

# OCENA ODPORNOŚCI PLANU OBSADY ZAJĘĆ DYDAKTYCZNYCH NA ZMIANĘ LICZBY GRUP ZAJĘCIOWYCH

*Eryk Szwarc*<sup>1</sup>

## Streszczenie

Planowanie obsady zajęć dydaktycznych sprowadza się do takiego przydziału nauczycieli do prowadzonych przez nich grup zajęciowych, który oprócz warunku kompetencji spełnia szereg ograniczeń np. wymiaru pracy dydaktycznej nauczyciela, zapewnienia minimum kadrowego itp. Tak sporządzony plan obsady narażony jest na zakłócenia powodowane np. absencją pracowników i/lub uruchamianiem nieprzewidzianych wcześniej kierunków/specjalności/kursów. Zagadnienia związane z tą problematyką, związane w szczególności z oceną odporności dopuszczalnych wariantów planowanej obsady na wymienione rodzaje zakłóceń, nie są podejmowane w dostępnej literaturze przedmiotu. W tym kontekście, celem niniejszej pracy jest opracowanie miary oceny odporności planu obsady zajęć dydaktycznych dedykowanej do danego, arbitralnie wybranego typu zakłócenia oraz przedstawienie sposobu planowania obsady odpornej na dany rodzaj zakłóceń obsady zajęć. Programowa implementacja proponowanych metod winna umożliwić ocenę odporności poszczególnych wariantów obsady na wybrane rodzaje zakłóceń procesu dydaktycznego oraz wyznaczanie planów obsady gwarantujących zadany poziom odporności na zakłócenia. Załączone przykłady ilustrują możliwości praktycznego zastosowania zaproponowanego rozwiązania.

**Słowa kluczowe:** obsada zajęć, zakłócenie, zmiana liczby grup, odporność.

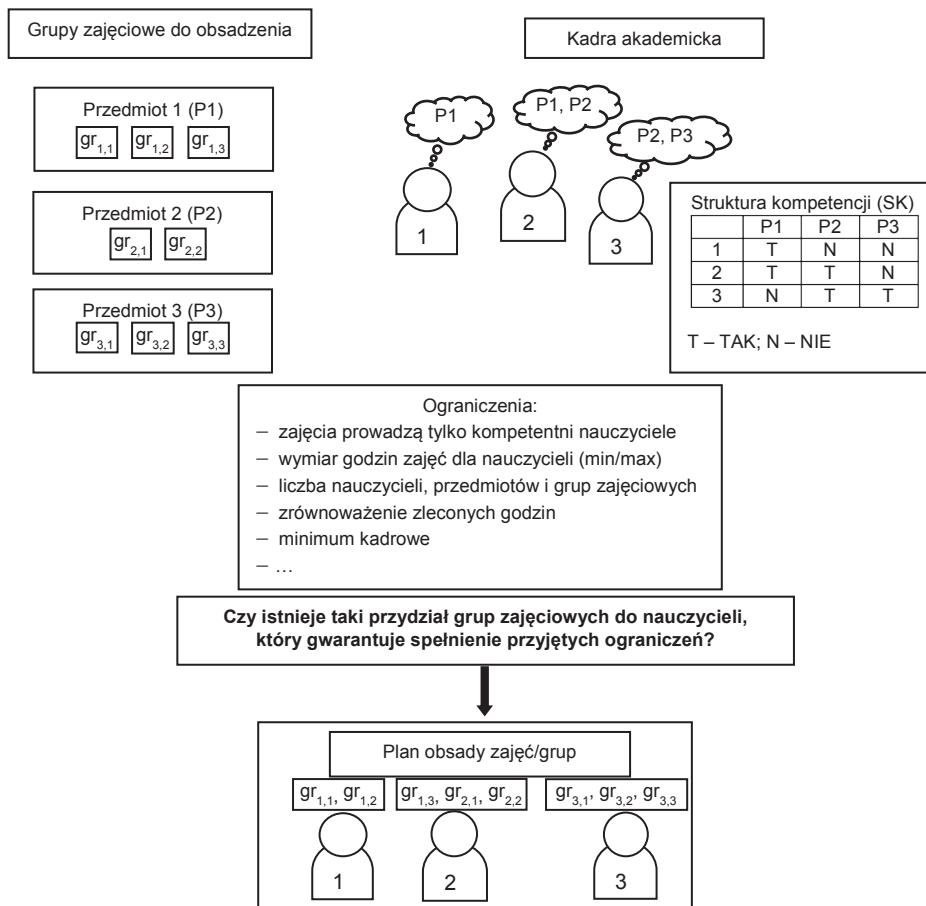
## 1. Wprowadzenie

Planowanie obsady zajęć dydaktycznych sprowadza się do corocznego, poprzedzającego rozpoczęcie roku akademickiego, poszukiwania odpowiedzi na pytanie: czy kompetencje dostępnej kadry akademickiej pozwalają na obsługę zadanej liczby grup zajęciowych zobowiązanych do odbycia zajęć w ramach obowiązujących kursów/przedmiotów, przy spełnieniu ograniczeń obejmujących limity wy-

---

<sup>1</sup> Politechnika Koszalińska, Wydział Elektroniki i Informatyki / Koszalin University of Technology, Faculty of Electronics and Computer Science.

miaru godzin dydaktycznych nauczycieli i studentów? Innymi słowy, poszukiwana jest relacja przyporządkowująca poszczególnym nauczycielom grupy zajęciowe przedmiotów i/lub tematów przedmiotów, które powinni prowadzić, aby spełnione były zadane ograniczenia (Qu i in., 2014, Schniederjans & Kim, 1987). Graficzną interpretację problemu przedstawia rys. 1, w którym szczególną rolę odgrywa tzw. Struktura Kompetencji (SK), czyli macierz określająca kompetencje pracownika niezbędne do prowadzenia danego przedmiotu.



**Rys. 1.** Planowanie obsady zajęć dydaktycznych

*Źródło:* Opracowanie własne

Powyższe zagadnienie sprowadza się do **analizy SK**. Jeśli w jej wyniku SK nie gwarantuje obsady zajęć, to należy rozważyć tzw. **syntezę SK**, która sprowadza się do:

- poszukiwania SK gwarantujących stosowną obsadę – tzn. poszukiwania rozwiązania problemu decyzyjnego, wiążącego się np. z pytaniami typu:
  1. *Czy istnieje, a jeśli tak, to jaką ma postać SK, która gwarantuje obsadę przedmiotów przy spełnieniu przyjętych ograniczeń?*
  2. *Czy zmieniając co najwyżej  $N$  kompetencji w SK, istnieje taka SK', która gwarantuje obsadę przedmiotów przy spełnieniu przyjętych ograniczeń?*
- poszukiwania SK gwarantujących obsadę przy jak najmniejszej liczbie zmian SK – tzn. poszukiwania rozwiązania problemu optymalizacyjnego, wiążącego się np. z pytaniem typu:
  3. *Jaka jest najmniejsza liczba zmian w SK, która gwarantuje obsadę przedmiotów przy spełnieniu przyjętych ograniczeń?*

O ile problem analizy spotykany jest w literaturze przedmiotu (Qu X i in., 2014, Minhaz F.Z. 2007, Domenech & Lusa, 2016, Hsu & Chao 2009, Breslaw, 1976), tak bardzo sporadycznie i/lub w niejawnym sposobie spotkać można opracowania podejmujące problemy syntezy struktur kompetencji zapewniających merytorycznie uzasadnioną obsadę zajęć. Prace (Szwarc & Bach-Dąbrowska, 2017, Szwarc & Bocewicz 2017, Szwarc et al., 2017, Szwarc & Bach-Dąbrowska 2018) dotyczą zarówno analizy, jak i syntezy tego typu struktur. Ponadto zauważa się brak opracowań podejmujących zagadnienia odporności struktury kompetencji i/lub planowanej obsady na różnego rodzaju zakłócenia wymuszające korektę realizowanego planu obsady.

W tym kontekście celem niniejszej pracy jest przedstawienie:

- miary oceny odporności planu obsady zajęć dydaktycznych dedykowanej do danego, arbitralnie wybranego rodzaju zakłócenia;
- sposobu planowania odpornej na dany rodzaj zakłóceń obsady zajęć.

Kontynuację przedstawianych rozważań stanowi kolejny rozdział przybliżający spotykane w praktyce zakłócenia. Przykład ilustrujący problem dostosowania/adaptacji istniejącego planu obsady do sytuacji po zaistnieniu zakłócenia oraz problem planowania obsady odpornej na zakłócenia przedstawia rozdział 3. Wnioski i kierunek dalszych prac przedstawione zostały w podsumowaniu.

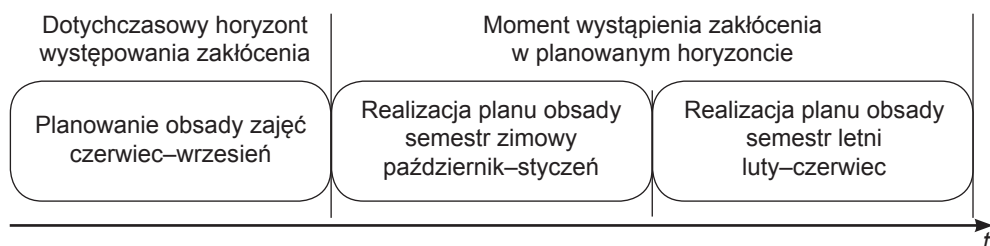
## 2. Zakłócenia

Plan obsady zajęć dydaktycznych narażony jest na określony zbiór zakłóceń wymuszających stosowne korekty planu. W praktyce do najczęściej spotykanych zakłóceń należą:

- absencje pracownika – zazwyczaj mające charakter nagły, niespodziewany (np. choroba, śmierć), niejednokrotnie mogą być przewidywane (np. urlop zdrowotny, macierzyński). Oznacza to, że tego rodzaju zakłócenia mogą mieć miejsce

- przed rozpoczęciem realizacji planu obsady, a także w trakcie realizacji planu obsady;
- zmiany liczby grup – następujące w dwóch momentach czasowych: przed rozpoczęciem semestru zimowego (np. wynik lepszej/gorszej rekrutacji) i przed rozpoczęciem semestru letniego (np. wynik „odsiewu” studentów po semestrze zimowym, wynik „zimowej” rekrutacji i/lub uruchomienia nowych kierunków/specjalności);
  - zmiany legislacyjne – skutkujące zmianą wymiaru godzin pracy nauczyciela, minimów kadrowych itp.;
  - itd.

W pracy (Szwarc i in., 2017) podjęto rozważania dotyczące pierwszego z wyżej wymienionych rodzajów zakłóceń, tzn. absencji dowolnej liczby pracowników. Z kolei w pracy (Szwarc & Bach-Dąbrowska, 2018) przyjęto zakłócenie zmiany liczby grup zajęciowych. W obydwu publikacjach, przedstawiono miary odporności struktury kompetencji na występowanie określonego rodzaju zakłócenia. Wprowadzone tam miary służą sprawdzeniu, w jakim stopniu dana struktura kompetencji gwarantuje obsadę zajęć w przypadku absencji określonej liczby pracowników lub zmiany liczby grup. W obydwu pracach przyjęto, że zakłócenie **występuje przed rozpoczęciem realizacji planu obsady** (rys. 2). Czyli nie uwzględniono występowania zakłóceń w różnych momentach planowanego i realizowanego horyzontu obsady zajęć.



**Rys. 2.** Czas wystąpienia zakłócenia

*Źródło:* opracowanie własne

Oznacza to, że każda taka korekta może powodować:

- wyższe koszty kształcenia (np. zmiana prowadzących z wyższą stawką);
- konieczność szybkiego przygotowania się do zajęć osób, które nie były delegowane do ich prowadzenia;
- w szczególnym przypadku, brak takiej modyfikacji, która zagwarantuje obsadę spełniającą zadane ograniczenia;
- itp.

Poszukuje się takich planów obsady, które w sytuacji zaistnienia zakłócenia nie wymagają korekty. Inaczej mówiąc, poszukuje się wariantów obsad zajęć przewidujących skutki zakłóceń. W tym kontekście przez odporną obsadę zajęć rozumie się taki przydział grup zajęciowych do nauczycieli, który w sytuacji zaistnienia określonego zakłócenia gwarantuje spełnienie oczekiwanych wymagań (takich jak: wymiar godzin zajęć, minimum kadrowe itp.). Związane z tym kwestie ilustrujące sposoby poszukiwania odpornych obsad zajęć dydaktycznych przedstawia poniższy podrozdział.

### 3. Przykład ilustracyjny planowania obsady zajęć odpornej na zakłócenie

Dany jest zbiór przedmiotów  $\{P_1, P_2\}$ . Każdy z nich realizowany jest w określonej liczbie grup studenckich  $\square_1 = 4$ ,  $\square_2 = 5$ , przedmioty podzielone są na tematy  $o_{i,j}$ , realizowane w określonym wymiarze godzin  $l_{i,j}$  (patrz tabela 1), gdzie:  $o_{i,j}$  – oznacza temat określonego przedmiotu,  $l_{i,j}$  – oznacza liczbę godzin przypadającą na jedną grupę  $\square_i$  danego tematu  $o_{i,j}$ . Przedmiot  $P_1$  realizowany jest w semestrze zimowym, natomiast  $P_2$  w semestrze letnim.

**Tabela 1.** Struktura przedmiotów  $P_1, P_2$

| Przedmiot \ Atrybuty              | $P_1$     |           |           | $P_2$     |           |           |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| liczba grup ( $\square_i$ )       | 4         |           |           | 5         |           |           |
| temat ( $o_{i,j}$ )               | $o_{1,1}$ | $o_{1,2}$ | $o_{1,3}$ | $o_{2,1}$ | $o_{2,2}$ | $o_{2,3}$ |
| liczba godz. tematu ( $l_{i,j}$ ) | 15        | 10        | 5         | 7         | 8         | 15        |
| łącznie liczba godz.              | 60        | 40        | 20        | 35        | 40        | 75        |

Źródło: opracowanie własne

Do realizacji zajęć przewidziany jest zespół czterech nauczycieli, którego strukturę kompetencji przedstawia tabela 2. Wartość „1” oznacza, że dany nauczyciel posiada kompetencje w danym temacie, z kolei wartość „0” oznacza jej brak. W ogólności, przez strukturę kompetencji rozumie się relację przyporządkowującą każdemu nauczycielowi tematy przedmiotów, które może prowadzić.

Przyjmuje się następujące ograniczenia:

- grupy zajęciowe (tematy przedmiotów) są prowadzone przez nauczycieli o odpowiednich kompetencjach;
- wymagany godzinowy wymiar przydziału zajęć dla wszystkich nauczycieli, w całym roku akademickim (tzw. obciążenie roczne) wynosi: min = 50 godzin; max = 80 godzin (minimum określa pensum dydaktyczne nauczyciela), suma

liczby godzin do zrealizowania powinna być w zakresie przyjętego dla danego nauczyciela godzinowego wymiaru przydziału zajęć.

Pytanie: czy istnieje obsada zajęć spełniająca zadane ograniczenia? Pozytywną odpowiedź ilustruje tabela 3.

**Tabela 2.** Struktura kompetencji pracowników  $E_1, E_2, E_3, E_4$

| Przedmiot<br>Nauczyciel | $P_1$     |           |           | $P_2$     |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                         | $o_{1,1}$ | $o_{1,2}$ | $o_{1,3}$ | $o_{2,1}$ | $o_{2,2}$ | $o_{2,3}$ |
| $E_1$                   | 1         | 1         | 1         | 0         | 0         | 0         |
| $E_2$                   | 0         | 0         | 0         | 1         | 1         | 1         |
| $E_3$                   | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 1         |
| $E_4$                   | 1         | 0         | 1         | 1         | 0         | 0         |

Źródło: opracowanie własne

**Tabela 3.** Obsada zajęć – liczba godzin przypisanych do pracownika

| Przedmiot<br>Nauczyciel | $P_1$     |           |           | $P_2$     |           |           | Roczna<br>suma godzin |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|
|                         | $o_{1,1}$ | $o_{1,2}$ | $o_{1,3}$ | $o_{2,1}$ | $o_{2,2}$ | $o_{2,3}$ |                       |
| $E_1$                   | 15 (1)    | 40 (4)    | 20 (4)    | 0         | 0         | 0         | 75                    |
| $E_2$                   | 0         | 0         | 0         | 14 (2)    | 40 (5)    | 15 (1)    | 69                    |
| $E_3$                   | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 60 (4)    | 60                    |
| $E_4$                   | 45 (3)    | 0         | 0         | 21 (3)    | 0         | 0         | 66                    |

W nawiasach podano liczbę grup przydzielonych pracownikowi z danego tematu.

Źródło: opracowanie własne

Pozytywna odpowiedź na postawione powyżej pytanie pozwala rozważyć kolejne, związane z odpornością otrzymanej obsady zajęć na określone zakłócenie, np. czy powyższa obsada zajęć jest odporna na zakłócenie polegające na zmianie liczby grup? Odpowiedź na to pytanie przedstawia poniższy przykład.

### Przykład 1 (ocena odporności planu obsady zajęć)

Przyjmuje się zakłócenie polegające na zmianie liczby grup zajęciowych przedmiotu  $P_2$  prowadzonego w semestrze letnim (zmniejszenie liczby grup z 5 do 4). Co oznacza, że plan realizacji przedmiotu z semestru zimowego ( $P_1$ ) należy uznać

za zrealizowany. Pytanie jest następujące: czy mimo zmiany liczby grup, przyjęta obsada nadal gwarantuje realizację zajęć dydaktycznych i zapewnia wymagany wymiar prowadzonych zajęć?

Z obsady przedstawionej w tabeli 3 wynika, że zmniejszenie liczby grup przedmiotu  $P_2$ , dotyczy pracowników:

- $E_2$  lub  $E_4$  w temacie  $o_{2,1}$ ,
- $E_2$  lub  $E_3$  w temacie  $o_{2,3}$ ,
- $E_2$  w temacie  $o_{2,2}$ ,

i należy sprawdzić wszystkie możliwe warianty, które zebrano w tabelach 4 a)–d).

**Tabela 4.** Warianty obsady zajęć w momencie zaistnienia zakłócenia

a)

| Przedmiot<br>Nauczyciel | $P_1$     |           |           | $P_2$     |           |           | Roczna<br>suma godzin |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|
|                         | $o_{1,1}$ | $o_{1,2}$ | $o_{1,3}$ | $o_{2,1}$ | $o_{2,2}$ | $o_{2,3}$ |                       |
| $E_1$                   | 15 (1)    | 40 (4)    | 20 (4)    | 0         | 0         | 0         | 75                    |
| $E_2$                   | 0         | 0         | 0         | 14 (2)    | 32 (4)    | 0         | 46                    |
| $E_3$                   | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 60 (4)    | 60                    |
| $E_4$                   | 45 (3)    | 0         | 0         | 14 (2)    | 0         | 0         | 59                    |

b)

| Przedmiot<br>Nauczyciel | $P_1$     |           |           | $P_2$     |           |           | Roczna<br>suma godzin |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|
|                         | $o_{1,1}$ | $o_{1,2}$ | $o_{1,3}$ | $o_{2,1}$ | $o_{2,2}$ | $o_{2,3}$ |                       |
| $E_1$                   | 15 (1)    | 40 (4)    | 20 (4)    | 0         | 0         | 0         | 75                    |
| $E_2$                   | 0         | 0         | 0         | 14 (2)    | 32 (4)    | 15 (1)    | 61                    |
| $E_3$                   | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 45 (3)    | 45                    |
| $E_4$                   | 45 (3)    | 0         | 0         | 14 (2)    | 0         | 0         | 59                    |

c)

| Przedmiot<br>Nauczyciel | $P_1$     |           |           | $P_2$     |           |           | Roczna<br>suma godzin |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|
|                         | $o_{1,1}$ | $o_{1,2}$ | $o_{1,3}$ | $o_{2,1}$ | $o_{2,2}$ | $o_{2,3}$ |                       |
| $E_1$                   | 15 (1)    | 40 (4)    | 20 (4)    | 0         | 0         | 0         | 75                    |
| $E_2$                   | 0         | 0         | 0         | 7 (1)     | 32 (4)    | 0         | 39                    |
| $E_3$                   | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 60 (4)    | 60                    |
| $E_4$                   | 45 (3)    | 0         | 0         | 21 (3)    | 0         | 0         | 66                    |

d)

| Przedmiot<br>Nauczyciel | $P_1$     |           |           | $P_2$     |           |           | Roczna<br>suma godzin |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|
|                         | $o_{1,1}$ | $o_{1,2}$ | $o_{1,3}$ | $o_{2,1}$ | $o_{2,2}$ | $o_{2,3}$ |                       |
| $E_1$                   | 15 (1)    | 40 (4)    | 20 (4)    | 0         | 0         | 0         | 75                    |
| $E_2$                   | 0         | 0         | 0         | 7 (1)     | 32 (4)    | 15 (1)    | 54                    |
| $E_3$                   | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 45 (3)    | 45                    |
| $E_4$                   | 45 (3)    | 0         | 0         | 21 (3)    | 0         | 0         | 66                    |

W nawiasach podano liczbę grup przydzielonych pracownikowi z danego tematu.

Źródło: opracowanie własne

Żaden z powyższych wariantów nie spełnia ograniczeń. W sytuacji przyjętego zakłócenia obsada nie gwarantuje spełnienia zadanych ograniczeń nałożonych na pracowników. Podsumowując przykład, rozważana obsada zajęć nie jest odporna na zakłócenie powodowane zmniejszeniem liczby grup przedmiotu  $P_2$  z 5 do 4. Powstaje pytanie: czy można, a jeśli tak, to w jakim stopniu należy zmienić obsadę, by dostosować ją do sytuacji po zaistnieniu zakłócenia? Dla wariantu a) z tabeli 4, łatwo zauważyć, że dokonując zmiany w przydziale dla tematu  $o_{2,1}$ , możliwe jest uzyskanie obsady spełniającej ograniczenia (tabela 5).

**Tabela 5.** Obsada z zakłóceniem i zmianą przydziału grup

| Przedmiot<br>Nauczyciel | $P_1$     |           |           | $P_2$         |               |               | Roczna<br>suma godzin |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|---------------|---------------|---------------|-----------------------|
|                         | $o_{1,1}$ | $o_{1,2}$ | $o_{1,3}$ | $o_{2,1}$     | $o_{2,2}$     | $o_{2,3}$     |                       |
| $E_1$                   | 15 (1)    | 40 (4)    | 20 (4)    | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>0</b>      | 75                    |
| $E_2$                   | 0         | 0         | 0         | <b>21 (3)</b> | <b>32 (4)</b> | <b>0</b>      | 53                    |
| $E_3$                   | 0         | 0         | 0         | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>60 (4)</b> | 60                    |
| $E_4$                   | 45 (3)    | 0         | 0         | <b>7 (1)</b>  | <b>0</b>      | <b>0</b>      | 52                    |

W nawiasach podano liczbę grup przydzielonych pracownikowi z danego tematu.

Źródło: opracowanie własne

Przyjmując, że:

$LMZ$  – oznacza liczbę tematów, w których można dokonać zmian w obsadzie,

$LZ$  – oznacza minimalną liczbę tematów  $o_{ij}$ , w których należy dokonać zmian przydziału, aby zapewnić realizację wymaganego wymiaru godzinowego zajęć nauczycieli,

to stopień adaptacji planu obsady zajęć można wyrazić jako:



$$ROBS = 1 - \left( \frac{LZ}{LMZ} \right) \quad (1)$$

$$ROBS \in [0,1]$$

Dla rozważanej w przykładzie obsady z tabeli 3,  $LMZ = 6$ . Z kolei z tabeli 5 wynika, że  $LZ = 1$ . Stąd:

$$ROBS = 1 - 0,16 = 0,84.$$

Reasumując, obsada zajęć z tabeli 3 wymaga zmiany w jednym temacie. Wartość  $ROBS$  należy interpretować tak, że im wyższy jest stopień adaptacji tym mniej zmian w planie obsady należy dokonać, np.:

- $ROBS = 1$  oznacza, że dana obsada zajęć nie wymaga zmian w sytuacji zaistnienia zakłócenia – obsada jest odporna na określone zakłócenie;
- $ROBS = 0,5$  oznacza, że obsada zajęć wymaga korekt w połowie planowanych tematów – obsada nie jest odporna na określone zakłócenie, ale możliwe jest jej dostosowanie do nowej sytuacji;
- $ROBS = 0$  oznacza, że obsada zajęć wymaga zmian w przydziale wszystkich tematów lub nie istnieje możliwość dostosowania obsady do zaistniałego zakłócenia (obsada nie jest odporna i nie można jej dostosować do zaistniałej sytuacji).

Istotną własnością proponowanej miary stopnia adaptacji jest to, że ta sama, ilościowa wartość  $ROBS$  może odpowiadać różnym wariantom obsady.

## Przykład 2 (poszukiwanie obsad zajęć odpornych na zakłócenie)

Przykład ten jest inspirowany przez pytanie: czy istnieje, a jeśli tak, to jaką ma postać obsada zajęć odporna na zadany rodzaj zakłóceń? Odporna tzn. taka, która w sytuacji zakłócenia nie będzie wymagała zmian. Odpowiedź na zadane pytanie ilustruje tabela 6. Z kolei wariant pokazujący jej odporność przedstawia tabela 7.

**Tabela 6.** Obsada odporna na zakłócenie zmiany liczby grup zajęciowych

| Przedmiot<br>Nauczyciel | $P_1$     |           |           | $P_2$     |           |           | Roczna<br>suma godzin |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|
|                         | $o_{1,1}$ | $o_{1,2}$ | $o_{1,3}$ | $o_{2,1}$ | $o_{2,2}$ | $o_{2,3}$ |                       |
| $E_1$                   | 15 (1)    | 40 (4)    | 0         | 0         | 0         | 0         | 55                    |
| $E_2$                   | 0         | 0         | 0         | 21 (3)    | 40 (5)    | 15 (1)    | 76                    |
| $E_3$                   | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 60 (4)    | 60                    |
| $E_4$                   | 45 (3)    | 0         | 20 (4)    | 14 (2)    | 0         | 0         | 79                    |

W nawiasach podano liczbę grup przydzielonych pracownikowi z danego tematu.

Źródło: opracowanie własne

**Tabela 7.** Wariant obsady w sytuacji zakłócenia zmniejszenia liczby grup  $P_2$ 

| Przedmiot<br>Nauczyciel | $P_1$     |           |           | $P_2$     |           |           | Roczna<br>suma godzin |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|
|                         | $o_{1,1}$ | $o_{1,2}$ | $o_{1,3}$ | $o_{2,1}$ | $o_{2,2}$ | $o_{2,3}$ |                       |
| $E_1$                   | 15 (1)    | 40 (4)    | 0         | 0         | 0         | 0         | 55                    |
| $E_2$                   | 0         | 0         | 0         | 21 (3)    | 32 (4)    | 0         | 53                    |
| $E_3$                   | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 60 (4)    | 60                    |
| $E_4$                   | 45 (3)    | 0         | 20 (4)    | 7 (1)     | 0         | 0         | 72                    |

W nawiasach podano liczbę grup przydzielonych pracownikowi z danego tematu.

*Źródło:* opracowanie własne

Podsumowując, obsada zajęć z tabeli 6 jest odporna na rozważany rodzaj zakłócenia.

Szczególnym przypadkiem jest sytuacja, gdy w momencie zaistnienia zakłócenia mimo wszystkich możliwych zmian w obsadzie nie istnieje taki jego układ, który gwarantuje realizację zajęć i zapewnia wymagany wymiar prowadzonych zajęć ( $LZ = LMZ$ ). Wydaje się oczywistym pytanie: czy przy innej strukturze kompetencji istnieje taka obsada, która nie będzie wymagała zmian? Jaka struktura zapewni obsadę, która w przypadku zaistnienia zakłócenia gwarantuje stopień adaptacji *ROBS* na zadanym poziomie? Tego rodzaju rozważania będą stanowiły jeden z kierunków dalszych badań.

#### 4. Podsumowanie

Podejście proponowane w opracowaniu umożliwi rozwiązywanie problemów, które dotąd były niedostępne w komercyjnie dostępnych systemach planowania obsady zajęć dydaktycznych. Programowa implementacja może znaleźć swoje praktyczne zastosowanie w budowie nakładek programowych zorientowanych na obsługę tych pomijanych funkcjonalności.

Rozważana odporność dotyczy tylko jednego rodzaju zakłócenia polegającego na zmianie liczby grup zajęciowych w trakcie realizowanego planu obsady. Przyszłe badania będą dotyczyły opracowania miar innego rodzaju zakłóceń oraz próby ich połączenia w jedną miarę odporności. Innym celem jest opracowanie metody szybkiej (w trybie *on-line*) oceny odporności i wariantowania alternatywnych obsad zajęć dydaktycznych. Weryfikacja proponowanego rozwiązania odbędzie się w serii eksperymentów obliczeniowych.

## Bibliografia

1. Breslaw J.A. (1976) *A linear programming solution to the faculty assignment problem*, "Socio-Economic Planning Services", 10, s. 227–230.
2. Carter M.W., Laporte G. (1998) *Recent Developments in Practical Course Timetabling*, In E. Burke and M. Carter (eds.), *Practice and Theory of Automated Timetabling II*, Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag New York, 1408, s. 3–19.
3. Domenech B., Lusa A., (2016), *A MILP model for the teacher assignment problem considering teacher's preferences*, "European Journal of Operational Research", Vol. 249, Issue 3, s. 1153–1160.
4. Hsu C.M., Chao H.M. (2009) *A Two-Stage Heuristic Based Class-Course-Faculty Assigning Model for Increasing Department-Education Performance*, Proceeding of 2009 International Conference on New Trends in Information and Service Science, Pekin, s. 256–263.
5. Minhaz F.Z. (2007) *A multi-phase approach to university course timetabling*, Praca magisterska, 2007.
6. Qu X., Wang S., Easa S., Liu Z. (2014) *Teaching load allocation in a teaching unit: Optimizing equity and quality*. Proceedings of the AAEE2014 Conference Wellington, New Zealand, s. 1275–1283.
7. Schniederjans M.J., Kim G.C. (1987) *A goal programming model to optimize departmental preference in course assignments*, "Computers & Operations Research" 14, s. 87–96.
8. Szwarz E., Bach-Dąbrowska I. (2017) *Zarządzanie kompetencjami w planowaniu procesów dydaktycznych*, [w:] *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, R. Knosala (red.), T. II, Zakopane, s. 837–849.
9. Szwarz E., Bach-Dąbrowska I. (2018) *Narzędziowo wsparte zarządzanie zmianą w procesie planowania obsady zajęć dydaktycznych*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie” 2018 (w druku).
10. Szwarz E., Bach-Dąbrowska I., Bocewicz G. (2017) *Planowanie obsady zajęć dydaktycznych w warunkach ograniczeń struktury kompetencji*, Zielona Góra (w druku).
11. Szwarz E., Bocewicz G. (2017) *Kompetencje kadry akademickiej i minima kadrowe w planowaniu obsady zajęć dydaktycznych*, „Zeszyty Naukowe. Wydział Organizacji i Zarządzania/Politechnika Łódzka”, Łódź (w recenzji).

## ROBUSTNESS ASSESSMENT OF A COURSE ASSIGNMENT PLAN ON CHANGING NUMBER OF GROUPS

### Abstract

Course assignment planning aims on teachers assignments to their occupational groups, which, in addition to the condition of competence, meet a number of constraints, such as teaching workload, minimum staffing, etc. The assignment plan is exposed to disruptions caused by for example the absence of employees and/or the starting of unforeseen courses/faculties which are not considered so far. Problems related to this issue, and in particular those related to the robustness estimation of admissible variants of the planned course assignment to these types of disruptions, are not available in the literature. In this context, the purpose of this paper is to develop a measure of the robustness estimation of a course assignment plan

dedicated to an arbitrarily selected type of disruption. Concept of robust assignment planning method to particular type of disruption is presented. The implementation of these methods should enable to estimate robustness of the planning assignment variants. Assignment plans that guarantee a given level of robustness also should be possible. Attached examples illustrate the practical applicability of the proposed approach.

**Keywords:** course/teacher assignment planning, disruption, number of group change, robustness estimation.