

*Ivan Milinović  
Dragan Milanović  
Dražan Harasin*

*Originalni znanstveni rad*

## **ANALIZA RAZVOJNIH TRENDOVA OLIMPIJSKIH REZULTATA BACAČICA KUGLE**

### **1. UVOD I PROBLEM**

Kao i u drugim sportovima, tako i u atletici, od postojanja disciplina pa sve do danas, rezultati imaju progresivan trend. Ovim problemom praćenja trendova sportskih rezultata bavi se, prema strukturi istraživanja u području sporta, pravac istraživanja sportova i sportskih dostignuća (Važni, Z. 1978.; Dyer 1989.; Gemer, G.V., 1990.; Milanović 1999., Harasin. D. 2002.; Megede, R. 1987.).

Cilj ovih istraživanja bio je utvrditi zakonomjernosti razvoja olimpijskih rezultata, svjetskih rekorda i različito grupiranih rezultata sa svjetskih ili državnih tablica u pojedinim sportskim granama. Od je velike važnosti predvidjeti rezultat i razinu natjecanja na sljedećim olimpijskim igrama, kako bi ponajprije treneri mogli odrediti modelne karakteristike bacačice koja će postići prognozirani rezultat, prema kojima će napraviti adekvatnu selekciju te odrediti plan i program trenažnog procesa i priprema.

Osnovni cilj ovog istraživanja je analiza razvojnih trendova olimpijskih rezultata bacačica kugle koje su se natjecale u finalima Olimpijskih igara od 1948. u Londonu do 2004. godine u Ateni.

### **2. METODE ISTRAŽIVANJA**

Uzorak ispitanika čine atletičarke, bacačice kugle iz različitih zemalja svijeta. Kriterij je da su bacačice bile plasirane od 1. do 8. mjesta, odnosno da su se natjecale u finalima Olimpijskih igara od 1948. u Londonu do 2004. godine u Ateni (Valleshinsky, D. 2000.) Znači da je uzorak entiteta u bacanju kugle po osam rezultata za svake olimpijske igre u gore navedenom razdoblju. Varijabla u istraživanju je atletska disciplina bacanje kugle za žene.

Prikupljeni podaci obrađeni su programskim paketom Statistica 7.0. Prognozirane veličine za finale u bacanju kugle za sljedeće Olimpijske igre 2012. u Londonu dobivene su aproksimacijom rezultata pobjednica po modelima polinomijalnih regresijskih funkcija 2. i 3. stupnja. Vrijednosti prikazuju prognozirane rezultate za 1. mjesto u bacanju kugle-žene u Pekingu 2008. godine.

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

U Tablici 1. prikazani su originalni rezultati finalistica u bacanju kugle na OI. Vidljivo je kako su pobjednice najdalje bacale u Moskvi 1980. i Seulu 1988. godine. Zanimljiv podatak je regresivan trend rezultata poslije OI u Seulu, gdje je najbolji rezultat 22,24 m te je u opadanju na svakim sljedećim OI. Na zadnjoj Olimpijadi u Pekingu rezultat pobjednice je postavljen na 20,56 m, što je bolji rezultat pobjednice tek poslije OI još davne 1968. u Meksiku, a lošiji od većine rezultata pobjednica nakon 1968. sve do danas.

*Tablica 1. Originalni rezultati finalistica u bacanju kugle na Olimpijskim igrama od 1948. do 2008.*

	1.MJ.	2.MJ.	3.MJ.	4.MJ.	5.MJ.	6.MJ.	7.MJ.	8.MJ.
LON1948	13,75	13,09	13,08	12,98	12,92	12,5	12,35	12,17
HEL1952	15,28	14,57	14,50	14,42	13,84	13,35	13,30	13,02
MEL1956	16,59	16,53	15,61	15,54	15,34	15,12	14,60	14,56
ROM1960	17,32	16,61	16,42	16,39	16,13	15,94	15,56	15,14
TOK1964	18,14	17,61	17,45	17,26	16,91	16,71	15,89	15,83
MEX1968	19,61	18,78	18,19	17,78	17,72	17,25	17,11	16,23
MUN1972	21,03	20,22	19,35	19,24	18,94	18,85	18,81	18,34
MON1976	21,16	20,96	20,67	20,55	20,54	19,79	19,29	18,89
MOS1980	22,41	21,42	21,20	21,15	20,72	20,22	19,74	19,66
LA1984	20,48	20,47	19,19	18,14	17,96	17,9	17,23	17,23
SEO1988	22,24	21,07	21,06	20,37	20,27	20,20	20,13	19,82
BAR1992	21,06	20,47	19,78	19,70	19,26	19,23	19,10	18,96
ATL1996	20,56	19,88	19,35	19,30	19,22	19,06	18,92	18,68
SYD2000	20,56	19,92	19,62	19,37	19,18	18,70	18,63	18,49
ATH2004	19,59	19,55	19,49	19,01	18,96	18,69	18,59	18,56
BEIJ2008	20,56	20,28	19,86	19,50	19,20	19,08	19,01	19,00

O ovom negativnom trendu govori i činjenica da su 1980. u Moskvi i 1988. u Seulu, posljednje plasirane kuglašice postigli bolji rezultat, nego pobjednica u Ateni. Kao i kod originalnih rezultata, aritmetičke sredine rezultata finalistica pokazuju najbolje ostvarene prosječne rezultate na OI u Moskvi i Seulu, te poslije Seula prosječni rezultati se postupno smanjuju. Uočljiv je progresivan trend razvoja rezultata do 1980. godine što je i očekivano zbog razvoja tehnologije treninga, primjena novih tehnika bacanja, veće konkurencije, korištenja dodataka prehrani te drugih čimbenika.

Nakon Seula krivulja ima opadajući karakter, jer su rezultati u finalima slabiji od rezultata postignutih na prethodnim olimpijskim igrama. Tako je na igrama u Ateni za pobjedu bilo dovoljno baciti kuglu 19,59 m. Zanimljiva je činjenica kako su finalistice Kriveyova, Ostapchuk, Khoroneko i Cumba bacale preko rezultata pobjednice samo mjesec, dva prije igara, što može ukazivati na krivo tempiranu sportsku formu.

U Tablici 2. prikazani su deskriptivni statistički parametri rezultata finalistica u bacanju kugle na olimpijskim igrama.

*Tablica 2. Deskriptivna statistika rezultata ostvarenih u finalima bacanja kugle na OI*

	N	AM	MIN	MAX	R	SD
LON1948	8	<b>12,86</b>	12,17	13,75	1,58	0,50
HEL1952	8	14,04	13,02	15,28	2,26	0,78
MEL1956	8	15,49	14,56	16,59	2,03	0,77
ROM1960	8	16,19	15,14	17,32	2,18	0,67
TOK1964	8	17,01	15,83	18,40	2,57	0,87
MEX1968	8	17,83	16,23	19,61	<b>3,38</b>	1,04
MUN1972	8	19,35	18,34	21,03	2,69	0,87
MON1976	8	20,23	18,89	21,16	2,27	0,82
MOS1980	8	<b>20,82</b>	19,66	22,41	2,75	0,93
L.A.1984	8	18,58	17,23	20,48	3,25	1,32
SEO1988	8	20,65	19,82	22,24	2,42	0,78
BAR1992	8	19,70	18,96	21,06	2,10	0,73
ATL1996	8	19,37	18,68	20,56	1,88	0,60
SYD2000	8	19,31	18,49	20,56	2,07	0,71
ATH2004	8	19,06	18,56	19,59	<b>1,03</b>	0,44
BEIJ2008	8	19,56	19,00	20,56	1,56	0,61

Aritmetičke sredine ukazuju na progresiju rezultata do OI u Moskvi 1980. godine. Nakon tog natjecanja na kojem je postignut prosjek od 20.82 metara, do danas se prosječni rezultat finalistica nije poboljšavao. Iz Tablice je vidljivo kako je raspon rezultata u finalu na prethodnim OI bio svega 1,03 m, što je najmanji raspon ikada. On ukazuje na izjednačenu konkurenciju te je nekoliko centimetara odlučivalo o poretku u finalu, što na prethodnim igrama nije bio slučaj. Podjednaka situacija bila je i na prošlim igrama, iako s nešto boljim rezultatima gdje je prosjek rezultata finala bio jednak pobjedničkom hicu iz Atene.

Jedan od ciljeva ovoga istraživanja bio je pokušaj prognoze rezultata pobjednice u bacanju kugle na sljedećim olimpijskim igrama. U radu su prikazane vrijednosti procjene rezultata pobjednica u bacanju kugle na OI prema modelima polinomijalnih regresijskih funkcija 2. i 3. stupnja. Na osnovi aproksimacije rezultata pobjednica prognozirani su rezultati za OI u Londonu 2012. (Tablica 3. i 4.).

**Tablica 3.** Prognozirane vrijednosti i reziduali za rezultate pobjednica u bacanju kugle na OI po modelima polinomijalnih analiza regresijske funkcije 2. i 3. stupnja

	POLINOM 2. STUPNJA			POLINOM 3. STUPNJA	
	ORIG.REZ.	PROG.REZ.	REZIDUAL	PROG.REZ.	REZIDUAL
LON1948	13,75	13,70	0,05	13,47	0,28
HEL1952	15,28	15,20	0,08	15,15	0,13
MEL1956	16,59	16,54	0,05	16,61	-0,02
ROM1960	17,32	17,73	-0,41	17,86	-0,54
TOK1964	18,14	18,75	-0,61	18,90	-0,76
MEX1968	19,61	19,62	-0,01	19,75	-0,14
MUN1972	21,03	20,33	0,70	20,41	0,62
MON1976	21,16	20,87	0,29	20,90	0,26
MOS1980	22,41	21,26	1,15	21,23	1,18
L.A.1984	20,48	21,49	-1,01	21,40	-0,92
SEO1988	22,24	21,56	0,68	21,43	0,81
BAR1992	21,06	21,47	-0,41	21,32	-0,26
ATL1996	20,56	21,22	-0,66	21,09	-0,53
SYD2000	20,56	20,82	-0,26	20,75	-0,19
ATH2004	19,59	20,25	-0,66	20,30	-0,71
PEK2008	20,56	19,52	1,04	19,75	0,81
LON2012		18,64		19,12	

**Tablica 4.** Rezultati aproksimacije rezultata pobjednica u bacanju kugle na OI prema modelima polinomijalnih regresijskih funkcija 2. i 3. stupnja

N=16	Model: $v_{10}=b_0+b_1*v_9+b_2*v_9^{**2}$ (GRAF) Dep. var: 1. RES. Loss: (OBS-PRED)**2 Final loss: 6,117881092 R= ,96678 Variance explained: <b>93,466%</b>			Model: $v_{10}=b_0+b_1*v_9+b_2*v_9^{**2}+b_3*v_9*v_9$ (GRAF) Dep. var: 1. RES. Loss: (OBS-PRED)**2 Final loss: 5,868016799 R= ,96816 Variance explained: <b>93,732%</b>			
		<b>b0</b>	<b>b1</b>	<b>b2</b>	<b>b0</b>	<b>b1</b>	<b>b2</b>
ESTIMATE	12,0346	1,74156	-0,07959	11,5521	2,03817	-0,12192	0,00166

Vidljivo je da oba modela imaju visoku korelaciju i objašnjeni dio varijance (polinom 2. stupnja  $R=0,97$ ,  $V=93,47\%$ , polinom 3. stupnja  $R=0,97$ ,  $V=93,73\%$ ) te prognozirani rezultat iznosi 18,64 m prema polinomijalnom modelu regresije 2. stupnja i 19,12 m prema polinomijalnom modelu 3. stupnja. Vrijednosti su niže nego rezultati pobjednica na posljednjih deset natjecanja, ali nakon 1988. godine rezultati imaju regresivan trend, stoga i funkcija ima padajuću putanju. Iako aproksimacija rezultata polinomijalnom jednadžbom 3. stupnja najbolje opisuje dosadašnji trend rezultata s malim odstupanjima, teško je prihvatiti da će na sljedećim olimpijskim igrama rezultat pobjednice biti slabiji nego na prethodnim igrama. Kako čitav niz čimbenika utječe na rezultat, gotovo je nemoguće precizno prognozirati rezultat. Iznenaduje činjenica da rezultat u posljednjih desetak godina ne prati razvoj tehnologije, novih trenažnih metoda, suplementacije.

Jedan od razloga trendu slabijih rezultata zasigurno je rigoroznija kontrola na nedozvoljena stimulativna sredstva.

Napretkom tehnologije liječnička i sportske struke zabrinuti za zdravlje sportaša i ostvarivanja istih uvjeta svim sportašima u natjecanjima, postepeno su na listu zabranjenih farmakoloških sredstava dodavali supstance koje do tada nisu bile zabranjene. Sustav kontrole napreduje od 1976. kada u Montrealu zabranjena upotreba anaboličkih steroida, 1982. doneseni su kvantitativni limiti za testosteron i kofein. Uvode se suvremeni analitički postupci za otkrivanje zabranjenih sredstava, a u Seulu 21. 04. 1988. donesena je i nova definicija dopinga prema kojoj se lista nedopuštenih sredstava može nadopunjavati (Medved 1989.). Mnogo sportaša bilo je zatečeno rigoroznim provjerama na doping, gdje su „pali“ na testiranju. Zasigurno se može zaključiti da je pad vrijednosti rezultata posljedica sofisticiranih i rigoroznih metoda kontrole sportaša.

Na osnovi dosadašnjih finalnih rezultata na igrama izvršena je prognoza rezultata pobjednice za Olimpijske igre u Londonu. Negativan trend budućih rezultata posljedica je kontinuiranog smanjivanja razine postignuća natjecateljica na nekoliko posljednjih olimpijskih natjecanja u bacanju kugle.

Ovi podatci mogu pomoći trenerima i stručnim timovima da odrede model bacačice koja će baciti kuglu za pobjedu u finalu toga natjecanja. Prema tim zahtjevima moći će odrediti i sustav sportske pripreme, napraviti adekvatna selekcija, planirati i programirati trenažni proces.

#### **4. ZAKLJUČAK**

U ovom radu analizirani su trendovi razvoja rezultata bacačica kugle u finalima Olimpijskih igara od 1948. do 2008. godine. Dobivene vrijednosti prikazale su progresivan trend razvoja rezultata do 1988. godine s iznimkom pada rezultata na

igrama u Los Angelesu 1984., zbog bojkota sportašica istočnog bloka. Nakon 1988. godine krivulja razvoja rezultata ima regresivan trend što se može objasniti sustavnom i sofisticiranom kontrolom sportaša na doping. Na trend u razvoju rezultata u atletici utječu brojni faktori, tako da je nemoguće obaviti točnu prognozu samo na osnovi dosadašnjeg trenda razvoja.

## 5. LITERATURA

1. Dyer K., 1989., Prediction of records and elite performances, *New Studies in Athletics*, 3:11-24, London.
2. Gemer G.V., 1990., Overview of the Shot Put technique, *New Studies in Athletics*, vol 5, 1:31-34.
3. Harasin D., 2002. Analiza trendova razvoja rezultata u bacačkim atletskim disciplinama, Magistarski rad. Kineziološki fakultet Zagreb.
4. Megede, 1987., Progression of World Best Performances and Official IAAF World Records, International Athletic Foundation, London.
5. Milanović D., Hofman E., Puhanić V., Šnajder V., 1986., *Atletika-znanstvene osnove*.
6. Wazni Z., 1978., *Sistem sportskog treninga*.
7. Wallechinsky D., 2000., *The Compleat Book of the Olympics*.