

# **OCENA EFEKTYWNOŚCI DRUŻYN PLUSLIGI W SEZONACH 2014/2015 I 2015/2016 PRZY UŻYCIU METODY DEA**

Projekt zaliczeniowy z przedmiotu:  
Metoda DEA w analizie przedsiębiorstwa i branży

Wykonały:  
Agnieszka Gołdyn i Agnieszka Kowalik

Kraków, 21.06.2016

## Spis treści

|  |    |
|--|----|
| 1. Słów kilka o PlusLidze.....                                       | 3  |
| 2. Analiza uwzględniająca 1 produkt .....                            | 5  |
| 2.1 Dobór zmiennych – analiza korelacji.....                         | 5  |
| 2.2 Przedstawienie zmiennych wybranych do analizy efektywności ..... | 10 |
| 2.3 Efektywność techniczna – analiza .....                           | 16 |
| 2.3.1 Zmienne efekty skali – orientacja na nakłady .....             | 17 |
| 2.3.2 Zmienne efekty skali – orientacja na produkty .....            | 22 |
| 2.3.3 Stałe efekty skali – orientacja na nakłady.....                | 27 |
| 2.3.4 Stałe efekty skali – orientacja na produkty.....               | 29 |
| 2.3.5 Indeks Malmquista .....  | 31 |
| 3. Analiza uwzględniająca 2 produkty.....                            | 32 |
| 3.1 Dobór zmiennych – analiza korelacji.....                         | 32 |
| 3.2 Dane uwzględnione w analizie z dwoma produktami.....             | 33 |
| 3.3 Efektywność techniczna – analiza .....                           | 34 |
| 3.3.1 Zmienne efekty skali – orientacja na nakłady .....             | 35 |
| 3.3.2 Zmienne efekty skali – orientacja na produkty .....            | 40 |
| 3.3.3 Stałe efekty skali – orientacja na nakłady.....                | 45 |
| 3.3.4 Stałe efekty skali – orientacja na produkty.....               | 48 |
| 3.3.5 Indeks Malmquista .....  | 49 |

## 1. Słów kilka o PlusLidze

W ramach Polskiej Ligi Siatkówki, profesjonalnej męskiej ligi zawodowej, mecze rozgrywane są od 2000 roku. Oficjalna inauguracja odbyła się 29.09.2000r. w Radzyminie podczas której mecz rozegrali Mostostal Azoty Kędzierzyn-Koźle oraz Beniaminek Stolarka Wołomin. Sieć telefonii komórkowej Plus jest sponsorem tytularnym tej najwyższej klasy rozgrywkowej od sezonu 2009/2010, stąd nazwa PlusLiga.

### System rozgrywek

Rozgrywki toczą się cyklicznie- co sezon, systemem kołowym z fazą play-off na koniec sezonu, a zwycięzca zostaje Mistrzem Polski.

Rozgrywki PlusLigi w sezonie 2014/2015 obejmowały dwie fazy (podobny system obowiązywał też w poprzednich sezonach):

- Faza zasadnicza - dwie rundy rozgrywane systemem „każdy z każdym - mecz i rewanż”
- Faza play-off - o tytuł Mistrza Polski grają zespoły, które po zakończeniu fazy zasadniczej rozgrywek zajęły w tabeli miejsca od 1 do 8. Zwycięzcy rywalizacji grają o miejsca 1-4, pokonani o miejsca 5-12. Zespoły, które po zakończeniu fazy zasadniczej zajęły w tabeli rozgrywek miejsca 11-14 i grają dwumecze o udział w rywalizacji o miejsca 5-12. Zwycięzcy grają o miejsca 5-12, pokonani o miejsca 13-14 (za wygranie meczu 3:0 lub 3:1 drużyny otrzymują 3 punkty meczowe, za wygranie meczu 3:2 drużyna wygrywająca otrzymuje 2 punkty meczowe, a drużyna przegrywająca 1 punkt meczowy. Gdy stan rywalizacji w meczach, po rozegraniu drugiego spotkania wyniesie, 1:1, o zwycięstwie w dwumeczu decyduje większa liczba punktów meczowych. Przy równej liczbie punktów meczowych rozgrywany jest „złoty set” - tzn. set do 15 punktów z dwoma punktami przewagi jednej z drużyn). Zespoły z miejsc 9-10 po zakończeniu fazy zasadniczej rozgrywają dwumecz na w/w zasadach. Zwycięzca dwumeczu gra z przegranym w rywalizacji I rundy fazy play-off z miejsc 1-8, przegrany dwumeczu gra z przegranym w rywalizacji I rundy fazy play-off z miejsc 2-7.

Rozgrywki Plusligi w sezonie 2015/2016 obejmowały:

- Faza zasadnicza – dwie rundy rozgrywane systemem „każdy z każdym – mecz i rewanż”
- Finały – o tytuł Mistrza Polski grały zespoły, które po zakończeniu fazy zasadniczej rozgrywek zajęły w tabeli miejsca 1. i 2., a zespoły z miejsc 3-4. o brązowy medal. Rywalizacja toczyła się do 3 zwycięstw. Pozostałe zespoły rywalizowały do 2 zwycięstw w parach 5-6, 7-8, 9-10, 11-12, 13-14.

Podsumowując w sezonie 2014/2015 drużyny rozegrały od 30 do 37 meczy, natomiast w sezonie 2015/2016 było to 28 lub 29 rozgrywek każdego z zespołów.

### Skąd ta rozbieżność? <sup>1</sup>

Taki kształt rozgrywek ostatniego sezonu PlusLigi, jaki został zaprezentowany powyżej, mogliśmy obserwować w wyniku porozumienia pomiędzy prezesami klubów zatwierdzonego przez Polski Związek Piłki Siatkowej. Powodem są oczywiście letnie igrzyska olimpijskie w Rio zaplanowane na sierpień bieżącego roku. Dzięki takiemu rozkładowi rozgrywek zawodnicy naszej kadry narodowej mogli być szybciej zwalniani na zgrupowania, grali znacznej rzadziej niż co 3 dni, przez co ich organizmy były mniej eksploatowane. Dodatkowo ze względu na turnieje kwalifikacyjne do olimpiady, w połowie grudnia w rozgrywkach ligowych była miesięczna przerwa.

<sup>1</sup> Ł. Baliński, „Nie będzie play-off w PlusLidze! A to nie koniec zmian”, 26.05.2015, [http://opole.wyborcza.pl/opole/1,35086,17989940,Nie\\_będzie\\_play\\_off\\_w\\_PlusLidze\\_\\_A\\_to\\_nie\\_koniec\\_zmian.html#ixzz49IP3nBzj](http://opole.wyborcza.pl/opole/1,35086,17989940,Nie_będzie_play_off_w_PlusLidze__A_to_nie_koniec_zmian.html#ixzz49IP3nBzj)

J. Pawłowski, „Rozgrywki PlusLigi w sezonie 2015/2016 bez fazy play-off”, 30.05.2015, <http://sportowefakty.wp.pl/siatkowka/524954/rozgrywki-plusligi-w-sezonie-20152016-bez-fazy-play-off>

Awans i spadek w PlusLidze<sup>2</sup>

Do sezonu 2011/2012 włącznie w rozgrywkach PlusLigi brało udział 10 drużyn. Do najwyższej klasy rozgrywkowej automatycznie awansował zwycięzca I ligi, a zespół z 2. miejsca walczył w barażach z 9. zespołem PlusLigi. Od sezonu 2012/2013 „zamknięto” PlusLigę. Żaden zespół, który jest w PlusLidze nie musi już z niej spadać, natomiast żeby awansować, należy spełnić szereg wymogów w I lidze. Przede wszystkim dany zespół musi być w pierwszej czwórce najlepszych drużyn w rozgrywkach I ligi. Drużyny zainteresowane awansem muszą do końca kwietnia danego roku złożyć aplikację do gry w PlusLidze. Następnie władze rozgrywek przyglądają się zespołom i weryfikują zgłoszenia. Kolejnymi warunkami są m.in. roczny budżet na poziomie minimum 3-4 mln złotych, klub musi charakteryzować się wysokim poziomem sportowym i dobrą organizacją, hala klubu musi posiadać co najmniej 1500 miejsc siedzących i spełniać wymogi telewizji. Stąd w danym roku do PlusLigi może awansować 4 zespoły jednocześnie. Jednakże niektóre warunki awansu (szczególnie te dotyczące hali, czy finansów klubu) sprawiają, że awans do PlusLigi dla wielu drużyn jest nieosiągalny.

Poniższa tabela prezentuje jak kształtowała się PlusLiga od sezonu 2008/2009 do 2015/2016 (w tabeli zostały uwzględnione zmieniające się nazwy klubów w poszczególnych sezonach).

Tabela 1. Zespoły biorące udział w rozgrywkach w latach 2008 – 2016

| 2015/2016                   | 2014/2015                   | 2013/2014                   | 2012/2013                   | 2011/2012                   | 2010/2011                   | 2009/2010                              | 2008/2009   |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|---|
| Jastrzębski Węgiel          | JASTRZĘBSKI WĘGIEL          | Jastrzębski Węgiel          | Jastrzębski Węgiel          | Jastrzębski Węgiel          | Jastrzębski Węgiel          | Jastrzębski Węgiel                     | KS Jastrzębski Węgiel S.A.                          |
| ZAKSA Kędzierzyn-Koźle      | ZAKSA Kędzierzyn-Koźle      | ZAKSA Kędzierzyn-Koźle      | ZAKSA Kędzierzyn-Koźle      | ZAKSA Kędzierzyn-Koźle      | ZAK SA Kędzierzyn-Koźle     | ZAKSA Kędzierzyn-Koźle                 | ZAKSA Kędzierzyn-Koźle                              |
| PGE Skra Bełchatów          | PGE Skra Bełchatów          | PGE Skra Bełchatów          | PGE Skra Bełchatów          | PGE Skra Bełchatów          | PGE Skra Bełchatów          | PGE Skra Bełchatów                     | PGE Skra Bełchatów                                  |
| Asseco Resovia Rzeszów      | Asseco Resovia Rzeszów      | Asseco Resovia              | Asseco Resovia Rzeszów      | Asseco Resovia Rzeszów      | Asseco Resovia SA Rzeszów   | Asseco Resovia Rzeszów                 | Asseco Resovia Rzeszów                              |
| AZS Politechnika Warszawska | AZS Politechnika Warszawska | AZS Politechnika Warszawska | AZS Politechnika Warszawska | AZS Politechnika Warszawska | AZS Politechnika Warszawska | Neckermann AZS Politechnika Warszawska | J.W. Construction OSRAM AZS Politechnika Warszawska |
| Łuczniczka Bydgoszcz        | Transfer Bydgoszcz          | Transfer Bydgoszcz          | Delecta Bydgoszcz           | Delecta Bydgoszcz           | Delecta Bydgoszcz           | Delecta Bydgoszcz                      | Delecta Bydgoszcz                                   |
| AZS Częstochowa             | AZS Częstochowa             | AZS Częstochowa             | Wkręt-met AZS Częstochowa   | Tytan AZS Częstochowa       | Tytan AZS Częstochowa       | Domex Tytan AZS Częstochowa            | Domex Tytan AZS Częstochowa                         |
| Indykpol AZS Olsztyn        | Indykpol AZS Olsztyn        | Indykpol AZS Olsztyn        | Indykpol AZS Olsztyn        | Indykpol AZS Olsztyn        | Indykpol AZS UWM Olsztyn    | AZS UWM Olsztyn                        | AZS UWM Olsztyn                                     |
| Effector Kielce             | Effector Kielce             | Effector Kielce             | Effector Kielce             | Fart Kielce                 | Fart Kielce                 |  |   |
| LOTOS Trefl Gdańsk          | LOTOS Trefl Gdańsk          | Lotos Trefl Gdańsk          | LOTOS Trefl Gdańsk          | Lotos Trefl Gdańsk          |                             |  | Trefl Gdańsk  |
| Cerrad Czarni Radom         | Cerrad Czarni Radom         | Cerrad Czarni Radom         |                             |                             |                             | Jadar Radom                            | Jadar Radom   |
| BBTS Bielsko-Biała          | BBTS Bielsko-Biała          | BBTS Bielsko-Biała          |                             |                             |                             |  |   |
| Cuprum Lubin                | Cuprum Lubin                |                             |                             |                             |                             |  |   |
| MKS Będzin                  | MKS BANIMEX BĘDZIN          |                             |                             |                             |                             |  |   |
|                             |                             |                             |                             |                             | Pamapol Wielton Wieluń      | Pamapol Siatkarz Wieluń                |   |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

Na podstawie tabeli 1 zdecydowaliśmy o włączeniu do poniższej analizy dwa sezony PlusLigi: 2014/2015 i 2015/2016, gdzie w rozgrywkach brało udział 14 drużyn.

Uwaga! W obu sezonach brały udział te same kluby, jednakże dwa z nich zmieniły nazwę: Transfer Bydgoszcz (2014/2015) na Łuczniczka Bydgoszcz (2015/2016) oraz MKS BANIMEX Będzin (2014/2015) na MKS Będzin.

<sup>2</sup> Oficjalna strona Polskiego Związku Piłki Siatkowej, <http://www.pzps.pl/Zasady-awansu-i-spadku.html>,

BOCH, „Awans dla wybranych”, 28.12.2011, <http://www.przegladsportowy.pl/siatkowka/plusliga,plusliga-awanse-i-spadki-w-pluslidze,artykul,126447,1,897.html>

## 2. Analiza uwzględniająca 1 produkt

### 2.1 Dobór zmiennych – analiza korelacji

Do poniżej analizy wzięto pod uwagę 14 drużyn biorących udział w rozgrywkach w sezonie 2014/2015 i 2015/2016.

Kryteria doboru zmiennych: dostępność danych, merytoryczne odniesienie, poziom skorelowania zmiennych.

#### Rozważane nakłady:

- **Zagrywka**
  - Suma asów w sezonie / suma wszystkich wykonanych zagrywek w sezonie
  - Suma asów w sezonie / liczba setów
  - Suma asów w sezonie / suma wszystkich punktów zdobytych w sezonie
- **Przyjęcie**
  - Suma perfekcyjnych przyjęć w sezonie / suma wszystkich przyjęć w sezonie
  - Suma perfekcyjnych przyjęć w sezonie / liczba setów
  - Suma perfekcyjnych przyjęć w sezonie / suma wszystkich punktów zdobytych w sezonie
- **Atak**
  - Suma perfekcyjnych ataków w sezonie / suma wszystkich ataków w sezonie
  - Suma perfekcyjnych ataków w sezonie / liczba setów
  - Suma perfekcyjnych ataków w sezonie / suma wszystkich punktów zdobytych w sezonie
- **Blok**
  - Suma punktów zdobytych blokiem w sezonie / liczba setów
  - Suma punktów zdobytych blokiem w sezonie / suma wszystkich punktów zdobytych w sezonie

#### Produkt:

- Wygrane sety w sezonie / wszystkie rozegrane sety w sezonie
- Wygrane mecze w sezonie / wszystkie rozegrane mecze w sezonie
- Wygrane sety w sezonie / przegrane sety w sezonie

W przypadku wyboru zmiennej jako produktu zdecydowaliśmy się na odsetek wygranych setów. Zmienną będącą stosunkiem wygranych setów do przegranych odrzuciliśmy, ponieważ charakteryzowała się bardzo niską korelacją z praktycznie każdą zmienną będącą nakładem. Natomiast zmienną będącą stosunkiem wygranych meczy do wszystkich rozegranych meczy w sezonie odrzuciliśmy, głównie ze względów merytorycznych, ale także niesatysfakcjonującą nas korelację. W piłce siatkowej drużyny grają do 3 zwycięskich setów podczas meczu. W ramach jednego meczu może zostać rozegranych od 3 do 5 setów. Ponadto "Każdy set to inny rozdział. To jest całe piękno siatkówki" (Wojciech Drzyzga). Dodatkowym powodem jest to, iż liczba rozegranych meczy przez poszczególne drużyny jest różna, szczególnie w sezonie 2014/2015, kiedy to była także faza play-off.

Wartości bezwzględne w przypadku nakładów nie były rozważane, ponieważ zwykle sety rozgrywane są do zdobycia przez drużynę zwycięską 25 pkt. z minimalną przewagą 2 pkt. Stąd, czasami ta liczba punktów jest wyższa. Ponadto, w przypadku rozegrania piątego seta (tzw. Tie-break), rozgrywki są prowadzone do zdobycia 15 pkt. z 2 pkt. przewagą przez jedną z drużyn.

W poniższym projekcie nie zostaną jednak przedstawione korelacje dwóch odrzuconych produktów, ponieważ zestawienie ich z każdym rozważanym nakładem było by zbyt obszerne, przez co nieco nieczytelne. Ponad to wybierając produkt kierowaliśmy się głównie względami merytorycznymi.

Zarówno w przypadku produktu jak i nakładów rozważaliśmy różne zmienne i ich kombinacje, natomiast ostateczną decyzję podjęliśmy po analizie korelacji.

Wstępnie rozważanymi nakładami i produktem były:

- Nakłady:
- Zagrywka – iloraz sumy asów zdobytych podczas całego sezonu i sumy wszystkich wykonanych zagrywek podczas meczy (jaki odsetek wszystkich zagrywek stanowią asy)
  - Przyjęcie – suma perfekcyjnych przyjęć w stosunku do sumy wszystkich przyjęć podczas całego sezonu (jaki odsetek wszystkich przyjęć stanowią przyjęcia perfekcyjne)
  - Atak – iloraz sumy perfekcyjnych ataków i sumy ataków podczas wszystkich rozgrywek w sezonie
  - Blok – średnia liczba punktów zdobytych blokiem w danym secie
- Produkt:
- Odsetek wygranych setów – stosunek wygranych setów do wszystkich rozegranych setów w sezonie

Tabela 2. Macierz korelacji nakładów i produktu w sezonie 2014/2015 – wariant I

|                              | Asy/<br>Zagrywki | Perf.Przyjęcia/<br>Przyjęcia | Perf.Ataki/<br>Ataki | Blok/Set | Wygrane sety/<br>Suma setów |
|------------------------------|------------------|------------------------------|----------------------|----------|-----------------------------|
| Asy/ Zagrywki                | 1.000            | 0.422                        | 0.668                | 0.173    | 0.745                       |
| Perf.Przyjęcia/<br>Przyjęcia | 0.422            | 1.000                        | -0.083               | -0.047   | -0.063                      |
| Perf.Ataki/<br>Ataki         | 0.668            | -0.083                       | 1.000                | 0.215    | 0.920                       |
| Blok/Set                     | 0.173            | -0.047                       | 0.215                | 1.000    | 0.328                       |
| Wygrane sety/<br>Suma setów  | 0.745            | -0.063                       | 0.920                | 0.328    | 1.000                       |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie R na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

Tabela 3. Macierz korelacji nakładów i produktu w sezonie 2015/2016 – wariant I

|                              | Asy/<br>Zagrywki | Perf.Przyjęcia/<br>Przyjęcia | Perf.Ataki/<br>Ataki | Blok/Set | Wygrane sety/<br>Suma setów |
|------------------------------|------------------|------------------------------|----------------------|----------|-----------------------------|
| Asy/ Zagrywki                | 1.000            | -0.045                       | 0.723                | 0.233    | 0.518                       |
| Perf.Przyjęcia/<br>Przyjęcia | -0.045           | 1.000                        | -0.027               | -0.262   | 0.137                       |
| Perf.Ataki/<br>Ataki         | 0.723            | -0.027                       | 1.000                | 0.551    | 0.911                       |
| Blok/Set                     | 0.233            | -0.262                       | 0.551                | 1.000    | 0.559                       |
| Wygrane sety/<br>Suma setów  | 0.518            | 0.137                        | 0.911                | 0.559    | 1.000                       |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie R na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

Analizując tabele 2 i 3 możemy zauważyć, iż zmienna przyjęcie cechuje się niską korelacją z odsetkiem wygranych setów w sezonie 2015/2016 oraz ujemną korelacją w sezonie 2014/2015. Dlatego też uzasadnione jest odrzucenie zmiennej przyjęcie. Pozostałe nakłady charakteryzują się satysfakcjonującą nas korelacją z produktem (powyżej 0.3) oraz z innymi nakładami (poniżej 0.8).

Po odrzuceniu zmiennej przyjęcie podjęto próbę znalezienia innego wariantu dla zmiennej blok, w celu poprawienia korelacji z produktem. I tak zmienna blok wygląda następująco:

- Blok – stosunek punktów zdobytych blokiem do wszystkich punktów uzyskanych w sezonie

Pozostałe zmienne nie uległy zmianie.

**Tabela 4.** Macierz korelacji nakładów i produktu w sezonie 2014/2015 – wariant II

|                             | Asy/Zagrywki | Perf.Ataki/Ataki | Blok/Suma Pkt | Wygrane sety/<br>Suma setów |
|-----------------------------|--------------|------------------|---------------|-----------------------------|
| Asy/Zagrywki                | 1.000        | 0.668            | -0.302        | 0.745                       |
| Perf.Ataki/Ataki            | 0.668        | 1.000            | -0.418        | 0.920                       |
| Blok/Suma Pkt               | -0.302       | -0.418           | 1.000         | -0.283                      |
| Wygrane sety/<br>Suma setów | 0.745        | 0.920            | -0.283        | 1.000                       |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie R na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

**Tabela 5.** Macierz korelacji nakładów i produktu w sezonie 2015/2016 – wariant II

|                             | Asy/Zagrywki | Perf.Ataki/Ataki | Blok/Suma Pkt | Wygrane sety/<br>Suma setów |
|-----------------------------|--------------|------------------|---------------|-----------------------------|
| Asy/Zagrywki                | 1.000        | 0.723            | -0.028        | 0.518                       |
| Perf.Ataki/Ataki            | 0.723        | 1.000            | 0.193         | 0.911                       |
| Blok/Suma Pkt               | -0.028       | 0.193            | 1.000         | 0.218                       |
| Wygrane sety/<br>Suma setów | 0.518        | 0.911            | 0.218         | 1.000                       |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie R na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

Niestety taka zmiana wariantu dla zmiennej blok nie była korzystna, co możemy stwierdzić na podstawie tabeli 4 i 5. W sezonie 2015/2016 obserwujemy bardzo niskie skorelowanie (poniżej 0.3) z produktem (tutaj: odsetek wygranych setów). W sezonie 2014/2015 skorelowanie to było nawet ujemne.

Postanowiliśmy także rozważyć całkiem inne nakłady, tym razem w odniesieniu do setów. I tak:

- Nakłady:
- Zagrywka – średnia liczba asów na set
  - Przyjęcie – średnia liczba perfekcyjnych przyjęć na set
  - Atak – średnia liczba perfekcyjnych ataków na set
  - Blok – średnia liczba punktów zdobytych blokiem w danym secie.
- Produkt:
- Odsetek wygranych setów – stosunek wygranych setów do wszystkich rozegranych setów w sezonie

**Tabela 6.** Macierz korelacji nakładów i produktu w sezonie 2014/2015 – wariant III

|                             | Asy/ Set | Perf.Przyjęcia/<br>Set | Perf.Ataki/<br>Set | Blok/Set | Wygrane sety/<br>Suma setów |
|-----------------------------|----------|------------------------|--------------------|----------|-----------------------------|
| Asy/ Set                    | 1.000    | 0.024                  | 0.586              | 0.197    | 0.811                       |
| Perf.Przyjęcia/<br>Set      | 0.024    | 1.000                  | -0.443             | -0.178   | -0.429                      |
| Perf.Ataki/ Set             | 0.586    | -0.443                 | 1.000              | 0.038    | 0.755                       |
| Blok/Set                    | 0.197    | -0.178                 | 0.038              | 1.000    | 0.328                       |
| Wygrane sety/<br>Suma setów | 0.811    | -0.429                 | 0.755              | 0.328    | 1.000                       |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie R na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

**Tabela 7.** Macierz korelacji nakładów i produktu w sezonie 2015/2016 – wariant III

|                             | Asy/ Set | Perf.Przyjęcia/<br>Set | Perf.Ataki/<br>Set | Blok/Set | Wygrane sety/<br>Suma setów |
|-----------------------------|----------|------------------------|--------------------|----------|-----------------------------|
| Asy/ Set                    | 1.000    | -0.443                 | 0.342              | 0.352    | 0.646                       |
| Perf.Przyjęcia/<br>Set      | -0.443   | 1.000                  | -0.674             | -0.548   | -0.457                      |
| Perf.Ataki/ Set             | 0.342    | -0.674                 | 1.000              | 0.384    | 0.763                       |
| Blok/Set                    | 0.352    | -0.548                 | 0.384              | 1.000    | 0.559                       |
| Wygrane sety/<br>Suma setów | 0.646    | -0.457                 | 0.763              | 0.559    | 1.000                       |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie R na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

W powyższych dwóch tabelach (tabel 6 i tabela 7) ponownie rzucającą się w oczy jest zmienna przyjęcie i jej ujemne skorelowanie z odsetkiem wygranych setów. Wnioskując, zmienna ta nie powinna być uwzględniona w analizie. Pozostałe nakłady są podobnie skorelowane jak w pierwszym przypadku. Tutaj możemy zauważyć nieco wyższą korelację pomiędzy zagrywką a odsetkiem wygranych meczy, natomiast istotnie niższą korelację pomiędzy atakiem a analizowanym produktem. Zaobserwowano też w tym przypadku niższe korelacje pomiędzy poszczególnymi nakładami. Stąd do analizy obok pierwszego wariantu zmiennych można przyjąć także ten analizowany tutaj.



Kolejnymi zmiennymi jakie postanowiliśmy zbadać są:

- Nakłady:
- Zagrywka – suma asów w stosunku do wszystkich zdobytych punktów w sezonie
  - Przyjęcie – suma perfekcyjnych przyjęć w stosunku do wszystkich zdobytych punktów w sezonie
  - Atak – suma perfekcyjnych ataków w stosunku do wszystkich zdobytych punktów w sezonie
  - Blok – suma punktów zdobytych blokiem w stosunku do wszystkich zdobytych punktów w sezonie
- Produkt:
- Odsetek wygranych setów – stosunek wygranych setów do wszystkich rozegranych setów w sezonie

Tabela 8. Macierz korelacji nakładów i produktu w sezonie 2014/2015 – wariant IV

|                             | Asy/<br>Suma Pkt | Perf.Przyjęcia/<br>Suma Pkt | Perf.Ataki/<br>Suma Pkt | Blok/<br>Suma Pkt | Wygrane sety/<br>Suma setów |
|-----------------------------|------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Asy/<br>Suma Pkt            | 1.000            | -0.148                      | -0.617                  | -0.293            | 0.714                       |
| Perf.Przyjęcia/<br>Suma Pkt | -0.148           | 1.000                       | -0.053                  | 0.218             | -0.695                      |
| Perf.Ataki/<br>Suma Pkt     | -0.617           | -0.053                      | 1.000                   | -0.572            | -0.380                      |
| Blok/<br>Suma Pkt           | -0.293           | 0.218                       | -0.572                  | 1.000             | -0.283                      |
| Wygrane sety/<br>Suma setów | 0.714            | -0.695                      | -0.380                  | -0.283            | 1.000                       |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie R na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

Tabela 9. Macierz korelacji nakładów i produktu w sezonie 2015/2016 – wariant IV

|                             | Asy/<br>Suma Pkt | Perf.Przyjęcia/<br>Suma Pkt | Perf.Ataki/<br>Suma Pkt | Blok/<br>Suma Pkt | Wygrane sety/<br>Suma setów |
|-----------------------------|------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Asy/<br>Suma Pkt            | 1.000            | -0.378                      | -0.747                  | -0.015            | 0.523                       |
| Perf.Przyjęcia/<br>Suma Pkt | -0.378           | 1.000                       | 0.502                   | -0.325            | -0.612                      |
| Perf.Ataki/<br>Suma Pkt     | -0.747           | 0.502                       | 1.000                   | -0.654            | -0.541                      |
| Blok/<br>Suma Pkt           | -0.015           | -0.325                      | -0.654                  | 1.000             | 0.218                       |
| Wygrane sety/<br>Suma setów | 0.523            | -0.612                      | -0.541                  | 0.218             | 1.000                       |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie R na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

Tabela 8 i 9 wskazuje na bardzo słabe lub ujemne zależności rozważanych tutaj nakładów z produktem. Stąd bez wątpienia zmienne te nie staną się przedmiotem naszej dalszej analizy.

**Wniosek do wszystkich korelacji dla rozważanych wariantów zmiennych:** Na podstawie powyższej analizy korelacji pomiędzy zmiennymi możemy stwierdzić, iż możliwymi wariantami zmiennych jakie można wziąć pod uwagę w poniższej analizie są wariant I i wariant III. Jednakże ze względu na znacznie niższą korelację nakładu jakim jest atak z rozważanym przez nas produktem w wariacie III w porównaniu z wariantem I, zdecydowaliśmy się na wybór pierwszego wariantu (oczywiście bez zmiennej przyjęcia).

## 2.2 Przedstawienie zmiennych wybranych do analizy efektywności

W dwóch poniższych tabelach zostały przedstawione dane liczbowe dla ostatecznie wybranych zmiennych do poniższej analizy.

**Tabela 10.** Dane uwzględnione w analizie – sezon 2014/2015

| Drużyna                     | Zagrywka | Atak  | Blok  | Odsetek wygranych setów |
|-----------------------------|----------|-------|-------|-------------------------|
| Jastrzębski Węgiel          | 0,054    | 0,471 | 2,363 | 0,541                   |
| PGE Skra Bełchatów          | 0,080    | 0,510 | 2,691 | 0,706                   |
| Cuprum Lubin                | 0,060    | 0,472 | 2,514 | 0,593                   |
| AZS Politechnika Warszawska | 0,059    | 0,469 | 2,439 | 0,576                   |
| Indykpol AZS Olsztyn        | 0,072    | 0,516 | 2,292 | 0,738                   |
| Asseco Resovia Rzeszów      | 0,047    | 0,458 | 2,827 | 0,429                   |
| LOTOS Trefl Gdańsk          | 0,046    | 0,485 | 2,458 | 0,580                   |
| Cerrad Czarni Radom         | 0,050    | 0,467 | 2,508 | 0,477                   |
| BBTS Bielsko-Biała          | 0,047    | 0,433 | 2,328 | 0,374                   |
| Effector Kielce             | 0,059    | 0,492 | 2,344 | 0,549                   |
| ZAKSA Kędzierzyn-Koźle      | 0,057    | 0,422 | 2,320 | 0,344                   |
| AZS Częstochowa             | 0,051    | 0,418 | 2,496 | 0,359                   |
| Transfer Bydgoszcz          | 0,050    | 0,447 | 2,176 | 0,315                   |
| MKS Banimex Będzin          | 0,050    | 0,447 | 2,117 | 0,342                   |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w MS Excel na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

**Tabela 11.** Dane uwzględnione w analizie – sezon 2015/2016

| Drużyna                     | Zagrywka | Atak  | Blok  | Odsetek wygranych setów |
|-----------------------------|----------|-------|-------|-------------------------|
| Jastrzębski Węgiel          | 0,055    | 0,474 | 2,231 | 0,521                   |
| PGE Skra Bełchatów          | 0,076    | 0,513 | 2,618 | 0,691                   |
| Cuprum Lubin                | 0,059    | 0,470 | 2,127 | 0,527                   |
| AZS Politechnika Warszawska | 0,046    | 0,466 | 2,441 | 0,586                   |
| Indykpol AZS Olsztyn        | 0,066    | 0,513 | 2,324 | 0,611                   |
| Asseco Resovia Rzeszów      | 0,052    | 0,471 | 2,667 | 0,465                   |
| LOTOS Trefl Gdańsk          | 0,043    | 0,437 | 2,559 | 0,431                   |
| Cerrad Czarni Radom         | 0,055    | 0,488 | 2,426 | 0,528                   |
| BBTS Bielsko-Biała          | 0,056    | 0,472 | 2,459 | 0,441                   |
| Effector Kielce             | 0,053    | 0,520 | 2,480 | 0,847                   |
| ZAKSA Kędzierzyn-Koźle      | 0,054    | 0,438 | 1,955 | 0,348                   |
| AZS Częstochowa             | 0,049    | 0,425 | 1,971 | 0,298                   |
| Łuczniczka Bydgoszcz        | 0,040    | 0,432 | 2,148 | 0,361                   |
| MKS Będzin                  | 0,045    | 0,448 | 2,202 | 0,367                   |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w MS Excel na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

W tabelach 12 i 13 zostało przypomniane jak kształtują się korelacje dla ostatecznie wybranych do analizy zmiennych (interpretacja – patrz poniżej tabel 2 i 3).

**Tabela 12.** Macierz korelacji nakładów i produktu – rok 2014/2015

|              | Zagrywka | Atak  | Blok  | Wygrane sety |
|--------------|----------|-------|-------|--------------|
| Zagrywka     | 1,000    | 0.668 | 0.173 | 0.745        |
| Atak         | 0.668    | 1,000 | 0.215 | 0.920        |
| Blok         | 0.173    | 0.215 | 1,000 | 0.328        |
| Wygrane sety | 0.745    | 0.920 | 0.328 | 1,000        |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie R na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

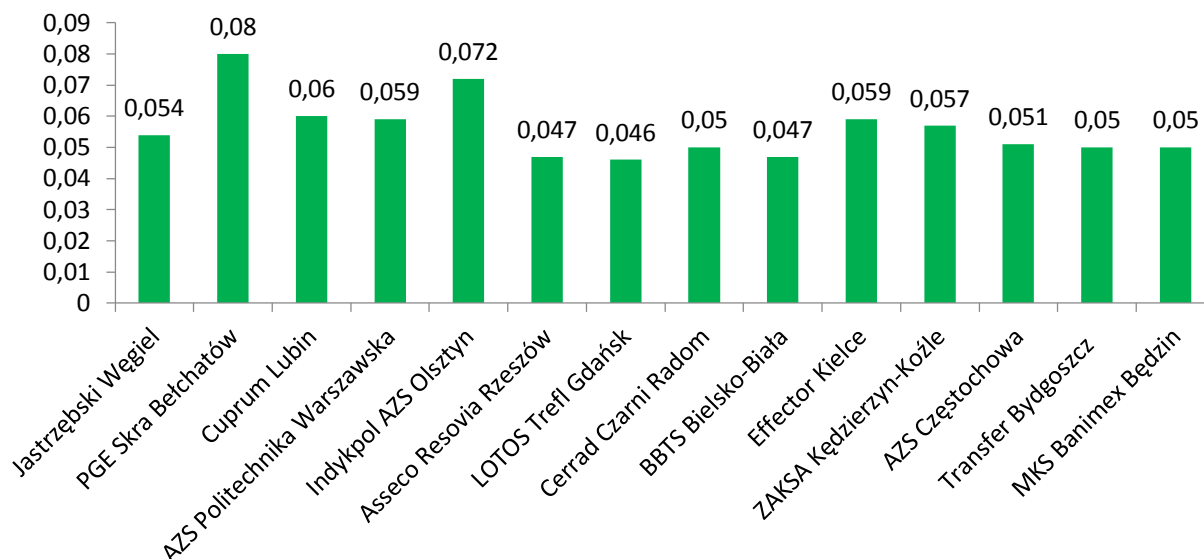
**Tabela 13.** Macierz korelacji nakładów i produktu – rok 2015/2016

|              | Zagrywka | Atak  | Blok  | Wygrane sety |
|--------------|----------|-------|-------|--------------|
| Zagrywka     | 1,000    | 0.723 | 0.233 | 0.518        |
| Atak         | 0.723    | 1,000 | 0.551 | 0.911        |
| Blok         | 0.233    | 0.551 | 1,000 | 0.559        |
| Wygrane sety | 0.518    | 0.911 | 0.559 | 1,000        |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie R na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

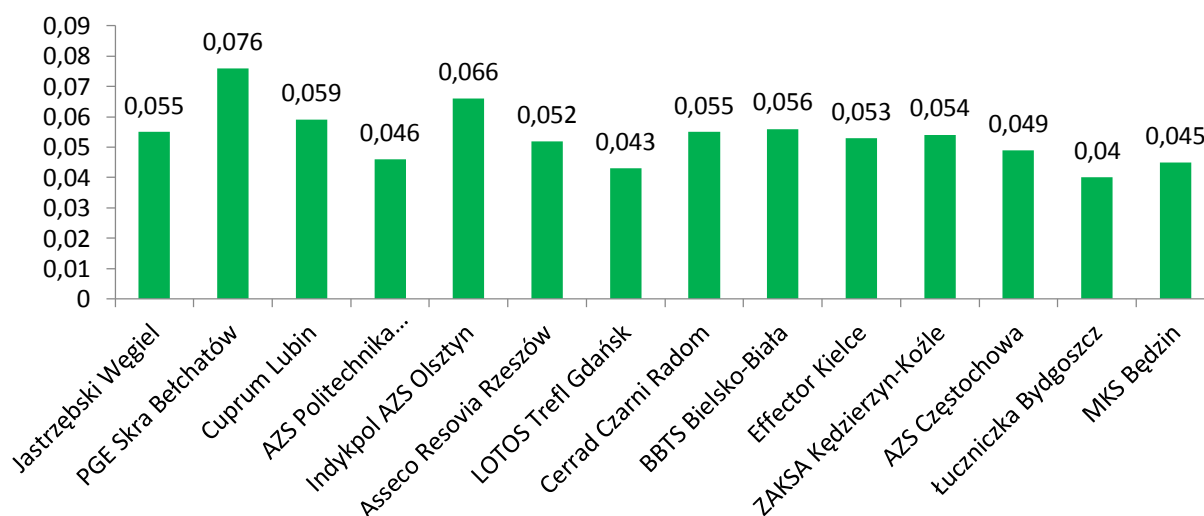
## Rozkłady zmiennej zagrywka

**Wykres 1.** Rozkład zmiennej zagrywka dla drużyn PlusLigi w sezonie 2014/2015



Źródło: Opracowanie własne przy pomocy MS EXCEL na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

**Wykres 2.** Rozkład zmiennej zagrywka dla drużyn PlusLigi w sezonie 2015/2016

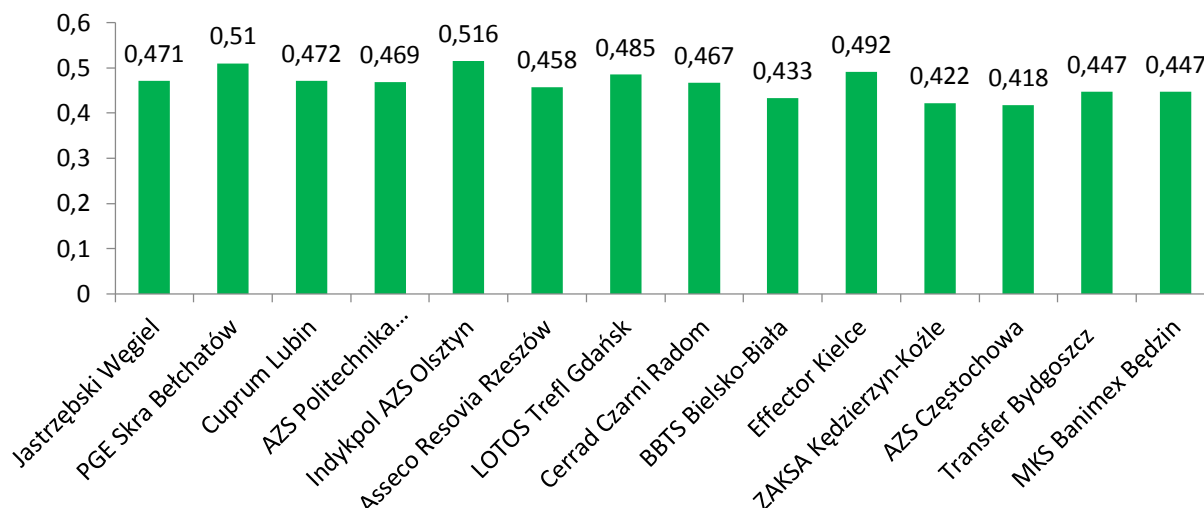


Źródło: Opracowanie własne przy pomocy MS EXCEL na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

Największym odsetkiem asów wśród wszystkich wykonanych zagrywek w sezonach 2014/2015 i 2015/2016 charakteryzują się drużyny tj.: PGE Skra Bełchatów oraz AZS Politechnika Warszawska. W sezonie 2014/2015 poziom analizowanej zmiennej kształtował się na podobnym poziomie (w granicach 0,046 – 0,059). W kolejnym sezonie możemy zauważyć już nieco większe zróżnicowanie (od 0,04 do 0,059). Najmniejszym stosunkiem asów do wszystkich wykonanych zagrywek w ostatnim sezonie cechuje się zespół Łuczniczki Bydgoszcz.

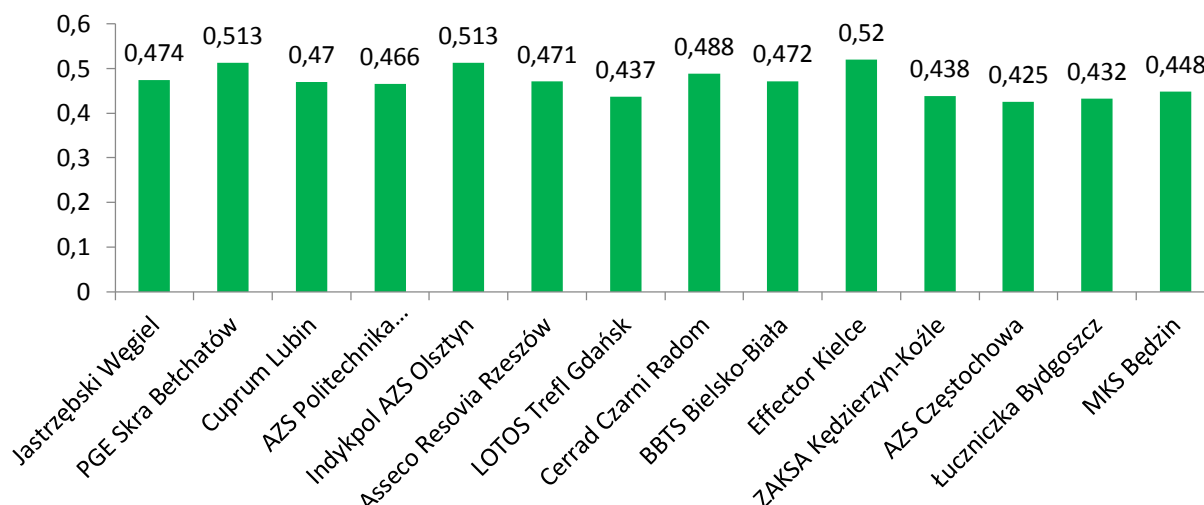
## Rozkłady zmiennej atak

**Wykres 3.** Rozkład zmiennej atak dla drużyn PlusLigi w sezonie 2014/2015



Źródło: Opracowanie własne przy pomocy MS EXCEL na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

**Wykres 4.** Rozkład zmiennej atak dla drużyn PlusLigi w sezonie 2015/2016

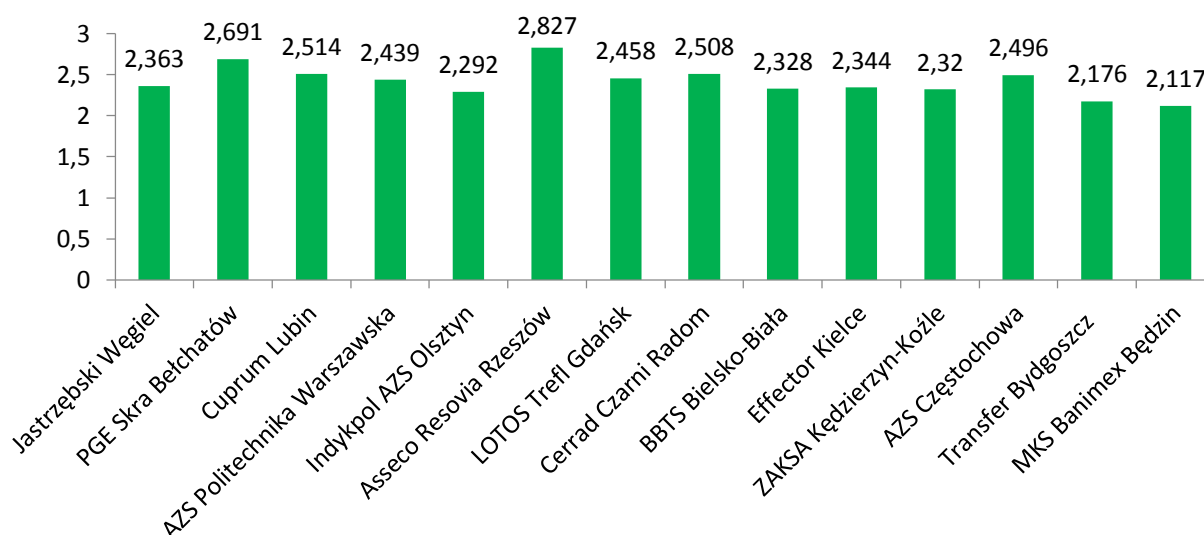


Źródło: Opracowanie własne przy pomocy MS EXCEL na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

Zarówno w sezonie 2014/2015 jak i w sezonie 2015/2016 rozkład zmiennej w zależności od drużyn PlusLigi jest mało zróżnicowany. W sezonie 2014/2015 największy odsetek perfekcyjnych ataków pośród wszystkich wykonanych ataków obserwujemy dla Indykpolu AZS Olsztyn (0,516), natomiast najmniejszy dla ZAKSY Kędzierzyn-Koźle (0,422) i AZS Częstochowy (0,418). W sezonie 2015/2016 największą wartość owej zmiennej obserwujemy dla klubu Effector Kielce (0,52), a najmniejszą dla AZS Częstochowa (0,425).

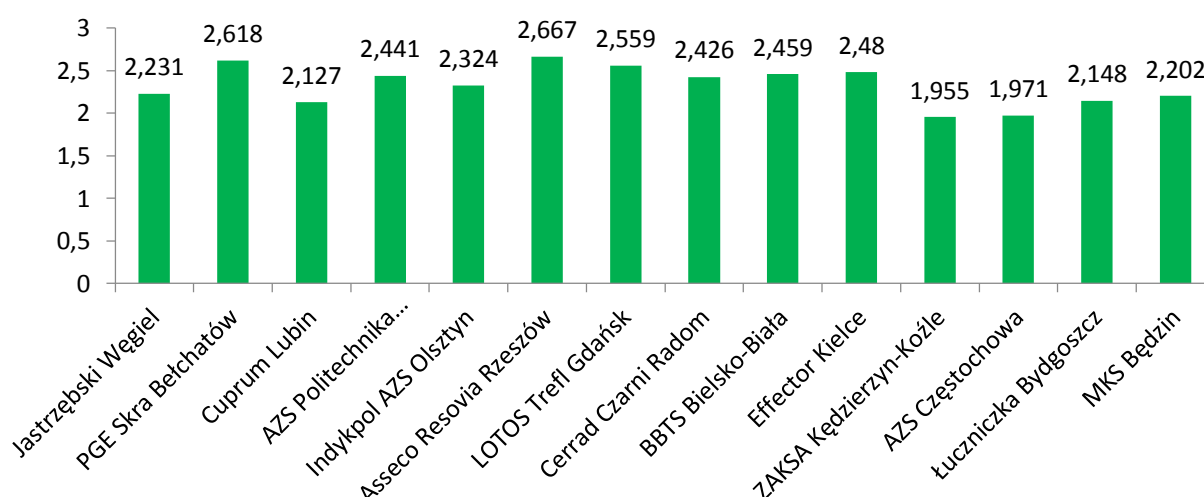
## Rozkłady zmiennej blok

**Wykres 5.** Rozkład zmiennej blok dla drużyn PlusLigi w sezonie 2014/2015



Źródło: Opracowanie własne przy pomocy MS EXCEL na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

**Wykres 6.** Rozkład zmiennej blok dla drużyn PlusLigi w sezonie 2015/2016

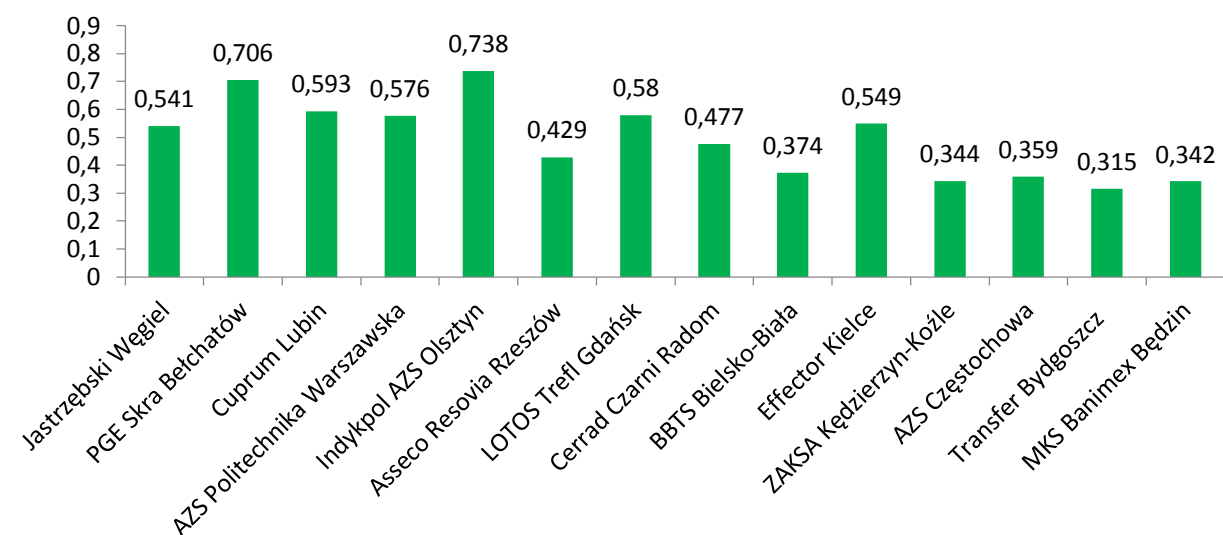


Źródło: Opracowanie własne przy pomocy MS EXCEL na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

W sezonach 2014/2015 i 2015/2016 największym odsetkiem asów wśród wszystkich wykonanych zagrywek wyróżnia się klub Asseco Resovia Rzeszów (odpowiednio 2,827 i 2,667). Jednakże najmniejszy poziom analizowanej tutaj zmiennej w sezonie 2014/2015 można zauważyć dla MKS Banimex Będzin, a w następnym sezonie dla ZAKSY Kędzierzyn-Koźle.

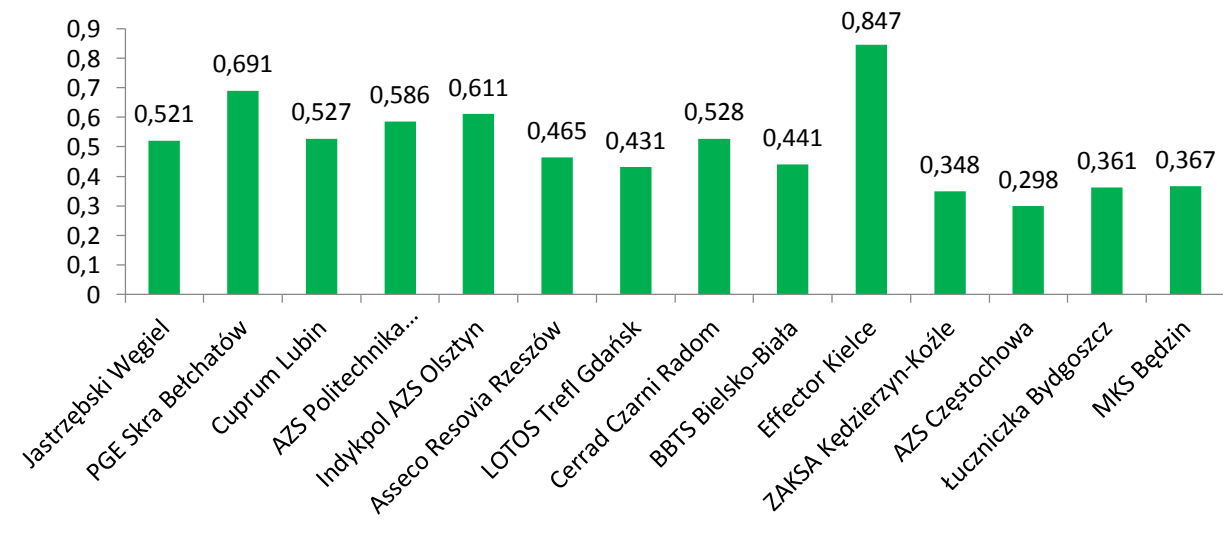
# Rozkłady zmiennej odsetek wygranych setów

Wykres 7. Rozkład zmiennej odsetek wygrane sety dla drużyn PlusLigi w sezonie 2014/2015



Źródło: Opracowanie własne przy pomocy MS EXCEL na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

Wykres 8. Rozkład zmiennej odsetek wygrane sety dla drużyn PlusLigi w sezonie 2015/2016



Źródło: Opracowanie własne przy pomocy MS EXCEL na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

Zmienna odsetek wygranych setów, będąca produktem, charakteryzuje się największym zróżnicowaniem wartości (w zależności od klubu) spośród wszystkich uwzględnionych zmiennych w analizie. W pierwszym z analizowanych sezonów, zespołami z największym odsetkiem wygranych setów były PGE Skra Bełchatów (0,706) i Indykpol AZS Olsztyn (0,738), a najmniejszym – Transfer Bydgoszcz (0,315). W sezonie 2015/2016 największym odsetkiem wygranych setów cechował się zespół Effector Kielce (0,847), natomiast najmniejszym – AZS Częstochowa (0,298).

2.3 Efektywność techniczna – analiza

Analizując efektywność techniczną w sezonie 2014/2015, uwzględniając orientację na nakłady oraz zmienne efekty skali, efektywnymi drużynami są: LOTOS Trefl Gdańsk, Asseco Resovia Rzeszów, AZS Politechnika Warszawska, Transfer Bydgoszcz, Indykpol AZS Olsztyn, ZAKSA Kędzierzyn-Koźle, AZS Częstochowa oraz BBTS Bielsko-Biała. Z kolei uwzględniając stałe efekty skali przy orientacji na nakłady efektywnymi zespołami są: AZS Politechnika Warszawska, AZS Częstochowa.

Natomiast analizując efektywności techniczne w orientacji na produkty zarówno w przypadku zmiennych jak i stałych efektów skali efektywne są te same drużyny jak w orientacji na nakłady.

Tabela 14. Efektywność techniczna – sezon 2014/2015

| Drużyna                     | Orientacja na nakłady<br>2014/2015 |                       | Orientacja na produkty<br>2014/2015 |                       |
|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                             | zmienne<br>efekty skali            | stałe<br>efekty skali | zmienne<br>efekty skali             | stałe<br>efekty skali |
| Jastrzębski Węgiel          | 0,9961                             | 0,8865                | 1,0174                              | 1,1281                |
| PGE Skra Bełchatów          | 0,9928                             | 0,9675                | 1,0171                              | 1,0335                |
| LOTOS Trefl Gdańsk          | 1                                  | 0,9059                | 1                                   | 1,1039                |
| Cuprum Lubin                | 0,9799                             | 0,7535                | 1,1362                              | 1,3271                |
| Asseco Resovia Rzeszów      | 1                                  | 0,6835                | 1                                   | 1,4630                |
| AZS Politechnika Warszawska | 1                                  | 1                     | 1                                   | 1                     |
| Transfer Bydgoszcz          | 1                                  | 0,9171                | 1                                   | 1,0905                |
| Cerrad Czarni Radom         | 0,9731                             | 0,8077                | 1,1193                              | 1,2381                |
| Indykpol AZS Olsztyn        | 1                                  | 0,6062                | 1                                   | 1,6497                |
| ZAKSA Kędzierzyn-Koźle      | 1                                  | 0,5788                | 1                                   | 1,7278                |
| Effector Kielce             | 0,9810                             | 0,8431                | 1,0798                              | 1,1860                |
| MKS Banimex Będzin          | 0,9887                             | 0,5506                | 1,2128                              | 1,8161                |
| AZS Częstochowa             | 1                                  | 1                     | 1                                   | 1                     |
| BBTS Bielsko-Biała          | 1                                  | 0,644                 | 1                                   | 1,5527                |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Tabela 15. Efektywność techniczna – sezon 2015/2016

| Drużyna                     | Orientacja na nakłady<br>2015/2016 |                       | Orientacja na produkty<br>2015/2016 |                       |
|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                             | zmienne<br>efekty skali            | stałe<br>efekty skali | zmienne<br>efekty skali             | stałe<br>efekty skali |
| Jastrzębski Węgiel          | 0,9817                             | 0,6995                | 1,0916                              | 1,4295                |
| PGE Skra Bełchatów          | 0,9513                             | 0,8273                | 1,1752                              | 1,2088                |
| LOTOS Trefl Gdańsk          | 1                                  | 0,7891                | 1                                   | 1,2673                |
| Cuprum Lubin                | 0,9422                             | 0,6069                | 1,3035                              | 1,6476                |
| Asseco Resovia Rzeszów      | 0,9378                             | 0,5753                | 1,3822                              | 1,7384                |
| AZS Politechnika Warszawska | 0,9587                             | 0,7843                | 1,1244                              | 1,2750                |
| Łuczniczka Bydgoszcz        | 1                                  | 0,7411                | 1                                   | 1,3493                |
| Cerrad Czarni Radom         | 0,9442                             | 0,6648                | 1,2876                              | 1,5041                |
| Indykpol AZS Olsztyn        | 0,9651                             | 0,5095                | 1,2447                              | 1,9626                |
| ZAKSA Kędzierzyn-Koźle      | 1                                  | 0,5139                | 1                                   | 1,9458                |
| Effector Kielce             | 1                                  | 1                     | 1                                   | 1                     |
| MKS Będzin                  | 1                                  | 0,5659                | 1                                   | 1,7670                |
| AZS Częstochowa             | 1                                  | 0,6212                | 1                                   | 1,6099                |
| BBTS Bielsko-Biała          | 1                                  | 0,4399                | 1                                   | 2,2731                |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.



Na podstawie powyższej tabeli, która przedstawia kształtowanie się efektywności technicznej w sezonie 2015/2016 uwzględniając orientację na nakłady oraz zmienne efekty skali efektywnymi drużynami są: LOTOS Trefl Gdańsk, Łuczniczka Bydgoszcz, ZAKSA Kędzierzyn-Koźle, Effector Kielce, MKS Będzin, AZS Częstochowa oraz BBTS Bielsko-Biała. Z kolei uwzględniając stałe efekty skali przy orientacji na nakłady efektywnym zespołem jest Effector Kielce.

Z kolei analizując efektywności techniczne w orientacji na produkty zarówno w przypadki zmiennych jak i stałych efektów skali efektywne są te same drużyny jak w orientacji na nakłady.

W sezonie 2014/2015 uwzględniając zmienne efekty skali zarówno w orientacji na nakłady jak i produkty efektywnych zespołów było 8, natomiast w sezonie 2015/2016 takich zespołów było 7. Jednakże biorąc pod uwagę stałe efekty skali efektywnych zespołów w sezonach 2014/2015 oraz 2015/2016 było odpowiednio 2 oraz 1.

2.3.1 Zmienne efekty skali – orientacja na nakłady

Tabela 16. Zmienne efekty skali orientacja na nakłady– sezon 2014/2015

| Drużyna | D1   | D2   | D3 | D4   | D5 | D6 | D7 | D8   | D9 | D10 | D11  | D12  | D13 | D14 |
|---------|------|------|----|------|----|----|----|------|----|-----|------|------|-----|-----|
| D1      |      |      |    |      |    |    | 1  |      |    | 1   |      |      |     | 1   |
| D2      |      |      | 1  |      |    |    |    |      | 1  |     |      |      |     |     |
| D3      | 0,36 |      |    |      |    | 1  |    | 0,14 |    |     |      |      |     |     |
| D4      |      |      |    |      | 1  |    |    |      |    |     |      |      | 1   |     |
| D5      | 0,26 |      |    | 0,69 |    |    |    | 0,27 |    |     |      | 0,35 |     |     |
| D6      | 0,1  | 0,78 |    |      |    |    |    |      |    |     | 0,41 |      |     |     |
| D7      |      | 0,22 |    |      |    |    |    |      |    |     |      |      |     |     |
| D8      |      |      |    |      |    |    |    |      |    |     |      |      |     |     |
| D9      |      |      |    |      |    |    |    |      |    |     | 0,4  | 0,62 |     |     |
| D10     |      |      |    |      |    |    |    |      |    |     |      | 0,03 |     |     |
| D11     |      |      |    |      |    |    |    |      |    |     |      |      |     |     |
| D12     |      |      |    |      |    |    |    |      |    |     |      |      |     |     |
| D13     | 0,27 |      |    | 0,31 |    |    |    | 0,38 |    |     | 0,19 |      |     |     |
| D14     |      |      |    |      |    |    |    | 0,22 |    |     |      |      |     |     |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Na podstawie powyższej tabeli możemy zauważyć, iż optymalne technologie kształtują się następująco:

- Dla Jastrzębskiego Węgiela (D1):  $36\% \cdot D3 + 26\% \cdot D5 + 1\% \cdot D6 + 27\% \cdot D13$
- Dla PGE Skry Bełchatów (D2):  $78\% \cdot D6 + 2\% \cdot D7$
- Dla LOTOSU Trefla Gdańsk (D3):  $100\% \cdot D2$
- Dla Cuprum Lubin (D4):  $69\% \cdot D5 + 31\% \cdot D13$
- Dla Asseco Resovii Rzeszów (D5):  $100\% \cdot D4$
- Dla AZS Politechniki Warszawskiej (D6):  $100\% \cdot D3$
- Dla Łuczniczki Bydgoszcz (D7):  $100\% \cdot D1$
- Dla Cerrad Czarni Radom (D8):  $14\% \cdot D3 + 27\% \cdot D5 + 38\% \cdot D13 + 22\% \cdot D14$
- Dla Indykpolu AZS Olsztyn (D9):  $100\% \cdot D2$
- Dla ZAKSY Kędzierzyn-Koźle (D10):  $100\% \cdot D1$
- Dla Effector Kielce (D11):  $41\% \cdot D6 + 40\% \cdot D9 + 19\% \cdot D13$
- Dla MKS Będzin (D12):  $35\% \cdot D5 + 62\% \cdot D9 + 3\% \cdot D10$
- Dla AZS Częstochowy (D13):  $100\% \cdot D4$
- Dla BBTS Bielsko-Białej (D14):  $100\% \cdot D1$

Tabela 17. Zmienne efekty skali orientacja na nakłady– sezon 2015/2016

| Drużyna | D1   | D2  | D3 | D4   | D5   | D6   | D7 | D8   | D9   | D10 | D11 | D12 | D13 | D14 |
|---------|------|-----|----|------|------|------|----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| D1      |      |     |    |      |      |      |    |      |      |     |     |     |     |     |
| D2      |      |     |    |      |      |      | 1  |      |      |     |     |     |     |     |
| D3      |      | 0,6 |    | 0,23 | 0,25 |      |    | 0,25 | 0,01 |     |     |     | 1   |     |
| D4      |      |     |    |      |      |      |    |      |      |     | 1   |     |     |     |
| D5      |      |     | 1  |      |      |      |    |      |      |     |     | 1   |     |     |
| D6      |      |     |    |      |      |      |    |      |      |     |     |     |     |     |
| D7      | 0,53 |     |    |      |      | 0,74 |    |      |      |     |     |     |     |     |
| D8      |      |     |    |      |      |      |    |      |      |     |     |     |     |     |
| D9      |      |     |    |      |      |      |    |      |      |     |     |     |     |     |
| D10     |      |     |    |      |      |      |    |      |      |     |     |     |     |     |
| D11     | 0,15 | 0,4 |    |      |      | 0,26 |    | 0,23 |      |     |     |     |     |     |
| D12     | 0,32 |     |    | 0,02 | 0,41 |      |    | 0,52 | 0,95 |     |     |     |     |     |
| D13     |      |     |    | 0,75 | 0,34 |      |    |      | 0,04 |     |     |     |     |     |
| D14     |      |     |    |      |      |      |    |      |      |     |     |     |     |     |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Na podstawie powyższej tabeli możemy znaleźć optymalne technologie dla analizowanych drużyn i tak optymalne technologie kształtują się następująco:

- Dla Jastrzębskiego Węgiela (D1):  $53\% \cdot D7 + 15\% \cdot D11 + 32\% \cdot D12$
- Dla PGE Skry Bełchatów (D2):  $60\% \cdot D3 + 40\% \cdot D11$
- Dla LOTOSU Trefla Gdańsk (D3):  $100\% \cdot D5$
- Dla Cuprum Lubin (D4):  $23\% \cdot D3 + 2\% \cdot D12 + 75\% \cdot D13$
- Dla Asseco Resovii Rzeszów (D5):  $25\% \cdot D3 + 41\% \cdot D12 + 34\% \cdot D13$
- Dla AZS Politechniki Warszawskiej (D6):  $74\% \cdot D7 + 26\% \cdot D11$
- Dla Łuczniczki Bydgoszcz (D7):  $100\% \cdot D2$
- Dla Cerrad Czarni Radom (D8):  $25\% \cdot D3 + 23\% \cdot D11 + 52\% \cdot D12$
- Dla Indykpolu AZS Olsztyn (D9):  $1\% \cdot D3 + 95\% \cdot D12 + 4\% \cdot D13$
- Dla ZAKSY Kędzierzyn-Koźle (D10):  $100\% \cdot D10$
- Dla Effector Kielce (D11):  $100\% \cdot D4$
- Dla MKS Będzin (D12):  $100\% \cdot D5$
- Dla AZS Częstochowy (D13):  $100\% \cdot D3$
- Dla BBTS Bielsko-Białej (D14):  $100\% \cdot D14$

**Tabela 18.** Możliwe proporcjonalne obniżenia nakładów oraz wartości nakładów po proporcjonalnym obniżeniu  
- sezon 2014/2015

| Drużyna | Możliwe proporcjonalne obniżenia nakładów | Nakłady po proporcjonalnym obniżeniu |        |        |
|---------|---|--------------------------------------|--------|--------|
|         |   | Zagrywka                             | Atak   | Blok   |
| D1      | 0,39%                                     | 0,3788                               | 0,3772 | 0,234  |
| D2      | 0,72%                                     | 0,0242                               | 0,9494 | 0,0264 |
| D3      | 0,00%                                     |                                      |        |        |
| D4      | 2,01%                                     | 0,1062                               | 0,2728 | 0,621  |
| D5      | 0,00%                                     |                                      |        |        |
| D6      | 0,00%                                     |                                      |        |        |
| D7      | 0,00%                                     |                                      |        |        |
| D8      | 2,69%                                     | 0,1972                               | 0,3498 | 0,243  |
| D9      | 0,00%                                     |                                      |        |        |
| D10     | 0,00%                                     |                                      |        |        |
| D11     | 1,90%                                     | 0,0228                               | 0,8612 | 0,116  |
| D12     | 1,13%                                     | 0,0437                               | 0,4402 | 0,5161 |
| D13     | 0,00%                                     |                                      |        |        |
| D14     | 0,00%                                     |                                      |        |        |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Możliwe są proporcjonalne obniżenia nakładów dla 6 drużyn PlusLigi w sezonie 2014/2015, co przedstawia tabela 18. Drużynami które wykorzystując mniejsze proporcje poszczególnych nakładów i otrzymując tę samą ilość produktu są: Jastrzębski Węgiel (D1) z proporcjonalnym obniżeniem nakładów o 0,39%, PGE Skra Bełchatów (D2) – 0,72%, Cuprum Lubin (D4) – 2,01%, Cerrad Czarni Radom (D8) – 2,69%, Effector Kielce (D11) – 1,90% oraz MKS Będzin (D12) – 1,13%.

Największą zdolnością obniżenia nakładów charakteryzuje się Cerrad Czarni Radom (D8), który wykorzystując 0,1972 jednostek zmiennej zagrywka, 0,3498 jednostek zmiennej atak oraz 0,243 jednostek zmiennej blok, uzyska wartość nakładów mniejszą o 2,69%.

**Tabela 19.** Możliwe proporcjonalne obniżenia nakładów oraz wartości nakładów po proporcjonalnym obniżeniu  
- sezon 2015/2016

| Drużyna | Możliwe proporcjonalne obniżenia nakładów | Nakłady po proporcjonalnym obniżeniu |        |        |
|---------|---|--------------------------------------|--------|--------|
|         |   | Zagrywka                             | Atak   | Blok   |
| D1      | 1,83%                                     | 0,9704                               | 0,1245 | 0,7387 |
| D2      | 4,87%                                     | 0,9653                               | 0,3320 | 0,5580 |
| D3      | 0%  |                                      |        |        |
| D4      | 5,78%                                     | 0,9867                               | 0      | 0,8039 |
| D5      | 6,22%                                     | 0,9856                               | 0      | 0,9009 |
| D6      | 4,13%                                     | 0,9587                               | 0,2158 | 0,5846 |
| D7      | 0%  |                                      |        |        |
| D8      | 5,58%                                     | 0,9856                               | 0,1909 | 0,7525 |
| D9      | 3,49%                                     | 0,9994                               | 0      | 0,9897 |
| D10     | 0%  |                                      |        |        |
| D11     | 0%  |                                      |        |        |
| D12     | 0%  |                                      |        |        |
| D13     | 0%  |                                      |        |        |
| D14     | 0%  |                                      |        |        |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Dla 7 spośród rozważanych drużyn PlusLigi możliwe są proporcjonalne obniżenia nakładów, co przedstawia tabela 19. Drużynami które wykorzystując mniejsze proporcje poszczególnych nakładów i otrzymując tę samą ilość produktu są: Jastrzębski Węgiel z proporcjonalnym obniżeniem nakładów o 1,83%, PGE Skra Bełchatów (D2) – 4,87%, Cuprum Lubin (D4) – 5,78%, Asseco Resovia Rzeszów (D5) – 6,22%, AZS Politechnika Warszawska (D6) – 4,13%, Cerrad Czarni Radom (D8) – 5,58%, Indykpol AZS Olsztyn (D9) – 3,49%.

Największą zdolnością obniżenia nakładów charakteryzuje się Asseco Resovia Rzeszów (D5), która wykorzystując 0,9856 jednostek zmiennej zagrywka oraz 0,9009 jednostek zmiennej blok, uzyska wartość nakładów mniejszą o 6,22%.

Tabela 20. Luzy – sezon 2014/2015

| Drużyna | Zagrywka | Atak | Blok |
|---------|----------|------|------|
| D1      | 0        | 0    | 0    |
| D2      | 0,01     | 0    | 0,34 |
| D3      |          |      |      |
| D4      | 0        | 0    | 0,38 |
| D5      |          |      |      |
| D6      |          |      |      |
| D7      |          |      |      |
| D8      | 0        | 0    | 0    |
| D9      |          |      |      |
| D10     |          |      |      |
| D11     | 0        | 0    | 0    |
| D12     | 0        | 0    | 0    |
| D13     |          |      |      |
| D14     |          |      |      |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Po proporcjonalnym obniżeniu nakładów istnieje możliwość wykorzystania mniejszych ilości niektórych z nich. W przypadku drużyny Cerrad Czarni Radom (D8) nie ma szans na obniżenie żadnego z uwzględnionych w analizie nakładów.

Tabela 21. Luzy – sezon 2015/2016

| Drużyna | Zagrywka | Atak | Blok |
|---------|----------|------|------|
| D1      | 0        | 0    | 0    |
| D2      | 0,02     | 0    | 0,03 |
| D3      |          |      |      |
| D4      | 0,01     | 0    | 0    |
| D5      | 0,01     | 0    | 0    |
| D6      | 0,01     | 0,01 | 0    |
| D7      |          |      |      |
| D8      | 0,01     | 0    | 0    |
| D9      | 0        | 0    | 0    |
| D10     |          |      |      |
| D11     |          |      |      |
| D12     |          |      |      |
| D13     |          |      |      |
| D14     |          |      |      |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Po proporcjonalnym obniżeniu nakładów istnieje możliwość wykorzystania mniejszych ilości niektórych z nich. W przypadku Asseco Resovii Rzeszów (D5) istnieje szansa zmniejszenia udziału asów do wszystkich zagrywek o 0,01.

**Tabela 22.** Wagi - zmienne efekty skali, orientacja na nakłady, sezon 2014/2015

| Drużyna | Zagrywka | Atak | Blok |
|---------|----------|------|------|
| D1      | 0,13     | 0,5  | 0,37 |
| D2      | 0        | 1    | 0    |
| D3      | 0,1      | 0,68 | 0,22 |
| D4      | 0,89     | 0,11 | 0    |
| D5      | 0,56     | 0,36 | 0,08 |
| D6      | 0,1      | 0    | 0,9  |
| D7      | 0        | 1    | 0    |
| D8      | 0,11     | 0,77 | 0,12 |
| D9      | 0        | 0    | 1    |
| D10     | 0        | 0,71 | 0,29 |
| D11     | 0,29     | 0    | 0,71 |
| D12     | 0,08     | 0,64 | 0,28 |
| D13     | 1        | 0    | 0    |
| D14     | 0,12     | 0,88 | 0    |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

**Tabela 23.** Wagi - zmienne efekty skali, orientacja na nakłady, sezon 2015/2016

| Drużyna | Zagrywka | Atak | Blok |
|---------|----------|------|------|
| D1      | 0        | 0,78 | 0,22 |
| D2      | 0        | 1    | 0    |
| D3      | 0        | 0,92 | 0,08 |
| D4      | 0        | 0,93 | 0,07 |
| D5      | 0        | 0,93 | 0,07 |
| D6      | 0        | 0    | 1    |
| D7      | 0        | 0    | 1    |
| D8      | 0        | 0,79 | 0,21 |
| D9      | 0        | 0,94 | 0,06 |
| D10     | 0        | 0    | 1    |
| D11     | 1        | 0    | 0    |
| D12     | 0,83     | 0    | 0,17 |
| D13     | 0        | 1    | 0    |
| D14     | 0        | 0,76 | 0,24 |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

2.3.2 Zmienne efekty skali – orientacja na produkty

Tabela 25. Zmienne efekty skali, orientacja na produkty – sezon 2014/2015

| Drużyna | D1   | D2   | D3 | D4   | D5 | D6 | D7 | D8   | D9 | D10 | D11  | D12  | D13 | D14 |
|---------|------|------|----|------|----|----|----|------|----|-----|------|------|-----|-----|
| D1      |      |      | 1  |      |    |    |    |      |    |     |      |      |     |     |
| D2      |      |      |    |      |    |    | 1  |      | 1  |     |      |      |     | 1   |
| D3      | 0,41 |      |    |      | 1  |    |    |      |    |     |      |      |     |     |
| D4      |      |      |    |      |    | 1  |    |      |    |     |      |      |     |     |
| D5      | 0,20 |      |    | 0,15 |    |    |    |      |    |     |      | 0,37 | 1   |     |
| D6      | 0,09 | 0,86 |    |      |    |    |    |      |    |     | 0,48 | 0,05 |     |     |
| D7      |      | 0,14 |    |      |    |    |    | 0,23 |    |     |      |      |     |     |
| D8      |      |      |    |      |    |    |    |      |    |     |      |      |     |     |
| D9      |      |      |    |      |    |    |    |      |    |     | 0,26 | 0,54 |     |     |
| D10     |      |      |    |      |    |    |    |      |    |     |      |      |     |     |
| D11     |      |      |    |      |    |    |    |      |    |     |      |      |     |     |
| D12     |      |      |    |      |    |    |    |      |    |     |      |      |     |     |
| D13     | 0,3  |      |    | 0,57 |    |    |    | 0,55 |    |     | 0,26 | 0,04 |     |     |
| D14     |      |      |    | 0,28 |    |    |    | 0,22 |    |     |      |      |     |     |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Na podstawie powyższej tabeli możemy zauważyć, iż optymalne technologie kształtują się następująco:

- Dla Jastrzębskiego Węgla (D1):  $41\% \cdot D3 + 20\% \cdot D5 + 9\% \cdot D6 + 3\% \cdot D13$
- Dla PGE Skry Bełchatów (D2):  $86\% \cdot D6 + 14\% \cdot D7$
- Dla LOTOSU Trefla Gdańsk (D3):  $100\% \cdot D1$
- Dla Cuprum Lubin (D4):  $15\% \cdot D5 + 57\% \cdot D13 + 28\% \cdot D14$
- Dla Asseco Resovii Rzeszów (D5):  $100\% \cdot D3$
- Dla AZS Politechniki Warszawskiej (D6):  $100\% \cdot D4$
- Dla Łuczniczki Bydgoszcz (D7):  $100\% \cdot D2$
- Dla Cerrad Czarni Radom (D8):  $23\% \cdot D7 + 55\% \cdot D13 + 22\% \cdot D14$
- Dla Indykpolu AZS Olsztyn (D9):  $100\% \cdot D2$
- Dla ZAKSY Kędzierzyn-Koźle (D10):  $100\% \cdot D10$
- Dla Effector Kielce (D11):  $48\% \cdot D6 + 26\% \cdot D9 + 26\% \cdot D13$
- Dla MKS Będzin (D12):  $37\% \cdot D5 + 5\% \cdot D6 + 54\% \cdot D9 + 4\% \cdot D13$
- Dla AZS Częstochowy (D13):  $100\% \cdot D5$
- Dla BBTS Bielsko-Białej (D14):  $100\% \cdot D2$

Tabela 26. Zmienne efekty skali orientacja na produkty – sezon 2015/2016

| Drużyna | D1   | D2   | D3 | D4   | D5   | D6  | D7 | D8   | D9   | D10 | D11 | D12 | D13 | D14 |
|---------|------|------|----|------|------|-----|----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| D1      |      |      |    |      |      |     |    |      |      |     |     |     |     |     |
| D2      |      |      |    |      |      |     | 1  |      |      |     |     |     |     |     |
| D3      |      | 0,13 |    | 0,92 | 0,91 |     |    | 0,33 | 0,18 |     |     | 1   |     |     |
| D4      |      |      |    |      |      |     |    |      |      |     |     |     |     |     |
| D5      |      |      | 1  |      |      |     |    |      |      |     |     |     |     |     |
| D6      |      |      |    |      |      |     |    |      |      |     |     |     |     |     |
| D7      | 0,52 |      |    |      |      | 0,5 |    |      |      |     | 1   |     |     |     |
| D8      |      |      |    |      |      |     |    |      |      |     |     |     |     |     |
| D9      |      |      |    |      |      |     |    |      |      |     |     |     |     |     |
| D10     |      |      |    |      |      |     |    |      |      |     |     |     |     |     |
| D11     | 0,25 | 0,87 |    | 0,08 | 0,09 | 0,5 |    | 0,5  | 0,11 |     |     |     |     |     |
| D12     | 0,23 |      |    |      |      |     |    | 0,17 | 0,7  |     |     |     |     |     |
| D13     |      |      |    |      |      |     |    |      |      |     |     |     |     |     |
| D14     |      |      |    |      |      |     |    |      |      |     |     |     |     |     |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Na podstawie powyższej tabeli możemy znaleźć optymalne technologie dla analizowanych drużyn i tak optymalne technologie kształtują się następująco:

- Dla Jastrzębskiego Węgla (D1):  $52\% \cdot D7 + 25\% \cdot D11 + 23\% \cdot D12$
- Dla PGE Skry Bełchatów (D2):  $13\% \cdot D3 + 87\% \cdot D11$
- Dla LOTOSU Trefla Gdańsk (D3):  $100\% \cdot D5$
- Dla Cuprum Lubin (D4):  $92\% \cdot D3 + 8\% \cdot D11$
- Dla Asseco Resovii Rzeszów (D5):  $91\% \cdot D3 + 9\% \cdot D11$
- Dla AZS Politechniki Warszawskiej (D6):  $59\% \cdot D7 + 50\% \cdot D11$
- Dla Łuczniczki Bydgoszcz (D7):  $100\% \cdot D2$
- Dla Cerrad Czarni Radom (D8):  $33\% \cdot D3 + 50\% \cdot D11 + 17\% \cdot D12$
- Dla Indykpolu AZS Olsztyn (D9):  $18\% \cdot D3 + 11\% \cdot D11 + 70\% \cdot D12$
- Dla ZAKSY Kędzierzyn-Koźle (D10):  $100\% \cdot D10$
- Dla Effector Kielce (D11):  $100\% \cdot D7$
- Dla MKS Będzin (D12):  $100\% \cdot D3$
- Dla AZS Częstochowy (D13):  $100\% \cdot D13$
- Dla BBTS Bielsko-Białej (D14):  $100\% \cdot D14$

**Tabela 27.** Możliwe proporcjonalne zwiększenie produktu oraz wartości produktu po proporcjonalnym zwiększeniu - sezon 2014/2015

| Drużyna | Możliwe proporcjonalne zwiększenie produktu | Produkt po proporcjonalnym zwiększeniu |
|---------|---|--|
| D1      | 1,74%                                       | 0,5513                                 |
| D2      | 1,71%                                       | 0,7181                                 |
| D3      | 0,00%                                       |  |
| D4      | 13,62%                                      | 0,4873                                 |
| D5      | 0,00%                                       |  |
| D6      | 0,00%                                       |  |
| D7      | 0,00%                                       |  |
| D8      | 11,93%                                      | 0,5344                                 |
| D9      | 0,00%                                       |  |
| D10     | 0,00%                                       |  |
| D11     | 7,98%                                       | 0,5943                                 |
| D12     | 21,28%                                      | 0,3834                                 |
| D13     | 0,00%                                       |  |
| D14     | 0,00%                                       |  |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Możliwe są proporcjonalne zwiększenia produktu dla 6 drużyn PlusLigi w sezonie 2014/2015, co przedstawia tabela 27. Drużynami które wykorzystując tę samą ilość nakładów mogą otrzymać większe ilości produktu są: Jastrzębski Węgiel (D1) z proporcjonalnym zwiększeniem produktu o 1,74%, PGE Skra Bełchatów (D2) – 1,71%, Cuprum Lubin (D4) – 13,62%, Cerrad Czarni Radom (D8) – 11,93%, Effector Kielce (D11) – 7,98% oraz MKS Będzin (D12) – 21,28%.

Największą zdolnością zwiększenia produktu charakteryzuje się MKS Będzin (D12), który jest w stanie zwiększyć ilość otrzymywanego produktu do wartości 0,3834, a najmniejszą Jastrzębski Węgiel (D1) oraz PGE Skra Bełchatów (D2), dla których wartości te wynoszą odpowiednio 0,5513 oraz 0,7181.

**Tabela 28.** Możliwe proporcjonalne zwiększenie produktu oraz wartości produktu po proporcjonalnym zwiększeniu - sezon 2015/2016

| Drużyna | Możliwe proporcjonalne zwiększenie produktu | Produkt po proporcjonalnym zwiększeniu |
|---------|---|--|
| D1      | 9,16%                                       | 0,5690                                 |
| D2      | 17,52%                                      | 0,8130                                 |
| D3      | 0,00%                                       |  |
| D4      | 30,35%                                      | 0,6065                                 |
| D5      | 38,22%                                      | 0,6091                                 |
| D6      | 12,44%                                      | 0,6871                                 |
| D7      | 0,00%                                       |  |
| D8      | 28,76%                                      | 0,6781                                 |
| D9      | 24,47%                                      | 0,4513                                 |
| D10     | 0,00%                                       |  |
| D11     | 0,00%                                       |  |
| D12     | 0,00%                                       |  |
| D13     | 0,00%                                       |  |
| D14     | 0,00%                                       |  |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Dla 7 spośród rozważanych drużyn PlusLigi możliwe są proporcjonalne zwiększenia produktu, co przedstawia tabela 28. Drużynami które wykorzystując tę samą ilość nakładów mogą uzyskać większe ilości produktu są: Jastrzębski Węgiel (D1) z proporcjonalnym zwiększeniem produktu o 9,16%, PGE Skra Bełchatów (D2) – 17,52%, Cuprum Lubin (D4) – 30,35%, Asseco Resovia Rzeszów (D5) – 38,22%, AZS Politechnika Warszawska (D6) – 12,44%, Cerrad Czarni Radom (D8) – 28,76%, Indykpol AZS Olsztyn (D9) – 24,47%.

Natomiast produkty po zwiększeniu wynoszą odpowiednio dla Jastrzębskiego Węgla (D1) – 0,5690, PGE Skry Bełchatów (D2) – 0,8130, Cuprum Lubin (D4) – 0,6065, Asseco Resovii Rzeszów (D5) – 0,6091, AZS Politechniki Warszawskiej (D6) – 0,6871, Cerrad Czarni Radom (D8) – 0,6781, Indykpol AZS Olsztyn (D9) – 0,4513 jednostek.

**Tabela 29.** Luzy – sezon 2014/2015

| Drużyna | Zagrywka | Atak | Blok | Odsetek wygranych setów |
|---------|----------|------|------|-------------------------|
| D1      | 0        | 0    | 0    | 0                       |
| D2      | 0,01     | 0    | 0,37 | 0                       |
| D3      |          |      |      |                         |
| D4      | 0        | 0    | 0,33 | 0                       |
| D5      |          |      |      |                         |
| D6      |          |      |      |                         |
| D7      |          |      |      |                         |
| D8      | 0        | 0    | 0    | 0                       |
| D9      |          |      |      |                         |
| D10     |          |      |      |                         |
| D11     | 0        | 0    | 0    | 0                       |
| D12     | 0        | 0    | 0    | 0                       |
| D13     |          |      |      |                         |
| D14     |          |      |      |                         |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.



Po proporcjonalnym zwiększeniu produktu możliwe jest jeszcze obniżenie niektórych nakładów. Jednak drużyna MKS Będzin (D12), która ma największą zdolność do zwiększenia produktu, nie może wykorzystać mniejszej ilości żadnego z nakładów. Dla PGE Skry Bełchatów (D2) obserwujemy szansę zmniejszenia następujących nakładów: zagrywka o 0,01 jednostek oraz blok o 0,37 jednostek. Aczkolwiek dla Cuprum Lubin (D4) możliwe jest obniżenie jednego z nakładów jakim jest blok o 0,33 jednostek.

Tabela 30. Luzy – sezon 2015/2016

| Drużyna | Zagrywka | Atak | Blok | Odsetek wygranych setów |
|---------|----------|------|------|-------------------------|
| D1      | 0        | 0    | 0    | 0                       |
| D2      | 0,02     | 0    | 0,11 | 0                       |
| D3      |          |      |      |                         |
| D4      | 0,01     | 0    | 0,29 | 0                       |
| D5      | 0,01     | 0    | 0,09 | 0                       |
| D6      | 0,01     | 0,02 | 0    | 0                       |
| D7      |          |      |      |                         |
| D8      | 0,01     | 0    | 0    | 0                       |
| D9      | 0        | 0    | 0    | 0                       |
| D10     |          |      |      |                         |
| D11     |          |      |      |                         |
| D12     |          |      |      |                         |
| D13     |          |      |      |                         |
| D14     |          |      |      |                         |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Drużyna Jastrzębski Węgiel (D1), która wyróżniała się najmniejszą szansą na zwiększenie produktu nie jest w stanie już zmniejszyć ilości żadnego z nakładów. Natomiast Asseco Resovii Rzeszów (D5), charakteryzująca się największą zdolnością zwiększenia produktu, ma możliwość użycia mniejszej ilości niektórych nakładów: zagrywka o 0,01 oraz blok o 0,09 jednostek.

**Tabela 31.** Wagi - zmienne efekty skali, orientacja na produkty, sezon 2014/2015

| Drużyna | Zagrywka | Atak | Blok |
|---------|----------|------|------|
| D1      | 0,13     | 0,5  | 0,37 |
| D2      | 0        | 1    | 0    |
| D3      | 0,1      | 0,68 | 0,22 |
| D4      | 0,24     | 0,76 | 0    |
| D5      | 0,56     | 0,36 | 0,08 |
| D6      | 0        | 0    | 1    |
| D7      | 0        | 1    | 0    |
| D8      | 0,11     | 0,88 | 0,01 |
| D9      | 0        | 0    | 1    |
| D10     | 0        | 0,71 | 0,29 |
| D11     | 0,29     | 0    | 0,71 |
| D12     | 0,14     | 0,46 | 0,41 |
| D13     | 1        | 0    | 0    |
| D14     | 0,12     | 0,88 | 0    |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

**Tabela 32.** Wagi - zmienne efekty skali, orientacja na produkty, sezon 2015/2016

| Drużyna | Zagrywka | Atak | Blok |
|---------|----------|------|------|
| D1      | 0        | 0,78 | 0,22 |
| D2      | 0        | 1    | 0    |
| D3      | 0        | 0,92 | 0,08 |
| D4      | 0        | 1    | 0    |
| D5      | 0        | 1    | 0    |
| D6      | 0        | 0    | 1    |
| D7      | 0        | 0    | 1    |
| D8      | 0        | 0,79 | 0,21 |
| D9      | 0        | 0,79 | 0,21 |
| D10     | 0        | 0    | 1    |
| D11     | 1        | 0    | 0    |
| D12     | 0,83     | 0    | 0,17 |
| D13     | 0        | 1    | 0    |
| D14     | 0        | 0,76 | 0,24 |
| średnia | 0,13     | 0,57 | 0,30 |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Największy udział w naszym procesie technologicznym ma zmienna atak, a najmniejszy zmienna zagrywka.

2.3.3 Stałe efekty skali – orientacja na nakłady

Tabela 33. Stałe efekty skali , orientacja na nakłady – sezon 2014/2015

| Drużyna | D1   | D2   | D3   | D4   | D5   | D6 | D7   | D8   | D9   | D10  | D11  | D12  | D13 | D14  |
|---------|------|------|------|------|------|----|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| D1      |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |     |      |
| D2      |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |     |      |
| D3      |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |     |      |
| D4      |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |     |      |
| D5      |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |     |      |
| D6      | 0,35 | 0,96 | 0,55 | 0,13 | 0,16 |    | 0,62 | 0,21 | 0,23 | 0,43 | 0,48 | 0,17 |     | 0,31 |
| D7      |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |     |      |
| D8      |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |     |      |
| D9      |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |     |      |
| D10     |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |     |      |
| D11     |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      | 1   |      |
| D12     |      |      |      |      |      | 1  |      |      |      |      |      |      |     |      |
| D13     | 0,49 |      | 0,29 | 0,58 | 0,44 |    | 0,23 | 0,55 | 0,3  | 0,05 | 0,33 | 0,32 |     | 0,23 |
| D14     |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |     |      |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Tabela 34. Stałe efekty skali orientacja na nakłady– sezon 2015/2016

| Drużyna | D1   | D2   | D3   | D4   | D5   | D6   | D7   | D8   | D9   | D10  | D11 | D12  | D13  | D14  |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
| D1      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |
| D2      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |
| D3      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |
| D4      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |
| D5      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |
| D6      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |
| D7      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |
| D8      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |
| D9      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |
| D10     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |
| D11     | 0,62 | 0,82 | 0,69 | 0,55 | 0,52 | 0,72 | 0,62 | 0,62 | 0,43 | 0,41 |     | 0,43 | 0,51 | 0,35 |
| D12     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |
| D13     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1   |      |      |      |
| D14     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

**Tabela 35.** Wagi - stałe efekty skali, orientacja na nakłady, sezon 2014/2015

| Drużyna | Zagrywka | Atak | Blok |
|---------|----------|------|------|
| D1      | 0,46     | 0,54 | 0    |
| D2      | 0        | 1    | 0    |
| D3      | 0,48     | 0,52 | 0    |
| D4      | 0,43     | 0,57 | 0    |
| D5      | 0,44     | 0,56 | 0    |
| D6      | 0        | 0    | 1    |
| D7      | 0,49     | 0,51 | 0    |
| D8      | 0,44     | 0,56 | 0    |
| D9      | 0,61     | 0    | 0,39 |
| D10     | 0,5      | 0,5  | 0    |
| D11     | 0,63     | 0    | 0,37 |
| D12     | 0,45     | 0,55 | 0    |
| D13     | 1        | 0    | 0    |
| D14     | 0,47     | 0,53 | 0    |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

**Tabela 36.** Wagi - stałe efekty skali, orientacja na nakłady, sezon 2015/2016

| Drużyna | Zagrywka | Atak | Blok |
|---------|----------|------|------|
| D1      | 0        | 0    | 1    |
| D2      | 0        | 1    | 0    |
| D3      | 1        | 0    | 0    |
| D4      | 0        | 1    | 0    |
| D5      | 0        | 1    | 0    |
| D6      | 0        | 0    | 1    |
| D7      | 0        | 0    | 1    |
| D8      | 0        | 1    | 0    |
| D9      | 1        | 0    | 0    |
| D10     | 0        | 0    | 1    |
| D11     | 0,19     | 0    | 0,81 |
| D12     | 1        | 0    | 0    |
| D13     | 1        | 0    | 0    |
| D14     | 0        | 0    | 1    |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

2.3.4 Stałe efekty skali – orientacja na produkty

Tabela 37. Stałe efekty skali, orientacja na produkty– sezon 2014/2015

| Drużyna | D1   | D2   | D3   | D4   | D5   | D6 | D7   | D8   | D9   | D10  | D11  | D12  | D13 | D14  |
|---------|------|------|------|------|------|----|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| D1      |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |     |      |
| D2      |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |     |      |
| D3      |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |     |      |
| D4      |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |     |      |
| D5      |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |     |      |
| D6      | 0,39 | 0,99 | 0,61 | 0,17 | 0,24 |    | 0,68 | 0,26 | 0,38 | 0,74 | 0,57 | 0,31 |     | 0,48 |
| D7      |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |     |      |
| D8      |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |     |      |
| D9      |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |     |      |
| D10     |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |     |      |
| D11     |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      | 1   |      |
| D12     |      |      |      |      |      | 1  |      |      |      |      |      |      |     |      |
| D13     | 0,56 |      | 0,32 | 0,76 | 0,64 |    | 0,25 | 0,69 | 0,49 | 0,08 | 0,39 | 0,59 |     | 0,36 |
| D14     |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |     |      |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Tabela 38. Stałe efekty skali orientacja na produkty– sezon 2015/2016

| Drużyna | D1   | D2   | D3   | D4  | D5   | D6   | D7   | D8   | D9   | D10 | D11 | D12  | D13  | D14 |
|---------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|
| D1      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |     |     |      |      |     |
| D2      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |     |     |      |      |     |
| D3      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |     |     |      |      |     |
| D4      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |     |     |      |      |     |
| D5      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |     |     |      |      |     |
| D6      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |     |     |      |      |     |
| D7      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |     |     |      |      |     |
| D8      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |     |     |      |      |     |
| D9      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |     |     |      |      |     |
| D10     |      |      |      |     |      |      |      |      |      |     |     |      |      |     |
| D11     | 0,88 | 0,99 | 0,88 | 0,9 | 0,91 | 0,91 | 0,87 | 0,94 | 0,85 | 0,8 |     | 0,75 | 0,82 | 0,8 |
| D12     |      |      |      |     |      |      |      |      |      |     |     |      |      |     |
| D13     |      |      |      |     |      |      |      |      |      |     | 1   |      |      |     |
| D14     |      |      |      |     |      |      |      |      |      |     |     |      |      |     |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

**Tabela 39.** Wagi - stałe efekty skali, orientacja na produkty, sezon 2014/2015

| Drużyna | Zagrywka | Atak | Blok |
|---------|----------|------|------|
| D1      | 0,46     | 0,54 | 0    |
| D2      | 0        | 1    | 0    |
| D3      | 0,48     | 0,52 | 0    |
| D4      | 0,43     | 0,57 | 0    |
| D5      | 0,44     | 0,56 | 0    |
| D6      | 0        | 0    | 1    |
| D7      | 0,49     | 0,51 | 0    |
| D8      | 0,44     | 0,56 | 0    |
| D9      | 0,61     | 0    | 0,39 |
| D10     | 0,5      | 0,5  | 0    |
| D11     | 0,63     | 0    | 0,37 |
| D12     | 0,45     | 0,55 | 0    |
| D13     | 1        | 0    | 0    |
| D14     | 0,47     | 0,53 | 0    |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

**Tabela 40.** Wagi - stałe efekty skali, orientacja na produkty, sezon 2015/2016

| Drużyna | Zagrywka | Atak | Blok |
|---------|----------|------|------|
| D1      | 0        | 0    | 1    |
| D2      | 0        | 1    | 0    |
| D3      | 1        | 0    | 0    |
| D4      | 0        | 1    | 0    |
| D5      | 0        | 1    | 0    |
| D6      | 0        | 0    | 1    |
| D7      | 0        | 0    | 1    |
| D8      | 0        | 1    | 0    |
| D9      | 1        | 0    | 0    |
| D10     | 0        | 0    | 1    |
| D11     | 0,19     | 0    | 0,81 |
| D12     | 1        | 0    | 0    |
| D13     | 1        | 0    | 0    |
| D14     | 0        | 0    | 1    |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

2.3.5 Indeks Malmquista

Indeks Malmquista  $M^{14/15, 15/16}$  możemy rozbić na dwa czynniki:

$M^{14/15, 15/16} = \text{eff} * \text{tech}$

gdzie:

eff – określa zmiany w efektywności między sezonem 2014/2015 oraz sezonem 2015/2016

tech – mierzy postęp technologiczny

Indeks Malmquista można interpretować następująco:

- $M^{14/15, 15/16} > 1$  – efektywność techniczna drużyny uległa poprawie w sezonie 2015/2016 w odniesieniu do sezonu 2014/2015
- $M^{14/15, 15/16} < 1$  – efektywność uległa pogorszeniu w sezonie 2015/2016 w odniesieniu do sezonu 2014/2015

Tabela 24. Wartość indeksu Malmquista zorientowanego na nakłady

| Drużyna                                   | Wartość indeksu Malmquista | Zmiany w efektywności między sezonem 14/15 i 15/16 | Postęp technologiczny |
|---|----------------------------|--|-----------------------|
| Jastrzębski Węgiel                        | 0,968863                   | 0,985544   | 0,983075              |
| PGE Skra Bełchatów                        | 0,971741                   | 0,958199   | 1,014133              |
| LOTOS Trefl Gdańsk                        | 0,976494                   | 1  | 0,976494              |
| Cuprum Lubin                              | 0,979906                   | 0,961527   | 1,019115              |
| Asseco Resovia Rzeszów                    | 0,976656                   | 0,899914   | 1,085277              |
| AZS Politechnika Warszawska               | #ARG!                      | #ARG!  | #ARG!                 |
| Transfer Bydgoszcz / Łuczniczka Bydgoszcz | 0,990069                   | 1,032531   | 0,958876              |
| Cerrad Czarni Radom                       | 0,978122                   | 0,970301   | 1,00806               |
| Indykpol AZS Olsztyn                      | 0,923456                   | 0,918531   | 1,005362              |
| ZAKSA Kędzierzyn-Koźle                    | 0,980504                   | 0,992636   | 0,987779              |
| Effector Kielce                           | #ARG!                      | #ARG!  | #ARG!                 |
| MKS Banimex Będzin / MKS Będzin           | 0,962397                   | 1,127339   | 0,853689              |
| AZS Częstochowa                           | 0,866847                   | 0,811974   | 1,067579              |
| BBTS Bielsko-Biała                        | 0,990339                   | 0,999609   | 0,990727              |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Wniosek do tabeli 24: żadna z analizowanych drużyn PlusLigii nie poprawiła swojej efektywności technicznej. Dla AZS Politechniki Warszawskiej oraz Effector Kielce ze względu na wartości „big” dla efektywności technicznych w roku 2014 oraz 2015 niemożliwe było wyznaczenie indeksu Malmquista.

LOTOS Trefl Gdańsk wyróżnia się stałą efektywnością oraz spadkiem postępu technologicznego pomiędzy sezonami 2014/2015 i 2015/2016. Trzy analizowane w niniejszym projekcie drużyny (Jastrzębski Węgiel, ZAKSA Kędzierzyn-Koźle, BBTS Bielsko-Biała) wykazują spadek zarówno w efektywności jak i w postępie technologicznym. Wzrostem efektywności między sezonem 2014/2015 a 2015/2016 oraz spadkiem w postępie technologicznym charakteryzują się dwie następujące drużyny PlusLigi: Transfer Bydgoszcz / Łuczniczka Bydgoszcz, MKS Banimex Będzin / MKS Będzin. Pozostałe 6 drużyn najwyższej rangi polskiej ligi siatkówki cechują się spadkiem efektywności, ale wzrostem postępu technologicznego.

### 3. Analiza uwzględniająca 2 produkty

Rozdział 3 został poświęcony analizie efektywności technicznej drużyn PlusLigi ale z uwzględnieniem dwóch produktów. Dodatkowym produktem będzie klasyfikacja, czyli miejsca jakie zajęły drużyny grające w najwyższej rangą polskiej lidze siatkówki. Wartości owej zmiennej rozważane są w odwrotnej kolejności, tzn. drużyna, która wygrała PlusLigę została jej przyporządkowana wartość 14, natomiast ostatni zespół rozgrywkach otrzymał wartość 1, itp. Gdyby nie wykonano tego zabiegu, otrzymalibyśmy w efekcie ujemne korelacje zmiennej klasyfikacja ze zmiennymi będącymi nakładami.

#### 3.1 Dobór zmiennych – analiza korelacji

Tabela 41 i 42 przedstawiają współczynniki korelacji pomiędzy poszczególnymi produktami i nakładami (tymi samymi na podstawie, których została wykonana analiza w rozdziale 2).

Tabela 41. Macierz korelacji nakładów i produktów w sezonie 2015/2016

|                         | Zagrywka | Atak   | Blok  | Odsetek wygranych setów | Klasyfikacja |
|-------------------------|----------|--------|-------|-------------------------|--------------|
| Zagrywka                | 1.000    | 0.731  | 0.242 | 0.525                   | 0.322        |
| Atak                    | 0.731    | 1.000  | 0.555 | 0.909                   | 0.0003       |
| Blok                    | 0.242    | 0.555  | 1.000 | 0.559                   | 0.216        |
| Odsetek wygranych setów | 0.525    | 0.909  | 0.559 | 1.000                   | -0.029       |
| Klasyfikacja            | 0.322    | 0.0003 | 0.216 | -0.029                  | 1.000        |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie R na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

Tabela 42. Macierz korelacji nakładów i produktów w sezonie 2014/2015

|                         | Zagrywka | Atak  | Blok  | Odsetek wygranych setów | Klasyfikacja |
|-------------------------|----------|-------|-------|-------------------------|--------------|
| Zagrywka                | 1.000    | 0.665 | 0.159 | 0.740                   | 0.061        |
| Atak                    | 0.665    | 1.000 | 0.214 | 0.921                   | 0.290        |
| Blok                    | 0.159    | 0.214 | 1.000 | 0.329                   | 0.466        |
| Odsetek wygranych setów | 0.740    | 0.921 | 0.329 | 1.000                   | 0.232        |
| Klasyfikacja            | 0.061    | 0.290 | 0.466 | 0.232                   | 1.000        |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie R na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

W powyższych tabelach możemy zauważyć, że skorelowanie pomiędzy nakładem jakim jest atak a produktem – klasyfikacja jest bardzo niskie, w sezonie 2014/2015 wynosi ono zaledwie 0.0003, natomiast w kolejnym



kształtuje się ono na poziomie 0.290. Stąd podjęto decyzję o wyłączeniu zmiennej atak z dalszej analizy.

W przypadku pozostałych zmiennych, możemy stwierdzić, iż skorelowanie pomiędzy poszczególnymi nakładami nie przekracza dopuszczalnego skorelowania na poziomie 0.8. Podobnie jest w przypadku korelacji rozważanych pomiędzy nakładami (oprócz ataku) a jednym z produktów (odsetek wygranych setów), gdzie korelacje przekraczają poziom 0.3. (Uwaga: Nie jest wymagane minimalne skorelowanie nakładów z dwoma produktami.)

### 3.2 Dane uwzględnione w analizie z dwoma produktami

W dwóch poniższych tabelach zostały przedstawione dane na podstawie, których została przeprowadzona analiza efektywności z uwzględnieniem dwóch produktów.

**Tabela 43.** Dane uwzględnione w analizie – sezon 2014/2015

| Drużyna                     | Zagrywka | Blok  | Odsetek wygranych setów | Klasyfikacja |
|-----------------------------|----------|-------|-------------------------|--------------|
| Jastrzębski Węgiel          | 0,054    | 2,363 | 0,541                   | 11           |
| PGE Skra Bełchatów          | 0,080    | 2,691 | 0,706                   | 12           |
| Cuprum Lubin                | 0,060    | 2,514 | 0,593                   | 8            |
| AZS Politechnika Warszawska | 0,059    | 2,439 | 0,576                   | 7            |
| Indykpol AZS Olsztyn        | 0,072    | 2,292 | 0,738                   | 5            |
| Asseco Resovia Rzeszów      | 0,047    | 2,827 | 0,429                   | 14           |
| LOTOS Trefl Gdańsk          | 0,046    | 2,458 | 0,580                   | 13           |
| Cerrad Czarni Radom         | 0,050    | 2,508 | 0,477                   | 6            |
| BBTS Bielsko-Biała          | 0,047    | 2,328 | 0,374                   | 2            |
| Effector Kielce             | 0,059    | 2,344 | 0,549                   | 3            |
| ZAKSA Kędzierzyn-Koźle      | 0,057    | 2,320 | 0,344                   | 9            |
| AZS Częstochowa             | 0,051    | 2,496 | 0,359                   | 1            |
| Transfer Bydgoszcz          | 0,050    | 2,176 | 0,315                   | 10           |
| MKS Banimex Będzin          | 0,050    | 2,117 | 0,342                   | 4            |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w MS Excel na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

**Tabela 44.** Dane uwzględnione w analizie – sezon 2015/2016

| Drużyna                     | Zagrywka | Blok  | Odsetek wygranych setów | Klasyfikacja |
|-----------------------------|----------|-------|-------------------------|--------------|
| Jastrzębski Węgiel          | 0,055    | 2,231 | 0,521                   | 8            |
| PGE Skra Bełchatów          | 0,076    | 2,618 | 0,691                   | 12           |
| Cuprum Lubin                | 0,059    | 2,127 | 0,527                   | 10           |
| AZS Politechnika Warszawska | 0,046    | 2,441 | 0,586                   | 7            |
| Indykpol AZS Olsztyn        | 0,066    | 2,324 | 0,611                   | 6            |
| Asseco Resovia Rzeszów      | 0,052    | 2,667 | 0,465                   | 13           |
| LOTOS Trefl Gdańsk          | 0,043    | 2,559 | 0,431                   | 11           |
| Cerrad Czarni Radom         | 0,055    | 2,426 | 0,528                   | 9            |
| BBTS Bielsko-Biała          | 0,056    | 2,459 | 0,441                   | 4            |
| Effector Kielce             | 0,053    | 2,480 | 0,847                   | 2            |
| ZAKSA Kędzierzyn-Koźle      | 0,054    | 1,955 | 0,348                   | 14           |
| AZS Częstochowa             | 0,049    | 1,971 | 0,298                   | 3            |
| Łuczniczka Bydgoszcz        | 0,040    | 2,148 | 0,361                   | 5            |
| MKS Będzin                  | 0,045    | 2,202 | 0,367                   | 1            |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w MS Excel na podstawie danych ze strony <http://www.plusliga.pl>.

3.3 Efektywność techniczna – analiza

Tabela 45. Efektywność techniczna – sezon 2014/2015

| Drużyna                     | Orientacja na nakłady<br>2014/2015 |                       | Orientacja na produkty<br>2014/2015 |                       |
|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                             | zmienne<br>efekty skali            | stałe<br>efekty skali | zmienne<br>efekty skali             | stałe<br>efekty skali |
| Jastrzębski Węgiel          | 1                                  | 0,9328                | 1                                   | 1,0721                |
| PGE Skra Bełchatów          | 1                                  | 1                     | 1                                   | 1                     |
| LOTOS Trefl Gdańsk          | 0,9304                             | 0,8708                | 1,1179                              | 1,1483                |
| Cuprum Lubin                | 0,9495                             | 0,8649                | 1,1441                              | 1,1562                |
| Asseco Resovia Rzeszów      | 1                                  | 1                     | 1                                   | 1                     |
| AZS Politechnika Warszawska | 1                                  | 1                     | 1                                   | 1                     |
| Transfer Bydgoszcz          | 1                                  | 1                     | 1                                   | 1                     |
| Cerrad Czarni Radom         | 0,9403                             | 0,7787                | 1,2669                              | 1,2842                |
| Indykpol AZS Olsztyn        | 1                                  | 0,6532                | 1                                   | 1,5310                |
| ZAKSA Kędzierzyn-Koźle      | 0,9679                             | 0,8374                | 1,1534                              | 1,1942                |
| Effector Kielce             | 0,9380                             | 0,7335                | 1,2813                              | 1,3633                |
| MKS Banimex Będzin          | 0,9261                             | 0,5809                | 1,7002                              | 1,7215                |
| AZS Częstochowa             | 1                                  | 0,8689                | 1                                   | 1,1509                |
| BBTS Bielsko-Biała          | 1                                  | 0,6001                | 1                                   | 1,6663                |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl/>

Analizując efektywność techniczną w sezonie 2014/2015, uwzględniając orientację na nakłady oraz zmienne efekty skali, efektywnymi drużynami są: Jastrzębski Węgiel, PGE Skra Bełchatów, Asseco Resovia Rzeszów, AZS Politechnika Warszawska, Transfer Bydgoszcz, Indykpol AZS Olsztyn, AZS Częstochowa oraz BBTS Bielsko-Biała. Z kolei uwzględniając stałe efekty skali przy orientacji na nakłady efektywnymi zespołami są: PGE Skra Bełchatów, Asseco Resovia Rzeszów, AZS Politechnika Warszawska, Transfer Bydgoszcz .

Natomiast analizując efektywności techniczne w orientacji na produkty zarówno w przypadki zmiennych jak i stałych efektów skali efektywne są te same drużyny jak w orientacji na nakłady.

Tabela 46. Efektywność techniczna – sezon 2015/2016

| Drużyna                     | Orientacja na nakłady<br>2014/2015 |                       | Orientacja na produkty<br>2014/2015 |                       |
|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                             | zmienne<br>efekty skali            | stałe<br>efekty skali | zmienne<br>efekty skali             | stałe<br>efekty skali |
| Jastrzębski Węgiel          | 0,9621                             | 0,8975                | 1,1117                              | 1,1142                |
| PGE Skra Bełchatów          | 1                                  | 1                     | 1                                   | 1                     |
| LOTOS Trefl Gdańsk          | 1                                  | 0,9846                | 1                                   | 1,0157                |
| Cuprum Lubin                | 1                                  | 0,9969                | 1                                   | 1,0031                |
| Asseco Resovia Rzeszów      | 0,9551                             | 0,8823                | 1,1145                              | 1,1334                |
| AZS Politechnika Warszawska | 1                                  | 0,9960                | 1                                   | 1,0040                |
| Transfer Bydgoszcz          | 1                                  | 1                     | 1                                   | 1                     |
| Cerrad Czarni Radom         | 0,9203                             | 0,9141                | 1,0865                              | 1,0940                |
| Indykpol AZS Olsztyn        | 0,8634                             | 0,6176                | 1,6057                              | 1,6192                |
| ZAKSA Kędzierzyn-Koźle      | 1                                  | 1                     | 1                                   | 1                     |
| Effector Kielce             | 1                                  | 1                     | 1                                   | 1                     |
| MKS Banimex Będzin          | 1                                  | 0,5157                | 1                                   | 1,9392                |
| AZS Częstochowa             | 1                                  | 0,7363                | 1                                   | 1,3581                |
| BBTS Bielsko-Biała          | 0,9597                             | 0,5151                | 1,2973                              | 1,9414                |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony [http://www.plusliga.pl.](http://www.plusliga.pl/)

Na podstawie powyższej tabeli, która przedstawia kształtowanie się efektywności technicznej w sezonie 2015/2016, uwzględniając orientację na nakłady oraz zmienne efekty skali, efektywnymi drużynami są: PGE Skra Bełchatów, LOTOS Trefl Gdańsk, Cuprum Lubin, AZS Politechnika Warszawska, Transfer Bydgoszcz, ZAKSA Kędzierzyn-Koźle, Effector Kielce, MKS Będzin, AZS Częstochowa.

Z kolei uwzględniając stałe efekty skali przy orientacji na nakłady efektywnymi zespołami są: PGE Skra Bełchatów, Transfer Bydgoszcz, ZAKSA Kędzierzyn-Koźle oraz Effector Kielce.

Aczkolwiek analizując efektywności techniczne w orientacji na produkty, zarówno w przypadki zmiennych jak i stałych efektów skali, efektywne są te same drużyny jak w orientacji na nakłady.

W sezonie 2014/2015 uwzględniając zmienne efekty skali zarówno w orientacji na nakłady jak i produkty efektywnych zespołów było 8, natomiast w sezonie 2015/2016 takich zespołów było 9. Jednakże biorąc pod uwagę stałe efekty skali były 4 efektywne zespoły w sezonach 2014/2015 oraz 2015/2016.

3.3.1 Zmienne efekty skali – orientacja na nakłady

Tabela 47. Zmienne efekty skali orientacja na nakłady– sezon 2014/2015

| Drużyna | D1 | D2 | D3   | D4   | D5 | D6 | D7 | D8   | D9 | D10  | D11  | D12  | D13 | D14 |
|---------|----|----|------|------|----|----|----|------|----|------|------|------|-----|-----|
| D1      |    |    |      |      |    |    |    |      |    |      |      |      | 1   |     |
| D2      |    |    |      |      |    |    |    |      | 1  |      |      |      |     |     |
| D3      |    |    |      |      |    |    |    |      |    |      |      |      |     |     |
| D4      |    |    |      |      | 1  |    | 1  |      |    |      |      |      |     |     |
| D5      |    |    | 0,35 | 0,35 |    |    |    |      |    | 0,37 | 0,06 |      |     |     |
| D6      |    |    |      |      |    |    |    |      |    |      |      |      |     | 1   |
| D7      |    |    | 0,47 | 0,41 |    |    |    | 0,53 |    | 0,26 |      |      |     |     |
| D8      |    |    |      |      |    |    |    |      |    |      |      |      |     |     |
| D9      |    |    |      |      |    |    |    | 0,29 |    |      |      | 0,92 |     |     |
| D10     |    |    |      |      |    |    |    |      |    |      |      |      |     |     |
| D11     |    |    |      |      |    |    |    |      |    |      |      |      |     |     |
| D12     |    |    |      |      |    |    |    |      |    |      |      |      |     |     |
| D13     |    |    |      |      |    |    |    |      |    |      | 0,82 |      |     |     |
| D14     |    |    | 0,18 | 0,25 |    |    |    | 0,18 |    | 0,38 | 0,12 | 0,08 |     |     |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Na podstawie powyższej tabeli możemy zauważyć, iż optymalne technologie kształtują się następująco:

- Dla Jastrzębskiego Węgla (D1):  $100\% \cdot D1$
- Dla PGE Skry Bełchatów (D2):  $100\% \cdot D2$
- Dla LOTOSU Trefla Gdańsk (D3):  $35\% \cdot D5 + 47\% \cdot D7 + 18\% \cdot D14$
- Dla Cuprum Lubin (D4):  $35\% \cdot D5 + 41\% \cdot D7 + 25\% \cdot D14$
- Dla Asseco Resovii Rzeszów (D5):  $100\% \cdot D4$
- Dla AZS Politechniki Warszawskiej (D6):  $100\% \cdot D6$
- Dla Łuczniczki Bydgoszcz (D7):  $100\% \cdot D7$
- Dla Cerrad Czarni Radom (D8):  $53\% \cdot D7 + 29\% \cdot D9 + 18\% \cdot D14$
- Dla Indykpolu AZS Olsztyn (D9):  $100\% \cdot D2$
- Dla ZAKSY Kędzierzyn-Koźle (D10):  $37\% \cdot D5 + 26\% \cdot D7 + 38\% \cdot D14$
- Dla Effector Kielce (D11):  $6\% \cdot D5 + 82\% \cdot D13 + 12\% \cdot D14$
- Dla MKS Będzin (D12):  $92\% \cdot D9 + 8\% \cdot D14$
- Dla AZS Częstochowy (D13):  $100\% \cdot D1$
- Dla BBTS Bielsko-Białej (D14):  $100\% \cdot D6$

Tabela 48. Zmienne efekty skali orientacja na nakłady– sezon 2015/2016

| Drużyna | D1   | D2 | D3 | D4 | D5   | D6 | D7 | D8   | D9   | D10 | D11 | D12 | D13 | D14  |
|---------|------|----|----|----|------|----|----|------|------|-----|-----|-----|-----|------|
| D1      |      |    | 1  | 1  |      |    |    |      |      |     |     |     |     |      |
| D2      |      |    |    |    |      |    |    |      |      |     |     |     |     |      |
| D3      |      |    |    |    | 0,74 |    |    |      |      |     |     |     |     |      |
| D4      |      |    |    |    |      |    |    | 0,36 |      |     | 1   |     | 1   |      |
| D5      |      |    |    |    |      |    |    |      |      | 1   |     |     |     |      |
| D6      |      |    |    |    |      |    |    |      |      |     |     |     |     |      |
| D7      |      |    |    |    |      |    |    |      |      |     |     |     |     |      |
| D8      |      |    |    |    |      |    |    |      |      |     |     |     |     |      |
| D9      |      |    |    |    |      |    |    |      |      |     |     |     |     |      |
| D10     | 0,35 |    |    |    | 0,26 |    |    | 0,19 | 0,18 |     |     |     |     | 0,02 |
| D11     | 0,60 |    |    |    |      |    |    | 0,43 | 0,43 |     |     |     |     | 0,21 |
| D12     |      |    |    |    |      |    |    |      |      |     |     |     |     |      |
| D13     | 0,05 |    |    |    |      |    |    | 0,03 | 0,39 |     |     |     |     | 0,77 |
| D14     |      |    |    |    |      |    |    |      |      |     |     |     |     |      |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Na podstawie powyższej tabeli możemy znaleźć optymalne technologie dla analizowanych drużyn i tak optymalne technologie kształtują się następująco:

- Dla Jastrzębskiego Węgla (D1):  $35\% \cdot D10 + 60\% \cdot D11 + 5\% \cdot D13$
- Dla PGE Skry Bełchatów (D2):  $100\% \cdot D2$
- Dla LOTOSU Trefla Gdańsk (D3):  $100\% \cdot D1$
- Dla Cuprum Lubin (D4):  $100\% \cdot D1$
- Dla Asseco Resovii Rzeszów (D5):  $74\% \cdot D3 + 26\% \cdot D10$
- Dla AZS Politechniki Warszawskiej (D6):  $100\% \cdot D6$
- Dla Łuczniczki Bydgoszcz (D7):  $100\% \cdot D7$
- Dla Cerrad Czarni Radom (D8):  $36\% \cdot D4 + 19\% \cdot D10 + 43\% \cdot D11 + 3\% \cdot D13$
- Dla Indykpolu AZS Olsztyn (D9):  $18\% \cdot D10 + 43\% \cdot D11 + 39\% \cdot D13$
- Dla ZAKSY Kędzierzyn-Koźle (D10):  $100\% \cdot D5$
- Dla Effector Kielce (D11):  $100\% \cdot D4$
- Dla MKS Będzin (D12):  $100\% \cdot D12$
- Dla AZS Częstochowy (D13):  $100\% \cdot D4$
- Dla BBTS Bielsko-Białej (D14):  $2\% \cdot D10 + 21\% \cdot D11 + 77\% \cdot D13$

**Tabela 49.** Możliwe proporcjonalne obniżenia nakładów oraz wartości nakładów po proporcjonalnym obniżeniu  
- sezon 2014/2015

| Drużyna | Możliwe proporcjonalne obniżenia nakładów | Nakłady po proporcjonalnym obniżeniu |        |
|---------|---|--------------------------------------|--------|
|         |   | Zagrywka                             | Blok   |
| D1      | 0,00%                                     |                                      |        |
| D2      | 0,00%                                     |                                      |        |
| D3      | 6,96%                                     | 0,0558                               | 2,3385 |
| D4      | 5,05%                                     | 0,0566                               | 2,3392 |
| D5      | 0,00%                                     |                                      |        |
| D6      | 0,00%                                     |                                      |        |
| D7      | 0,00%                                     |                                      |        |
| D8      | 5,97%                                     | 0,0470                               | 2,3589 |
| D9      | 0,00%                                     |                                      |        |
| D10     | 3,21%                                     | 0,0576                               | 2,2916 |
| D11     | 6,20%                                     | 0,0513                               | 2,1759 |
| D12     | 7,39%                                     | 0,0472                               | 2,3111 |
| D13     | 0,00%                                     |                                      |        |
| D14     | 0,00%                                     |                                      |        |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Możliwe są proporcjonalne obniżenia nakładów dla 6 drużyn PlusLigi w sezonie 2014/2015, co przedstawia tabela 49. Drużynami które wykorzystując mniejsze proporcje poszczególnych nakładów i otrzymując tę samą ilość produktów są: LOTOS Trefl Gdańsk (D3) z proporcjonalnym obniżeniem nakładów o 6,96%, Cuprum Lubin (D4) – 5,05%, Cerrad Czarni Radom (D8) – 5,97%, ZAKSA Kędzierzyn-Koźle (D10) – 3,21%, Effector Kielce (D11) – 6,20% oraz MKS Banimex Będzin (D12) – 7,39%.

Największą zdolnością obniżenia nakładów charakteryzuje się MKS Banimex Będzin (podobnie jak w analizie powyżej), które po obniżeniu wynoszą 0,0472 jednostek dla zmiennej zagrywka oraz 2,3111 jednostek dla zmiennej blok.

**Tabela 50.** Możliwe proporcjonalne obniżenia nakładów oraz wartości nakładów po proporcjonalnym obniżeniu  
- sezon 2015/2016

| Drużyna | Możliwe proporcjonalne obniżenia nakładów | Nakłady po proporcjonalnym obniżeniu |        |
|---------|---|--------------------------------------|--------|
|         |   | Zagrywka                             | Blok   |
| D1      | 3,79%                                     | 0,0530                               | 2,1484 |
| D2      | 0,00%                                     |                                      |        |
| D3      | 0,00%                                     |                                      |        |
| D4      | 0,00%                                     |                                      |        |
| D5      | 4,49%                                     | 0,0574                               | 2,2188 |
| D6      | 0,00%                                     |                                      |        |
| D7      | 0,00%                                     |                                      |        |
| D8      | 7,97%                                     | 0,0511                               | 2,2551 |
| D9      | 13,66%                                    | 0,0484                               | 2,1248 |
| D10     | 0,00%                                     |                                      |        |
| D11     | 0,00%                                     |                                      |        |
| D12     | 0,00%                                     |                                      |        |
| D13     | 0,00%                                     |                                      |        |
| D14     | 4,03%                                     | 0,0432                               | 2,1141 |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Dla 5 spośród rozważanych drużyn PlusLigi możliwe są proporcjonalne obniżenia nakładów, co przedstawia tabela 50. Drużynami które wykorzystując mniejsze proporcje poszczególnych nakładów i otrzymując tą samą ilość produktów są: Jastrzębski Węgiel (D1) z proporcjonalnym obniżeniem nakładów o 3,79%, Asseco Resovia Rzeszów (D5) – 4,49%, Cerrad Czarni Radom (D8) – 7,79%, Indykpol AZS Olsztyn (D9) – 13,66% oraz BBTS Bielsko-Biała (D14) – 4,03%.

Największą zdolnością obniżenia nakładów charakteryzuje się Indykpol AZS Olsztyn, które po obniżeniu wynoszą odpowiednio 0,0484 jednostek dla zmiennej zagrywka oraz 2,1248 jednostek dla zmiennej blok.

Tabela 51. Luzy – sezon 2014/2015

| Drużyna | Zagrywka | Blok |
|---------|----------|------|
| D1      |          |      |
| D2      |          |      |
| D3      | 0        | 0    |
| D4      | 0        | 0    |
| D5      |          |      |
| D6      |          |      |
| D7      |          |      |
| D8      | 0        | 0    |
| D9      |          |      |
| D10     | 0        | 0    |
| D11     | 0        | 0    |
| D12     | 0        | 0    |
| D13     |          |      |
| D14     |          |      |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Po proporcjonalnym obniżeniu nakładów żadna z analizowanych drużyn nie może ich już dalej obniżyć.

Tabela 52. Luzy – sezon 2015/2016

| Drużyna | Zagrywka | Blok |
|---------|----------|------|
| D1      | 0        | 0    |
| D2      |          |      |
| D3      |          |      |
| D4      |          |      |
| D5      | 0,01     | 0    |
| D6      |          |      |
| D7      |          |      |
| D8      | 0        | 0    |
| D9      | 0        | 0    |
| D10     |          |      |
| D11     |          |      |
| D12     |          |      |
| D13     |          |      |
| D14     | 0        | 0    |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Po proporcjonalnym obniżeniu nakładów tylko Asseco Resovia Rzeszów (D5) może jeszcze obniżyć dotychczasowy stosunek asów do wszystkich zagrywek o 0,01 jednostki.

**Tabela 53.** Wagi - zmienne efekty skali, orientacja na nakłady, sezon 2014/2015

| Drużyna | Zagrywka | Blok |
|---------|----------|------|
| D1      | 0        | 1    |
| D2      | 0        | 1    |
| D3      | 0,25     | 0,75 |
| D4      | 0,25     | 0,75 |
| D5      | 0,06     | 0,94 |
| D6      | 0,91     | 0,09 |
| D7      | 1        | 0    |
| D8      | 0,57     | 0,43 |
| D9      | 0,63     | 0,37 |
| D10     | 0,26     | 0,74 |
| D11     | 0        | 1    |
| D12     | 0,59     | 0,41 |
| D13     | 0        | 1    |
| D14     | 0        | 1    |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

**Tabela 54.** Wagi - zmienne efekty skali, orientacja na nakłady, sezon 2015/2016

| Drużyna | Zagrywka | Blok |
|---------|----------|------|
| D1      | 0,24     | 0,76 |
| D2      | 0,01     | 0,99 |
| D3      | 0        | 1    |
| D4      | 0,5      | 0,5  |
| D5      | 0        | 1    |
| D6      | 1        | 0    |
| D7      | 1        | 0    |
| D8      | 0,46     | 0,54 |
| D9      | 0,23     | 0,77 |
| D10     | 1        | 0    |
| D11     | 0        | 1    |
| D12     | 0,26     | 0,74 |
| D13     | 0,77     | 0,23 |
| D14     | 0,21     | 0,79 |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

3.3.2 Zmienne efekty skali – orientacja na produkty

Tabela 56. Zmienne efekty skali, orientacja na produkty – sezon 2014/2015

| Drużyna | D1 | D2 | D3   | D4   | D5 | D6 | D7 | D8   | D9 | D10  | D11  | D12  | D13 | D14 |
|---------|----|----|------|------|----|----|----|------|----|------|------|------|-----|-----|
| D1      |    | 1  |      |      |    |    |    |      |    |      |      |      | 1   | 1   |
| D2      |    |    | 0,02 |      |    |    |    |      |    |      |      |      |     |     |
| D3      |    |    |      |      |    |    |    |      |    |      |      |      |     |     |
| D4      |    |    |      |      |    |    |    |      |    |      |      |      |     |     |
| D5      |    |    | 0,50 | 0,50 | 1  |    |    | 0,15 |    | 0,48 |      | 0,19 |     |     |
| D6      |    |    |      |      |    |    | 1  |      |    |      |      |      |     |     |
| D7      |    |    | 0,47 | 0,50 |    |    |    | 0,85 |    | 0,42 | 0,51 | 0,81 |     |     |
| D8      |    |    |      |      |    |    |    |      |    |      |      |      |     |     |
| D9      |    |    |      |      |    |    |    |      |    |      |      |      |     |     |
| D10     |    |    |      |      |    |    |    |      |    |      |      |      |     |     |
| D11     |    |    |      |      |    |    |    |      |    |      |      |      |     |     |
| D12     |    |    |      |      |    |    |    |      |    |      |      |      |     |     |
| D13     |    |    |      |      |    |    |    |      |    |      | 0,49 |      |     |     |
| D14     |    |    |      |      |    |    |    |      |    | 0,10 |      |      |     |     |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Na podstawie powyższej tabeli możemy zauważyć, iż optymalne technologie kształtują się następująco:

- Dla Jastrzębskiego Węgiela (D1): 100%\*D1
- Dla PGE Skry Bełchatów (D2): 100%\*D2
- Dla LOTOSU Trefla Gdańsk (D3): 2%\*D2 + 50%\*D5 + 47%\*D7
- Dla Cuprum Lubin (D4): 50%\*D5 + 50%\*D7
- Dla Asseco Resovii Rzeszów (D5): 100%\*D5
- Dla AZS Politechniki Warszawskiej (D6): 100%\*D6
- Dla Łuczniczki Bydgoszcz (D7): 100%\*D6
- Dla Cerrad Czarni Radom (D8): 15%\*D5 + 85%\*D7
- Dla Indykpolu AZS Olsztyn (D9): 100%\*D9
- Dla ZAKSY Kędzierzyn-Koźle (D10): 48%\*D5 + 42%\*D7 + 10%\*D14
- Dla Effector Kielce (D11): 51%\*D7 + 49%\*D13
- Dla MKS Będzin (D12): 19%\*D5 + 81%\*D7
- Dla AZS Częstochowy (D13): 100%\*D1
- Dla BBTS Bielsko-Białej (D14): 100%\*D1

Tabela 57. Zmienne efekty skali orientacja na produkty – sezon 2015/2016

| Drużyna | D1   | D2 | D3 | D4 | D5   | D6 | D7 | D8   | D9   | D10 | D11 | D12 | D13 | D14  |
|---------|------|----|----|----|------|----|----|------|------|-----|-----|-----|-----|------|
| D1      |      |    | 1  |    |      |    |    |      |      |     |     |     | 1   |      |
| D2      | 0,07 |    |    |    | 0,09 |    |    | 0,09 | 0,13 |     |     |     |     |      |
| D3      |      |    |    |    | 0,48 | 1  |    |      |      |     |     |     |     |      |
| D4      |      | 1  |    |    |      |    |    |      |      |     | 1   |     |     |      |
| D5      |      |    |    |    |      |    |    |      |      | 1   |     |     |     |      |
| D6      | 0,02 |    |    |    |      |    |    | 0,35 | 0,15 |     |     |     |     |      |
| D7      |      |    |    |    |      |    |    |      |      |     |     |     |     |      |
| D8      |      |    |    |    |      |    |    |      |      |     |     |     |     |      |
| D9      |      |    |    |    |      |    |    |      |      |     |     |     |     |      |
| D10     | 0,41 |    |    |    | 0,44 |    |    | 0,31 | 0,60 |     |     |     |     | 0,24 |
| D11     | 0,50 |    |    |    |      |    |    | 0,25 | 0,13 |     |     |     |     | 0,13 |
| D12     |      |    |    |    |      |    |    |      |      |     |     |     |     |      |
| D13     |      |    |    |    |      |    |    |      |      |     |     |     |     | 0,63 |
| D14     |      |    |    |    |      |    |    |      |      |     |     |     |     |      |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.



Na podstawie powyższej tabeli możemy znaleźć optymalne technologie dla analizowanych drużyn i tak optymalne technologie kształtują się następująco:

- Dla Jastrzębskiego Węgiela (D1):  $7\% \cdot D2 + 2\% \cdot D6 + 41\% \cdot D10 + 50\% \cdot D11$
- Dla PGE Skry Bełchatów (D2):  $100\% \cdot D4$
- Dla LOTOSU Trefla Gdańsk (D3):  $100\% \cdot D3$
- Dla Cuprum Lubin (D4):  $100\% \cdot D4$
- Dla Asseco Resovii Rzeszów (D5):  $9\% \cdot D2 + 48\% \cdot D3 + 44\% \cdot D10$
- Dla AZS Politechniki Warszawskiej (D6):  $100\% \cdot D3$
- Dla Łuczniczki Bydgoszcz (D7):  $100\% \cdot D7$
- Dla Cerrad Czarni Radom (D8):  $9\% \cdot D2 + 35\% \cdot D6 + 31\% \cdot D10 + 25\% \cdot D11$
- Dla Indykpolu AZS Olsztyn (D9):  $13\% \cdot D2 + 15\% \cdot D6 + 60\% \cdot D10 + 13\% \cdot D11$
- Dla ZAKSY Kędzierzyn-Koźle (D10):  $100\% \cdot D5$
- Dla Effector Kielce (D11):  $100\% \cdot D4$
- Dla MKS Będzin (D12):  $100\% \cdot D12$
- Dla AZS Częstochowy (D13):  $100\% \cdot D1$
- Dla BBTS Bielsko-Białej (D14):  $24\% \cdot D10 + 13\% \cdot D11 + 63\% \cdot D13$

**Tabela 58.** Możliwe proporcjonalne zwiększenie produktu oraz wartości produktu po proporcjonalnym zwiększeniu - sezon 2014/2015

| Drużyna | Możliwe proporcjonalne zwiększenie produktów | Produkt po proporcjonalnym zwiększeniu |              |
|---------|--|--|--------------|
|         |  | Odsetek wygranych setów                | Klasyfikacja |
| D1      | 0,00%  |  |              |
| D2      | 0,00%  |  |              |
| D3      | 11,79%                                       | 0,5403                                 | 8,9700       |
| D4      | 14,41%                                       | 0,5365                                 | 9,0000       |
| D5      | 0,00%  |  |              |
| D6      | 0,00%  |  |              |
| D7      | 0,00%  |  |              |
| D8      | 26,69%                                       | 0,5670                                 | 11,8000      |
| D9      | 0,00%  |  |              |
| D10     | 15,34%                                       | 0,5202                                 | 8,3900       |
| D11     | 28,13%                                       | 0,4502                                 | 11,5300      |
| D12     | 70,02%                                       | 0,5635                                 | 11,4800      |
| D13     | 0,00%  |  |              |
| D14     | 0,00%  |  |              |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Możliwe są proporcjonalne zwiększenia produktów dla 6 drużyn PlusLigi w sezonie 2014/2015, co przedstawia tabela 58. Drużynami, które wykorzystując tę samą ilość nakładów, mogą otrzymać większe ilości produktu są: LOTOS Trefl Gdańsk (D3) z proporcjonalnym zwiększeniem produktu o 11,79%, Cuprum Lubin (D4) – 14,41%, Cerrad Czarni Radom (D8) – 26,69%, ZAKSA Kędzierzyn-Koźle (D10) – 15,34%, Effector Kielce (D11) – 28,13% oraz MKS Będzin (D12) – 70,02%.

Największą zdolnością zwiększenia produktu charakteryzuje się MKS Będzin (D12), który jest w stanie uzyskać 0,5636 jednostek produktu odsetka wygranych setów oraz zdobyć dwunastą pozycję w końcowej klasyfikacji (gdzie 14 miejsce oznacza najlepszą drużynę).

**Tabela 59.** Możliwe proporcjonalne zwiększenie produktu oraz wartości produktu po proporcjonalnym zwiększeniu - sezon 2015/2016

| Drużyna | Możliwe proporcjonalne zwiększenie produktu | Produkt po proporcjonalnym zwiększeniu |              |
|---------|---|--|--------------|
|         |   | Odsetek wygranych setów                | Klasyfikacja |
| D1      | 11,17%                                      | 0,5789                                 | 8,9200       |
| D2      | 0,00%                                       |  |              |
| D3      | 0,00%                                       |  |              |
| D4      | 0,00%                                       |  |              |
| D5      | 11,45%                                      | 0,6878                                 | 6,7600       |
| D6      | 0,00%                                       |  |              |
| D7      | 0,00%                                       |  |              |
| D8      | 8,65%                                       | 0,5745                                 | 9,7500       |
| D9      | 60,57%                                      | 0,7130                                 | 6,5300       |
| D10     | 0,00%                                       |  |              |
| D11     | 0,00%                                       |  |              |
| D12     | 0,00%                                       |  |              |
| D13     | 0,00%                                       |  |              |
| D14     | 29,73%                                      | 0,4760                                 | 5,4500       |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Dla 5 spośród rozważanych drużyn PlusLigi możliwe są proporcjonalne zwiększenia produktów, co przedstawia tabela 59. Drużynami, które wykorzystując tę samą ilość nakładów mogą uzyskać większe ilości produktu są: Jastrzębski Węgiel (D1) z proporcjonalnym zwiększeniem produktu o 11,17%, Asseco Resovia Rzeszów (D5) – 11,45, Cerrad Czarni Radom (D8) – 8,65%, Indykpol AZS Olsztyn (D9) – 60,57% oraz BBTS Bielsko-Biała (D14) – 29,73% .

Największą zdolnością zwiększenia produktu charakteryzuje się Indykpol AZS Olsztyn (D9), który jest w stanie uzyskać 0,7130 jednostek produktu odsetka wygranych setów oraz zdobyć siódmą pozycję w końcowej klasyfikacji (gdzie 14 miejsce oznacza najlepszą drużynę).

**Tabela 60.** Luzy – sezon 2014/2015

| Drużyna | Zagrywka | Atak | Odsetek wygranych setów | Klasyfikacja |
|---------|----------|------|-------------------------|--------------|
| D1      |          |      |                         |              |
| D2      |          |      |                         |              |
| D3      | 0        | 0,13 | 0                       | 0            |
| D4      | 0        | 0,06 | 0                       | 0,99         |
| D5      |          |      |                         |              |
| D6      |          |      |                         |              |
| D7      |          |      |                         |              |
| D8      | 0        | 0,08 | 0                       | 4,17         |
| D9      |          |      |                         |              |
| D10     | 0        | 0    | 0                       | 4,78         |
| D11     | 0,01     | 0    | 0,01                    | 0            |
| D12     | 0        | 0,07 | 0                       | 9,76         |
| D13     |          |      |                         |              |
| D14     |          |      |                         |              |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Po proporcjonalnym zwiększeniu produktu możliwe jest jeszcze obniżenie niektórych nakładów oraz zwiększenie niektórych produktów. Jednak drużyna MKS Będzin (D12) może wykorzystać o 0,07 jednostek mniej nakładu atak oraz zostać sklasyfikowana o 10 pozycji wyżej (gdzie 14 miejsce oznacza najlepszą drużynę).

Tabela 61. Luzy – sezon 2015/2016

| Drużyna | Zagrywka | Atak | Odsetek wygranych setów | Klasyfikacja |
|---------|----------|------|-------------------------|--------------|
| D1      | 0        | 0    | 0                       | 0            |
| D2      |          |      |                         |              |
| D3      |          |      |                         |              |
| D4      |          |      |                         |              |
| D5      | 0,01     | 0    | 0                       | 0            |
| D6      |          |      |                         |              |
| D7      |          |      |                         |              |
| D8      | 0        | 0    | 0                       | 0            |
| D9      | 0        | 0    | 0                       | 0            |
| D10     |          |      |                         |              |
| D11     |          |      |                         |              |
| D12     |          |      |                         |              |
| D13     |          |      |                         |              |
| D14     | 0        | 0    | 0                       | 4,19         |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Drużyna Cerrad Czarni Radom (D8), która wyróżniała się najmniejszą szansą na zwiększenie produktu nie jest w stanie już zmniejszyć ilości żadnego z nakładów. Podobnie jest w przypadku drużyny Indykpol AZS Olsztyn (D9).

Tabela 62. Wagi - zmienne efekty skali, orientacja na produkty, sezon 2014/2015

| Drużyna | Zagrywka | Blok |
|---------|----------|------|
| D1      | 0        | 1    |
| D2      | 0,42     | 0,58 |
| D3      | 1        | 0    |
| D4      | 1        | 0    |
| D5      | 0        | 1    |
| D6      | 0,99     | 0,01 |
| D7      | 1        | 0    |
| D8      | 1        | 0    |
| D9      | 0,63     | 0,37 |
| D10     | 0,26     | 0,74 |
| D11     | 0        | 1    |
| D12     | 1        | 0    |
| D13     | 0,06     | 0,94 |
| D14     | 0        | 1    |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

**Tabela 63.** Wagi - zmienne efekty skali, orientacja na produkty, sezon 2015/2016

| Drużyna | Zagrywka | Blok |
|---------|----------|------|
| D1      | 0,6      | 0,4  |
| D2      | 0        | 1    |
| D3      | 0        | 1    |
| D4      | 0,5      | 0,5  |
| D5      | 0        | 1    |
| D6      | 1        | 0    |
| D7      | 1        | 0    |
| D8      | 0,58     | 0,42 |
| D9      | 0,58     | 0,42 |
| D10     | 0,21     | 0,79 |
| D11     | 0        | 1    |
| D12     | 0,26     | 0,74 |
| D13     | 0,77     | 0,23 |
| D14     | 0,21     | 0,79 |
| średnia | 0,6      | 0,4  |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

3.3.3 Stałe efekty skali – orientacja na nakłady

Tabela 64. Stałe efekty skali, orientacja na nakłady – sezon 2014/2015

| Drużyna | D1   | D2 | D3   | D4   | D5 | D6 | D7 | D8   | D9   | D10  | D11  | D12  | D13  | D14  |
|---------|------|----|------|------|----|----|----|------|------|------|------|------|------|------|
| D1      |      | 1  |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |
| D2      | 0,29 |    |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |
| D3      |      |    |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |
| D4      |      |    |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |
| D5      |      |    | 0,39 | 0,40 |    |    |    | 0,08 | 0,08 | 0,44 |      | 0,09 |      | 0,21 |
| D6      |      |    |      |      | 1  |    |    |      |      |      |      |      |      |      |
| D7      | 0,57 |    | 0,53 | 0,49 |    |    |    | 0,72 | 0,55 | 0,39 | 0,69 | 0,51 | 0,77 | 0,32 |
| D8      |      |    |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |
| D9      |      |    |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |
| D10     |      |    |      |      |    |    | 1  |      |      |      |      |      |      |      |
| D11     |      |    |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |
| D12     |      |    |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |
| D13     |      |    |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |
| D14     |      |    |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Tabela 65. Stałe efekty skali, orientacja na nakłady– sezon 2015/2016

| Drużyna | D1   | D2 | D3   | D4   | D5   | D6   | D7 | D8   | D9   | D10 | D11 | D12  | D13  | D14  |
|---------|------|----|------|------|------|------|----|------|------|-----|-----|------|------|------|
| D1      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |     |     |      |      |      |
| D2      | 0,03 |    | 0,50 |      | 0,44 |      |    |      |      |     |     | 0,14 |      |      |
| D3      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |     |     |      |      |      |
| D4      |      | 1  |      |      |      |      |    |      |      |     |     |      |      |      |
| D5      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |     |     |      |      |      |
| D6      |      |    |      |      |      |      | 1  |      |      |     |     |      |      |      |
| D7      |      |    |      | 0,54 |      | 0,76 |    | 0,21 | 0,03 |     |     |      | 0,39 | 0,01 |
| D8      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |     | 1   |      |      |      |
| D9      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |     |     |      |      |      |
| D10     | 0,39 |    | 0,10 | 0,41 | 0,36 | 0,03 |    | 0,34 | 0,42 | 1   |     | 0,21 | 0,22 | 0,43 |
| D11     | 0,49 |    | 0,27 | 0,03 |      | 0,32 |    | 0,43 | 0,20 |     |     | 0,07 | 0,02 |      |
| D12     |      |    |      |      |      |      |    |      |      |     |     |      |      |      |
| D13     |      |    |      |      |      |      |    |      |      |     |     |      |      |      |
| D14     |      |    |      |      |      |      |    |      |      |     |     |      |      |      |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

**Tabela 66.** Wagi - stałe efekty skali, orientacja na nakłady, sezon 2014/2015

| Drużyna | Zagrywka | Blok |
|---------|----------|------|
| D1      | 0        | 1    |
| D2      | 0        | 1    |
| D3      | 0,6      | 0,4  |
| D4      | 0,6      | 0,4  |
| D5      | 0        | 1    |
| D6      | 1        | 0    |
| D7      | 1        | 0    |
| D8      | 0,55     | 0,45 |
| D9      | 0,56     | 0,44 |
| D10     | 0,61     | 0,39 |
| D11     | 0        | 1    |
| D12     | 0,56     | 0,44 |
| D13     | 0        | 1    |
| D14     | 0,59     | 0,41 |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

**Tabela 67.** Wagi - stałe efekty skali, orientacja na nakłady, sezon 2015/2016

| Drużyna | Zagrywka | Blok |
|---------|----------|------|
| D1      | 0,32     | 0,68 |
| D2      | 0        | 1    |
| D3      | 0,35     | 0,65 |
| D4      | 0,57     | 0,43 |
| D5      | 0        | 1    |
| D6      | 0,58     | 0,42 |
| D7      | 1        | 0    |
| D8      | 0,61     | 0,39 |
| D9      | 0,62     | 0,38 |
| D10     | 0,21     | 0,79 |
| D11     | 0        | 1    |
| D12     | 0,32     | 0,68 |
| D13     | 0,57     | 0,43 |
| D14     | 1        | 0    |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

3.3.4 Stałe efekty skali – orientacja na produkty

Tabela 68. Stałe efekty skali, orientacja na produkty – sezon 2014/2015

| Drużyna | D1   | D2 | D3   | D4   | D5 | D6 | D7 | D8   | D9   | D10  | D11  | D12  | D13  | D14  |
|---------|------|----|------|------|----|----|----|------|------|------|------|------|------|------|
| D1      |      | 1  |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |
| D2      | 0,32 |    |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |
| D3      |      |    |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |
| D4      |      |    |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |
| D5      |      |    | 0,44 | 0,46 |    |    |    | 0,11 | 0,12 | 0,52 |      | 0,15 |      | 0,36 |
| D6      |      |    |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |
| D7      | 0,62 |    | 0,61 | 0,56 | 1  |    |    | 0,92 | 0,84 | 0,47 | 0,94 | 0,88 | 0,89 | 0,53 |
| D8      |      |    |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |
| D9      |      |    |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |
| D10     |      |    |      |      |    |    | 1  |      |      |      |      |      |      |      |
| D11     |      |    |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |
| D12     |      |    |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |
| D13     |      |    |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |
| D14     |      |    |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Tabela 69. Stałe efekty skali orientacja na produkty– sezon 2015/2016

| Drużyna | D1   | D2 | D3   | D4   | D5   | D6   | D7 | D8   | D9   | D10 | D11 | D12  | D13  | D14  |
|---------|------|----|------|------|------|------|----|------|------|-----|-----|------|------|------|
| D1      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |     |     |      |      |      |
| D2      | 0,03 |    | 0,51 |      | 0,50 |      |    |      |      |     |     | 0,26 |      |      |
| D3      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |     |     |      |      |      |
| D4      |      | 1  |      |      |      |      |    |      |      |     |     |      |      |      |
| D5      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |     |     |      |      |      |
| D6      |      |    |      |      |      |      | 1  |      |      |     |     |      |      |      |
| D7      |      |    |      | 0,54 |      | 0,77 |    | 0,22 | 0,05 |     |     |      | 0,53 | 0,03 |
| D8      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |     | 1   |      |      |      |
| D9      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |     |     |      |      |      |
| D10     | 0,43 |    | 0,10 | 0,41 | 0,41 | 0,03 |    | 0,37 | 0,68 | 1   |     | 0,41 | 0,30 | 0,83 |
| D11     | 0,55 |    | 0,28 | 0,02 |      | 0,33 |    | 0,47 | 0,33 |     |     | 0,13 | 0,02 |      |
| D12     |      |    |      |      |      |      |    |      |      |     |     |      |      |      |
| D13     |      |    |      |      |      |      |    |      |      |     |     |      |      |      |
| D14     |      |    |      |      |      |      |    |      |      |     |     |      |      |      |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

**Tabela 70.** Wagi - stałe efekty skali, orientacja na produkty, sezon 2014/2015

| Drużyna | Zagrywka | Blok |
|---------|----------|------|
| D1      | 0        | 1    |
| D2      | 0        | 1    |
| D3      | 0,6      | 0,4  |
| D4      | 0,6      | 0,4  |
| D5      | 0        | 1    |
| D6      | 1        | 0    |
| D7      | 1        | 0    |
| D8      | 0,55     | 0,45 |
| D9      | 0,56     | 0,44 |
| D10     | 0,61     | 0,39 |
| D11     | 0        | 1    |
| D12     | 0,56     | 0,44 |
| D13     | 0        | 1    |
| D14     | 0,59     | 0,41 |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

**Tabela 71.** Wagi - stałe efekty skali, orientacja na produkty, sezon 2015/2016

| Drużyna | Zagrywka | Blok |
|---------|----------|------|
| D1      | 0,32     | 0,68 |
| D2      | 0        | 1    |
| D3      | 0,35     | 0,65 |
| D4      | 0,57     | 0,43 |
| D5      | 0        | 1    |
| D6      | 0,58     | 0,42 |
| D7      | 1        | 0    |
| D8      | 0,61     | 0,39 |
| D9      | 0,62     | 0,38 |
| D10     | 0,21     | 0,79 |
| D11     | 0        | 1    |
| D12     | 0,32     | 0,68 |
| D13     | 0,57     | 0,43 |
| D14     | 1        | 0    |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.



3.3.5 Indeks Malmquista

Indeks Malmquista  $M^{14/15, 15/16}$  możemy rozbić na dwa czynniki:

$$M^{14/15, 15/16} = \text{eff} * \text{tech}$$

gdzie:

eff – określa zmiany w efektywności między sezonem 2014/2015 oraz sezonem 2015/2016

tech – mierzy postęp technologiczny

Indeks Malmquista można interpretować następująco:

- $M^{14/15, 15/16} > 1$  – efektywność techniczna drużyny uległa poprawie w sezonie 2015/2016 w odniesieniu do sezonu 2014/2015
- $M^{14/15, 15/16} < 1$  – efektywność uległa pogorszeniu w sezonie 2015/2016 w odniesieniu do sezonu 2014/2015

Tabela 55. Wartość indeksu Malmquista zorientowanego na nakłady

| Drużyna                                   | Wartość indeksu Malmquista | Zmiany w efektywności między sezonem 14/15 i 15/16 | Postęp technologiczny |
|---|----------------------------|--|-----------------------|
| Jastrzębski Węgiel                        | 0,989926                   | 0,962004   | 1,029025              |
| PGE Skra Bełchatów                        | #ARG!                      | #ARG!  | #ARG!                 |
| LOTOS Trefl Gdańsk                        | 0,940638                   | 1,090499   | 0,862576              |
| Cuprum Lubin                              | 0,972498                   | 1,071406   | 0,907684              |
| Asseco Resovia Rzeszów                    | #ARG!                      | #ARG!  | #ARG!                 |
| AZS Politechnika Warszawska               | #ARG!                      | #ARG!  | #ARG!                 |
| Transfer Bydgoszcz / Łuczniczka Bydgoszcz | #ARG!                      | #ARG!  | #ARG!                 |
| Cerrad Czarni Radom                       | 0,956695                   | 0,97873  | 0,977486              |
| Indykpol AZS Olsztyn                      | 0,929535                   | 0,857313   | 1,084243              |
| ZAKSA Kędzierzyn-Koźle                    | #ARG!                      | #ARG!  | #ARG!                 |
| Effector Kielce                           | #ARG!                      | #ARG!  | #ARG!                 |
| MKS Banimex Będzin / MKS Będzin           | 0,930349                   | 1,101393   | 0,844702              |
| AZS Częstochowa                           | 0,922234                   | 1,030006   | 0,895368              |
| BBTS Bielsko-Biała                        | 0,921471                   | 0,930483   | 0,990315              |

Źródło: Obliczenia własne wykonany w programie EMS na podstawie danych z strony <http://www.plusliga.pl>.

Wniosek do tabeli 55: żadna z analizowanych drużyn PlusLigii nie poprawiła swojej efektywności technicznej. Dla PGE Skra Bełchatów, Asseco Resovia Rzeszów, AZS Politechniki Warszawskiej, Transfer Bydgoszcz/Łuczniczka Bydgoszcz, ZAKSA Kędzierzyn-Koźle oraz Effector Kielce ze względu na wartości „big” dla efektywności technicznych w roku 2014 oraz 2015 niemożliwe było wyznaczenie indeksu Malmquista.

Dwie analizowane w niniejszym projekcie drużyny (Cerrad Czarni Radom, BBTS Bielsko-Biała) wykazują spadek zarówno w efektywności jak i w postępie technologicznym. Wzrostem efektywności między sezonem 2014/2015 a 2015/2016 oraz spadkiem w postępie technologicznym charakteryzują się cztery następujące drużyny PlusLigi: LOTOS Trefl Gdańsk, Cuprum Lubin, MKS Banimex Będzin / MKS Będzin oraz AZS Częstochowa. Pozostałe 2 drużyn najwyższej rangi polskiej ligi siatkówki cechują się spadkiem efektywności, ale wzrostem postępu technologicznego.