 99 m
Poměr délek dílčích skoků	35, 69% : 29, 42% : 34, 89%	35, 18% : 34, 60% : 30, 22%
Horizontální rychlost v okamžiku dokroku do	Poskoku 8, 59 m/s Kroku 9, 15 m/s Skoku 7, 98 m/s	Poskoku 9, 11 m/s Kroku 8, 91 m/s Skoku 8, 08 m/s
Horizontální rychlost v okamžiku dokončení odrazu do	Poskoku 8, 00 m/s Kroku 7, 74 m/s Skoku 7, 09 m/s	Poskoku 8, 16 m/s Kroku 7, 90 m/s Skoku 6, 61 m/s
Ztráta horizontální rychlosti v průběhu odrazu do	Poskoku 0, 59 m/s Kroku 1, 41 m/s Skoku 0, 89 m/s	Poskoku 0, 95 m/s Kroku 1, 01 m/s Skoku 1, 47 m/s
Vertikální rychlost v okamžiku dokroku do	Poskoku -0, 31 m/s Kroku -2, 78 m/s Skoku -2, 14 m/s	Poskoku -0, 43 m/s Kroku -2, 30 m/s Skoku -1, 76 m/s
Vertikální rychlost v okamžiku dokončení odrazu do	Poskoku 2, 40 m/s Kroku 2, 36 m/s Skoku 2, 37 m/s	Poskoku 2, 75 m/s Kroku 2, 36 m/s Skoku 2, 81 m/s
Dokroková rychlost těžiště do	Poskoku 8, 60 m/s Kroku 9, 56 m/s Skoku 8, 26 m/s	Poskoku 9, 12 m/s Kroku 9, 20 m/s Skoku 8, 27 m/s
Vzletová rychlost těžiště v	Poskoku 8, 35 m/s Kroku 8, 09 m/s Skoku 7, 48 m/s	Poskoku 8, 61 m/s Kroku 8, 24 m/s Skoku 7, 18 m/s
Výška těžiště v okamžiku dokroku do	Poskoku 0, 952 m Kroku 1, 054 m Skoku 1, 045 m	Poskoku 0, 953 m Kroku 0, 992 m Skoku 0, 971 m
Výška těžiště ve fázi amortizace v	Poskoku 0, 951 m Kroku 0, 955 m Skoku 0, 968 m	Poskoku 0, 946 m Kroku 0, 933 m Skoku 0, 928 m
Výška těžiště v okamžiku dokončení Odrazu do	Poskoku 0, 999 m Kroku 1, 053 m Skoku 1, 091 m	Poskoku 1, 098 m Kroku 1, 081 m Skoku 1, 173 m
Doba trvání fáze letu v	Poskok 0, 50 s Krok 0, 43 s	Poskok 0, 48 s Krok 0, 43 s

Rozdíl výšky těžiště v okamžiku dokončení odrazu a maximální výšky letu v	Poskoku 0, 361 m Kroku 0, 232 m	Poskoku 0, 289 m Kroku 0, 177 m
---	------------------------------------	------------------------------------

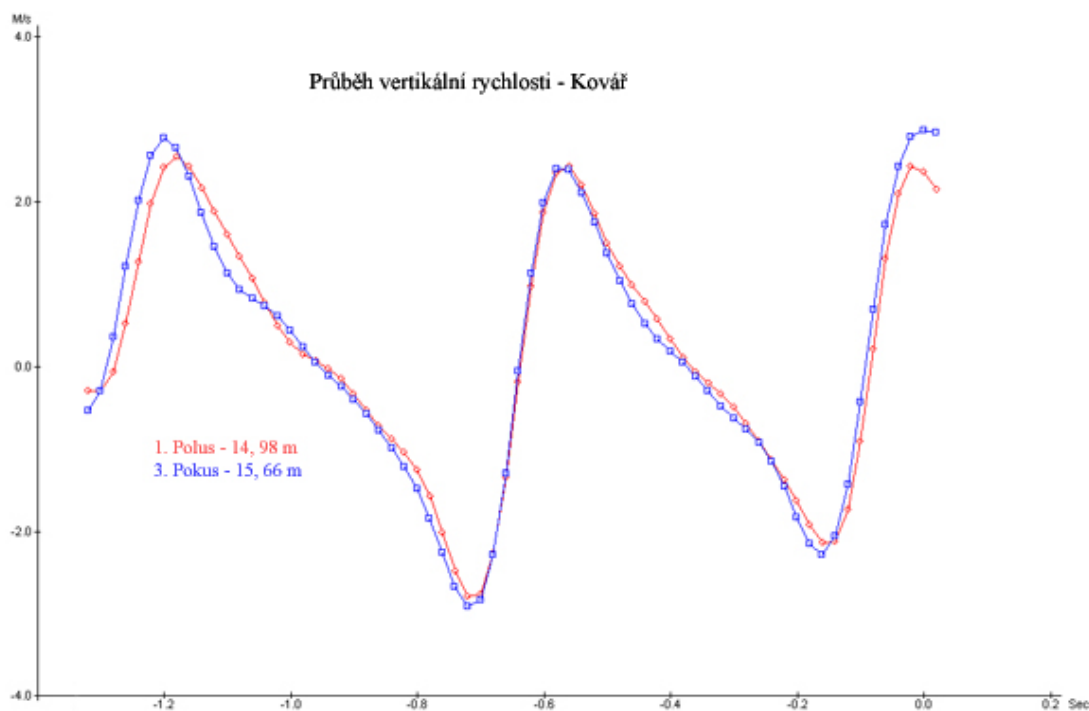
Tab. 17: Naměřené hodnoty Milana Kováře (HMČR, 2005)

Doby odrazů do dílčích skoků byly pro tohoto závodníka velmi dobré: 0, 11 s pro poskoky, 0, 13 a 0, 12 s pro kroky a 0, 13 a 0, 15 s pro skoky pro první a třetí pokus. Zde malé nuance jsou, ale nehrají významnou roli na výkonu. Jen se lze domnívat, že delší doba odrazu do skoku u třetího pokusu byla zapříčiněna snahou o maximální zdvih těžiště a kontrolu letu ve skoku, což můžeme dále vidět u vertikální rychlosti. Celkový rozdíl v obou pokusech je relativně velký – 76 cm. V jednotlivých fázích jsou pak rozdíly 19 cm mezi poskoky, pouhé 4 centimetry mezi kroky a největší rozdíl 53 cm mezi skoky. Úsilí v obou pokusech je velmi dobře rozložené, poměry délek dílčích skoků jsou u obou pokusů téměř totožné, největší rozdíl je jen 0, 8 % a to u kroku. Poměry jsou tedy 35, 69 % : 29, 42 % : 34, 89 % u prvního pokusu a 35, 18 % : 30, 22 % : 34, 60 %. Zde jistě hrála svoji roli zkušenost a vyzávoděnost skokana. Nedošlapy jsou u obou pokusů také výborné – 1 a 9 cm u prvního a třetího pokusu. Z těchto údajů můžeme tvrdit, že oba pokusy byly zdařené, ale třetí pokus byl celkově lepší.



Obr. 20: Průběh horizontální rychlosti Milana Kováře (HMČR, 2005)

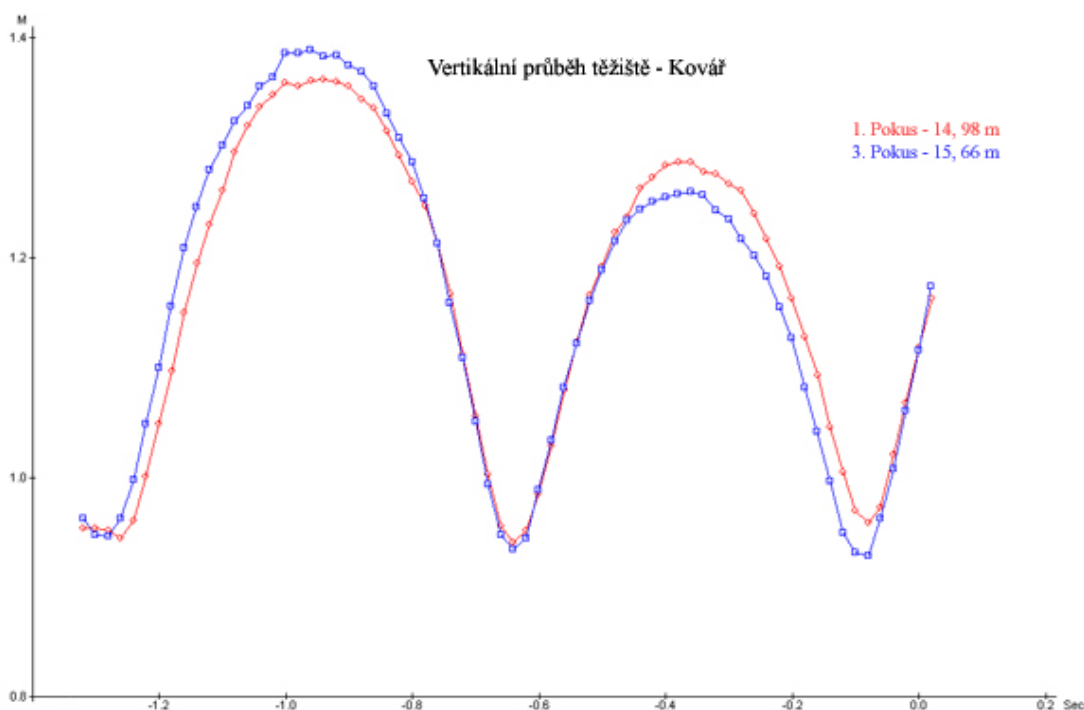
Horizontální rychlost v okamžiku dokroku do poskoku byla o 0,52 m/s větší u třetího než u prvního pokusu, což je také zdaleka největší rozdíl. Bohužel tuto počáteční devizu závodník mírně ztratil během doby odrazu – ztráta byla 0,95 m/s u třetího pokusu oproti 0,59 m/s u prvního pokusu. Další horizontální rychlosti v okamžiku dokroku byly velmi podobné. Ztráta během doby odrazu u dalších dvou fází byla již znatelnější, 1,41 m/s u kroku v prvním pokusu a 1,01 m/s u kroku ve třetím pokusu. Zde rozdíl 0,4 m/s nezpůsobil žádný délkový rozdíl. Dále to byly ztráty 0,89 m/s během doby odrazu do skoku u prvního pokusu a 1,47 m/s u pokusu třetího. Tento největší rozdíl (0,58 m/s) také nezpůsobil horší výkon ve skoku ve třetím pokusu, ba naopak. Horizontální rychlosti v okamžiku dokončení odrazu do poskoku byly 8,0 a 8,16 m/s, do kroku 7,74 a 7,90 m/s a do skoku 7,09 a 6,61 m/s. I na těchto hodnotách je jasná vyrovnanost pokusů a opět jen větší rozdíl v rychlosti v závěrečném skoku dokazuje opak. Ale také zde je hodnota opačná než bychom očekávali, ačkoli byl skok u třetího pokusu delší, rychlost byla menší. Z obr. 22 lze vyčíst rozdíly v počátku a na konci trojskoku, které jsou také nejmarkantnější.



Obr. 21: Průběh vertikální rychlosti Milana Kováře (HMČR, 2005)

U vertikální rychlosti pokračuje i nadále nastolená tendence téměř totožných čísel u obou pokusů. Jediný větší rozdíl je ve vertikální rychlosti v okamžiku odrazu do

skoku, který činil 0,44 m/s a v okamžiku dokroku do skoku, který byl 0,38 m/s, což mohlo způsobit delší skok u třetího pokusu. Ostatní hodnoty byly pro okamžik dokroku do poskoku -0,31 a -0,43 m/s, do kroku -2,78 a -2,30 m/s a do skoku -2,14 a -1,76 m/s. Z těchto čísel jsou vidět určité rozdíly v obou pokusech, ale jak můžeme vidět na délkách dílčích skoků, tak nehrály (kromě skoku) významnou roli. Hodnoty pro vertikální rychlost v okamžiku odrazu do poskoku byly 2,40 a 2,75 m/s, do kroku 2,36 a 2,36 m/s a do skoku 2,37 a 2,81 m/s. Na obr. 23 jsou popsány rozdíly jasně vidět, další menší odchylka (0,35 m/s) je v okamžiku odrazu do poskoku.



Obr. 22: Vertikální průběh těžiště Milana Kováře (HMČR, 2005)

U výšky těžiště během všech tří odrazů můžeme najít již menší rozdíly. U výšky těžiště v okamžiku dokroku do kroku byl rozdíl 62 mm a do skoku 74 mm, což znamená, že skokan měl nepatrně výhodnější podmínky v okamžiku dokroku do kroku a do skoku u prvního pokusu, kde dokázal být ve vzprímenější poloze a tím udržet těžiště ve vyšší poloze. Při pohledu na délku těchto dílčích skoků můžeme opět konstatovat, že to jsou jen nepatrné hodnoty, které neměly zásadní vliv na délku těchto dílčích fází. V okamžiku odrazu do poskoku se těžiště závodníka pohybovalo o 99 mm výše než u pokusu prvního, což mohlo mít za následek větší délku poskoku ve třetím pokusu. Větší rozdíl (82 mm) byl také v okamžiku odrazu do skoku, což také jistě

pomohlo skokanovi dosáhnout lepšího výsledku ve skoku ve třetím pokusu než v pokusu prvním. Obě trajektorie těžiště jsou na obr. 24, kde je vidět, že během letu v poskoku se těžiště během třetího pokusu pohybovalo o cca 5 cm výš než u pokusu prvního, což mohlo mít za následek větší délku tohoto dílčího skoku ve třetím pokusu. Na druhou stranu je zřetelné, že v letu v kroku se naopak výš pohybovalo těžiště během prvního pokusu, ale na délce kroku to nebylo znát. Poslední rozdíl je již oněch 74 mm v okamžiku dokroku do skoku.

Doba trvání fáze letu v poskoku a kroku je opět téměř totožná – 0, 50 a 0, 48 s pro poskoky a 0, 43 a 0, 43 s pro kroky pro první a třetí pokus. Hodnoty rozdílu výšky těžiště v okamžiku dokončení odrazu a maximální výšky letu jsou vcelku velké: u poskoku to je 72 mm, což by teoreticky mělo vést k delšímu poskoku v prvním pokusu, a kroku to je 55 mm, zde jsou ale délky kroků téměř shodné.

Z naměřených údajů je jasné, že oba skoky byly po technické stránce velmi vyrovnané. Rozhodly proto maličkosti, kde každá drobná odchylka měla svůj význam. Jednoznačně o rozdílu těchto pokusů rozhodl nejvíce skok. Co přesně zapříčinilo jeho větší délku ve třetím pokusu není jednoznačně jasné.

16.2. Diskuse

Rozdíl oproti elitním závodníkům činil cca 3, 5 metru u obou pokusů. Zde si můžeme všimnout, že Cais měl také drobné problémy s přesností rozběhu, jelikož u obou pokusů měl nedošlap přes 20 cm (27 a 21 cm). U závodníků na vrcholných akcích se nedošlap pohyboval od cca 5-ti do 10-ti centimetrů. U Ondřeje Caise byly doby odrazové fáze téměř totožné s hodnotami u elitních atletů. Jen při porovnání doby během odrazu do poskoku zaostával o cca 1 – 2 setiny oproti medailistům na ME 2002 v Mnichově. Poměr fází byl horší, oproti modelovým cca 36 % : 29 % : 35 % se skokan lišil zejména v délce kroku a následně také skoku, přibližně vždy o 3 procenta. Další výrazný rozdíl můžeme najít u horizontální rychlosti, kde při poskoku ztrácel více než 1 m/s oproti vrcholovým skokanům, kde se rychlost v momentě odrazu do poskoku pohybuje až k 9, 6 m/s (u Caise 8, 32 a 8, 37 m/s). Velká odchylka je také u kroku, kde činí cca 0, 6 m/s, u skoku je již rozdíl téměř nepatrný, hlavně kvůli malým ztrátám v průběhu celého trojskoku. U vertikální rychlosti žádné významné rozdíly nenajdeme, maximálně můžeme vyzdvihnout rozdíl v okamžiku dokončení odrazu do kroku v prvním pokusu, kde byla rychlost 1, 83 m/s oproti teoretickým 2, 1 m/s u elitních atletů. Výška těžiště mezi okamžikem dokroku a okamžikem dokončení odrazu je také podobná jako u elity, dokonce se pohybuje v o kousek větších hodnotách než jsou u elity (cca 10 cm). To může být zapříčiněno nejen dobrým odrazem, ale na druhou stranu také špatným dokrokem. Bohužel tyto hodnoty v teoretické části chybí, ale především jsou velmi individuální, jelikož jsou závislé na výšce skokana, proto by se dali porovnávat pouze skokani velmi podobní svým vzrůstem. Rozdíl mezi výškou těžiště v okamžiku dokončení odrazu a maximální výškou těžiště během letu jsou téměř stejné v poskoku, u Caise 0, 237 a 0, 257 m, u elity to je přibližně 0, 24 m. Rozdíl je až v kroku, kde jsou hodnoty o zhruba 3 cm menší u prvního pokusu a 2 cm u druhého pokusu. Vysvětlíme si to tak, že poskok má Cais stejně plochý jako vrcholoví závodníci, ale je kratší kvůli výrazně menší horizontální rychlosti. Krok je nižší a zároveň pomalejší (i když už ne o tolik jako poskok) než u vrcholových závodníků, což také způsobuje jeho kratší délku. Doba letu je jen výsledkem celkově kratších jednotlivých skoků, proto je také u Caise o cca 5 setin kratší u poskoku a o téměř 1 desetinu sekundy kratší u kroku.

Závěrem lze říci, že podle naměřených výsledků je jasné, že hlavní rozdíl mezi tímto závodníkem a vrcholovými trojskokany je ve sprinterských schopnostech a v optimálnější rozložení úsilí do jednotlivých skoků v trojskoku.

U Jakuba Coubala je rozdíl v délce pokusů také značný, cca 3 metry. Velký prim má u přesnosti rozběhu, kde jeho 3 centimetry jsou výborné, bohužel jen u jednoho z pokusů. Doby odrazů do dílčích skoků jsou u Coubala velmi podobné nejlepším atletům jen u poskoku, kde je jedním z nejlepších vůbec, u ostatních lehce zaostává, ale jen o cca 1 až maximálně 2 setiny sekundy. Poměr délek dílčích skoků byl dobrý, pokud budeme uvažovat pouze šestý, lepší pokus. Velký rozdíl je hlavně ve všech horizontálních rychlostech v okamžiku dokončení odrazu. Zde Coubal zaostává v poskoku o cca 1 až téměř 2 m/s, v kroku o 1 až 1,5 m/s a ve skoku o cca 0,5 m/s. U vertikálních rychlostí v okamžiku dokončení odrazu je to lepší, zde u poskoků zaostal o maximálně 1 – 2 desetiny sekundy m/s, v kroku to bylo jen u šestého pokusu, kde zaostal už výrazně, o téměř 0,5 m/s a ve skoku, kde to bylo u prvního pokusu o 0,36 m/s oproti průměru elitních atletů. Stejně jako vrcholoví atleti má i Coubal těžiště nejnižší v okamžiku dokončení odrazu do kroku. Elitní trojskokani mají také těžiště v průměru o 10 cm výše během okamžiku dokončení odrazu než v okamžiku dokroku, to u Coubala platí cca z poloviny. Největší rozdíl je hlavně mezi dokrokem a odrazem u šestého pokusu – 0,223 m. Dobu trvání fáze letu má tento závodník také srovnatelnou, ale musíme samozřejmě stále brát v úvahu to, že u elitních závodníků se těžiště pohybuje rychlejší rychlostí, proto při stejné době letu urazí větší vzdálenost. Jediná výraznější výjimka je u doby trvání fáze letu v kroku u šestého pokusu, kde ji má Coubal o cca 5 – 10 setin kratší než vrcholoví trojskokani. U údaje v rozdílu ve výšce těžiště v okamžiku dokončení odrazu a maximální výšce letu jsou hodnoty opět rozcházející. V poskoku měl Coubal těžiště o cca 13 (u prvního pokusu) a 3 (u šestého pokusu) cm výše než elitní atleti, což je vcelku překvapující, ale mohlo by to být tím, že elitní závodníci kladou větší důraz na ploché a rychlé provedení poskoku než výkonoví atleti. U kroku to bylo již méně rozdílné, jednalo se jen o 3 a 4 cm u prvního a šestého pokusu.

Celkově bych opět viděl především nedostatek v rychlostní úrovni a v některých drobnějších detailech výše popsanych, které se ale zřejmě objevují jen občas a zdaleka ne ve všech vykonaných skocích.

Jakub Hůrka je mladým atletem, který za světovými atlety zaostává o přibližně 2 metry. Jeho dva nedošlapy, 21 a 12 cm jsou celkově o cca 6,5 – 9 cm horší, než u

elitních skokanů. Hůrkovy doby odrazu do dílčích skoků se pohybují na nebo lehce pod úrovní elitních atletů, proto tyto hodnoty můžeme považovat za jeho velké přednosti. Velkým nedostatkem jsou jako u většiny zkoumaných subjektů poměry délek dílčích skoků. V obou pokusech jsou značné odlišnosti od teoretických vzorů. Ve třetím pokusu se hodnoty liší ve všech třech číslech, a to o cca 2 – 3 %, v šestém pokusu pak především u kroku a skoku, kde je rozdíl o cca 2 a 2, 5 % u kroku a skoku. Horizontální rychlost v okamžiku dokončení odrazu do poskoku (průměr 8, 30 m/s) se u obou pokusů pohybuje na spodní hranici rozsahu elitních atletů, oproti nejlepším však ztrácí 1, 3 m/s. U kroku je tomu velmi podobně, kde průměr téměř stejné rychlosti obou skoků je 7, 60 m/s, zde se již Hůrka sice dostává do průměru elitních skokanů, který je 7, 4 – 8, 5 m/s, ale stále je zřejmá určitá ztráta. U skoku je rozdíl největší. U třetího pokusu tendence stále pokračuje, kde je ztráta maximálně 0, 4 m/s, ale u pokusu šestého je již rozdíl značný – až 1, 2 m/s. Tato rychlost také nejvíce ovlivnila délku skoku. U vertikální rychlosti v okamžiku dokončení odrazu do všech tří dílčích skoků je u obou pokusů tendence zcela opačná. Až na jeden případ, kdy u rychlosti do kroku ve třetím pokusu, ztrácel Hůrka cca 0, 7 m/s, jsou ostatní hodnoty velmi vysoké a Hůrkovy hodnoty jsou tak o 0, 2 – 0, 5 m/s vyšší než je průměr elitních atletů. Tato čísla jen potvrzují tezi, že Hůrka patří spíše k odrazovým typům skokanů, kteří více úsilí vkládají do výšky skoku než do zachování horizontální rychlosti. Výška těžiště v okamžiku dokončení odrazu by měla být obecně u všech pokusů nejmenší do kroku. Tomu tak u Hůrky v šestém pokusu není. Také teoretický rozdíl 10-ti cm mezi výškou těžiště v okamžiku dokroku a okamžikem odrazu je u Hůrky řádově o několik cm větší než udává hodnota pro vrcholové skokany. Doba trvání fází letu se u Hůrky dost mění. U poskoku můžeme, vzhledem k tomu, že ostatní hodnoty byly velmi podobné, rozdíl hodnot letu připisovat chybě v měření, u kroku již je jasný rozdíl na místě. Zde byl největší rozdíl samozřejmě ve třetím pokusu, kde dosahoval 0, 11 – 0, 16 s, u pokusu šestého je doba trvání fáze letu téměř shodná s vrcholovými atlety. Poslední hodnota koresponduje s ostatními, kdy rozdíl výšky těžiště v okamžiku dokončení odrazu a maximální výšky letu je oproti vrcholovým atletům u Hůrky o cca 7 – 12 cm větší u poskoku, což je výborná hodnota. U kroku tomu bylo u třetího pokusu naopak, kdy Hůrka ztratil 7 cm, ale v šestém jen potvrdil předchozí hodnoty u poskoků a opět se dostal na rozdíl o 9 cm větší než je u elitních skokanů. Tyto hodnoty, stejně jako vertikální rychlost, také potvrzují odrazové schopnosti atleta.

Závěrem lze tedy říci, že hlavní devizy jsou obecně v odrazových schopnostech a nedostatky jako u ostatních skokanů jsou především v optimálnější rozložení úsilí do dílčích skoků a vyšší horizontální rychlost během celého trojskoku.

Milan Kovář v tomto závodě ztratil na nejlepší trojskokany světa cca 2 metry, ale průměrný nedošlap (5 cm) byl o 2, 5 – 5 cm lepší než bývá u elity. U Milana Kováře hrály prim především doby odrazů do dílčích skoků, kdy všechny jeho hodnoty jsou pod průměrem vrcholových atletů. Samozřejmě zde hraje svou důležitou roli metoda měření tohoto údaje, nicméně jeho hodnoty jsou alespoň ve srovnání s ostatními měřenými subjekty výborné. Stejně tak i poměry délek dílčích skoků se téměř shodují s optimálním modelem, který je cca 36 % : 29 % : 35 %. Opět ale zaostává horizontální rychlost v okamžiku dokončení odrazu do všech tří dílčích skoků. V poskoku tomu je o cca 0, 4 – 1, 6 m/s, u kroku se již Kovář pohybuje na dolní hranici elity a u skoku již je zcela v průměru. Z toho je zřejmé, že oproti elitním atletům tolik neztrácí horizontální rychlost v průběhu celého trojskoku. U vertikální rychlosti na tom opět velmi dobře, kdy se teoretického modelu 2, 6; 2, 1 a 2, 6 m/s pro vertikální rychlosti v okamžiku dokončení odrazu do poskoku, kroku a skoku drží v poskoku a skoku, jen v kroku ho ku prospěchu o cca 0, 3 m/s překračuje. U doby trvání fází letu v poskoku je Kovář mírně pod vrcholovými skokany a v kroku se drží na dolní hranici průměru. U Hodnot rozdílu výšky těžiště v okamžiku dokončení odrazu a maximální výšky letu Kovář opět převyšuje elitu o cca 5 – 12 cm v poskoku a o cca 3 – 8 cm v kroku, což teoreticky Kovářovi pomáhá.

Souhrn zní, že jediné výrazné negativum jsem našel v horizontální rychlosti v okamžiku dokončení odrazu zejména do poskoku, ale i kroku. V ostatních parametrech patří Kovář mezi nejlepší atlety, ale jsou zde jistě další, které jsem bohužel nezměřil a které zapříčiňují celkovou kratší délku trojskoku.

16.3. Závěr

Z našeho výzkumu vyplývá, že hlavní rozdíly mezi naší českou špičkou a elitou světovou tkví ve sprinterských schopnostech a v optimálním rozložení úsilí během celého trojskoku.

Práce z velké části odhalila hlavní nedostatky a rozdíly v pokusech a v provedení trojskoku mezi výkonnostními a vrcholovými atlety. Je zřejmé, že ne všechny skutečnosti byly nalezeny a popsány. Je proto nezbytně nutné brát v úvahu nejen další možné biomechanické parametry ovlivňující výkon v trojskoku (jako úhly, úhlové rychlosti, rotace, „směr“ trojskoku, ale také osobu skokana jako takovou, podmínky soutěže a její průběh, optimální formu a jiné.

17. Použitá literatura

- BALLREICH, R., KUHLOW, A. *Biomechanik der Sportarten. Band 1: Biomechanik der Leichtathletik*. Stuttgart : Ferdinand Enke Verlag, 1986, s. 61 – 71.
- DICKWACH, H. *Leichtathletik – Dreisprung*. Berlin: Sportverlag GmbH, 1991, s. 92 – 114.
- FUKASHIRO, S. a kol. *A biomechanical study of the triple jump*. 1981, s. 233 – 237.
- FUKAHIRO, S; MIYASHITA, M. *An estimation of the velocities of three take-off phases in 18-m triple jump*. 1983, s. 309 – 312.
- HAY, JAMES G. *The biomechanics of the triple jump: A REVIEW*. Iowa City: University of Iowa, IA 52242, U.S.A, 1991.
- CHOUTKA, M., DOVALIL, J. *Sportovní trénink*. Praha: Olympia, 1987.
- JONATH, U. A. *Leichtathletik 2. Springen*. Reinbek in Hamburk, 1995, s. 171 – 229.
- KILLING, W. Die Sprünge von München. *Leichtathletiktraining*. 2002, 13 (12), s. 30 - 39.
- MCNAB, T. *Triple jump*. London: Amateur Athletic Association, 1977.
- PŘÍHODA, Z, VACULA, J. Trojskok. In KNĚNICKÝ, K. a kol. *Technika lehkooatletických disciplín*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1977.
- UZLOV, G. *Triple jump techniques. Modern Athlete and Coach*. 1982, 20, s. 16 – 18.
- VERHOSHANSKI, Y. *Triple jump with approach*. Moscow: Physical Culture and Sport, 1961.
- INTERNET – <http://www.biomechanics.mai.ku.dk/triple.htm> (Parametry světových trojskokanů)

18. Seznam příloh

Tab. 18: Délky skoků u vybraných vrcholových atletů (Dickwach, 1983)

Tab. 19: Poměry délek dílčích skoků u vybraných vrcholových atletů (Dickwach, 1983)

Tab. 20 Parametry skoků medailistů na ME 2002 v Mnichově (Killing, 2002)

Tab. 21: Parametry skoků medailisty na ME 2002 v Mnichově (Killing, 2002)

19. Přílohy

Jméno	Official dist.(m)	Actual dist.(m)	Poskok (m)	Krok (m)	Skok (m)
Světové rekordy					

M. Oda	15, 58		6, 40	4, 31	4, 87
N. Tajima	16, 00		6, 20	4, 80	5, 00
L. Tscherbakow	16, 23		6, 07	4, 97	5, 19
A. da Silva	16, 56		6, 28	4, 95	5, 33
O. Rjachowskij	16, 59		6, 46	4, 97	5, 16
O. Fjedossejew	16, 70		6, 42	4, 88	5, 40
J. Schmidt	17, 03		6, 00	5, 02	6, 01
V. Sanejew	17, 39	17, 59	6, 50	5, 05	6, 04
V. Sanejew	17, 44	17, 54	6, 60	4, 93	6, 01
J. de Oliviera	17, 89		6, 10	5, 40	6, 39
W. Banks	17, 97		6, 32	4, 96	6, 69
Vrcholné soutěže					
J. Hoffmann	17, 42	17, 46	6, 59	5, 75	5, 12
M. Conley	17, 78		6, 61	5, 19	5, 98
C. Markov	17, 92	17, 96	6, 54	5, 30	6, 12
C. Markov	17, 61	17, 71	6, 50	5, 40	5, 81
I. Lapchin	17, 52	17, 64	6, 25	5, 20	6, 19
A. Kovalenko	17, 42	17, 47	6, 25	4, 85	6, 37
Ostatní					
J. Drehmel	17, 20	17, 20	6, 22	5, 35	5, 63
V. Mai	17, 50	17, 52	6, 67	5, 10	5, 75
J. Elbe	17, 30	17, 35	6, 20	5, 15	6, 00
D. Gamlin	17, 17	17, 34	6, 42	5, 35	5, 57

Tab. 18: Délky skoků u vybraných vrcholových atletů (Dickwach, 1983)

Jméno	Official dist.(m)	Poskok (%)	Krok (%)	Skok (%)	Místo výkonu
Světové rekordy					
M. Oda	15, 58	41, 0	28, 0	31, 0	Tokio 1931

N. Tajima	16, 00	38, 8	30, 0	31, 2	Berlín 1936
L. Tscherbakow	16, 23	37, 4	30, 6	32, 0	Moskva 1953
A. da Silva	16, 56	37, 9	29, 9	32, 2	Mexiko 1955
O. Rjachowskij	16, 59	38, 9	29, 9	31, 2	Moskva 1958
O. Fjedossejew	16, 70	38, 4	29, 2	32, 4	Naltschik 1959
J. Schmidt	17, 03	35, 2	29, 5	35, 3	Otschiin 1960
V. Sanejew	17, 39	37, 0	29, 0	34, 0	Mexiko 1968
V. Sanejew	17, 44	37, 5	28, 5	34, 0	Suchumi 1972
J. de Oliviera	17, 89	34, 1	30, 2	35, 7	Mexiko 1975
W. Banks	17, 97	35, 1	27, 6	37, 3	Indianapolis 1985
Vrcholné soutěže					
J. Hoffmann	17, 42	37, 7	32, 9	29, 4	MS Helsinky 1983
M. Conley	17, 78	37, 2	29, 2	33, 6	Indianapolis 1985
C. Markov	17, 92	36, 4	29, 5	34, 1	MS Řím 1987
C. Markov	17, 61	36, 7	30, 5	32, 8	OH Soul 1988
I. Lapchin	17, 52	35, 4	29, 5	35, 1	Oh Soul 1988
A. Kovalenko	17, 42	35, 8	27, 8	36, 5	Oh Soul 1988
Ostatní					
J. Drehmel	17, 20	36, 2	31, 1	32, 7	Postdam 1972
V. Mai	17, 50	38, 0	29, 2	32, 8	Erfurt 1985
J. Elbe	17, 30	35, 7	29, 7	34, 6	Dresden 1985
D. Gamlin	17, 17	37, 0	30, 9	32, 1	Dresden 1986

Tab. 19: Poměry délek dílčích skoků u vybraných vrcholových atletů (Dickwach, 1983)

	Olsson			Friedek
Pokus:	2	4	5	2
Vzdálenosti (m):				
official	17, 44	17, 43	17, 53	17, 33

actual	17, 59	17, 50	17, 57	17, 47
ztráta	0, 15	0, 07	0, 04	0, 14
Délka kroků (m):				
předposlední krok	2, 45	2, 53	2, 60	2, 48
poslední krok	2, 33	2, 47	2, 41	2, 20
poskok	6, 11	6, 08	6, 16	6, 50
krok	5, 28	5, 35	5, 15	5, 30
skok	6, 20	6, 07	6, 26	5, 67
Poměr fází (%) :				
poskok	35	35	35	38
krok	30	31	29	30
skok	35	35	36	32
Horizontální rychlost (m/s):				
předposlední krok	9, 85	9, 96	10, 05	10, 40
poslední krok	9, 90	9, 99	10, 01	10, 36
poskok	9, 39	9, 51	9, 50	9, 56
krok	8, 47	8, 51	8, 57	8, 41
skok	7, 19	7, 28	7, 67	6, 85
Ztráta rychlosti (m/s):				
poslední krok	0, 05	0, 04	-0,04	-0,04
poskok	-0,51	-0,48	-0,52	-0,8
krok	-0,92	-1	-0,92	-1,15
skok	-1,28	-1,23	-1,56	-1,56
Vertikální rychlost (m/s):				
poskok	2, 28	2, 25	2, 31	2, 55
krok	1, 93	1, 86	1, 85	2, 05
skok	2, 75	2, 60	2, 28	2, 33
Úhel vzletu (°):				
poskok	14	13	14	15
krok	13	12	12	14
skok	21	20	17	19

Tab. 20: Parametry skoků medailistů na ME 2002 v Mnichově (Killing, 2002)

	Edwards		
Pokus:	1	2	3
Vzdálenosti (m):			
official	17, 12	17, 32	17, 11

actual	17, 29	17, 45	17, 16
ztráta	0, 17	0, 13	0, 05
Délka kroků (m):			
předposlední krok	2, 59	2, 44	2, 44
poslední krok	2, 54	2, 38	2, 42
poskok	6, 55	6, 48	6, 40
krok	4, 71	4, 84	4, 88
skok	6, 03	6, 14	5, 89
Poměr fází (%) :			
poskok	38	37	37
krok	27	28	28
skok	35	35	34
Horizontální rychlost (m/s):			
předposlední krok	10, 59	10, 65	10, 61
poslední krok	10, 52	10, 68	10, 56
poskok	9, 50	9, 75	9, 64
krok	8, 48	8, 83	8, 62
skok	7, 04	7, 04	7, 10
Ztráta rychlosti (m/s):			
poslední krok	-0,07	0, 04	-0,05
poskok	-1,02	-0,94	-0,92
krok	-1,02	-0,92	-1,02
skok	-1,44	-1,79	-1,51
Vertikální rychlost (m/s):			
poskok	2, 64	2, 61	2, 56
krok	1, 89	1, 75	1, 84
skok	2, 83	3, 02	2, 61
Úhel vzletu (°):			
poskok	16	15	15
krok	13	11	12
skok	22	23	20

Tab. 21: Parametry skoků medailisty na ME 2002 v Mnichově (Killing, 2002)