

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA  
KATEDRA MATEMATICKÉ ANALÝZY A APLIKACÍ MATEMATIKY

## BAKALÁRSKA PRÁCA

Modely viackriteriálneho hodnotenia  
v športových disciplínach



Vedúci diplomovej práce:  
Doc. RNDr. Jana Talašová, CSc.  
Rok odovzdania: 2014

Vypracoval:  
Radovan Vavrek  
ME, 3. ročník

### **Prehlásenie**

Prehlasujem, že som vytvoril túto diplomovú prácu samostatne za vedenia doc. RNDr. Jany Talašovej, CSc., a že som v zozname použitej literatúry uviedol všetky zdroje použité pri spracovávaní práce.

V Olomouci dňa 8. decembra 2013

## **Pod'akovanie**

Rád by som poďakoval vedúcej bakalárskej práce doc. RNDr. Jane Talašovej, CSc. za odborné vedenie, poskytovanie rad a ústretový prístup.

## **Abstrakt**

Cieľom tejto bakalárskej práce je opísať metódy hodnotenia používaných v rôznych športových disciplínach a zamerať sa na tie, ktoré pracujú s expertným ohodnotením športového výkonu. V práci je prevedená analýza v 3 športoch, ktorými sú skoky na lyžiach, krasokorčuľovanie a atletický desaťboj. Obsahom sú tiež matematické metódy viackriteriálneho hodnotenia, konkrétne bodovacia metóda, metóda váženého poradia, univerzálna standardizácia a metóda najmenšej vzdialenosti od ideálnej varianty.

Kľúčové slová: Viackriteriálne hodnotenie, univerzálna standardizácia, metóda najmenšej vzdialenosti, metódy hodnotenia, skoky na lyžiach, krasokorčuľovanie, desaťboj.

## **Abstract**

The aim of this thesis is to describe the evaluation methods used in the various sport disciplines and focus on those that work with an expert evaluation of sport performance. The thesis analyzes 3 sports that are ski jumping, figure skating and athletic decathlon. Content of are also mathematical methods of multiple-criteria evaluation, namely scoring method, the method of weighted ranking, the universal standardization and the method smallest distance from the ideal option.

Keywords: multiple-criteria evaluation, universal standardization, method the smallest distance, evaluation methods, ski jumping, figure skating, decathlon.

## OBSAH

1 Úvod .....	5
1.1 Teória rozhodovania .....	6
1.2 Metódy viackriteriálneho hodnotenia variant .....	7
1.3 Športový výkon .....	10
2 Skoky na lyžiach.....	11
2.1 Vplyv vetra a dĺžky nájazdu .....	11
2.2 Výpočet váženého priemeru .....	11
2.3 Meranie dĺžky skoku.....	14
2.4 Znamka za štýl a celková znamka .....	14
3 Krasokorčuľovanie .....	17
3.1 Šestkový systém.....	17
3.2 Stanovenie poradia v súťaži .....	19
3.3 Praktická ukážka šestkového bodovacieho systému.....	20
3.4 Bodovacia metóda a metóda váženého poradia .....	22
3.5 Súčasný bodovací systém .....	23
3.5.1 Body za techniku.....	23
3.5.2 Body za komponenty programu .....	25
3.5.3 Ukážka hodnotenia v novom systéme .....	19
3.6 Výber prvku do programu.....	27
3.6.1 Určenie váh kritérií .....	28
3.6.2 Aplikácia metódy univerzálnej standardizácie.....	28
4 Desaf'boj .....	31
4.1 Viacbojárske tabuľky .....	32
4.2 Metóda minimálnej vzdialenosti od ideálnej varianty .....	35
Záver.....	39

# 1 Úvod

Táto bakalárska práca je spojením športu a oblasti matematiky, ktorá v sebe zahŕňa viackriteriálne hodnotenie a rozhodovanie. Keď hovoríme o športe, myslíme tým pohybovú aktivitu, ktorá má jasne určené pravidlá. Samozrejme je tu možnosť športovať len pre vlastné potešenie sám pre seba v rámci voľného času. Ale na vyššej úrovni je potreba športový výkon odmerať, porovnať ho s ostatnými súpermi a tým určiť víťaza. V prípade známych antických olympijských hier (najstaršia hromadná športová súťaž) to problém nebol. V klasických disciplínach ako boli beh, hod diskom, zápasenie, vyhral jednoducho ten, kto dobehol skôr alebo hodil ďalej atď. Nie vo všetkých prípadoch je však jednoduché číselne ohodnotiť výkon, hlavne keď v sebe obsahuje subjektívny pohľad rozhodcu. Rozhodol som sa teda v práci opísať históriu bodovania športových disciplín, a to takých, ktoré pri hodnotení využívajú matematické hľadisko. Zameril som sa na tie športy, ktoré v sebe spĺňajú viackriteriálne hodnotenie pomocou matematických kvantitatívnych metód. Práve preto v prvej časti poskytnem v prehľadnej forme opis jednotlivých metód viackriteriálneho hodnotenia. Väčšina z nich budú predstavovať jednoduché metódy, ktorých výhodou je zrozumiteľnosť a relatívne malá náročnosť na užívateľa. Celú prácu by bolo možné rozdeliť na tri veľké celky, v ktorých postupne opisujem skoky na lyžiach, krasokorčuľovanie a atletický šport desaťboj. Snahou bolo vysvetliť čitateľovi presný priebeh jednotlivých bodovacích systémov, aby mal aspoň základné znalosti o hodnotení. Zároveň má možnosť zoznámiť sa s dôvodmi zmien, ktoré nastali v bodovaní v krasokorčuľovaní po prevalení škandálu na Olympiáde v Salt Lake City v roku 2002. Následne som v ďalšej časti práce aplikoval viackriteriálne hodnotenie. Konkrétne bodovaciu metódu a metódu váženého poradia pri určovaní víťaza v krasokorčuľovaní a na rozhodovanie o výbere krasokorčuliarskeho prvku pomocou metódy univerzálnej standardizácie. V prípade desaťboju som sa rozhodol určiť poradie súťažiacich inak ako pomocou bodov (resp. bodovacích tabuliek). Pomohla mi k tomu metóda najmenšej vzdialenosti od ideálnej varianty, v ktorej jednotlivé kritéria predstavovali atletické disciplíny. Varianty, ktoré sme hodnotili, boli samotní závodníci. Pričom sa snažili čo najviac priblížiť k imaginárnej variante pozostávajúcej z jednotlivých rekordov. Na záver som súhrne zhrnul všetky dosiahnuté výsledky.

## 1.1 Teória rozhodovania

Ako rozhodovací problém je v teórii rozhodovania definovaná situácia, kedy je potrebné sa rozhodnúť medzi možnosťami podľa rôznych kritérií. Rozhodovateľ vyberá z niekoľkých variant tú, ktorá je podľa daných kritérií najoptimálnejšia. Tieto kritéria predstavujú charakteristiky variant, ktoré umožňujú rozhodnúť o naplnení cieľu. Základom celej teórie rozhodovania je teda spôsob hodnotenia, pretože o výsledku rozhodovacej situácie rozhoduje hodnotiaci funkcia. V prípade, že uvažujeme triviálny model, jedná sa o skalárnu hodnotiacu funkciu (jediné hľadisko hodnotenia). V opačnom prípade nám výsledok ohodnotí vektorová funkcia (viac hľadísk, kritérií), čo znamená, že platí:

$$M: X \rightarrow R^m \quad \forall x_i \in X: \begin{pmatrix} M_1(x_i) \\ \vdots \\ M_m(x_i) \end{pmatrix},$$

kde  $M_1, \dots, M_m$  sú čiastočné hodnotiace funkcie.

Celý rozhodovací proces musí prejsť týmito etapami:

1. Formulácia problému, stanovenie cieľu
2. Stanovenie množiny kritérií
3. Stanovenie množiny variant rozhodnutia, ktoré vedú k cieľu
4. Vyhodnotenie variant vzhľadom ku kritériám
5. Rozhodnutie – výber varianty

Výsledkom tohto procesu je stanovenie preferenčného poradia variant tj. poradia ich celkovej výhodnosti, kde na prvom mieste je celkovo najvýhodnejšia tj. optimálna varianta [1], [8].

Tieto úlohy rieši viackritériálne rozhodovanie s konečnou množinou variant resp. matematický model, v ktorom je definovaná:

- $K = \{k_1, \dots, k_m\}$  ... konečná množina m kritérií hodnotenia
- $V = \{v_1, \dots, v_m\}$  ... množina m nezáporných reálnych čísel, vah kritérií rozhodovania
- $X = \{x_1, \dots, x_n\}$  ... množina variant (tie zodpovedajú prvkom), ktoré budeme hodnotiť danými kritériami pomocou zvolenej metódy

„Úlohou je vybrať z danej množiny variant X variant  $x^*$ , ktorá je najlepšia vzhľadom ku

kritériam z množiny  $K$ . K určeniu optimálnej varianty  $x^* \in X$  stačí, aby sme boli schopní varianty z  $X$  na základe ich celkového posúdenia vzhľadom ku kritériam z  $K$  usporiadať. Varianta na prvom mieste v tomto usporiadaní je potom variantou optimálnou. K problému je možné z matematického hľadiska pristupovať aj tak, že predpokladáme, že preferencie na množine variant  $X$  vzhľadom k jednotlivým kritériam  $K_j, j = 1, 2, \dots, m$ , sú vyjadrené kvantitatívne pomocou čiastkových hodnotení funkcií  $u_j : X \rightarrow R, j = 1, 2, \dots, m$ , ktoré sa nazývajú funkcie utility. Optimálnou variantou je potom varianta  $x^* \in X$  s najvyšším celkovým hodnotením (utilitou)

$$u(x^*) = \max u(x_i), \quad i = 1, \dots, n "$$

[7, str. 85-86].

## 1.2 Metódy viackritériálneho hodnotenia variant

Z pestrej palety metod viackritériálneho hodnotenia variant budem venovať pozornosť tým, ktoré sa budú vyskytovať v ďalších častiach práce. Väčšina z nich je založená na váženom priemere čiastočných hodnotení a je možné ich definovať formulou

$$u(x_i) = \sum_{j=1}^m v_j u_j(x_{ij}),$$

kde  $v_j$  značí nezápornú normovanú váhu kritéria  $K_j$ ,  $u_j(x_{ij})$  čiastočné hodnotenie varianty vzhľadom na kritérium  $K_j$  a  $u(x_i)$  označuje celkové hodnotenie danej varianty vzhľadom k celému súboru kritérií [7]. Ich spoločným rysom je snaha o určitú transformáciu hodnôt kritérií na bezrozmernú aditívnu veličinu, ktorú budeme označovať ako užitek resp. ohodnotenie varianty [1]. Medzi najjednoduchšie z nich patrí bodovacia metóda alebo metóda váženého poradia.

### Bodovacia metóda

Je vhodná na rozhodovacie úlohy, kde majú prevahu kvalitatívne kritéria. Pri použití tejto metódy expert prevádza vykonáva čiastočné hodnotenie varianty vzhľadom k danému kritériu podľa zvyčajne slovom vyjadrenej hodnoty kvalitatívnej charakteristiky priradením bodov zo zvolenej stupnice, ktorá je jednotne stanovená pre všetky uvažované kritéria. Príkladom takejto stupnice s nižšou rozlišovacou schopnosťou je päťbodová škála (1,2,3,4,5) [1]. Agregáčnú formulu je možno zapísať v tvare



$$u(x) = \sum_{j=1}^m v_j b_j,$$

kde  $b_j$  sú bodové ohodnotenia varianty  $x$  podľa jednotlivých kritérií z určenej bodovacej škály. Zo spôsobu hodnotenia nie je ťažké spozorovať istú nevýhodu metódy, keďže v prípade započítania kvantitatívnych kritérií, sa časť informácie využiteľnej pre hodnotenie stráca [8].

### Metóda váženého poradia

Sa taktiež využíva pre úlohy s prevahou kvalitatívnych kritérií. Pretože kvantitatívne kritérium dokážeme využiť len na lineárne usporiadanie variant. Celkové hodnotenie varianty je dané vzorcom, ktoré nám dá priemerné poradie:

$$u(x) = \sum_{j=1}^m v_j p_j$$

Pokiaľ požadujeme škálu s rastúcou preferenciou, potom:

$$u(x) = \sum_{j=1}^m v_j (n + 1 - p_j),$$

kde  $p_j$  je poradie varianty v lineárnom usporiadaní podľa  $j$ -tého kritéria a  $n$  je počet variant. Pokiaľ by sme uvažovali kvaziusporiadanie variant, agregáčna formula by mala iný tvar, tú však nebudeme potrebovať [7], [8].

### Metóda univerzálnej standardizácie

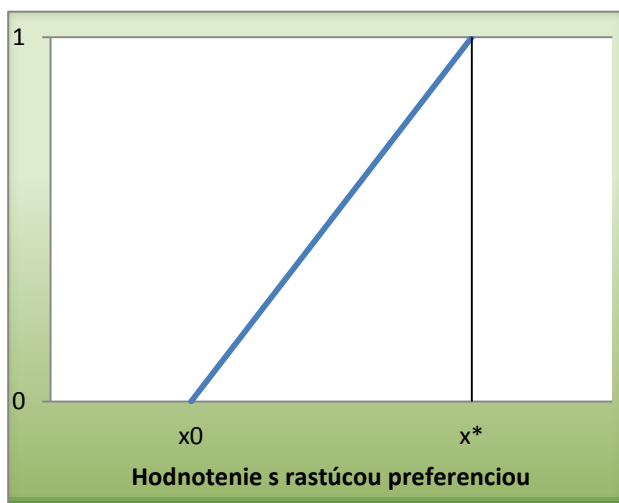
Táto metóda akceptuje kvalitatívne a kvantitatívne kritéria s rastúcou aj klesajúcou preferenciou. Celkové hodnotenie sa vypočíta používaným vzorcom

$$u(x_i) = \sum_{j=1}^m v_j u_j(x_{ij}).$$

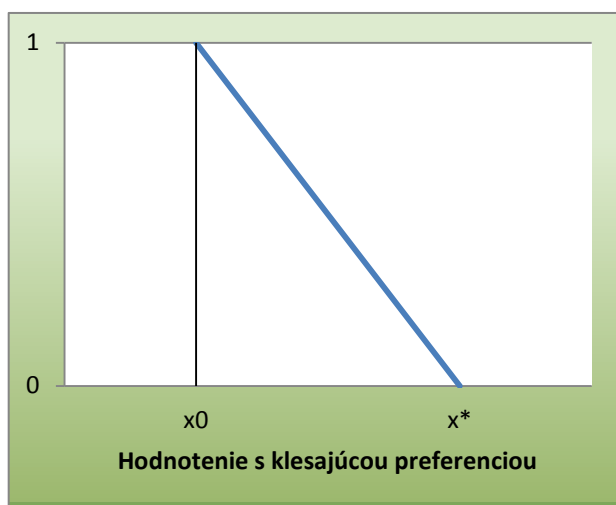
Rozdiel oproti ostatným metódam je len vo výpočte čiastočných hodnotení. Každé hodnotenie variant musí byť standardizované a to tak, aby najhoršia hodnota kritéria na danej množine variant odpovedala 0 a naopak najlepšia 1 ako je znázornené v grafoch 1.1 a 1.2 (dôvodom je odstránenie vplyvu rôznych jednotiek). Normujeme vzťahom

$$u_j(x_{ij}) = \frac{x_{ij} - x_{ij}^0}{x_{ij}^* - x_{ij}^0},$$

kde  $x_{ij}^*$  a  $x_{ij}^0$  sú vždy najlepšie resp. najhoršie hodnoty kritérií dosiahnutého na stanovenom súbore variant [8].



**Graf 1.1 Normovanie s rastúcou preferenciou [8]**



**Graf 1.2 Normovanie s klesajúcou preferenciou [8]**

### Metóda minimálnej vzdialenosti od ideálnej varianty

Posledná metóda, ktorú uvádzam vo svojej práci je metóda minimalizácie vzdialenosti od ideálnej varianty. V nej uvažujeme ideálnu variantu  $x^* = (x_1^*, \dots, x_m^*)$ ,  $x \notin X$ , ktorá predstavuje žiaduce hodnoty kritérií. Často je daná práve najlepšimi hodnotami dosiahnutých na  $X$ . Veľkosť vzdialenosti potom závisí od druhu metriky, ktorý zvolíme resp. od  $s = 1, 2, \dots, \infty$ . Všeobecný vzťah je potom

$$s(x_i, x^*) = \sqrt[s]{\sum_{j=1}^m v_j |x_{ij} - x^*|^s}$$

Hodnoty kritérií sa zvyčajne tiež normujú [8].

### 1.3 Športový výkon

Aby sme mohli vôbec uvažovať o hodnotení športového výkonu, je potrebné si ho najprv definovať. „Je to aktuálny prejav špeciálnej výkonnosti, ktorej obsahom je uvedomelá pohybová činnosť zameraná na dosahovanie úloh vymedzených športovou disciplínou, je obrazom športových možností jedinca a slúži ako kritérium hodnotenia. Dôležitým znakom je jeho merateľnosť“ [13]. Napriek veľkému počtu rôznych športových odvetví, ich môžeme rozdeliť do týchto kategórií z hľadiska merateľnosti výkonu“ :

1. športové disciplíny s možnosťou objektívneho zisťovania výkonu (atletika, plávanie, motorizmus...)
2. športové disciplíny, v ktorých sa výkon určuje väčším množstvom podmienených jednotiek tj. bodmi, gólmi (väčšina kolektívnych športov...)
3. športové disciplíny, v ktorých sa výkon určuje nepriamymi jednotkami alebo sa súhrnne hodnotí viacero špecifických častí (gymnastika, atletické viacboje, krasokorčuľovanie...) [13].

V prípade 1. skupiny je výkon v týchto športoch objektívne merateľný, kde jasným kvantifikátorom býva čas resp. časový údaj. Čo sa týka 2. skupiny zväčša je tento systém spravodlivý, aj keď v niektorých prípadoch môže mať výsledné skóre skreslujúci obraz o skutočnom priebehu zápasu. Disciplíny 3. kategórie rozoberiem v ďalšej časti práce.

## 2 Skoky na lyžiach

Skoky na lyžiach majú svoje korene v nórskom meste Morgedal. Avšak prvá oficiálna súťaž sa konala v Trysile v roku 1862. Jedná sa o tradičný zimný šport, kde hlavným cieľom závodníkov je dosiahnuť čo najlepší obodovaný skok z mostíku. Je to samostatná disciplína alebo je súčasťou severskej kombinácie, kde sa kombinuje ešte s behom na lyžiach. Rovnako ako väčšina športov aj tento prešiel v priebehu 20. storočia vývojom. V snahe doletieť čo najďalej, skúšali súťažiaci rôzne typy nájazdových pozícií a druhy letových fáz. Až v 80. rokoch minulého storočia vystriedal klasický štýl (kedy mal skokan obe lyže pod telom) špecifický V-štýl, čo znamenalo začiatok novodobej éry. Revolučným pretekárom a priekopníkom sa stal severan Jan Boklev, za čo si vyslúžil bodové zrážky od rozhodcov za prevedenie skokov. Postupne sa ku nemu pridali aj ostatní, rozhodcovia boli čoraz viac tolerantnejší a V-štýl prepracovanejší a dokonalejší. V dnešnej dobe je tento letový postoj základom úspechu [12].

Celkové hodnotenie výkonu je súčtom dvoch údajov: bodov za dĺžku skoku a zároveň bodov za štýlové prevedenie skoku. Techniku skoku hodnotí 5 rozhodcov, pričom najvyššiu známku akú môžu udeliť za najprecíznejšie prevedenie je 20 bodov. Najhoršia a najlepšia známka sa potom škrtne, najlepšie hodnotenie teda môže mať maximálnu hodnotu 60 bodov. Rozhodcovia sa zameriavajú na celú fázu skoku už od letovej fázy až do tzv. telemarku, čo znamená moment, kedy sú nohy jemne pokrčené v kolene [4].

### 2.1 Vplyv vetra a dĺžky nájazdu

V roku 2009 sa zmenilo pravidlo, že všetci súťažiaci sú povinní skákať z rovnakej dĺžky nájazdu. Táto zmena nastala z dôvodu častých prerušovaní závodu kvôli nerovným poveternostným podmienkam a účelu, poskytnúť divákovi rýchly, neprerušovaný závod. Súťažný výbor teda má možnosť zmeniť dĺžku nájazdu pri zmene vetra alebo jeho rýchlosti. Následne potom závodníci obdržia bodové bonusy resp. zrážky k hodnoteniu v závislosti na tom, či bol nájazd posunutý smerom nahor alebo nadol, všeobecne však platí, že každý meter na nájazdu mostíka predlžuje letovú fázu o približne 5 metrov. Túto bodovú korekciu sa odborne nazýva gate-factor. Vzhľadom na to, že alfou a omegou celých

skokov na lyžiach je vietor, ktorý dokáže dopraviť aj priemerného pretekára k vytúženému víťazstvu bolo nutné zaviesť aj wind-factor, ktorý v sebe zahŕňa poveternostné podmienky. Skokan so silným vetrom proti je vo výhode (vietor nesie) oproti skokanovi v chrbte. Z toho vyplýva, že pri čelnom vetre sa závodníkovi body odčítajú a naopak. Veľkosť bodov je závislá na sile vanúceho vetra. V priebehu skoku je na piatich rôznych miestach mostíka meraná tangenciálna rýchlosť vetra (rýchlosť vetra, ktorá pôsobí v smere letu skokana) [11], [12], [15].

## 2.2 Výpočet váženého priemeru

Keďže máme nameraných 5 hodnôt, vzniká potreba určiť hodnotu, okolo ktorej sa naše údaje sústreďujú a výslednú hodnotu zakalkulovať do vzorca. V štatistike sa tieto charakteristiky nazývajú miery polohy. Určite najznámejšou charakteristikou polohy, ktorý takmer každý pozná je aritmetický priemer.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

V prípade ako je náš, keď hodnoty v súbore majú rôznu dôležitosť resp. váhu je nutné použiť vážený priemer. Ak máme n hodnôt  $X = \{x_1, \dots, x_n\}$  a k nim odpovedajúce váhy  $W = \{w_1, \dots, w_n\}$ , vážený priemer sa vypočíta vzorcom:

$$\bar{x} = \frac{w_1 x_1 + w_2 x_2 \dots + w_n x_n}{w_1 + w_2 \dots + w_n}$$

V prípade, že sú všetky váhy rovnaké, je aritmetický priemer totožný s váženým [4].

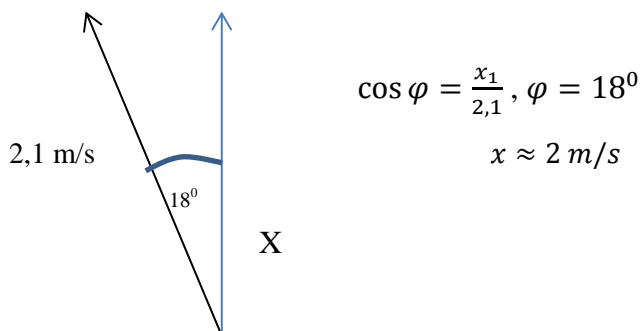
Vzorec, ktorý prepočítava veternú intenzitu na body je:

$$\Delta w = -a \cdot k$$

kde 
$$a = \frac{c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + c_3 \cdot x_3 + c_4 \cdot x_4 + c_5 \cdot x_5}{c_1 + c_2 + c_3 + c_4 + c_5},$$

k..... koeficient, ktorý je závislý na výške mostíka,

c.....váhové koeficienty.

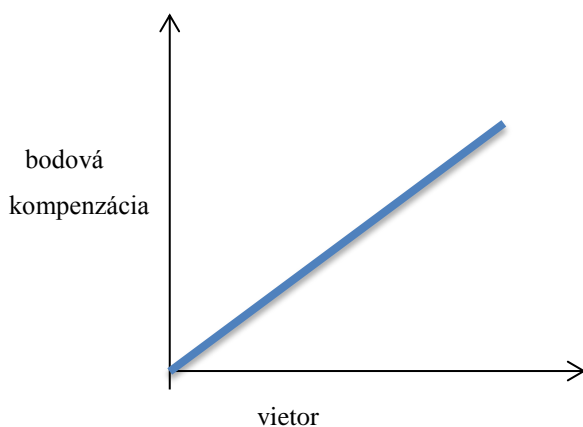


**Obr. 2.1** Reálny príklad započítania sily vetra [15]

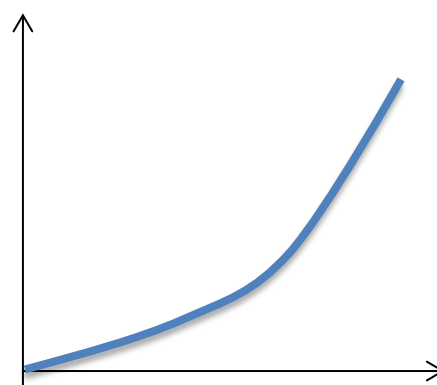
Tento model má svoje nevýhody:

- Nezapočítava bočný vietor, ktorý tiež môže výrazným spôsobom ovplyvniť let
- Umiestnenie vetrometrov pozdĺž dopadovej stráne, kde vďaka turbulenciám môže vial vietor s iným smerom či rýchlosťou
- Model zahŕňa absolútny súčet smerov vetru, kombinácia zadní vietor + protivietor v 2. fáze letu je výhodnejšia ako opačná kombinácia, avšak ohodnotená je rovnako bodovou kompenzáciou
- Závislosť bodovej kompenzácie od priemernej rýchlosti vetra je lineárna, v skutočnosti by viac zodpovedal realite exponenciálny model [15].

### Lineárny trend



### Exponenciálny trend



**Obr. 2.2** Lineárny a exponenciálny trend

## 2.3 Meranie dĺžky skoku

Dĺžka skoku je definovaná ako vzdialenosť od hrany odrazového stola k miestu dopadu. Miestom dopadu sa myslí to miesto, kde sa pri doskoku nachádzajú nohy skokana. Doskok delíme na normálny, pri ktorom je to moment, keď obe lyže dosadnú na zem a nenormálny (druhá lyža je vo vzduchu dlhšie ako by mala byť). V druhom prípade sa miesto doskoku počíta miesto kde prvá lyža dopadla celou plochou na doskočisko. Pri výkroku do telemarku (spôsob pristátia, keď je jedna noha pred druhou) sa počíta stred medzi nohami. V prípade pádu, platí ako miesto doskoku to miesto, kde sa najskôr dotkol doskočiska niektorou časťou tela. V súčasnosti sú dĺžky merané špeciálnym videosystémom, ktorý zabezpečí presnosť na 0,5 metra [4, str. 45].

Výška mostíka K	Body za 1 meter
20- 24 m	4,8
25- 29 m	4,4
30- 34 m	4
35- 39 m	3,6
40- 49 m	3,2
50- 59 m	2,8
60- 69 m	2,4
70- 79 m	2,2
80- 99 m	2
100- 169m	1,8
170 m a viac	1,2

**Tab. 2.1 Bodové hodnoty za dĺžku skoku podľa veľkosti mostíka [4]**

Každý súťažiaci je ohodnotený na začiatku 60 bodmi. Rozdiel medzi nameranou dĺžkou skoku a dĺžkou K sa násobí príslušnou bodovou hodnotou mostíka a odčíta sa od daných 60 bodov [4, str. 46].

## 2.4 Znamka za štýl a celková známka

Štýl skokana je tiež hodnotený 5 rozhodcami, pričom každý môže udeliť maximálnu známku v hodnote 20 bodov. Najvyššia a najnižšia známka za štýl z hodnotenia sa škrtnú. Zostávajúce 3 stredné známky sa sčítajú.

Predstavy pre ideálne prevedenie skoku sa týkajú:

- Držania rúk a dolných končatín, vedenie lyží pri letu
- Pohyby pri doskoku
- Chovanie pri odjazde

Bodové zrážky za chyby sa delia do 3 skupín:

- Chyby za letu
- Chyby pri doskoku
- Pád pri doskoku alebo pri odjazde

[4]

## Let

Skokan by sa mal snažiť po odraze čo najrýchlejšie zaujať optimálnu polohu pre prvý letový úsek, potom plynule prejsť do optimálnej polohy stredného úseku a potom v pravý čas začať s prípravou doskoku. Bodové zrážky sú za nedostatky pri pohyboch a prechodoch, nedostatočnú stabilitu letovej polohy a neistotu. Pri vedení lyží je ľahké pendlovanie povolené. Je neprípustné nesymetrické alebo nekludné držanie rúk.

## Doskok a odjazd

Skokan by sa mal snažiť mäkko zachytiť náraz pri doskoku s jemným predsunutím nohy, pričom vzdialenosť medzi nimi by mala byť na dĺžku topánky. Zároveň medzera medzi lyžami nie väčšia ako 2 šírky lyží. Po zachytení nárazu by mal skokan v tejto polohe krátku chvíľu vytrvať (najmenej 15 metrov) [4, str. 42-44].

## Pády

Pri hodnotení pádov sa vychádza z vyznačenej pádovej hranice. Pádom sa myslí dotyk časťou tela zeme pred touto hranicou.

## Bodové zrážky za jednotlivé chyby

Maximálna bodová zrážka za celú skupinu chyb	5 bodov
priebeh letu	max. 1,5 bodu
vedenie lyží	max. 1,5 bodu
držanie rúk	max. 1 bod
držanie dolných končatín	max. 1 bod

Tab. 2.2 Let [4]



<b>Maximálna bodová zrážka pri doskoku do telemarku</b>	<b>4 body</b>
doskok bez telemarku	min. 2 body
doskok príliš široký	max. 0,5 bodu
doskok príliš tvrdý	max. 0,5 bodu
neistota pri doskoku	max. 1 bod

**Tab. 2.3 Doskok [4]**

<b>Pády</b>	
<b>Maximálna bodová zrážka za celú skupinu chýb</b>	<b>10 bodov</b>
dotyk zeme telom pred pádovou hranicou	10 bodov
dotyk lyží zadnou časťou tela	8 bodov
dotyk snehu alebo lyží rukami	6-8 bodov
dotyk snehu alebo lyží jednou rukou	2-4 body

**Tab. 2.4 Pády [4]**

Celková známka je potom vypočítaná ako súčet

*štýlová známka + známka za dĺžku skoku ± veterný faktor (resp. gate faktor).*

Keby sme toto bodovanie mali previesť do viackriteriálneho hodnotenia, jednalo by sa o metódu bodového hodnotenia, kde sa váhy premietajú priamo na body pridelených jednotlivým kritériam.

### **3 Krasokorčuľovanie**

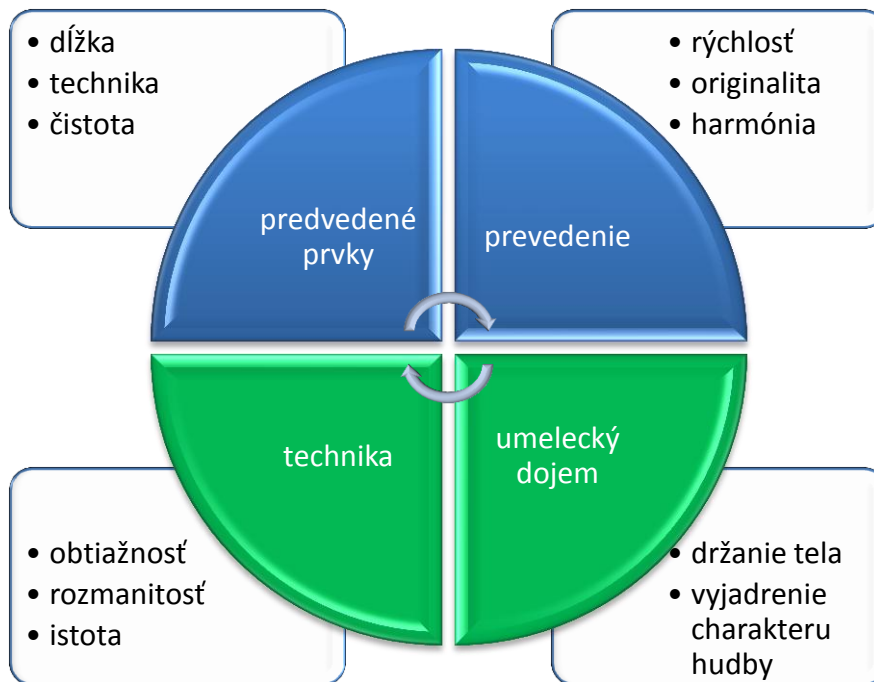
Spôsob hodnotenia súťažiacich je jedným z najdôležitejších elementov v tomto športe. Dlhé roky ním bol, divákovi určite známym, tzv. šestkový systém, kde závodníci súťažili o najvyššie známky (rozpätie 1.0 - 6.0). Pod nátlakom škandálu v roku 2002 v Salt Lake City bola korčuľarska únia donútená bodovací systém zmeniť. Na týchto olympijských hrách došlo k ojedinelej situácii, keď boli udelené dve 1. miesta v kategórii športových dvojíc. Potom ako sa jedna z hlavných rozhodkýň priznala k ovplyvňovaniu a manipulovaniu s výsledkami. Snahou všetkých bolo takýmto problémom zabrániť a eliminovať subjektívne hodnotenie. Nový systém bol zavedený od sezóny 2003/2004 kedy každý prvok dostal presnú definíciu a počiatočné bodové ohodnotenie, dokonca sa určil predpísaný druh povinných prvkov, ktoré musí každá jazda obsahovať [2].

#### **3.1 Šestkový systém**

V tejto kapitole sa pokúsim opísať starý systém hodnotenia krasokorčuľiarov. Rozhodcovia hodnotili ich výkon dvoma známkami:

1. známku udeľovali za predvedené prvky prevedenie v krátkom programe (KP)
2. známka bola udeľovaná za technickú hodnotu a umelecký dojem vo voľnej jazde (VJ)

Každý rozhodca dodržiaval postup, ktorý určoval, čo má daná známka obsahovať a zahrňovať, ako vidno v príslušnom grafe 3.1.



**Graf 3.1 Obsah známok [2]**

Hodnoty známok boli udeľované podľa nasledujúcej stupnice [2]:

- 1 – veľmi zle
- 2 – zle
- 3 – stredne
- 4 – dobre
- 5 – veľmi dobre
- 6 – excelentne a bez chýb

Základným stavebným kameňom hodnotenia bol väčšinový systém hlasovania. Každý súťažiaci dostal súčet dvoch známok od každého rozhodcu. U jednotlivých rozhodcov, ktorých bolo vždy nepárny počet, vyhral ten krasokorčuliar, ktorého súčet bol najvyšší. Vyhrať mohol buď v krátkom programe alebo voľnej jazde, ak sa umiestnil u absolútnej väčšiny porotcov na 1. mieste. V tomto prípade nebolo hodnotenie zvyšku rozhodcov brané do úvahy. Takýto postup sa používal aj pre ďalšie umiestnenia od 2. až po posledné miesto. Hodnotenie prebiehalo oddelene pre krátky program a voľnú jazdu, pričom KP mal váhu jednu tretinu a VJ zvyšných dvoch tretín. Čo znamená, že konečné poradie bolo určené súčtom umiestnenia za krátky program vynásobeným koeficientom dva a umiestnením za voľnú jazdu. Víťazom sa stal ten, kto dosiahol najmenší súčet umiestnení, v prípade zhody rozhodovala voľná jazda [6].

### 3.2 Stanovenie poradia v súťaži

1. Víťazom sa stane ten krasokorčuliar, ktorého absolútna väčšina rozhodcov umiestnila na prvé miesto, druhé miesto obsadí ten, ktorého absolútna väčšina umiestnila na druhom alebo lepšom mieste atď.
2. Podľa prvého pravidla znamená, že sa umiestnenia jedna a dva počítali ako druhé miesta. Umiestnenia jedna, dva a tri ako tretie miesta atď.
3. V prípade, že absolútnu väčšinu pre to isté umiestnenie obdržalo dva a viac súťažiacich, bol prvý z nich ten krasokorčuliar, ktorého na toto miesto zaradil väčší počet rozhodcov.
4. V prípade, že absolútnu väčšinu tvorilo u dvoch a viac súťažiacich taký istý počet rozhodcov, potom o ich vzájomnom poradí rozhodol najnižší súčet umiestnení u tých rozhodcov, ktorí tvorili túto absolútnu väčšinu.
5. Keď sa stala situácia, že súčet umiestnení súťažiacich bol podľa pravidla 4 rovnaký, rozhodoval o vzájomnom poradí súťažiacich súčet umiestnení od všetkých rozhodcov. Pokiaľ bol aj tento súčet rovnaký, potom sa museli krasokorčuliari o toto miesto deliť.
6. Ak nemal žiadny závodník väčšinu pre niektoré miesto, získal toto miesto ten súťažiaci, ktorý mal absolútnu väčšinu pre miesto nasledujúce. Pokiaľ nebola absolútna väčšina ani pre toto miesto, rozhodcovia hľadali absolútnu väčšinu opäť pre miesto nasledujúce atď.
7. Pokiaľ absolútne väčšiny podľa pravidla 6 sú rovnaké, je potrebné riadiť sa bodmi 4 a 5 tohto pravidla.
8. Stanovenie každého umiestnenia sa muselo prevádzať najskôr podľa odstavca 1 až 5 a až potom podľa pravidiel 6 a 7 v uvedenom poradí.
9. a) Keď mali dvaja alebo viac súťažiacich väčšinu pre zhodné miesto, určil sa pre toto miesto jeden z nich podľa odstavcov 3, 4 a 5 a ďalšie miesta sa prideliť súťažiacemu bez ohľadu na ostatných krasokorčuliarov.  
b) Pri stanovení poradia na ďalšie miesto pripadal v úvahu prednostne dosiaľ nezaradený krasokorčuliar s väčšinou pre najnižšie miesto.
10. V prípade, že sa nepodarilo určiť poradie pre niektoré miesto podľa predchádzajúcich bodov, získali všetci závodníci na tomto mieste zhodné umiestnenie. Pokiaľ sa takto umiestnili dvaja súťažiaci delia o prvé miesto, bol ďalší súťažiaci na treťom mieste, nie na druhom atď.

Podľa pravidiel uvedených v [6].

### 3.3 Praktická ukážka šestkového bodovacieho systému

V nasledujúcej podkapitole si ukážeme postup pri určovaní poradia starým systémom. Vybral som si mužskú súťaž jednotlivcov na Olympiáde v roku 1998 Nagano, konkrétne presné bodové hodnotenie korčuliarov, ktorí sa umiestnili na medajlových pozíciách. Komisia pozostávala z deviatich rozhodcov, aby sa čo najvýraznejšie zamedzilo subjektívnemu hodnoteniu a výsledok bol spravodlivejší. Rozhodcovský panel udelil body jednotlivým súťažiacim v krátkom programe aj voľnej jazde. Ako vidieť v tabuľke rozhodcovia ohodnotili výkon Rusa Ilju Kulika v KP (Short program) a VJ (Free skate) výbornými známkami v rozmedzí 5.7 - 5.9, čo reprezentuje takmer bezchybnú techniku a umelecké prevedenie. Súčtom obidvoch známok (Required elements a Presentation) sa umiestnil vo VJ u všetkých rozhodcov na prvom mieste. Podobný priebeh nastal aj v krátkom programe. V prípade kanadského zástupcu Stojka nebol tiež väčší problém. Šesť rozhodcov deviatich sa rozhodlo zaradiť ho na druhé alebo prvé miesto v KP resp. na lepšie ako tretie miesto vo VJ. Ekvivalentne sa sa určilo aj poradie Candelora, kde väčšina rozhodla o jeho umiestnení (5. miesto v KP, 2. miesto vo VJ).

<b>Ilia Kulik (Russia)</b>																		
<b>Program</b>	<b>Short program</b>									<b>Free skate</b>								
<b>Judges</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Required elements</b>	5.7	5.8	5.7	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.7	5.9	5.8	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8
<b>Presentation</b>	5.8	5.9	5.9	5.9	5.8	5.9	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
<b>Ordinal</b>	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Rank</b>	<b>1st</b>									<b>1st</b>								

Tabuľka 3.1 Kulik [10]

Elvis Stojko (Canada)																			
Program	Short program									Free skate									
Judges	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Required elements	5.7	5.9	5.8	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	5.7	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
Presentation	5.6	5.9	6.0	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.9	5.5	5.8	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.8	5.7
Ordinal	4	1	1	2	2	2	3	3	2	5	2	2	3	4	3	2	2	2	4
Rank	2nd									3rd									

Tabuľka 3.2 Stojko [10]

Phillippe Caneloro (France)																			
Program	Short program									Free skate									
Judges	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Required elements	5.3	5.4	5.4	5.1	5.5	5.5	5.3	5.2	5.6	5.5	5.6	5.5	5.7	5.7	5.8	5.6	5.6	5.6	5.6
Presentation	5.4	5.7	5.6	5.4	5.7	5.7	5.5	5.5	5.7	5.7	5.9	5.9	5.8	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	6.0
Ordinal	6	5	5	6	5	5	5	5	5	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2
Rank	5th									2nd									

Tabuľka 3.3 Caneloro [10]

$$Celkové poradie = \frac{\text{poradie v KP}}{2} + \text{poradie vo VJ} \quad (3.1)$$

Celkové hodnotenie sa potom vypočítalo podľa vzťahu 3.1 sčítaním umiestnenia v KP (krátky program bol vydelený číslom 2) a VJ, čo v prípade Kulika znamenalo dokonalých 1.5 bodu, ktoré mu s prehľadom a veľkým náskokom pred druhým Stojkom zabezpečilo zlatú medailu.

Poradie	Meno	Národnosť	KP	VJ	Body
1.	<u>Ilia Kulik</u>	 Rusko	1	1	1.5
2.	<u>Elvis Stojko</u>	 Kanada	2	3	4.0
3.	<u>Philippe Caneloro</u>	 Francúzsko	5	2	4.5

**Tab. 3.4 Výsledné poradie [10]**

### 3.4 Bodovacia metóda a metóda váženého poradia

Na určenie poradia krasokorčuliarov by bolo možné použiť dve metódy viackriteriálneho hodnotenia a rozhodovania. Najprv sa nám hodí bodovacia metóda, pomocou ktorej by každý rozhodca dokázal stanoviť svoj zoznam poradia súťažiacich. Bodovanie je ekvivalentné s pridelovaním určitého počtu bodov každej variante zo spojitých škály  $u_j = \langle 1, 6 \rangle$ , pričom číslo 6 znamená úplné naplnenie cieľa. Keďže v krátkom programe a aj vo voľnej jazde sú vždy udeľované dve rovnocenné známky, každá z nich by mala váhu  $v_j = 0,5$ . Výsledné ohodnotenie krasokorčuliara by sme už jednoducho dostali použitím váženého súčtu týchto známok

$$u(x) = \sum_{j=1}^2 v_j * b_j.$$

Za predpokladu, že už máme krasokorčuliarov v lineárnom usporiadaní v KP aj vo VJ, nie je problém určiť konečné poradie pomocou metódy váženého poradia. Najprv však vypočítame normované váhy z nenormovaných. Štandardne podľa vzorca

$$v_j = \frac{w_j}{\sum_{k=1}^2 w_k},$$

dostaneme  $v_1 = 1/3$  (pre krátky program) a  $v_2 = 2/3$  (pre voľnú jazdu).

Dosadením do vzťahu

$$u(x) = \sum_{j=1}^m v_j * p_j$$

dostaneme vážené poradie pre každú variantu. V našom prípade by sme dostali tabuľku 3.5,

teda ekvivalentné poradie krasokorčuliarov, ako keby sme použili klasický hodnotiaci šestkový postup.

Poradie	Meno	Národnosť	$p_1$	$p_2$	$u(x)$
1.	<u>Ilia Kulik</u>	 Rusko	1	1	1
2.	<u>Elvis Stojko</u>	 Kanada	2	3	$2,\bar{6}$
3.	<u>Philippe Candeloro</u>	 Francúzsko	5	2	3

**Tab. 3.5 Metóda váženého poradia**

### 3. 5 Súčasný bodovací systém

V nasledujúcej kapitole sa budem snažiť opísať novozavedené bodovanie. Príčiny a dôvody tejto zmeny som už spomenul v predchádzajúcom texte. Podobne ako v prípade skokov na lyžiach aj v krasokorčuľovaní je súčasný systém hodnotenia založený na súčte bodov z dvoch obodovaných častí. A to bodov za techniku a bodov za komponenty programu, prípadne odčítanie zrážok.

#### 3. 5. 1 Body za techniku

„Bodovanie za techniku vychádza z tabuliek hodnôt vydaných Medzinárodnou korčuliarskou úniou. Tieto tabuľky určujú základné hodnoty jednotlivých prvkov a ich modifikácie podľa kvality prevedenia. Základné hodnoty sa následne zvyšujú v závislosti na obtiažnosti. Napríklad pri hodnotení skoku zaradeného do programu rozhoduje hlavne druh predvedeného skoku a počet otáčok. V prípade synchronizovaného korčuľovania sa úroveň jednotlivých prvkov a formácií zvyšuje v závislosti na obtiažnosti krokových pasáží v priebehu formácie, obtiažnosti držania, zmene smeru a pod. Názov a úroveň obtiažnosti každého zaradeného prvku, formácie alebo úseku v programe určuje technický špecialista v spolupráci so svojim asistentom a kontrolórom. Jednotliví rozhodcovia zboru potom hodnotia podľa kvality každého z prvkov jedným zo siedmych stupňov prevedenia



GOE (Grade of Execution): +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3. Každý stupeň (či už mínusový alebo plusový) je potom pripočítaný resp. odpočítaný k základnej hodnote prvku alebo hodnoteného úseku programu. Kombinácie a sekvencie skoku sú hodnotené ako jeden celok. U kombinácie skokov sa sčítajú základné hodnoty jednotlivých skokov a hodnota stupňa prevedenia (GOE) potom odpovedá hodnote najťažšieho skoku v kombinácií. U sekvencie skokov sa sčítajú základné hodnoty dvoch najviac oceňovaných skokov, súčet sa vynásobí faktorom 0,8 a potom je aplikovaná hodnota GOE vzťahujúca sa k hodnote najťažšieho skoku. Za nepovolené prvky sú v súťažných programoch považované napríklad saltové typy skokov, figúry prevedené v chybnom držaní, twisty alebo rotačné pohyby, pri ktorých je partnerka prevrátená dole hlavou a súčasne jej jej idúca noha opustí ľad, ležanie alebo predĺžené kľáčanie na ľade na oboch kolenách bez pohybu apod” [2, str. 18-20].

### **3. 5. 2 Body za komponenty programu**

Druhú časť, ktorú rozhodcovia ďalej hodnotia, je celkový výkon predvedeného programu. Toto hodnotenie je u jednotlivcov a športových dvojíc rozdelené do piatich programových komponentov. Jednotlivé komponenty hodnotí rozhodca stupnicou známok v rozmedzí od 0,25 do 10,00 s odstupňovaním po 0,25 bodu. Z toho vyplýva, že maximálny bodový zisk je päťdesiat bodov. Ďalej je tento zisk násobený daným faktorom [2, str. 20-21].

Muži krátky program: 1,0    muži voľná jazda: 2,0

Ženy krátky program: 0,8    ženy voľná jazda: 1,6

[6]

>1	veľmi zlé
1	zlé
2	slabé
3	prijateľné
4	priemerné
5	lepšie ako priemerné
6	dobré
7	veľmi dobré
8	výborné
9-10	vynikajúce

**Tab. 3.6 Interpretácia známk [2]**

Zhrnutie najpodstatnejších kritérií (komponenty):

<b>Korčuliarske zručnosti</b> (skating skills)	<b>Spojovacie prvky</b> (technical transitions)	<b>Predvedenie</b> (performance)	<b>Choreografia</b> (choreography)	<b>Interpretácia</b> (interpretation/timing)
a) celková koordinácia b) ovládanie pohybu v hranách, čistota a istota c) skluz d) sila e) ľahkosť korčuľovania	a) prepojenosť a náväznosť prvkov b) kvalita zručnosti c) rozmanitosť d) zmyslupnosť e) spôsob rozloženia	a) schopnosť predviesť a predať b) prevedenie, držanie tela c) jasnosť, zrozumiteľnosť	a) zmysluplné rozloženie b) estetickosť c) proporcionalita d) priestor e) originalita	a) tvorcov preklad hudby do pohybu b) charakter a štýl hudby c) ľahkosť vo vyjadrení štýlu

**Tab. 3.7 Interpretácia komponentov [14]**

### 3. 5. 3 Ukážka hodnotenia v novom systéme

Ako presne prebieha praktický postup bodovania podľa nových pravidiel si ukážeme na príklade z európskeho šampionátu v Budapešti, kde sme si vybrali českého závodníka Michala Brezinu a jeho hodnotenie vo voľnej jazde. Panel rozhodcov pozostával z 9 členov.

Postup pri výpočte použitý v tabuľke 3.8:

a) Body za techniku

1. V tabuľke hodnôt sme si vyhľadali základné hodnoty (basic value) všetkých trinástich predvedených prvkov.
2. Každý rozhodca udelil hodnotu prevedenia prvku (GOE), najvyššie a najnižšie číslo sme škrtili, zo zostávajúcich čísel vypočítali priemer (zaokrúhľujeme na dve desatinné čísla), ktorý predstavoval našu hodnotu GOE.
3. Súčtom základnej hodnoty a priemernej hodnoty GOE sme dostali bodové hodnotenie pre každý prvok.
4. Celkový počet bodov za techniku sme dostali sčítaním všetkých hodnôt v stĺpci Scores of Panel a to 74.26 bodu.

b) Body za komponenty

1. Podobne sme postupovali aj v druhej časti bodovania. Rozhodcovia obodovali jednotlivé komponenty programu, pričom sme do priemerného hodnotenia komponentu nezapočítavali najvyššiu a najnižšiu známku. Sčítaním všetkých priemerných hodnotení komponentov sme dostali počet bodov za „umelecký dojem“ (79.92 bodu).

c) Celkové hodnotenie (Total Segment Score) Michala Brezinu za jeho výkon vo voľnej jazde potom predstavoval súčet bodov za techniku (Total Element Score) a bodov za programové komponenty (Total Program Component Score), čím sme dostali hodnotu 154.18.

Rank	Name	Nation	Starting Number	Total Segment Score	Total Element Score	Total Program Component Score (factored)	Total Deductions
4	Michal BREZINA	CZE	24	154.18	74.26	79.92	0.00

#	Executed Elements	Info	Base Value	GOE	The Judges Panel (in random order)								Ref	Scores of Panel	
1	4S+2T		11.80	0.57	0	1	-1	1	1	0	0	1	1		12.37
2	3A		8.50	1.71	1	2	2	1	2	1	2	3	2		10.21
3	2S		1.30	0.11	0	0	1	0	1	0	1	1	1		1.41
4	FSSp4		3.00	0.50	1	1	1	0	1	1	1	1	1		3.50
5	StSq3		3.30	1.00	2	2	2	2	2	1	2	3	2		4.30
6	3A+2T+2T		12.21 x	0.86	1	1	1	1	0	1	0	2	1		13.07
7	3F+2T		7.26 x	0.40	0	1	0	0	1	0	1	2	1		7.66
8	2Lo		1.98 x	0.09	0	0	1	0	0	0	0	1	1		2.07
9	3Lz		6.60 x	0.00	0	-1	0	0	-1	0	0	2	1		6.60
10	ChSq1		2.00	0.70	1	1	1	1	1	1	0	1	1		2.70
11	3S		4.62 x	0.60	1	1	1	0	1	0	1	2	1		5.22
12	CCoSp2		2.50	0.21	1	0	0	0	0	0	1	2	1		2.71
13	CSSp2		2.30	0.14	0	0	1	0	0	0	1	2	0		2.44
			<b>67.37</b>												<b>74.26</b>
	<b>Program Components</b>			<b>Factor</b>											
	Skating Skills			2.00	8.00	8.00	7.25	7.75	8.00	8.75	8.25	8.75	8.25		8.14
	Transition / Linking Footwork			2.00	7.75	7.50	7.00	7.50	7.50	8.50	7.50	8.25	8.00		7.71
	Performance / Execution			2.00	7.75	8.25	7.00	7.75	7.75	8.75	8.00	9.00	8.50		8.11
	Choreography / Composition			2.00	7.50	8.00	7.25	8.00	7.75	8.75	8.00	8.50	8.25		8.00
	Interpretation			2.00	8.00	7.75	7.50	8.00	7.50	8.50	7.75	8.75	8.50		8.00
	<b>Judges Total Program Component Score (factored)</b>														<b>79.92</b>
	<b>Deductions:</b>														<b>0.00</b>

x Credit for highlight distribution, base value multiplied by 1.1

**Tab. 3.8 Michal Brezina [9]**

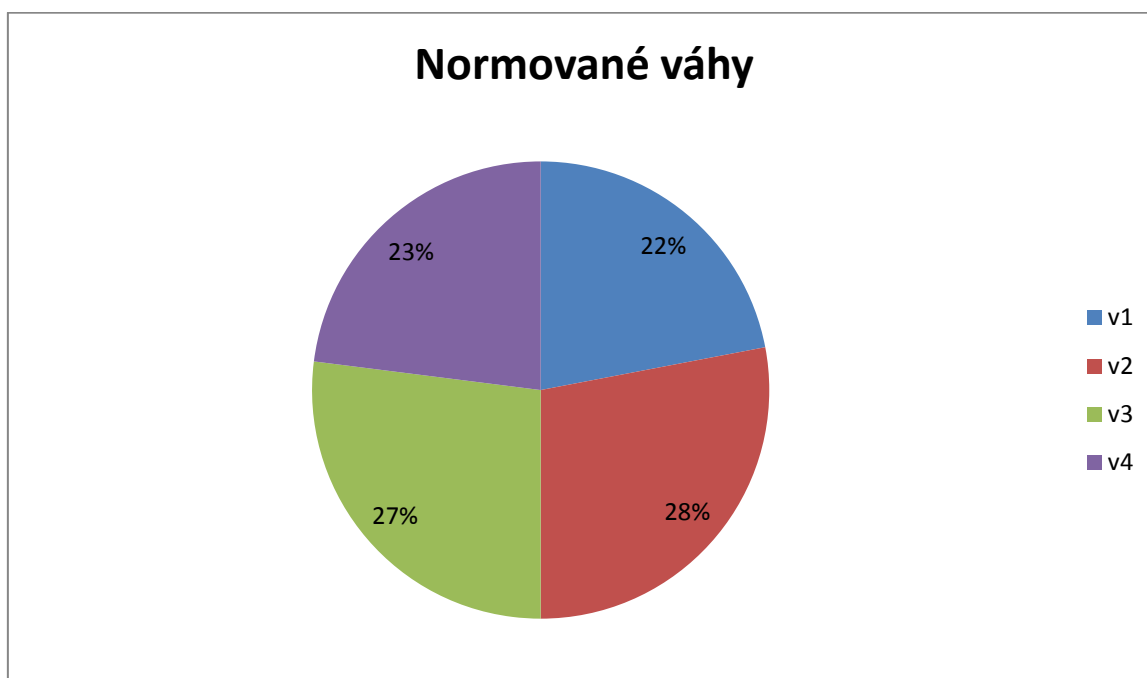
### 3.6 Výber prvku do programu

V novom bodovacom systéme má krasokorčuliar právo na výber vlastných prvkov. Každý si prirodzene vyberie tie, ktoré ovláda najlepšie resp. mu prinesú čo najväčšie bodové ohodnotenie. Na túto voľbu je možné použiť niektoré matematické metódy. Najprv si musíme sformulovať náš problém. Stanovili sme si cieľ vybrať do našej zostavy taký krasokorčuliarsky prvok, za ktoré nám rozhodca udelí najvyššie známky za techniku a zvýši sa naša šanca vyhrať. Ďalej si určíme kritéria, podľa ktorých budeme jednotlivé prvky hodnotiť stupnicou od 1 po 10, pričom číslo 10 znamená, že skok ovládame výborne.

Naše charakteristiky prvkov, na základe ktorých bude možné určiť naplnenie cieľa budú obtiažnosť nájazdu, držanie tela, letová fáza (rotácia) a prevedenie dopadu. Musíme brať ohľad na to, že jednotlivé kritéria môžu mať rôznu dôležitosť. Následne jednotlivé prvky musíme ohodnotiť a ten s najvyšším hodnotením vyberieme do programu.

### 3.6.1 Určenie váh kritérií

Každá váha vyjadruje dôležitosť jednotlivého kritéria. Na ich určenie sme si vybrali Metfesselovu alokáciu priamu, patrí medzi metódy, ktoré nevyužívajú informáciu o dôsledkoch variant. Postupujeme tak, že medzi všetky kritéria rozdelíme 100 % v závislosti na tom, akú časť celkového cieľa pokrývajú jednotlivé kritéria. Výsledkom budú normované váhy.



Graf 3.1 Normovanie váh

### 3.6.2 Aplikácia metódy univerzálnej standardizácie

Vybrali sme si metódu univerzálnej standardizácie, ktorá je založená na váženom priemere čiastkových hodnotení. S touto metódou sa dá pracovať aj v prípade kvalitatívnych kritérií, čo však nie je náš prípad. Budeme uvažovať, že závodník si vyberá jeden z piatich krasokorčuliarskych prvkov a to dvojité axel, trojitý rittberger, trojitý

salchow, skok do piruety (úroveň 3) a dvojitý flip. Podľa vlastných skúseností sa každý prvok bodovo ohodnotí podľa jednotlivých kritérií ako uvádza príslušná tabuľka 4.1. Je dôležité dbať na to, aby sa v súbore nevyskytovali také kritéria, ktorých hodnoty môžeme odvodiť z hodnôt iných kritérií a zároveň sa snažiť, aby boli navzájom nezávislé [7].

Skratka krasokorčuliarskeho prvku	Obtiažnosť nájazdu ( $k_1$ )	Držanie tela ( $k_2$ )	Letová fáza ( $k_3$ )	Prevedenie dopadu ( $k_4$ )
2 A	7	7	8	8
3 Lo	8	9	8	8
2S	6	8	9	8
FCSp 3	7	8	7	7
2F	7	8	9	8
<b>Váhy kritérií</b>	0,22	0,28	0,27	0,23

**Tabuľka 3.1** Jednotlivé prvky a hodnoty kritérií [17]

Keďže väčšina metód pracuje s normovanými dôsledkami, musíme aj my hodnoty z tabuľky dosadiť do vzťahu

$$u_j(x_{ij}) = \frac{x_{ij} - x_{ij}^0}{x_{ij}^* - x_{ij}^0},$$

kde  $x_{ij}^*$  a  $x_{ij}^0$  sú vždy najlepšie resp. najhoršie hodnoty kritérií dosiahnutého na stanovenom súbore variant.

Potom každej variante  $x_i$  priradíme hodnotu  $u(x_i)$  dosadením do vzorca

$$u(x_i) = \sum_{j=1}^m v_j * u_j(x_{ij})$$

kde  $v_j$  je váha kritéria  $k_j$ .

Týmto postupom nám vznikne nasledujúca matica s výslednými hodnoteniami jednotlivých variant.

	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$u(x_i)$
$v_1$	0,5	0	0,5	1	0,475
$v_2$	1	1	0,5	1	<b>0,865</b>
$v_3$	0	0,5	1	1	0,64
$v_4$	0,5	0,5	0	0	0,25
$v_5$	0,5	0,5	1	1	0,75

**Tabuľka 3.2 Matica univerzálnej standardizácie**

Z tabuľky je už pre nás jednoduché zvoliť optimálnu variantu. Druhá varianta mala najvyššie hodnotenie, jej  $u = 0,865$ . Z čoho prirodzene vyplýva, že najvhodnejší prvok, ktorý by si mal krasokorčuliar zvoliť je trojitý rittberger, pretože podľa zvolených kritérií ho najlepšie ovláda a mal by dostať od rozhodcov najlepšie známky. Určite to ovplyvnilo aj najdôležitejšie kritérium, ktorým bolo držanie tela, ktoré mal práve v tomto skoku najlepšie obodované. Z výsledkov ďalej vyplýva, že skoku, ktorému by sa mal krasokorčuliar radšej vyhnúť je varianta 4, konkrétne skok do piruety vo váze. Jeho hodnotenie bolo len 0,25. Podľa metódy univerzálnej standardizácie je preferujúce poradie vybraných krasokorčuliarskych prvkov zaznačené v tabuľke 4.3.

<b>Trojitý rittberger</b>	<b>1.</b>
Dvojitý flip	2.
Trojitý salchow	3.
Dvojitý axel	4.
Skok do piruety	5.

**Tabuľka 3.3 Preferenčné poradie prvkov**

## 4 Desaťboj

V tejto poslednej kapitole sa budem snažiť využiť jednu z metód viackriteriálneho rozhodovania v atletickom športe. Niet pochýb, že práve atletika je označovaná za kráľovnou športu a samozrejme je ňou aj v programe OH. A práve desaťboj, kde je veľmi obtiažne zistiť, ktorý atlét podal najlepší výkon, mi prišiel ako najvhodnejší. Nejedná sa totiž o jednostrannú disciplínu, ale o zmes vytrvalostných aj silových súťaží. Práve preto vyžadovanou vlastnosťou nie je špecializácia na jednu z činností, ale obrovská všestrannosť. „Vítaz desaťbojárskej súťaže je na OH vnímaný ako atletický kráľ. Napriek tomu sa športová verejnosť mimo OH a MS príliš o viacboje nezaujíma. Súťaž je pre laika zložitá a predovšetkým dlhá v porovnaní napríklad s tenisovým, futbalovým alebo hokejovým zápasom. Navyše taká enormná fyzická a obvykle i psychická záťaž neumožňuje atlétom časté závodenie“ [5, str. 15]. Ako už poznáť z názvu, súťaží sa v desiatich atletických športoch, konkrétne 4 bežecké (beh na 100 m, 110 m cez prekážky, 400 m, 1500 m), 3 skokanské (skok do diaľky, skok do výšky, skok o tyči) a 3 vrhačské disciplíny (hod diskom, vrh guľou, hod oštepom), ktoré sú presne rozdelené do dvoch hracích dňoch [5].

Keďže každá z nich a aj hodnotiace ukazatele (čas, metre) sú odlišné, vzniká problém porovnávania výkonu v jednej disciplíne s výkonom v inej disciplíne. Je náročné spravodlivo rozhodnúť a určiť či atlét, čo zabehol stovku za 11,45 sekundy podal hodnotnejší výkon, ako ten čo hodil oštep do diaľky 75 metrov. Postup bodovania musel zákonite prejsť dlhým vývojom. Kde na začiatku bolo dôležité len poradie, až po rôzne typy tabuliek (lineárne, progresívne), ktoré však obsahovali mnoho chýb a museli byť postupne upravované. V roku 1912 Švédmi vytvorili bodovacie tabuľky vychádzajúce zo svetových rekordov. Tieto rekordy však boli postupne prekonané, takže tabuľky sa museli meniť. Súčasný spôsob hodnotenia zahŕňa viacbojárske tabuľky, ktoré boli zostavené tak, aby mal každý atlét záruku, že jeho výkon bude spravodlivo bodovo ohodnotený s ohľadom na jeho možnosti vzhľadom k jeho hmotnosti a výške. Tieto tabuľky obsahujú jednotlivé body pomocou rôznych druhov špeciálnych vzorcov a konštánt. Takže víťazom je ten súťažiaci, ktorý dosiahne najvyšší súčet bodov za jednotlivé disciplíny [5].



## 4.1 Viacbojárske tabuľky

Úlohou odborníkov bolo nájsť takú závislosť, ktorá bude najlepšie spĺňať tieto požiadavky:

1. Tabuľky majú slúžiť len pre hodnotenie viacbojov.
  2. Výkony v rôznych disciplínach, ktoré sú hodnotené približne rovnakou bodovou hodnotou, majú byť zrovnateľné s ohľadom na kvalitu a obtiažnosť ich dosiahnutia.
  3. Tabuľky majú byť vo všetkých disciplínach mierne progresívne.
  4. Tabuľky musia byť rozdelené pre mužov a ženy.
  5. Tabuľky musia vychádzať zo štatistických údajov o výkonoch viacbojárov s prihliadnutím k štatistickým údajom o výkonoch špecialistov.
  6. Pokiaľ to ide, vylúčiť možnosť, aby špecialista v jednej disciplíne mohol získať toľko bodov, pomocou ktorých by prekonal stratu zo svojich slabých disciplín a porazil všestranných atlétov
- [5, str. 25].

V súčasných viacbojárskych tabuľkách je možno nájsť pre ľubovoľný výkon bodové ohodnotenie v každej disciplíne. Vychádza sa pritom z upravenej parabolickej závislosti pre behy podľa vzťahu 4.1 a pre technické disciplíny podľa vzťahu 4.2 [5].

$$P = a * [b - M]^c \quad (4.1)$$

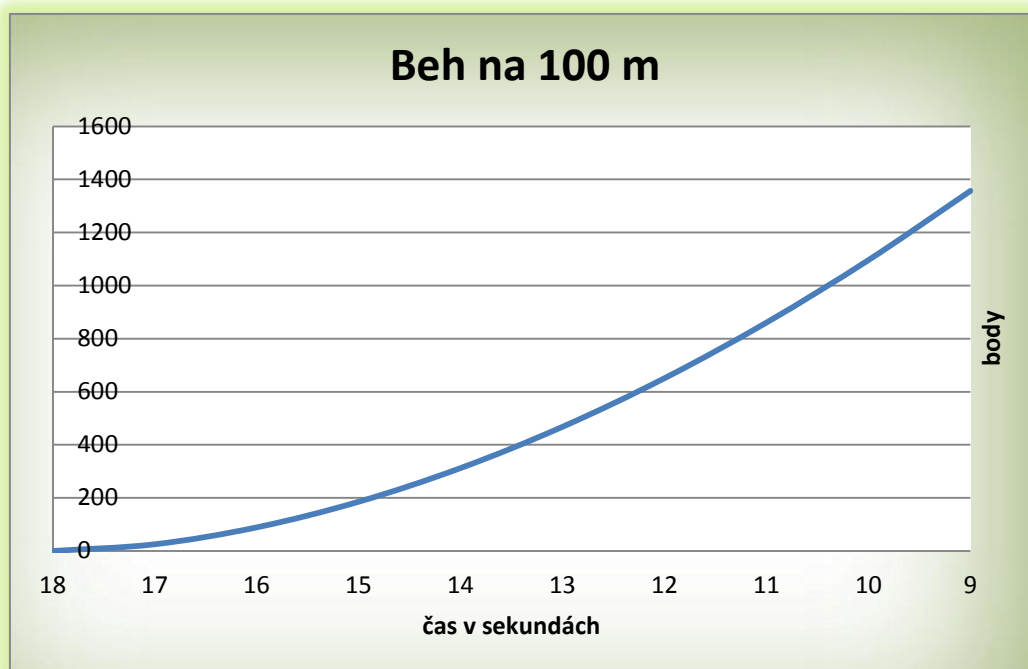
$$P = a * [M - b]^c \quad (4.2)$$

Kde P sú body a M dosiahnutý výkon či už v centimetroch, metroch alebo sekundách. Pričom konštanty a, b, c sú volené tak, aby spĺňovali predchádzajúce body a sú uvedené v tabuľke 4.1.

<b>Muži</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>
<b>100 m</b>	25,4347	18	1,81
<b>400 m</b>	1,53775	82	1,81
<b>1500 m</b>	0,03768	480	1,85
<b>100 m pr.</b>	5,74352	28,5	1,92
<b>výška</b>	0,84650	75	1,42
<b>dial'ka</b>	0,14354	220	1,4
<b>tyč</b>	0,27970	100	1,35
<b>guľa</b>	51,39	1,5	1,05
<b>disk</b>	12,91	4	1,10
<b>oštep</b>	10,14	7	1,08

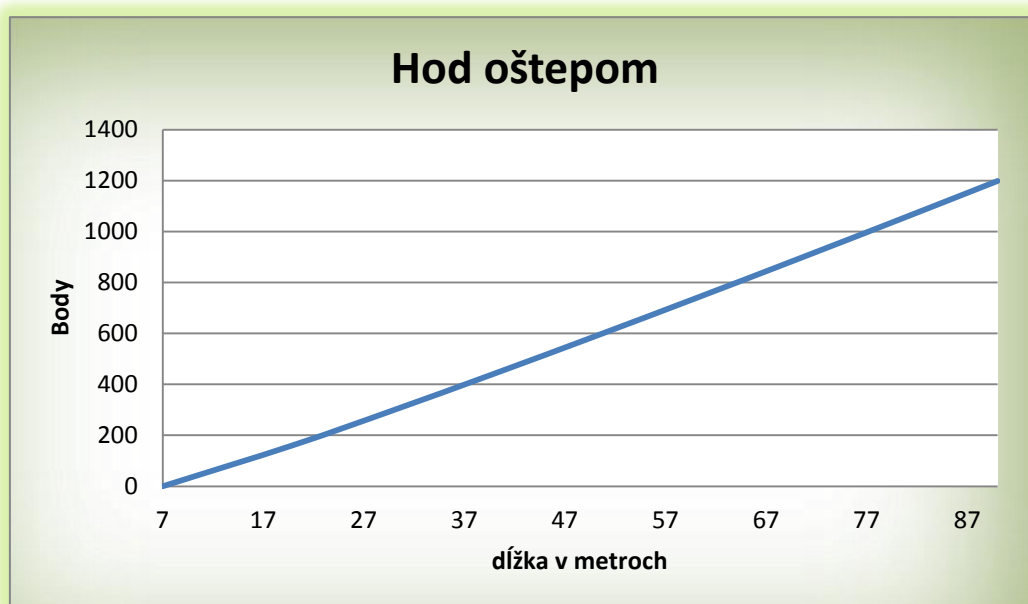
**Tab. 4.1 Konštanty a, b, c pre výpočet bodových hodnôt [5]**

Pokúsme sa vytvoriť graf, ktorý bude vyjadrovať závislosť bodového ohodnotenia od výkonu pomocou týchto vzorcov a pochopiť, čo znamenajú jednotlivé konštanty. Ako disciplínu si zvolíme beh na 100 metrov, preto musíme vybrať vzorec (4.1), keďže sa jedná o bežeckú súťaž a budeme dosadzovať výkony v časových jednotkách. Z príslušnej tabuľky (4.1) následne vyberieme vhodné konštanty a, b, c. S vysvetlením čísla a nie je problém, je zvolené tak, aby zabezpečovalo zrovnateľnú úroveň bodov v jednotlivých disciplínach. Ako môžeme vidieť z výsledného grafu (4.1), krivka je nelineárna, takže splňuje progresívne kritérium. Za konštantu b sme dosadzovali číslo 18, ktoré môžeme vnímať ako limitný výkon. Čo znamená, že ak zabehneme stovku za 18 a viac sekúnd, náš výsledok nedostane žiadne body. Na druhej strane sme obmedzený aj čo sa týka maximálne bodového zisku. Keby sme disciplínu 100 m zabehli svetovým rekordom za 9,58 sekundy (čo prakticky nie je možné, pretože podobné časy môžu dosiahnuť len špecialisti-šprintéry), naše bodové ohodnotenie by bolo 1202 bodov. Keďže na celkové víťazstvo je obvykle potrebných 8000 až 9000 bodov, nestačilo by nám to na pokrytie bodových strát z našich slabých disciplín, čím je vlastne splnená ďalšia požiadavka novodobých viacbojárskych tabuliek.



**Graf 4.1 Bodovanie behu na 100 m**

Naopak, keď si vyberieme technickú disciplínu hod oštepom a k nemu príslušné konštanty  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , mohlo by sa zdať, že krivka je lineárna. V skutočnosti aj táto závislosť je mierne progresívna, čo zabezpečuje konštanta  $c$ , ktorá je však oveľa menšia ako v prípade behu na 100 m.



**Graf 4.2 Bodovanie hodu oštepom**

Vo všeobecnosti môžeme poznamenať, že v bežecké tabuľky sú omnoho progresívnejšie (rozpätie c od 1,81 až 1,92) ako tabuľky technických disciplín (rozpätie c od 1,05 až 1,42). Čím si to však vysvetliť?

Progresivita znamená nárast bodov pri rovnakom zlepšení výkonov. Keď porovnáme bežecké súťaže so skokanskými a vrhačskými, zistíme, že desaťbojári sa oveľa viac približujú k svetovým výkonom v behu, kde bývajú rozdiely minimálne. Konkrétne ako vidieť z grafu 5.3, rozdiel v šprinte na 100 m medzi svetovým a desaťbojárskym rekordom je len 63 stotín sekundy. V prípade hodu oštepom je to však už skoro 20 metrov. Preto je väčšia progresivita u bežeckých disciplín, kde rozhodujú nepatrné straty, adekvátne a každý výkon náležite obodovaný.



Graf 4.3 Desaťbojársky a svetový rekord [16]

## 4.2 Metóda minimálnej vzdialenosti od ideálnej varianty

Našou snahou bude poskytnúť alternatívny postup určenia poradia v mužskej desaťbojárskej súťaži a zhodnotiť ako veľmi sa výsledky používanej metódy líšia od skutočnosti. Ako vyhovujúcu metódu som zvolil metódu minimálnej vzdialenosti od ideálnej varianty. Táto metóda pracuje s kardinálnymi informáciami a je založená na úvahe, že najlepšia varianta je tá, ktorá je najbližšie k ideálnej variante. Záleží potom už len nás akú metriku zvolíme, pomocou ktorej budeme merať vzdialenosť. V našom prípade by sme

závodníkov označili ako varianty, ktoré budeme hodnotiť pomocou dosiahnutých výsledkov v jednotlivých disciplínach. Všetky jednotlivé váhy budú mať približne hodnotu 0,1. Váhový kvantifikátor jemne modifikujeme, aby naše disciplíny boli rovnako významné. V šprintérskych disciplínach dosahujú desaťbojári mierne vyššie bodové zisky ako napr. vo vytrvalostných. Práve preto udelíme šprintu váhu 0,8 a napr. behu na 1500 m váhu 0,12. Aby náš matematický model bol úplný, musíme si zaviesť ešte ideálnu variantu, ku ktorej sa budú závodníci snažiť priblížiť. Keďže takáto varianta má mať vlastnosť

$$x^* = (x_1^*, \dots, x_m^*), \quad x \notin X$$

to znamená, že obsahuje žiaduce hodnoty kritérií. Je optimálne si pre ideálnu variantu vytvoriť vymysleného atléta, ktorý v každej disciplíne dosiahne ideálne výkony, ktoré budú predstavovať súčasné svetové rekordy dosiahnuté v desaťboji. Budeme predpokladať, že imaginárny atlét dosiahol výkony z tabuľky 4.2.

<b>Disciplína</b>	<b>Desaťbojárske rekord</b>
<b>1. 100 m</b>	10,21 s
<b>2. Skok ďaleký</b>	8,23 m
<b>3. Vrh guľou</b>	19,17 m
<b>4. Skok vysoký</b>	2,27 m
<b>5. 400 m</b>	45,68 s
<b>6. 110 m př.</b>	13,47 s
<b>7. Hod diskom</b>	55,87 m
<b>8. Skok o tyči</b>	5,76 m
<b>9. Hod oštepom</b>	79,8 m
<b>10. 1500 m</b>	239 s

**Tab. 4.2** Desaťbojárske rekordy [16]

Aplikáciu metódy minimálnej vzdialenosti od ideálnej varianty použijeme na výkony z Olympijských hier z roku 2004 a porovnáme ich s prvými piatimi miestami desaťbojárov. V Aténach celú súťaž vyhral Roman Šebrle s vtedajším olympijským rekordom, ktorý mal hodnotu 8 893 bodov. Na ďalších miestach skončili Bryan Clay, Dmitrij Karpov, Dean Macey, Chiel Warners s bodmi ako uvádza tabuľka 4.3.

<b>1. Šebrle (ČR)</b>	8893 bodov
<b>2. Clay (USA)</b>	8820 bodov
<b>3. Karpov (Kaz.)</b>	8725 bodov
<b>4. Macey (V. Brit.)</b>	8414 bodov
<b>5. Warners (Hol.)</b>	8343 bodov

**Tab. 4.3 Výsledky desaťboja [16]**

Pre ďalšie výpočty budeme potrebovať kritériálnu maticu, ktorú získame znormovaním výkonov pomocou už známeho vzorca

$$u_j(x_{ij}) = \frac{x_{ij} - x_{ij}^0}{x_{ij}^* - x_{ij}^0}$$

Túto transformačnú funkciu môžeme považovať za normovanú funkciu utility  $u$  odpovedajúcu danému kvantitatívnemu kritériu [7]. Následne musíme pre každú variantu určiť vzdialenosť od ideálnej variant pomocou metriky:

$$s(x_i, x^*) = \sum_{j=1}^{10} v_j * |x_{ij} - x^*|,$$

kde výkony  $x_{ij}$  odpovedajú predchádzajúcej transformácii a sú z intervalu  $\langle 0, 1 \rangle$ .

Naša matica bude mať potom tvar:

Disciplína	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	$s(x_i, x^{id})$
<b>Šebrle</b>	0,059	0,487	0,401	0,500	0,236	0,468	0,411	0,441	0,620	0,023	<i>0,6292</i>
<b>Clay</b>	0,662	0,645	0,160	0,300	0,000	0,394	0,526	0,368	0,587	0,000	<i>0,6386</i>
<b>Karpov</b>	0,574	0,447	0,309	0,400	0,678	0,541	0,652	0,147	0,006	0,070	<i>0,6389</i>
<b>Macey</b>	0,000	0,000	0,267	0,600	0,063	0,000	0,380	0,000	0,126	0,372	<i>0,8068</i>
<b>Warners</b>	0,397	0,355	0,000	0,000	0,348	0,505	0,000	0,368	0,000	0,070	<i>0,8128</i>
<b>Váhy</b>	0,08	0,09	0,1	0,1	0,08	0,1	0,11	0,1	0,12	0,12	

**Tab. 4.4 Matica metódy najmenšej vzdialenosti**

1. Šebrle
2. Clay
3. Karpov
4. Macey
5. Warners

**Tab. 4. 5 Poradie podľa použitej metódy**

Ako vidieť z tabuľky 4.4 najmenšiu vzdialenosť od ideálnej varianty má Roman Šebrle, ktorý sa nachádza na 1. mieste a stal by sa olympijským víťazom aj podľa našej metódy. Ďalšie poradie súťažiacich je tiež totožné a zhoduje sa s reálnymi výsledkami na Olympijských hrách v Aténach. Bolo by však mylné usudzovať z dosiahnutých výsledkov, že metóda najmenšej vzdialenosti je optimálna. Keď sa na jednotlivé vzdialenosti pozrieme lepšie, vidíme, že rozdiel medzi prvými tromi miestami je nepatrný. Nasleduje odskok a znova medzi 4. a 5. miestom je minimálny rozdiel. V klasickom bodovaní (tab. 4.3) sú však odstupy medzi druhým Clayom a tretím Karpovom alebo medzi Maceyom a Warnersom takmer stobodové. Z uvedených príčin je možno v našom prípade metódu považovať za použiteľnú, dokázala totožne určiť poradie atlétov v desaťboji ako pomocou súčasných desaťbojárskych tabuliek. Jednotlivé odchýlky a bodové odstupy sú však rozdielne a len malé zlepšenie niektorého výkonu by stačilo, aby Rus Karpov predbehol Američana Claya.

## Záver

Mojím cieľom bolo poskytnúť základný prehľad o bodovaní v športových disciplínach a to v krasokorčuľovaní a skokoch na lyžiach, kde dochádza k expertnému hodnoteniu športového výkonu zo strany rozhodcov. Na reálnych príkladoch som ukázal ako takéto hodnotenie postupne prebieha. Jednotlivo som opísal bodovací systém v krasokorčuľovaní v súčasnosti a v minulosti. Sám čitateľ mohol vidieť a posúdiť či je novozavedené hodnotenie spravodlivejšie ku závodníkom a viac eliminuje subjektívne posudzovanie. Ďalej bolo mojou snahou prepojiť krasokorčuľovanie s viackriteriálnym rozhodovaním a hodnotením, ukázať jej aplikáciu pri výbere prvku do programu a určení víťaza. Výsledok a preferenčné poradie podľa metódy univerzálnej standardizácie má mať však len orientačný charakter, keďže rozhodcovia hodnotia podľa veľkého množstva hľadísk, ktoré by spôsobili menšiu prehľadnosť modelu, nie sme schopní zaistiť úplnosť súboru kritérií. Pričom sme dbali predovšetkým na to, aby sa v súbore nevyskytovali nadbytočné kritéria. Ďalšou nevýhodou tejto metódy je nejasná interpretácia celkových hodnotení, ale na druhej strane umožňuje kombinovať rôzne typy kritérií a hodnotení. V prípade metódy váženého poradia sme určili poradie krasokorčuľiarov pomocou usporiadania v krátko programe a voľnej jazde. Táto metóda je ekvivalentná so skutočným hodnotením v minulosti, len s tým rozdielom, že sme použili normované váhy.

Čo sa týka môjho posledného športu desaťbojárskej súťaže, tiež som naznačil akým spôsobom dochádza k ohodnoteniu výkonu, ktorý v sebe obsahuje výrazne odlišné disciplíny, a na akom princípe sú vypracované súčasné bodovacie tabuľky. V prípade aplikácie viackriteriálneho rozhodovania som sa snažil využiť metódu najmenšej vzdialenosti od ideálnej varianty na určenie presného poradia desaťbojárov. V porovnaní s výsledkami z OH 2004 sme dospeli k záveru, že zhodné poradie dokáže určiť vo všetkých piatich prípadoch. Jediný problém by mohol nastať v prípadoch, kedy by bodové rozdiely medzi súťažiacimi neboli až tak markantné. Je pravdepodobné, žeby nedokázala na tieto zmeny, tak citlivo reagovať.

Všetky tieto postupy hodnotenia prešli dlhou cestou, aby dostali súčasnú podobu. To však neznamená, že nemáme v budúcnosti očakávať ďalšie zmeny a korekcie. Dnešným trendom je docieľiť čo najspravodlivejšie preteky. Napríklad súťaž v skokoch na lyžiach vyhral v minulosti ten, kto jednoducho skočil najďalej. Po zavedení veterného faktoru to už také jasné nie je a znižuje sa tým pravdepodobnosť prekvapivých výsledkov. Je otázne či



d'alším komplikovaním hodnotenia športu prilákame k televízii príležitostných divákov, ktorý nemajú prehľad o bodovacom systéme, pretože dostatočne spravodlivé preteky sa nevyhnú zložitým výpočtom.

## Použité zdroje

- [1] Fotr, J., Dědina, J., Hružová H., Manažerské rozhodování, 3. vydanie. Praha: Ekopress, 2003.
- [2] Hrázská, G., Krasobruslení, Praha: Grada Publishing, a. s., 2006.
- [3] Hron, K., Kunderová P., Základy počtu pravdepodobnosti a metod matematickej statistiky, 1. vydanie. Olomouc: Univerzita Palackého, 2013.
- [4] Pospíšil a kol., F., Pravidla lyžařských závodů, Praha: Svaz lyžařů ČR, 1998.
- [5] Ryba, J. a kol., Atletické víceboje, Praha: Olympia, 2002.
- [6] Řeháková, D., Skála, V.: *Pravidla krasobruslení platná od 1. července 1990*. Praha: Olympia, 1991.
- [7] Talašová, J., Fuzzy metody vícekritériálního hodnocení a rozhodování, 1. vydanie. Olomouc: Univerzita Palackého, 2003.
- [8] Elearning: Metódy rozhodování [online], dostupné z [http://elearning-math.upol.cz/pluginfile.php/7150/mod\\_resource/content/2/mmr.pdf](http://elearning-math.upol.cz/pluginfile.php/7150/mod_resource/content/2/mmr.pdf), [cit. 15.3. 2014].
- [9] ISU European Championships 2014 [online], dostupné z [http://www.isureults.com/results/ec2014/ec2014\\_Men\\_FS\\_Scores.pdf](http://www.isureults.com/results/ec2014/ec2014_Men_FS_Scores.pdf), [cit. 14.2. 2014].
- [10] Olympijské hry 1998 [online], dostupné z [http://en.wikipedia.org/wiki/Figure\\_skating\\_at\\_the\\_1998\\_Winter\\_Olympics](http://en.wikipedia.org/wiki/Figure_skating_at_the_1998_Winter_Olympics), [cit. 2. 3. 2014].
- [11] Pojmy skoky na lyžiach [online], dostupné z <http://www.skispringen.cz/clanky/pojmy-terms->, [cit. 22. 11. 2013].
- [12] Skoky na lyžiach [online], dostupné z [http://www.liberec2013.cz/useruploads/files/msj-web-o\\_akci-discipl%C3%ADny-sj\\_cz.pdf](http://www.liberec2013.cz/useruploads/files/msj-web-o_akci-discipl%C3%ADny-sj_cz.pdf), [cit. 21. 11. 2013].
- [13] Športový výkon [online], dostupné z <http://www.sportency.sk/encycledy/?q%20=content/%C5%A1portov%C3%BD-v%C3%BDkon>, [cit. 14.11 2013].
- [14] Tabuľka [online], dostupné z <http://mujweb.cz/irinaslutskaya/Dokumenty-download/193.doc>, [cit. 14. 2. 2014].
- [15] Větrný faktor [online], dostupné z <http://www.skoky.net/clanek.php?subaction=showfull&id=1383233897>, [cit. 2.2. 2014].

[16] Výsledky desatibojářských soutěží [online], dostupné z <http://www.decathlon2000.com/eng/675/>,

[cit. 22.3. 2014].

[17] Zkratky krasobruslařských prvků [online], dostupné z <http://www.czechskating.org/dokumenty/521.pdf>, [cit. 1.4. 2014].