

# ANALIZA TRENDÓW ROZWOJOWYCH SKUTECZNOŚCI STRZELECKIEJ W BIATHLONIE W LATACH 1997-2004

Dagmara Gerasimuk<sup>1</sup>

W pracy podjęto próbę określenia wielkości i kierunku trendu rozwoju wyników strzelania oraz określenia różnic w tendencjach rozwojowych w poszczególnych konkurencjach biathlonowych. W celu odpowiedzi na pytania badawcze analizie statystycznej poddano wyniki strzelań wszystkich zawodników (190), biorących udział w Pucharach Świata, Mistrzostwach Świata i Igrzyskach Olimpijskich, które odbyły się w latach 1997 - 2004. Analiza w/w materiału pozwala stwierdzić, że wynik strzelania w biathlonie, w analizowanym okresie, ma stałą tendencję malejącą. Najbardziej w/w zależnością charakteryzuje się wynik strzelania w **sztafecie**. Roczny spadek współczynnika *b* analizowanej zmiennej wynosi 0,9%h.

**Słowa kluczowe:** *tendencje rozwojowe, skuteczność strzelania, biathlon*

## Wstęp

Biathlon jest dyscypliną olimpijską, łączącą w sobie dwie konkurencje: narciarstwo biegowe i strzelanie z karabinka sportowego. Ewolucja biathlonu następuje szybko. Z roku na rok wprowadzane są nowe przepisy, dotyczące przeprowadzania konkurencji i wykorzystywanego sprzętu - w tym karabinka sportowego. Analiza pojedynczych zawodów nie pozwala na wysunięcie znaczących wniosków, dotyczących skuteczności strzeleckiej. Wymagane jest tu szersze spojrzenie na wyniki z wielu lat z Pucharów Świata, Mistrzostw

---

<sup>1</sup> Katedra Analiz Systemowych w Sporcie; promotor – prof. dr hab. Igor Ryguła

Świata i Igrzysk Olimpijskich, które wyznaczają tendencje rozwojowe w tej dyscyplinie.

W biathlonie występują dwie pozycje strzeleckie: stojąc i leżąc, których tak samo jak ilość i kolejność zależy od konkurencji (sprint, bieg indywidualny, bieg na dochodzenie, mass start – wszyscy zawodnicy startują równocześnie, sztafeta). Za każdy nietrafiony strzał zawodnik otrzymuje jedną minutę kary (bieg indywidualny) doliczaną do czasu końcowego lub w pozostałych konkurencjach musi pokonać rundę karną-150m.

### **Czynniki wpływające na wynik strzelania w biathlonie**

Biathlonista znajduje się w specyficznych warunkach strzeleckich, całkowicie odmiennych od tych, w których znajdują się sportowcy zajmujący się wyłącznie samym strzelaniem sportowym. Nie tylko walczy on o uzyskanie jak najlepszej skuteczności strzeleckiej, ale również o wykonanie tego zadania w jak najkrótszym czasie.

Biathlonista przystępuje do strzelania po pokonaniu określonego dystansu biegowego, o różnej konfiguracji trasy przed strzelnicą. Wysilek biegowy powoduje zmęczenie, które charakteryzuje się zwiększoną częstotliwością bicia serca oraz oddechów, jak również pobudliwością nerwową (Hoffman, Street 1992, Klusiewicz 2000). Podczas rozgrywania biegu biathlonowego bardzo ważna jest faza szybkiego przejścia od wyczerpującego wysiłku wytrzymałościowego i wytrzymałościowo-szybkościowego do pozycji strzeleckiej (leżąc lub stojąc) i oddanie w warunkach głębokiego zmęczenia 5 celnych strzałów do tarczy w możliwie krótkim czasie .

Na otwartej strzelnicy biathlonowej sportowiec podlega różnorodnym i szybko zmieniającym się warunkom meteorologicznym, takich jak nasłonecznienie, wiatr, opady i różnice temperatur (Wasilewski 1977). Ponadto zawodnik musi dostosować się do zmieniających się warunków strzelania w pozycji leżąc i stojąc oraz do

wpływu czasu strzelania na ogólny wynik (tj. wykonać strzelanie w szybkim rytmie) (Shalayev, Hrisanfov 1999, Gerasimuk 2002).

Wymagania strzeleckie stawiane przed biathlonistą związane z precyzją strzału są dużo niższe niż w strzelectwie (pole trafień w pozycji leżąc to 8 pkt, w pozycji stojąc 4 pkt wg tarcz strzeleckich nr 7). Zasadnicze różnice w strategii strzeleckiej pomiędzy strzelcami a biathlonistami polegają na tym, że strzelcy usiłują kontrolować drgania ciała i broni podczas, gdy biathloniści stosują strategię zgodności – zbieżności. Dla czołowych biathlonistów, np. w pozycji stojącej średni czas pojawiania się tarczy przed strzelaniem wynosi tylko 200 ms (Pohlmann 1986). Według tych autorów strzelanie w biathlonie stanowi ścisły kompleks natury motorycznej w połączeniu ze zdolnością utrzymania właściwej stabilności postawy strzeleckiej i szybkim wykonaniu strzelań.

Stan badań nad skutecznością strzelecką w biathlonie dotyczy głównie warunków momentu oddania strzału przez zawodnika, jego fizjologicznych przemian czy uwarunkowań motorycznych. Interesujące zatem wydaje się również dokonanie analiz statystycznych samych wyników strzelania uzyskanych podczas zawodów w ostatnich latach dynamicznego rozwoju tej dyscypliny.

### **Cel badań**

Głównym celem mojej pracy jest określenie tendencji rozwojowych wyniku strzelania w biathlonie w poszczególnych konkurencjach biathlonowych w latach 1997-2004.

Problem badawczy:

Szczegółowo problem ujmując podjęłam się próby odpowiedzi na następujące pytania badawcze:

1. Jaka jest wielkość i kierunek trendu zmian poziomu wyniku strzelania w biathlonie w analizowanych latach?

2. Czy występują znaczące różnice w tendencjach rozwojowych w poszczególnych konkurencjach ?

### **Material, metody i narzędzia badań**

W celu odpowiedzi na pytania badawcze analizie poddano wyniki strzelań zawodników (190 przypadków), biorących udział w Pucharach Świata, Mistrzostwach Świata i Igrzyskach Olimpijskich, wykorzystując szczegółowe komunikaty z zawodów z lat od 1997 do 2004 roku.

Dla każdego zawodnika obliczono procent skuteczności strzeleckiej w danym sezonie we wszystkich konkurencjach. Następnie wybrano 30 zawodników, którzy uzyskiwali najlepszą skuteczność strzelecką, wyrażaną procentami, z każdego sezonu (dla każdej konkurencji). Kolejnym krokiem było obliczenie ważonych charakterystyk liczbowych dla procentu trafień tych 30 wybranych wyników (wagą była ilość oddanych strzałów). Na tak opracowanym materiale określono wielkość i kierunek trendu poziomu wyniku strzelania w biathlonie, mającego postać funkcji liniowej wyrażonej wzorem:

$$\hat{y}_t = a + b \cdot t$$

a - wyraz wolny

b - współczynnik kierunkowy trendu

t - zmienna czasu

Przy ocenie istotności trendu przyjęto poziom istotności 0,05.

### **Wyniki badań**

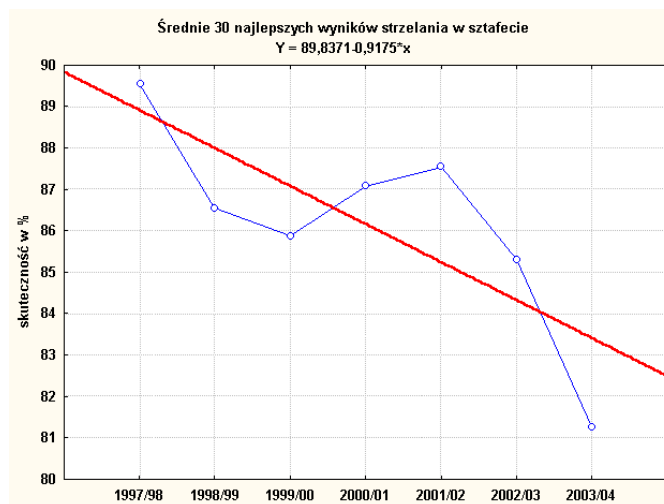
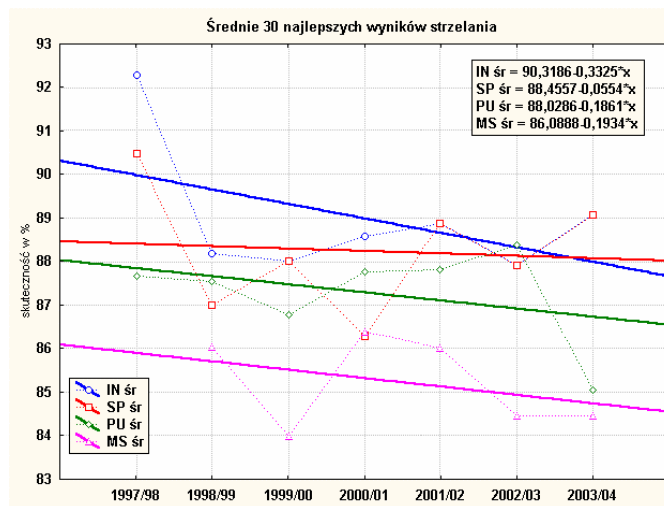
Zebrany materiał badawczy, mający służyć odpowiedzi na pytania badawcze zebrano w tabeli nr 1 oraz przedstawiono na rycinach 1-2.

Obliczenia parametrów trendu funkcji liniowej oraz współczynnika determinacji ( $R^2$ ) i błędu standardowego estymacji ( $S_\epsilon$ )

Postawa / konkurencja	Wyraz wolny	Współczynnik kierunkowy trendu	Wartość p dla współczynnika kierunkowego trendu	$S_\epsilon$	$R^2$
<b>Sztafeta</b>	<b>89,83</b>	<b>-0,91</b>	<b>0,0402</b>	<b>1,76</b>	<b>0,602</b>
B. Indywidualny	90,32	-0,33	0,2823	1,46	0,225
Mass start	86,09	-0,19	0,4928	1,07	0,124
Dochodzenie	88,03	-0,18	0,4209	1,12	0,133
Sprint	88,46	-0,06	0,8545	1,52	0,007

Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzamy, że poziom skuteczności strzeleckiej w analizowanych latach ma tendencje malejącą. Największą zależnością charakteryzuje się skuteczność strzelania podczas rywalizacji w sztafecie, gdzie przeciętny roczny spadek trendu analizowanej zmiennej wynosi **0,9%**. W biegu indywidualnym o 0,3%, w biegu na dochodzenie o 0,18%, w mass starcie o 0,19%, natomiast w sprincie o 0,06% rocznie.

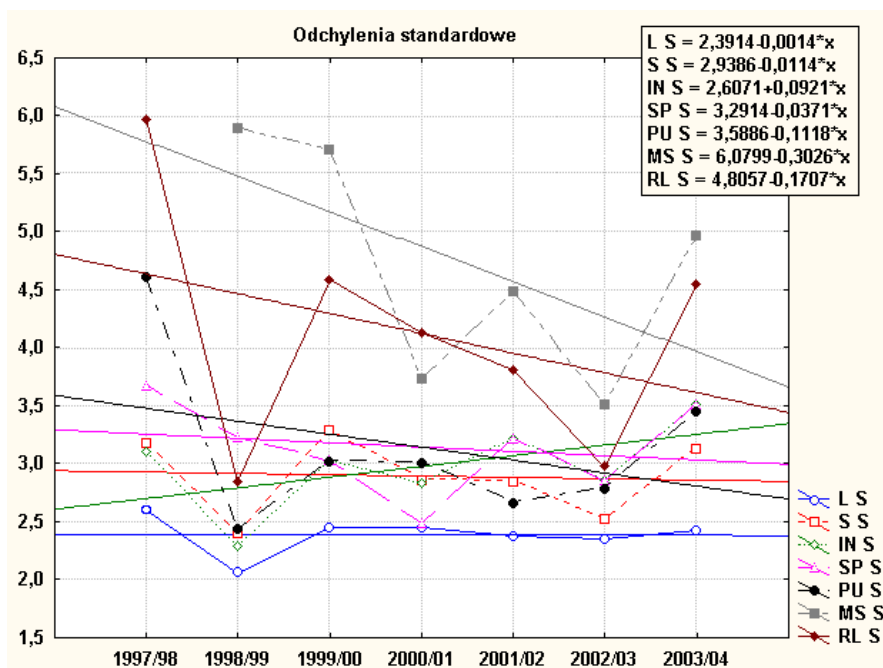
Aby sprawdzić jakość dopasowania modelu do danych obliczono błąd standardowy estymacji  $S_\epsilon$  oraz współczynnik determinacji ( $R^2$  bliskie 1,0 wskazuje, że prawie cała zmienność zmiennej zależnej może być objaśniona przez zmienne niezależne włączone do modelu). Znaczącą wartość współczynnika uzyskano dla trendu charakteryzującego skuteczność strzelania w sztafecie: **0,60**.



Rys. 1. Poziom skuteczności strzeleckiej 30 najlepszych wyników od 1997 do 2004 roku. (IN-bieg indywidualny, SP-sprint, MS-mass start, PU-bieg na dochodzenie, RL-sztafeta)

Analizując rozkład uzyskiwanych wyników strzelania należy zwrócić uwagę, że we wszystkich konkurencjach, za wyjątkiem skuteczności strzelania podczas biegów indywidualnych, następuje zmniejszanie zróżnicowania wyników (rys. 2). Wyniki się upodabniają. W strzelaniu w **postawie leżąc** wszystkie charakterystyki maleją o 0,5-0,6% rocznie ( $Me = 91,94 - 0,647 \cdot x$ ,  $min = 89,16 - 0,62 \cdot x$ ,  $max = 99,08 -$

$0,54 \cdot x$ ,  $Q1=90,29-0,60 \cdot x$ ,  $Q3=93,82-0,65 \cdot x$ ). W postawie stojąc uśrednianie wyników następuje poprzez obniżenie skuteczności strzeleckiej najlepszych zawodników ( $Q3 = 90,06 - 0,64 \cdot x$ ). W poszczególnych konkurencjach uśrednianie wyników zależy od: w mass starcie obserwowany jest zarówno wzrost skuteczności strzeleckiej najlepszych jak i najłabszych wyników ( $\max = 92,25 + 0,857 \cdot x$ ,  $\min = 72,28 + 0,988 \cdot x$ ); w biegu indywidualnym wszystkie charakterystyki maleją ( $Me=89,88 - 0,43x$ ,  $\min = 86,90-0,35 x$ ,  $\max = 99,2 - 0,32x$ ,  $Q1 = 88,69-0,47 \cdot x$ ,  $Q3 = 92,38 - 0,297 \cdot x$ ); w sprincie ( $Me= 88,0 - 0,13 \cdot x$ ,  $\min= 83,64 + 0,17 \cdot x$ ,  $\max=100 - 0,6 \cdot x$ ,  $Q1=86,16-0,08 \cdot x$ ,  $Q3= 90,72-0,02 \cdot x$ ) obserwowana jest stabilizacja wyników, co może być związane tylko z dwukrotnym oddawaniem strzałów.



Rys. 2. Odchylenie standardowe wyników strzelania w analizowanych konkurencjach i pozycjach strzeleckich w latach 1997-2004.

\* **Me** – mediana (wartość środkowa); **Q1**- wartość cechy poniżej, której znajduje się 25% obserwacji; **Q3** – wartość powyżej, której znajduje się 25% obserwacji, **min**-wartość minimalna; **max**-wartość maksymalna.

## **Wnioski**

1. Poziom skuteczności strzeleckiej w biathlonie w analizowanych latach 1997-2004 ma stałą tendencję malejącą.
2. Najwyraźniej opisane zachowanie obserwujemy analizując wynik strzelania w sztafecie. Roczny spadek trendu analizowanych zmiennych wynosi 0,9%.
3. W biegu indywidualnym nastąpił wzrost zróżnicowania wyników strzelania w analizowanym okresie.
4. W pozostałych konkurencjach biathlonowych (sprint, mass start, bieg na dochodzenie, sztafeta) nastąpiło zmniejszenie zróżnicowania wyniku strzelania.

## **Piśmiennictwo**

1. Cholewa J., Gerasimuk D., Szepelawy M. 2005. Analysis of structure of the biathlon runs. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica* nr 1.
2. Gerasimuk D. 2002. Składowe biegu biathlonowego i ich wpływ na wynik końcowy. AWF Katowice. Praca magisterska.
3. Hoffman M.D., Street G.M. 1992. Characterization of heart rate response during biathlon. *International Journal of Sports Medicine* nr 13, 390-394.
4. Klusiewicz A. 2000. Fizjologiczna charakterystyka wysiłku startowego w biathlonie. *Sport wyczynowy* nr 11-12, 11-21.
5. Manfredini F., Manfredini R., Carrabre J.E., Litmanen H., Zhukovskaja L., Dal Follo D., Haberstroh J. 2002. Competition Load and Stress in Sports: a Preliminary Study in Biathlon. *International Journal of Sports Medicine* nr 5, 348-352.
6. Pohlman R. 1986. *Motorisches Lernen, psychomotische Grundlagen der Handlungsregulation sowie Lernprozessgestaltung im Sport*. B
7. Rundell K.W., Bacharach D.W. 1995. Psychological characteristics and performance of top U.S. biathletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Baltimore, Md. 27(9), Sept, 1302-10.
8. Shalayev M.M., Hrisanfov G.N. 1999. Efficiency of shooting preparedness in elite biathletes. *Teria i Praktika Fiziczeskoj Kultury* nr 9, 18-21. Berlin.



9. Wasilewski B. 1997. Sztuka skutecznego strzelania. Sport i Turystyka, Warszawa.

## **Summary**

### **Trends in shooting results of elite biathletes**

The author of this paper attempted to estimate the value and direction of biathlon shooting tendencies in particular events and shooting positions. Shooting results of 190 competitors who took part in World Cups, World Championships and Olympic Games from 1997/98 to 2003/04 seasons were analysed statistically. The data indicates that shooting results during the analysed period had a tendency to decrease. This is especially true in relay competition. The annual decrease of specified variable is 0,9%,  $R^2=0,60$ .

