VÝVOJ SVĚTOVÉ VÝKONNOSTI V ATLETICKÝCH DISCIPLÍNÁCH ŽEN, HODU KLADIVEM A BĚHU NA 3 000 M PŘEKÁŽEK

DEVELOPMENTS IN THE WORLD OF PERFORMANCE IN WOMEN'S ATHLETIC EVENTS OF THE HAMMER THROW AND 3 000 M STEEPLECHASE

M. Semerád¹ & P. Bahenský²

¹Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Katedra atletiky

²Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, Katedra tělesné výchovy a sportu

ABSTRACT

We characterize the developments of performance in athletic women's events of the hammer throw and 3 000 m Steeplechase to their implementation on the world stage. On the example of analysis of the level of performances at 1st to 10th place of the reduced rank of the world athletic IAAF lists follow the characteristics of time series in 1999–2014.

Keywords: time series; athletic events; developments of the performance; world athletic lists IAAF

SOUHRN

Charakterizujeme vývoj výkonnosti v atletických disciplínách žen hodu kladivem a běhu na 3 000 m překážek při jejich zavádění na světovou scénu. Na příkladu analýzy úrovně výkonů na 1. – 10. místě redukováného pořadí světových atletických tabulek IAAF sledujeme charakteristiky časových řad v letech 1999–2014.

Klíčová slova: časové řady; atletické disciplíny; vývoj výkonnosti; světové atletické tabulky IAAF

Úvod

Hledání limitního (hraničního) výkonu člověka v různých oblastech je podstatou vrcholového sportu. Zvláště ve sportovních odvětvích, kde dochází k měření a porovnávání výkonů, evidenci světových či regionálních rekordů, můžeme sledovat dlouhodobé i aktuální trendy. Do limitní výkonnosti se prolínají aktuální poznatky vědy, a ačkoli se někdy zdají výkony nepřekonatelné, nakonec k posunu dojde. Nevyčerpané legální rezervy vidí odborníci i v biomechanice, fyziologii, biochemii, sportovní psychologii, atd. Budoucnost atletické výkonnosti ovlivní také genetické inženýrství. Většina výzkumných prací se věnuje individuálním sportovním odvětvím, kde je měřeným výkonem lokomoce člověka (atletika, plavání, rychlobruslení, běh na lyžích, veslování, kanoistika atp.). Spíše výjimečně se objevují prognostické údaje, které se pokoušejí odhalit budoucí trendy v jiných sportovních odvětvích, např. ve sportovních hrách (Kovář, 2007; Turek & Ružbarský, 2013; Tillinger, 2004). Neustálé posouvání hranic atletické výkonnosti poukazuje na potřebu zpětnovazební evaluace stanovených prognóz (Brodání, 2013).

Cílem analýzy časových řad je najít takové charakteristiky, které bychom mohli dále použít pro konstrukci vhodných modelů jejího vývoje. Hledáním zákonitosti vzniku hodnot časové řady se snažíme porozumět podmínkám a vlivům na ně (Chatfield, 2000; Anděl, 1976; McDowall, 1980).

Analýza časových řad je založena na identifikaci pravidelných, periodicky se opakujících faktorů a nevysvětlitelného rezidua. Dále můžeme identifikovat některé vnější vlivy působící na její průběh. Analytické informace umožňují spolehlivější konstrukci předpovědi a umožňují sezónní očištění údajů (Chatfield, 2000).

Základní přístupy k analýze časových řad

Pro analýzu časových řad existuje velmi rozsáhlá teorie, přístupy se liší svou komplikovaností, jednotlivé obory rozvíjejí speciální metody a postupy. Volba vhodné metody je závislá na několika různých aspektech, jak uvádí Chatfield (2000):

1. Cíl výzkumu

Kromě stanovení cíle je obvykle důležitá znalost zkoumané oblasti a kontextuálních vlivů na vývoj sledovaného jevu.

2. Typ časové řady

Při existenci nejrůznějších metod je obtížné najít nejvhodnější pro námi sledovanou problematiku. V oblasti časových řad se opakovaně potvrdilo, že neexistuje univerzální nejlepší postup; analytici často v komplikovaných případech volí více metod.

3. Znalosti statistika

Některé metody jsou teoreticky nenáročné (např. deterministické metody, klasická dekompozice), s rostoucím významem míry neurčitosti sledovaného jevu se zvyšuje teoretická náročnost a komplikovanost metod (např. ARIMA modelování) a na vzdělání i zkušenosti statistika jsou kladeny vysoké nároky. Na druhé straně mohou vést i pokročilé statistické znalosti bez znalosti oboru ke špatným výsledkům.

4. Softwarové vybavení

Svoji roli sehrává i vybavení výpočetní technikou a zejména programy vhodnými pro analýzu a jejich ovládání.

Základem je příprava a čištění dat. Časové řady mohou obsahovat údaje, jež by při dalším zpracování mohly zvýšit pravděpodobnost chyby. Zejména je třeba odstranit nedostatky spojené s neúplností dat v časové řadě (chybějící údaj zpravidla řešíme dosazením aritmetického průměru, mediánu, lineární interpolací dvou sousedících údajů) a citlivě postupovat při posuzování odlehlých pozorování (outliers) a jejich odstranění. Velmi obtížné je rovněž posouzení jiných chyb v řadě (např. výkonů ve vysokých nadmořských výškách), vnějších vlivů, bodů zlomu a jejich uplatnění v modelu. Čištění dat by mělo připravit řadu pro další operace.

Identifikace vlastností časových řad

1. Vizualní posouzení grafického zobrazení časové řady nebo korelogramu.

Jedná se o výběr adekvátního typu grafu, do něhož časovou řadu zakreslíme. Správný výběr grafu, délka časové řady atp. nám zpravidla ukáže základní vlastnosti řady: zda je rostoucí, klesající, rovnoměrná, s opakujícím se cyklem, s odlehlými pozorováními (outliers), s body zlomu (break point) atd. U komplikovaných jevů nebo u časových řad s velkou variabilitou hodnot bývají některé výše zmíněné vlastnosti vizuálně obtížně pozorovatelné. Existuje vždy více variant, jak zjištěná data zaneść do grafu (lineární, krabicový graf), který na rozdíl od jiných obsahuje souhrnné charakteristiky zkoumané časové řady.

Krabicový graf umožní odhalit některé důležité vlastnosti řady, jež z jiných grafů nejsou zřetelné. Jiná zobrazení přinášejí další informace, které mohou být užitečné. Mezi deskriptory časové řady patří rovněž základní popisné charakteristiky řady jako aritmetický průměr, směrodatná či průměrná odchylka, rozptyl, míra dynamiky změn (absolutní přírůstek) $y = y(t) - y(t-1)$; koeficient růstu $K(t) = y(t) / y(t-1) \dots$ atp.

2. Statistickým zpracováním

A) Autokorelace a vzájemná korelace (cross-correlation) znázorňuje míru soběpodobnosti, kdy je časová řada korelována sama se sebou s časovým zpožděním. Z charakteristiky hodnot autokorelačních koeficientů můžeme odhadnout některé vlastnosti časových řad a to zejména trend, sezónní složku, cyklus a vliv vzdálených hodnot. V praxi se obvykle používají oba přístupy společně. Na základě analýzy pak můžeme použít některé matematické operace pro zjištění dalších charakteristik.

B) Transformace dat. Určité časové řady mají vlastnosti, které neumožňují pozorované hodnoty přímo statisticky zpracovat (zpravidla proto, že řada není stacionární). Ve vybraných případech tedy použijeme k dalšímu zpracování transformaci dat (zpravidla logaritmování či umocňování), což nastává ze tří hlavních důvodů:

1. Snaha stabilizovat rozptyl;
2. Snaha změnit sezónní výkyvy na aditivum;
3. Snaha převést data do normálního rozdělení.

C) Filtrování dat. Časové řady, které obsahují trend (tj. mění se výrazně průměr časové řady v čase) je nutné převést na jinou časovou řadu. Nejčastěji se používá lineární filtr – diferenciací 1. 2. 3. řádu. Časové řady ve sportu obvykle trend obsahují.

Význam a cíle analýzy časové řady v atletice

Analýza časových řad umožňuje zkoumat oddělené jednotlivé složky, odhalit některé zákonitosti vývoje dané řady, a tato metoda také může identifikovat některé vnější vlivy působící na její průběh (Kovář, 2007). Při sledování více časových řad (např. více atletických disciplín) lze porovnávat nejen řady jako celek, ale i jejich složky shodu či rozdílnost trendové složky, cyklické složky (Chatfield, 2000). Atletika jako jeden z objektivně měřitelných sportů nám velmi zřetelně ukazuje dynamiku vývoje výkonnosti ve sportu v minulých stoletích (Tilinger, 2004).

Trend vývoje výkonnosti v jednotlivých atletických disciplínách byl ovlivněn množstvím faktorů. Nejvýznamnější byly změny atletických pravidel, progresivní tréninkové metody, vývoj materiálů a technologický pokrok, dovolené i nedovolené podpůrné suplementy výživy a úroveň „antidopingové“ kontroly, atd. V dnešní době i přes „stabilizaci“ vzpomínaných faktorů zaznamenáváme stále zvyšování atletické výkonnosti a posouvání hranic lidské výkonnosti. Významnou měrou se na ní podílejí talentovaní jedinci i díky vrozeným predispozicím (Broďáni, 2013).

Metodika

Cílem práce je analýza vývoje světové výkonnosti atletických disciplín žen, hodů kladivem a běhu na 3 000 m překážek v letech 1999–2014.

Úkol práce

1. Provést analýzu časových řad atletických disciplín žen hodů kladivem a běhu na 3 000 m překážek v letech 1999–2014.
2. Identifikovat charakteristiky časových řad vývoje výkonů zvolených atletických disciplín.

Výzkumný soubor – zdrojová data

Jako zdrojová data jsme použili světové tabulky nejlepších 10. atletů z let 1999–2014 ve dvou disciplínách (3 000 m překážek žen, hod kladivem žen), přičemž jsme vycházeli z oficiálních statistik Mezinárodní atletické federace (IAAF²). V každé disciplíně analyzujeme 15tiletou časovou řadu. V práci jsme použili expertní a statistickou analýzu časových řad (Karp, 2006; Kovář, 2007; McDowall, 1980; Broďáni, 2013). U atletů, kteří dosáhli více výkonů řadící se svou hodnotou mezi nejlepších 10, jsme započítali pouze jeden nejlepší výkon v roce. Údaje z posledních 15. let jsou k dispozici na webové stránce IAAF. Obě disciplíny byly zařazeny do programu olympijských her jako poslední dvě v pořadí; hod kladivem žen (2000), běh na 3 000 m překážek žen (2008).

Rok 1999 jsme zvolili z toho důvodu, neboť je posledním dostupným na webových stránkách IAAF, a také posledním, z kterého se dá porovnávat, analyzovat a popisovat shoda, rozdíl nebo průběh výkonů u disciplín zařazených na program olympijských her.

U každého souboru nejlepších deseti výkonů za každý rok jsme testovali jeho rozdělení (M, M 3, M 5, SD, Xmin, Xmax).

Vysvětlivky:

- M – průměr výkonů souboru
- M 3 – průměr nejlepších 3. výkonů
- M 5 – průměr nejlepších 5. výkonů
- SD – směrodatná odchylka
- Xmin – úroveň minimálního výkonu souboru (10. místo světových tabulek IAAF)
- Xmax – úroveň maximálního výkonu souboru (1. místo světových tabulek IAAF)

²IAAF International Association of Athletics Federations – IAAF Statistics Top Lists | iaaf.org. (b.r.). Dostupné 17. prosinec 2015, z <http://www.iaaf.org/records/toplists/>.

Výsledky a diskuse

Srovnání vývoje výkonnosti atletických disciplín 1999–2014, zdroj dat světové tabulky IAAF, 1. – 10. místo (3 000 m překážek žen, hod kladivem žen)

Při pohledu na tabulku korelací obou analyzovaných disciplín můžeme pozorovat vysokou „sobě-podobnost“ ve vývoji výkonů na 3. až 10. místě, a také v průměru výkonů obou souborů. Porovnáním korelací výkonů na předních místech světových tabulek (výkon na 1. a 2. místě, M 3 a M 5) však můžeme konstatovat, že se soubory v této charakteristice, ve vývoji výkonnosti sobě nepodobají. Nejvyšší stupeň vzájemné podobnosti (korelace) vykazují výkony uprostřed časové řady (5. a 6. místo). Vysokou, postupně zvyšující se korelaci od středu časové řady směrem k 10. místu vysvětlujeme postupným vyrovnáváním výkonnosti směrem ke třetímu místu (výkonu) světových tabulek IAAF (viz graf 2. a 4.). Tento trend je možná identifikovat výrazně v prvních 5. – 10. letech (viz graf 1. a 3.) po zavedení příslušné disciplíny na mezinárodní scénu. Po nasycení (saturaci) výkonnosti (u našich časových řad) po konání druhých OH s příslušnou atletickou disciplínou časová řada přestává být stacionární a trend začíná vykazovat lineární průběh.

Tabulka 1./ Table 1.

Korelační koeficienty mezi pořadím výkonů běhu na 3 000 m překážek a hodu kladivem žen na 1. – 10. místě (výkon pořadí, M, M 3, M 5)./ Correlation coefficient between order of women's s performance on the 3 000 m steeplechase and hammer throw from the 1st to 10th place (performance places, M, M 3(the best 3rd), M 5(5th) performance.

Pořadí výkonů a průměry (tab. IAAF)	Korelace
1	-0,33982
2	-0,76468
3	-0,91769
4	-0,94314
5	-0,96175
6	-0,95566
7	-0,94076
8	-0,94645
9	-0,93736
10	-0,91047
M	-0,93959
M 3	-0,77385
M 5	-0,88688

HOD KLADIVEM – ŽENY (1999–2014, zdroj dat světové tabulky IAAF)

Atletická disciplína hod kladivem žen byla zařazena poprvé do programu olympijských her (OH) v roce 2000 v Sydney. Hodnota aktuálního světového rekordu 79,58 m byla vytvořena v roce 2014. Z grafického znázornění je možné konstatovat, že časová řada není stacionární, protože obsahuje trend (rostoucí). Statistické dokazování autokorelací (korelogram) nebudeme provádět. Z analyzovaných dat nelze zjišťovat sezónní výkyvy a nebylo to ani naším cílem. Vyloučením či potvrzením se budeme snažit identifikovat bodu zlomu, vnější vlivy a „outliers” – odlehlá pozorování. Pro důkaz dalších vlastností provedeme na závěr transformaci dat diferenciací 1. řádu.

Z tabulky 2 lze identifikovat cyklicky opakující se snížením SD souborů v letech 2004, 2008 i 2012, tedy v roce, kdy se konaly OH.

Vizuálním posouzení grafického i tabulkového zpracování časové řady můžeme konstatovat postupnou saturaci výkonnosti s bodem zlomu v roce 2006. Tuto skutečnost si vysvětlujeme zpřísněním dopingových kontrol po prokázání dopingu přímo ve finále OH 2004 (manipulace s močí a nesrovnalosti v biologickém pasu). Od roku 2012 je možné pozorovat výrazné zlepšení M (průměr výkonnosti), ale i výrazné vylepšení M 3 a M 5 (výkony na 3. a 5. místě). V roce 2012 (OH Londýn) je výkonnost možné charakterizovat jako výrazně vyrovnanou s absencí hodů kratších než 75 m. Tento výkon 75,59 m se během 8 let posunul z maximálního výkonu na minimální. Světový rekord (79,58 m) byl

vytvořen v roce 2014. Překonání světového rekordu se dalo očekávat i z pohledu zlepšení M, M 3 a M 5 „nastartovaného” již od roku 2012. Pro překonání světového rekordu je však zapotřebí souběh „mimořádných” podmínek přímo v konkrétním závodě. Tuto skutečnost však nelze považovat za identifikaci „outliers”, odlehlých pozorování.

Graf 1./ Graph 1.

Vývoj výkonnosti v hodu kladivem žen v letech 1999–2014 ve světě pro M, M 3, M 5./ Developments of women's performance of the hammer throw between 1999–2014 on the world for M, M 3, M 5.

Tabulka 2./ Table 2.

Vývoj výkonnosti v hodu kladivem žen 1999–2014 (1. – 10. místo, světové tabulky IAAF)./ Developments of women's performance in the hammer throw from 1999 to 2014 (1st to 10th world lists IAAF).

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Xmin	67,24	69,36	69,57	68,70	71,12	72,57	73,08	74,31	73,45	74,40	73,07	73,40	72,59	75,59	75,02	74,20
Xmax	76,07	75,68	75,72	73,67	75,14	75,18	77,06	77,80	77,30	77,32	77,96	78,30	79,42	78,69	78,80	79,58
M	70,05	70,90	71,16	71,25	72,74	73,67	74,50	75,90	75,35	75,51	75,41	75,03	75,02	77,19	76,39	76,19
SD	4,42	3,16	3,08	2,49	2,01	1,31	1,99	1,75	1,93	1,46	2,45	2,45	3,42	1,55	1,89	2,69

Graf 2./ Graph 2.

Vývoj výkonnosti v hodu kladivem žen 1999–2014 stacionární časová řada zobrazená metodou – diferenciace 1. řádu (1. – 10. místo světové tabulky IAAF)./ Developments of women's performance in the hammer throw from 1999 to 2014. Stationary time series – differentiation first set of (1st to 10th place world lists IAAF).

Dalším způsobem identifikace s expertním posouzením cykličnosti je diferenciací 1. řádu časové řady a vizuálně můžeme vývoj výkonnosti popsat následovně. Olympijskými roky jsou na ose x č. 2, 6, 10, 14. Po zavedení hodu kladivem žen na OH 2000 (osa x č. 2) začal cyklus nárůstu výkonnosti s vrcholem na OH 2004 (osa x č. 6). Průměrná hodnota výkonů zatím pomalu rostla a cyklus nebyl identifikovatelný v letech OH, nicméně jak uvádíme výše, hodnoty mají nižší rozptyl resp. SD, výkonnost je v roce OH vyrovnanější.

Předpokládaný pravidelný růst výkonů v roce konání OH (4 letý cyklus) není v této disciplíně zcela zřejmý (identifikovatelný), ale je zřejmé „zvýšení šance na medaili u více atletek“. Hod kladivem žen, ale i mužů není celosvětově rozšířenou disciplínou, nejlepšími atlety jsou Evropanky. Usuzujeme tedy, že i v letech, kdy se koná „pouze“ kontinentální mistrovství Evropy (ME), nedochází k poklesu výkonnosti jako u některých jiných atletických, celosvětově rozšířenějších disciplín (sprinty, běhy).

Snížení X_{min} (10. místo tabulky IAAF) nastává rok po posledních dvou konaných OH, výrazně 2009 a 2013. Rozdíl výkonů $X_{min} - X_{max}$ se výrazně vyrovnal od OH 2000 a činí v roce 2012 2,90 m. Při OH v roce 2000 po zavedení hodu kladivem žen byl $X_{min} - X_{max}$ 6,32 m. Nejvyšší úroveň X_{min} a nejlepší M výkonů registrujeme v olympijském roce 2012.

BĚH NA 3 000 M PŘEKÁŽEK – ŽENY (1999–2014, zdroj dat světové tabulky IAAF)

Graf 3./ Graph 3.

Vývoj výkonnosti v běhu na 3000 m překážek žen v letech 1999–2014 ve světě M , M_3 , M_5 ./ Developments of women's performance on the 3 000 m steeplechase from 1999 to 2014 on the world for the M , M_3 , M_5 .

Atletická disciplína běh na 3 000 m překážek žen (steeple) byla zařazena poprvé do programu olympijských her (OH) v roce 2008 v Pekingu. Hodnota aktuálního světového rekordu 8:58,81 min byla vytvořena v roce 2008 ve finále OH. Z grafického znázornění, vizuálním posouzením, je možné konstatovat, že časová řada není stacionární, protože část obsahuje trend (rostoucí), druhá část již nikoli. Statistické dokazování autokorelací (korelogram) nebudeme provádět. Dále jsme postupovali stejně jako u hodu kladivem.

Tabulka 3./ Table 3.

Vývoj výkonnosti v běhu na 3 000 m překážek žen 1999–2014 (1. – 10. místo, světové tabulky IAAF)./ Developments of women's performance on 3 000 m steeplechase from 1999 to 2014 (1st to 10th place, world lists IAAF).

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
X_{min}	609,83	602,60	599,09	587,87	584,95	579,84	575,51	567,35	566,63	561,76	558,54	564,84	566,03	563,52	567,49	563,43
X_{max}	588,88	580,50	566,31	556,51	548,33	541,59	555,04	557,15	546,57	538,81	547,32	551,71	547,03	545,02	551,65	550,64
M	602,36	595,79	585,02	577,53	573,94	569,48	567,45	562,77	559,76	555,29	552,41	558,78	557,93	552,70	558,67	557,81
SD	10,48	11,05	16,39	15,68	18,31	19,13	10,24	5,10	10,03	11,48	5,61	6,57	9,50	9,25	7,92	6,39

Vizuálním posouzení grafického i tabulkového zpracování časové řady můžeme konstatovat postupnou saturaci výkonnosti s mírným bodem zlomu v roce 2007, tedy rok před zařazením této disciplíny na program OH. Světový rekord (8:58,81 min) byl vytvořen ve finále OH v roce 2008 v Pekingu (Galikina – RUS). Tento výkon je dosud jediným časem pod 9:00,00 min. Pro možnost identifikace outliers (odlehlá pozorování) bude nutné tuto charakteristiku opakovaně prověřit. Z roku 2008 roku evidujeme nejlepší M (průměr výkonů) na prvních deseti místech tabulek IAAF (9:15,29 min). Postupnou saturaci výkonnosti můžeme pozorovat z přibližování se $X_{min} - X_{max}$ (tab. 3). Z 22,95 s u roku 2008 postupně na 12,69 s v roce 2014. Skutečností je postupné uplatňování závodnic „bílé“ pleti. Zkušenosti u mužů jsou odlišné, ale je nutné mít na paměti nižší míru emancipovanosti žen a jejich jinou úlohu v afrických zemích. Na druhou stranu tento fakt si vysvětlujeme „většími“ technickými a taktickými nároky na běžkyně. Také skutečnost nižšího počtu vybavených stadionů pro trénink steeple (vodní příkop + speciální, tréninkové překážky pro steeple) v afrických státech počítáme k možnosti lepšího prosazení a vývoje výkonnosti pro běžkyně z ekonomicky vyspělejších států. Pro důkaz či vyloučení cykličnosti transformujeme časovou řadu diferenciací 1. řádu.

Graf 4./ Graph 4.

Vývoj výkonnosti v běhu na 3 000 m překážek žen 1999–2014 časová řada – diferenciacie 1. řádu (1. – 10. místo tabulky IAAF)./ Developments of women's performance on the 3 000 m steeplechase from 1999 to 2014. Time series – differentiation first set of (1st to 10th place world lists IAAF).

Tabulka 4./ Table 4.

Charakteristiky a porovnání identifikace časových řad vývoje výkonnosti v běhu na 3 000 m překážek žen a hodu kladivem žen 1999–2014 1. – 10. místo tabulky IAAF)./ Characteristics and comparison identification time series developments of women's 3 000 m steeplechase and hammer throw from 1999 to 2014 (1st to 10th place world lists IAAF).

	Hod kladivem žen	Běh na 3 000 m překážek žen
Stacionarita	NE	NE
Přítomnost změny trendu	ANO	ANO
Přítomnost cyklických změn	ANO	ANO
Přítomnost odlehlých pozorování	NE	NE
Body zlomu	ANO	ANO
Vnější vlivy	NE	NE

Pro identifikaci cykličnosti jsme provedli diferenciaci 1. řádu časové řady a vizuálně můžeme vývoj výkonnosti popsat následovně. Olympijskými roky jsou na ose x č. 6 (ještě se však ve steeple na OH nezačalo), 10 a 14. Touto skutečností lze zřetelně identifikovat čtyřletý, olympijský cyklus ve vývoji výkonnosti na 3 000 m překážek žen. Steeplechase žen je atletická disciplína „nerekreační“ a přestože spadá do běžeckých disciplín (ruuning world boom) je velice náročný na pohybový aparát (28 pevných překážek a 6 překážek s vodním příkopem). Většina běžkyň „specialistek“, které mají ambice a šance na prosazení se na OH ve steeplechase se v „neolympijských“ letech věnuje podpůrným tratím (1 500 m, 5 km, cross country, běhy mimo dráhu. Tomuto faktu přikládáme pokles výkonnosti

vždy v poolympijských letech. Klesající trend (osa x č. 6, 10, 14) znamená postupnou saturaci výkonnosti přibližující se M a maximálnímu sezónnímu výkonu (tab. 3). Domníváme se, že dalším důvodem postupného vyrovnávání výkonnosti je nižší četnost zařazování ženského steeple na program seriálu závodů (Diamantová liga, významné mítinky), která je nižší v porovnání s jinými disciplínami. Pokud již pořadatel závod zařadí do programu, pak na závod bývá pozván úzký okruh závodnic ze světové špičky.

Analýzou časových řad vytvořenou z výkonů na 1. – 10. místě světových tabulek IAAF atletických disciplín žen běhu na 3 000 m překážek a hodu kladivem jsme se v naší práci pokusili popsat vývoj výkonnosti v letech 1999–2014. Vývoj vybraných disciplín po zavedení na světovou scénu jsme posuzovali podle identifikace charakteristik časových řad. Obě disciplíny se svou náročností řadí do kategorie vysoce specializovaných tedy „nerekreačních“, celosvětově méně rozšířených atletických disciplín. Oblíbenost a množství závodnic zabývajících se těmito disciplínami je spíše nižší, o čemž svědčí, mimo jiné i jejich zařazení na program olympijských her (OH) až v posledních dekadách (2000 resp. 2008).

V prvních několika letech po zavedení disciplín na mezinárodní soutěžní scénu nelze identifikovat cyklické události. Zpravidla dochází k progresivnímu růstu výkonů a počtu atletů, kteří se disciplínám věnují. Stabilní, predikovatelný vývoj nastává po 5. – 10. letech. Při identifikaci časových řad jsme použili vizuálně – expertního a statistického posouzení a zpracování. Statistickým zpracováním jsme data souborů croskorelovali, a také transformovali diferenciací.

Pro identifikaci některých charakteristik např. změny trendu (identifikujeme při změně střední hodnoty) nebo změny rozptylu v čase (identifikujeme, pokud rozptyl hodnot není konstantní) doporučují někteří autoři např. Anděl (1976) nebo McDowall (1980) rozdělit časovou řadu na části „trendovou“ a „netrendovou“ (Broďáni, 2013). Touto identifikací se naše práce pro malé množství dat nezabývala.

Disciplíny byly k této práci vybrány z pohledu časového zařazení na program OH (poslední dvě). Pro ověření charakteristik časových řad se tato situace jevila jako vhodná.

Práce prokázala statisticky významnou korelaci u výkonů na 3. – 10. místě (0,91769 – 0,91047) a M (průměru) souborů (0,93959), (tab. 4). Z pohledu vývoje světového rekordu a X_{max} jsou tyto výkony, pravděpodobně dosažené převážně „mimořádnou“ shodou okolností a korelují pouze věcně. Posouzením dynamiky výkonnosti disciplín po zavedení na program OH identifikujete přítomnost cyklických změn (graf 2 a 4). Bodem zlomu se jeví u disciplíny hod kladivem žen rok 2006 a u běhu žen na 3 000 m překážek rok 2008. Podle Broďániho (2013) model průběhu vývoje výkonnosti v bězích na dlouhé tratě žen nejlépe vystihuje kvadratická funkce. Model dosahuje vysokou míru očištění a je statisticky významný ($R^2 = 0,961$; $F = 275,15$; $p = 2,71E-16$). Při 90% pravděpodobnosti můžeme očekávat variabilitu výkonnosti od 74,46 m do 80,87 m (Broďáni, 2013). U disciplíny 3 000 m překážek žen jsme se v literatuře s analýzou tohoto typu zatím nesetkali.

Analýza ukázala na postupnou „saturaci“ výkonnosti a znázornila „očekávaný“ trend při pokračování soutěžení v tak specifických disciplínách, kterými jsou běh žen na 3 000 m překážek a hod kladivem žen.

Závěr

Práce a zvolené charakteristiky analýzy časových řad ukázaly na shodu, ale i některé rozdíly ve vývoji výkonnosti v atletických disciplínách v hodu kladivem žen a běhu na 3 000 m překážek žen. Nezaregistrovali jsme vnější vlivy, které by významně ovlivnily vývoj výkonnosti ani nelze u těchto časových řad identifikovat odlehlá pozorování a sezónnost.

Významnou událostí u hodu kladivem žen bylo nejdříve vítězství na OH 2000 17. leté Polky Skolimovské. Její pozdější náhlé úmrtí přímo při tréninku v posilovně však mohlo znamenat přísnější posuzování a vyšší četnost dopingových kontrol a tedy dočasné zpomalení vývoje výkonnosti. Podobným vývojem událostí prošla i disciplína 3 000 m překážek žen. Po diskvalifikaci za nedovolené používání podpůrných prostředků (Španělka) a nesrovnalostí v biologických pasech (ruské závodnice) se upravovalo zpětně pořadí na světových i evropských, významných soutěžích v letech 2008–2011. Tento fakt se týkal i české rekordmanky Lustigové, která by se po těchto úpravách posunula v ME 2010 na minimálně finálové umístění. Domníváme se, že trend zpřísnování dopingových kontrol a vývoj metodik umožňujících lepší kontrolu tohoto stavu přibližuje výkonnost mezi 1. – 10. místem světových tabulek.

Práce ukázala trend a dynamiku výkonnosti, kterou se vývoj výkonnosti bude pravděpodobně v dalších letech vyvíjet. Závěry práce by mohly pro svou podobnost (specifická náročnost – „nerekreační“ disciplíny) v budoucnu sloužit pro náhled a posouzení vývoje výkonnosti nově zařazených disciplín na program OH, případně pro zpracování nominačních kritérií. Na základě analýzy a závěrečného srovnání charakteristik (tab. 4) můžeme konstatovat vysokou podobnost, téměř shodu ve vývoji výkonnosti nově zaváděných atletických disciplín na mezinárodní scénu.

Literatura

- Anděl, J. (1976). *Statistická analýza časových řad*. Praha: SNTL, Nakladatelství technické literatury.
- Bahenský, P., & Semerád, M. (2014). Analýza vývoje výkonnosti v běhu mužů na 1500 m v ČR 1945–2013. *Studia Kinanthropologica*, 15(2), 89-94.
- Broďáni, J. (2013). Limity svetovej atletickej výkonnosti do roku 2016. *Atletika 2013 – Mezinárodní vědecká konference* (pp. 136-150). Nitra: Dali – BB, s.r.o.
- Broďáni, J. (2013). *Vývojové trendy a prognózy v atletických disciplínách do roku 2016*. Nitra: PF UKF Nitra.
- Chatfield, C. (2000). *Statistics for technology*. U.S.A.: Chapman & Hall, CRC.
- Karp, J. (2006). The limits of running performance. *New studies in Athletics*, 3, 51-56.
- Kovář, K. (2007). *Prognóza vývoje výkonnosti ve vybraných atletických disciplínách na období 2008–2016*. Disertační práce. Praha: FTVS UK.
- McDowall, D. (1980). *Applied Time Series for the Social Sciences*. 2455 Teller Road, Thousand Oaks, CA 91320, U.S.A: Sage Publications, Inc.
- Tilinger, P. (2004). *Prognózování vývoje výkonnosti ve sportu*. Praha: Karolinum.
- Turek, M., & Ružbarský, P. (2001). *Športová prognóza v praxi*. Prešov: Pedagogická fakulta Prešovskej Univerzity v Prešove.

Mgr. Miroslav Semerád

Katedra atletiky FTVS UK v Praze

Šaldova 11

186 00 Praha

mira.semerad@email.cz