

**ZASTOSOWANIE METOD
WIELOKRYTERIALNYCH
DO
OCENY ZMIAN SPRAWNOŚCI FIZYCZNEJ**

dr Dorota Sokołowska, prof. WSiFiZ

Wyższa Szkoła Finansów i Zarządzania w Białymstoku

Wstęp

Celem wystąpienia jest:

1. zastosowanie metody wielokryterialnej do oceny młodych piłkarzy trenujących w akademii piłkarskiej w Białymstoku pod względem sprawności (ogólnej i specjalnej)
2. opracowanie rankingu zawodników ze względu na wartość wyników testów sprawności w dwóch terminach: październiku 2020r i marcu 2021r.
3. porównanie rankingów
4. analiza czynników, które wpłynęły na zmianę miejsca w rankingu, a tym samym na zmianę sprawności fizycznej.

Najefektywniejszym instrumentem do badania zmian sprawności fizycznej jest **metoda TOPSIS** (ang. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), która jest jedną z najnowocześniejszych metod rozwiązywania problemów, w których występuje **wielokryterialność**.

Polega ona na uporządkowaniu liniowym obiektów (tu: młodych piłkarzy) polegającym na obliczeniu odległości między wzorcem i antywzorcem. Za pomocą wyznaczonego **miernika syntetycznego** możliwym jest uporządkowanie (rankingowanie) badanych obiektów, które cechują się wieloma wskaźnikami.

Etapy analizy:

- 1) dobór wskaźników wykorzystywanych w analizie – tzw. cech diagnostycznych;
- 2) przy wykorzystaniu metody eksperckiej podział wskaźników na stymulanty oraz destymulanty;
- 3) opracowanie wskaźnika syntetycznego;
- 4) analiza zmian w opracowanych rankingach.

1. Dobór wskaźników (wykaz zmiennych diagnostycznych)

Ocena różnicowania sprawności przeprowadzona została na podstawie prób sprawności fizycznej.

Zmienne oceniające sprawność wybrano w taki sposób, aby spełniały założenia merytoryczne oraz kryteria statystyczne (doboru dokonuje Ekspert):

Były to:

- Skok w dal (cm)
- Bieg na 30 m (sek)
- Bieg zwinnościowy bez piłki (sek)
- Zwroty z piłką w (sek)
- Prowadzenie piłki drybling (sek)
- Żonglerka piłką (ilość)

Wyniki pomiarów w październiku 2020r.

Zawodnik	Skok w dal (cm)	Bieg na 30 m (s)	Bieg zwinnościowy bez piłki (s)	Zwroty z piłką (s)	Prowadzenie piłki drybling (s)	Żonglerka (ilość)
Bramkarz1	168,00	5,22	11,94	23,88	20,88	10
Bramkarz2	174,30	5,88	11,43	24,10	19,45	17
Bramkarz3	157,00	5,74	11,11	25,83	16,89	4
Napastnik1	140,70	5,61	10,61	23,96	17,55	5
Napastnik2	177,30	4,96	9,03	20,73	15,79	21
Napastnik3	204,00	4,83	9,21	20,06	14,40	47
Napastnik4	168,30	5,78	10,48	24,24	18,64	6
Napastnik5	161,30	5,83	10,45	21,71	18,02	25
Obrońca1	171,20	5,12	10,64	23,83	17,97	5
Obrońca2	175,00	5,11	11,14	19,68	17,21	30
Obrońca3	158,00	5,15	10,68	22,02	16,13	8
Obrońca4	148,10	5,30	9,89	22,18	16,64	27
Obrońca5	157,20	5,71	11,19	22,97	17,53	11
Obrońca6	170,30	5,18	9,83	25,78	25,10	2
Obrońca7	159,40	5,22	10,06	27,17	20,07	4
Obrońca8	139,30	5,50	12,68	22,87	21,54	22
Obrońca9	158,30	5,20	10,80	20,54	19,00	7
Obrońca10	159,00	5,45	10,60	22,87	18,63	6
Pomocnik1	179,10	5,12	8,94	22,27	16,87	5
Pomocnik2	177,70	5,12	9,68	20,78	15,21	36
Pomocnik3	173,20	5,41	9,87	21,50	15,70	50
Pomocnik4	172,80	5,11	9,89	19,13	16,88	9
Pomocnik5	178,40	5,28	11,24	22,93	19,33	8
Pomocnik6	161,00	5,08	9,83	20,18	15,26	39
Pomocnik7	153,00	5,00	9,41	20,23	15,08	10

Wyniki pomiarów w październiku 2021r.

Zawodnik	Skok w dal (cm)	Bieg na 30 m (s)	Bieg zwinnościowy bez piłki (s)	Zwroty z piłką (s)	Prowadzenie piłki drybling (s)	Żonglerka (ilość)
Bramkarz1	165,40	6,49	11,24	23,34	20,74	25
Bramkarz2	177,10	5,91	11,50	24,30	22,13	11
Bramkarz3	162,00	5,97	11,45	24,97	18,12	15
Napastnik1	142,30	6,03	11,00	24,05	17,62	13
Napastnik2	181,20	4,82	9,98	22,33	16,00	44
Napastnik3	205,80	4,92	9,15	20,02	14,42	48
Napastnik4	167,40	6,44	10,74	24,57	20,54	15
Napastnik5	163,40	5,52	10,43	21,59	18,10	35
Obrońca1	172,30	5,35	10,68	23,87	18,01	19
Obrońca2	174,20	5,05	11,11	19,54	17,17	41
Obrońca3	162,30	5,57	11,01	22,25	16,19	10
Obrońca4	146,20	5,41	9,81	22,34	16,53	36
Obrońca5	158,90	5,75	11,25	22,83	17,59	27
Obrońca6	174,20	5,11	9,74	25,53	25,22	10
Obrońca7	163,55	5,46	9,84	23,10	20,31	27
Obrońca8	140,20	5,98	12,80	23,15	21,76	28
Obrońca9	163,20	5,85	10,85	21,23	19,45	14
Obrońca10	162,20	5,45	10,68	23,00	19,14	14
Pomocnik1	182,10	5,10	8,79	22,14	16,74	32
Pomocnik2	177,40	5,51	9,97	20,71	15,18	35
Pomocnik3	168,30	4,72	9,24	19,74	15,68	51
Pomocnik4	171,20	5,64	10,15	19,83	16,95	20
Pomocnik5	181,20	5,90	11,65	22,98	20,02	25
Pomocnik6	163,40	5,02	9,97	20,24	15,35	44
Pomocnik7	159,30	5,30	9,25	20,36	15,16	35

Porównanie wyników badań

	Skok w dal (cm)		Bieg na 30 m (s)		Bieg zwinnościowy bez piłki (s)		Zwroty z piłką (s)		Prowadzenie piłki drybling (s)		Żonglerka (ilość)	
miary	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
średnia	165,676	167,39	5,3164	5,5308	10,4252	10,4912	22,4576	22,3204	17,8308	18,1648	16,56	26,96
odch.st.	13,841	13,701	0,294	0,472	0,910	0,938	2,076	1,751	2,394	2,613	14,289	12,693
wsp. zm.	8,4%	8,2%	5,5%	8,5%	8,7%	8,9%	9,2%	7,8%	13,4%	14,4%	86,3%	47,1%

Mierzy różnicowanie piłkarzy pod względem kolejnych sprawności
 $0 < V < 100\%$

2. Podział na stymulanty i destymulanty

Jednym z elementów metody TOPSIS jest wyróżnienie w zbiorze wskaźników **stymulujących i destymulujących** sprawność. Tak jak nazwa wskazuje, stymulanty są przyczynkiem do rozwoju sprawności, natomiast destymulanty działają hamująco na opisywany agregat.

W przedstawionym badaniu wszystkie wskaźniki są **stymulantami**.

Obliczenie wskaźnika syntetycznego i stworzenie rankingu

1. Wskaźniki zgromadzone do badania są wyrażone za pomocą różnych jednostek i przyjmują wartości z różnych przedziałów liczbowych. Aby mogły być one porównywalne (postulat porównywalności zmiennych) muszą zostać ujednoczenie w drodze **normalizacji**, która odbywa się zgodnie ze wzorami:

- dla stymulant
$$z_{ik} = \frac{x_{ik} - \min_i \{x_{ik}\}}{\max_i \{x_{ik}\} - \min_i \{x_{ik}\}}$$

- dla destymulant
$$z_{ik} = \frac{\max_i \{x_{ik}\} - x_{ik}}{\max_i \{x_{ik}\} - \min_i \{x_{ik}\}}$$

gdzie:

i – numer zawodnika ($i=1,2,3,\dots, n=25$)

k – numer wskaźnika ($k=1,2,3,\dots, m=6$)

$\max_i \{x_{ik}\}$ - maksymalna wartość k -tego wskaźnika

$\min_i \{x_{ik}\}$ - minimalna wartość k -tego wskaźnika

Wyznaczenie wag?

$$0 < \text{waga} < 1$$

$$\text{suma wag} = 1$$

$$V_n = \frac{V_i}{\sum V_i}$$

2. Należy wyznaczyć teoretyczny **wzorzec w^+** (fikcyjny piłkarz o wszystkich maksymalnych wynikach) oraz **antywzorzec w^-** (piłkarz o wszystkich minimalnych wynikach).

3. Następnie obliczane są tzw. odległości (euklidesowe) piłkarzy od wzorca oraz antywzorca sprawności, zgodnie z wzorami:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{k=1}^m (z_{ik} - w_k^+)^2} \qquad d_i^- = \sqrt{\sum_{k=1}^m (z_{ik} - w_k^-)^2}$$

4. Finalnie, obliczenie wartości **syntetycznego wskaźnika sprawności** przebiega według wzoru:

$$q = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$$

dla $i = 1, 2, \dots, n = 25$

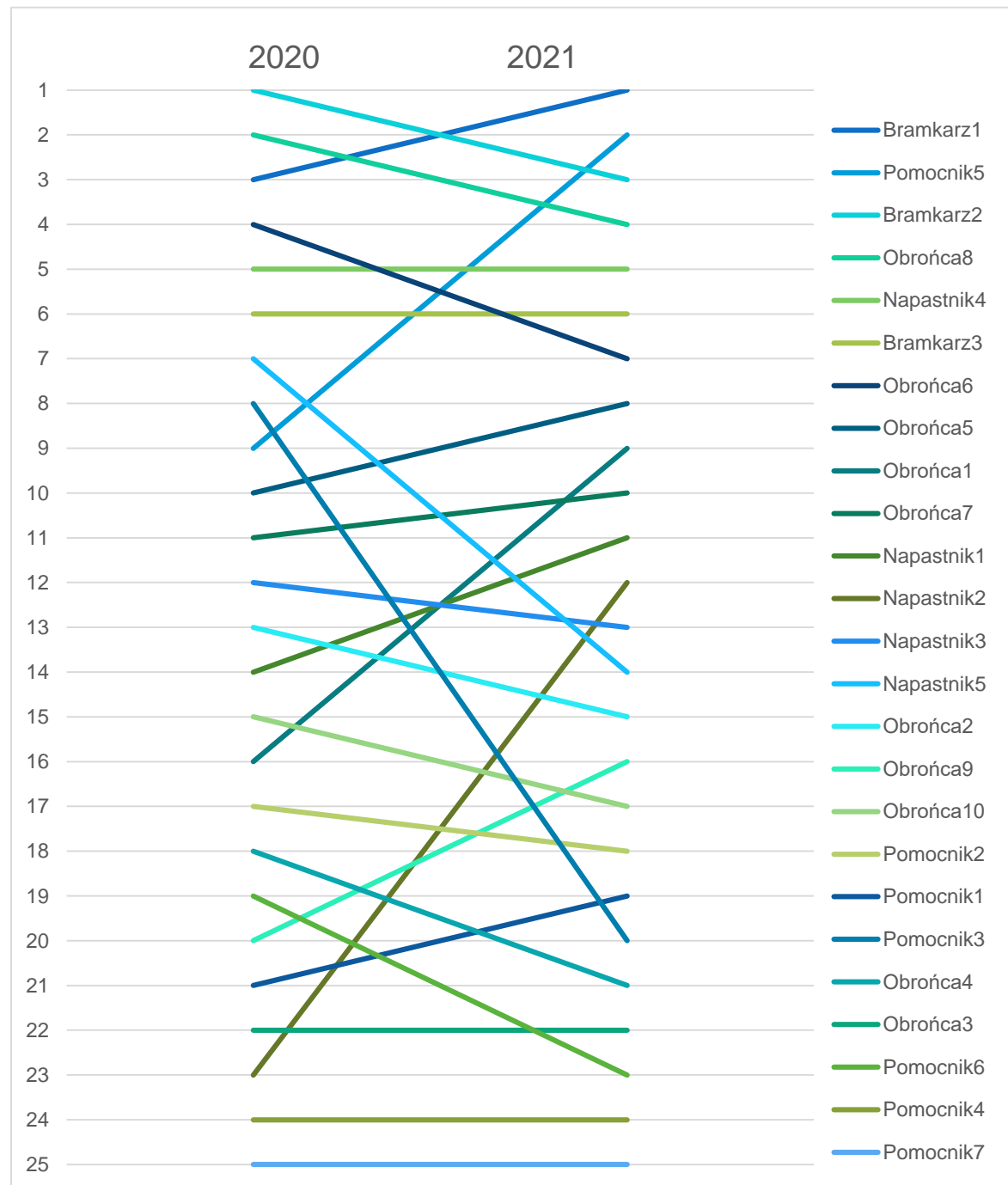
Wartość wskaźnika syntetycznego zawiera się między 0 a 1 – im bliższa wartość jedynce, tym wyższa pozycja i -tego piłkarza w rankingu.

Rankingi piłkarzy

Ranking	2020			Ranking	2021	
Bramkarz2	0,667	1		Bramkarz1	0,660	1
Obrońca8	0,546	2		Pomocnik5	0,644	2
Bramkarz1	0,494	3		Bramkarz2	0,615	3
Obrońca6	0,472	4		Obrońca8	0,604	4
Napastnik4	0,468	5		Napastnik4	0,601	5
Bramkarz3	0,459	6		Bramkarz3	0,519	6
Napastnik5	0,454	7		Obrońca6	0,495	7
Pomocnik3	0,435	8		Obrońca5	0,419	8
Pomocnik5	0,412	9		Obrońca1	0,378	9
Obrońca5	0,410	10		Obrońca7	0,372	10
Obrońca7	0,391	11		Napastnik1	0,366	11
Napastnik3	0,342	12		Napastnik2	0,354	12
Obrońca2	0,313	13		Napastnik3	0,352	13
Napastnik1	0,296	14		Napastnik5	0,345	14
Obrońca10	0,293	15		Obrońca2	0,322	15
Obrońca1	0,276	16		Obrońca9	0,314	16
Pomocnik2	0,259	17		Obrońca10	0,304	17
Obrońca4	0,207	18		Pomocnik2	0,278	18
Pomocnik6	0,206	19		Pomocnik1	0,252	19
Obrońca9	0,187	20		Pomocnik3	0,240	20
Pomocnik1	0,159	21		Obrońca4	0,239	21
Obrońca3	0,152	22		Obrońca3	0,233	22
Napastnik2	0,136	23		Pomocnik6	0,226	23
Pomocnik4	0,116	24		Pomocnik4	0,194	24
Pomocnik7	0,030	25		Pomocnik7	0,146	25

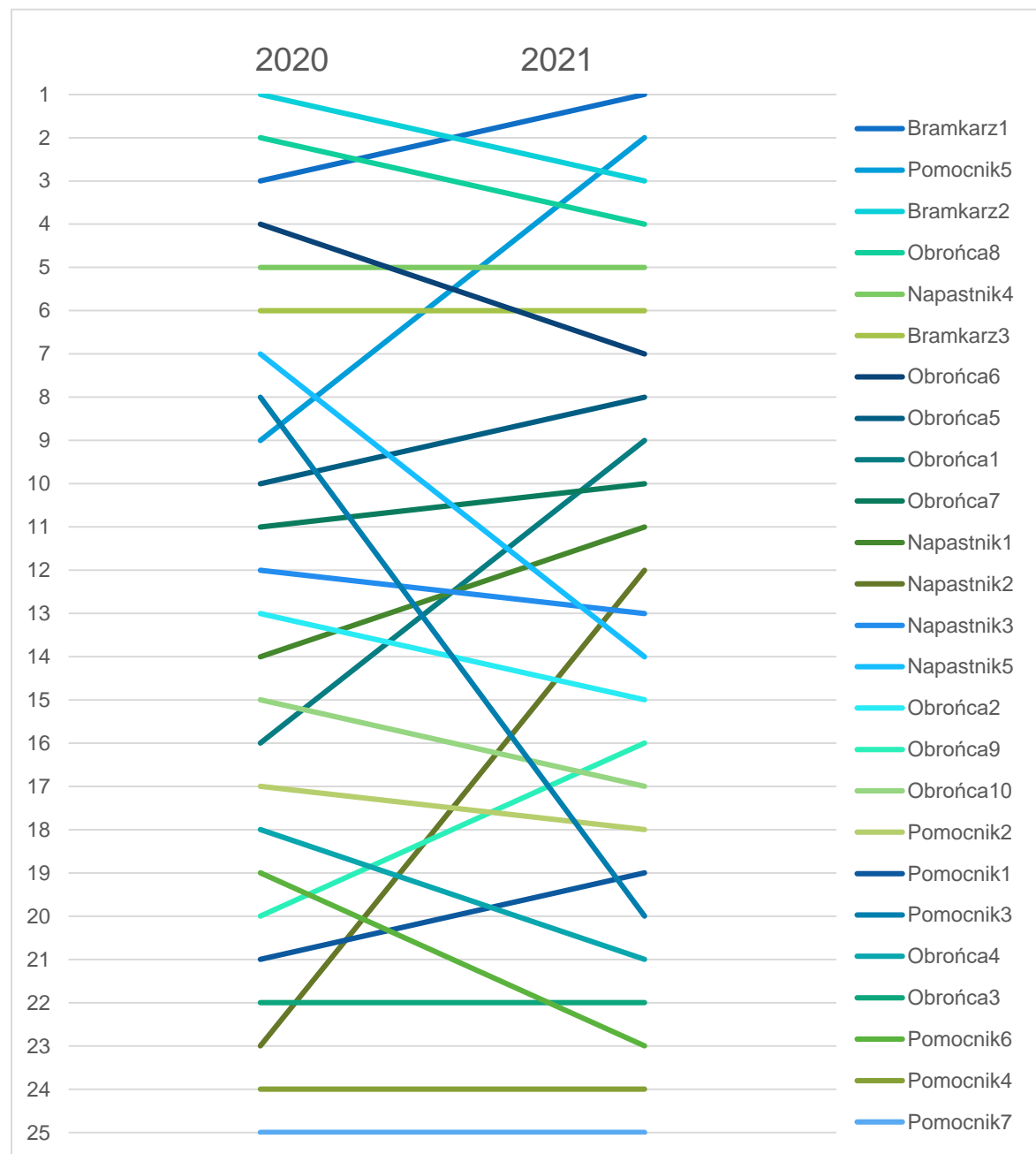
Zmiany w rankingu

Ranking	2020	2021
Bramkarz1	3	1
Pomocnik5	9	2
Bramkarz2	1	3
Obrońca8	2	4
Napastnik4	5	5
Bramkarz3	6	6
Obrońca6	4	7
Obrońca5	10	8
Obrońca1	16	9
Obrońca7	11	10
Napastnik1	14	11
Napastnik2	23	12
Napastnik3	12	13
Napastnik5	7	14
Obrońca2	13	15
Obrońca9	20	16
Obrońca10	15	17
Pomocnik2	17	18
Pomocnik1	21	19
Pomocnik3	8	20
Obrońca4	18	21
Obrońca3	22	22
Pomocnik6	19	23
Pomocnik4	24	24
Pomocnik7	25	25



Zmiany w rankingu

Ranking	2020	2021	zmiana pozycji
Bramkarz1	3	1	2
Pomocnik5	9	2	7
Bramkarz2	1	3	-2
Obrońca8	2	4	-2
Napastnik4	5	5	0
Bramkarz3	6	6	0
Obrońca6	4	7	-3
Obrońca5	10	8	2
Obrońca1	16	9	7
Obrońca7	11	10	1
Napastnik1	14	11	3
Napastnik2	23	12	11
Napastnik3	12	13	-1
Napastnik5	7	14	-7
Obrońca2	13	15	-2
Obrońca9	20	16	4
Obrońca10	15	17	-2
Pomocnik2	17	18	-1
Pomocnik1	21	19	2
Pomocnik3	8	20	-12
Obrońca4	18	21	-3
Obrońca3	22	22	0
Pomocnik6	19	23	-4
Pomocnik4	24	24	0
Pomocnik7	25	25	0



Analiza wzrostów

Zawodnik	Skok w dal (cm)		Bieg na 30 m (s)		Bieg zwinnościowy bez piłki (s)		Zwroty z piłką (s)		Prowadzenie piłki drybling (s)		Żonglerka (ilość)		zmiana pozycji wzrost
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	
Napastnik2	177,30	181,20	4,96	4,82	9,03	9,98	20,73	22,33	15,79	16,00	21	44	11
Obrońca1	171,20	172,30	5,12	5,35	10,64	10,68	23,83	23,87	17,97	18,01	5	19	7
Obrońca9	158,30	163,20	5,20	5,85	10,80	10,85	20,54	21,23	19,00	19,45	7	14	4
Pomocnik5	178,40	181,20	5,28	5,90	11,24	11,65	22,93	22,98	19,33	20,02	8	25	7
średnia	171,3	174,475	5,14	5,48	10,4275	10,79	22,0075	22,6025	18,0225	18,37	10,25	25,5	
odch.st.	9,227	8,608	0,137	0,505	0,966	0,686	1,629	1,112	1,597	1,792	7,274	13,128	
wsp. zm.	5,4%	4,9%	2,7%	9,2%	9,3%	6,4%	7,4%	4,9%	8,9%	9,8%	71,0%	51,5%	

Analiza spadków

Zawodnik	Skok w dal (cm)		Bieg na 30 m (s)		Bieg zwinnościowy bez piłki (s)		Zwroty z piłką (s)		Prowadzenie piłki drybling (s)		Żonglerka (ilość)		zmiana pozycji spadki
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	
Napastnik5	161,30	163,40	5,83	5,52	10,45	10,43	21,71	21,59	18,02	18,10	25	35	-7
Pomocnik3	173,20	168,30	5,41	4,72	9,87	9,24	21,50	19,74	15,70	15,68	50	51	-12
Pomocnik6	161,00	163,40	5,08	5,02	9,83	9,97	20,18	20,24	15,26	15,35	39	44	-4
średnia	165,167	165,033	5,44	5,08667	10,05	9,88	21,13	20,5233	16,3267	16,3767	38	43,3333	
odch.st.	6,959	2,829	0,376	0,404	0,347	0,600	0,829	0,957	1,483	1,502	12,530	8,021	
wsp. zm.	4,2%	1,7%	6,9%	7,9%	3,5%	6,1%	3,9%	4,7%	9,1%	9,2%	33,0%	18,5%	

Wnioski:

- › Ile w dół (11), ile w górę (9), ile bez zmian (5).
- › wnioski