# 4. Testy

Zaimplementowany algorytm został przetestowany pod kątem wpływu zastosowanych parametrów oraz danych wejściowych na rozwiązanie. Testy zostały podzielone na trzy części:

* Test sprawności algorytmu
* Test mechanizmów poprawiających rozwiązania niedopuszczalne
* Test wpływu parametrów na jakość rozwiązania

Obserwacje i wnioski dotyczące testów będą opierać się na raportach generowanych przez każde wywołanie algorytmu.

## 4.1. Testy sprawności algorytmu

Testy mające na celu sprawdzenie rozwiązań dla problemów różnych rozmiarów i stopnia trudności. W przypadku problemów o mniejszej złożoności wyniki zostaną porównane z wynikami optymalnymi, gdy są one do wyznaczenia w prosty sposób.

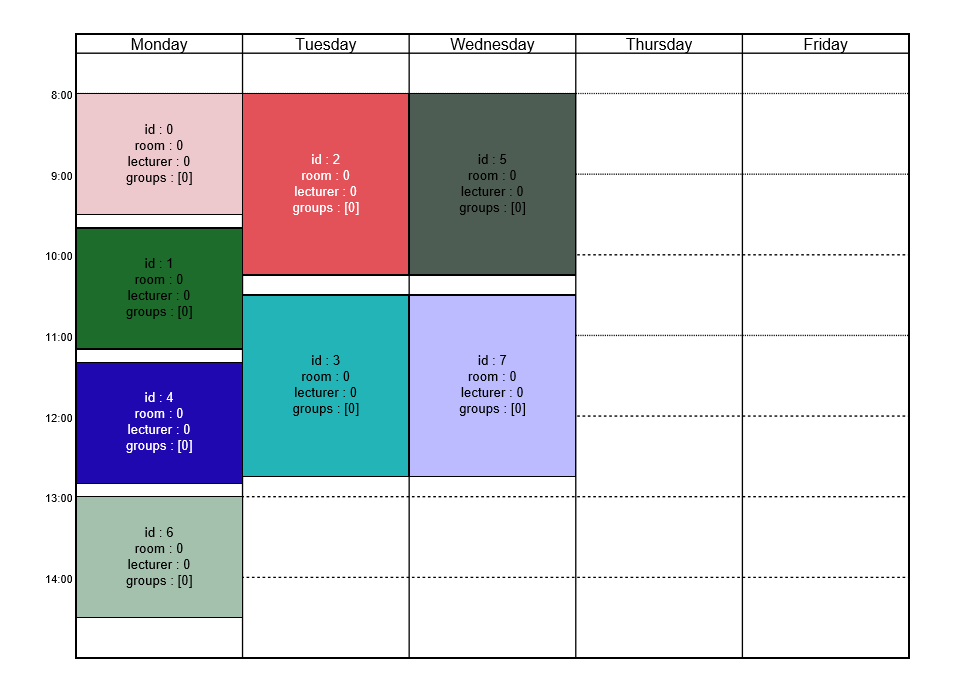
### 4.1.1 Problem prosty

Problem o rozwiązaniu łatwym do przewidzenia.

Własności danych wejściowych.

Liczba sal: 1  
Liczba prowadzących: 1  
Liczba grup: 1  
Liczba zajęć: 8

Rozwiązanie:

  
*Rys. 4.1 Rozwiązanie problemu prostego*

Właściwości rozwiązania:

Średni dzienny czas trwania zajęć: 5:00  
Średni czas rozpoczęcia zajęć: 8:00  
Średni czas zakończenia zajęć: 13:20  
Średnia liczba dni wolnych: 2  
Końcowa liczba przypisanych zajęć: 8  
Końcowa liczba zajęć bez przypisania: 0

Porównując otrzymane rozwiązanie z opisem z rozdziału ? można zauważyć, że jest ono bliskie optymalnemu – zajęcia są skupione w blokach, odbywają się w większości przed południem, jednocześnie nie są wstawiane pojedynczo, zachowując równomierność. Algorytm bardzo dobrze poradził sobie z rozwiązaniem prostego problemu.

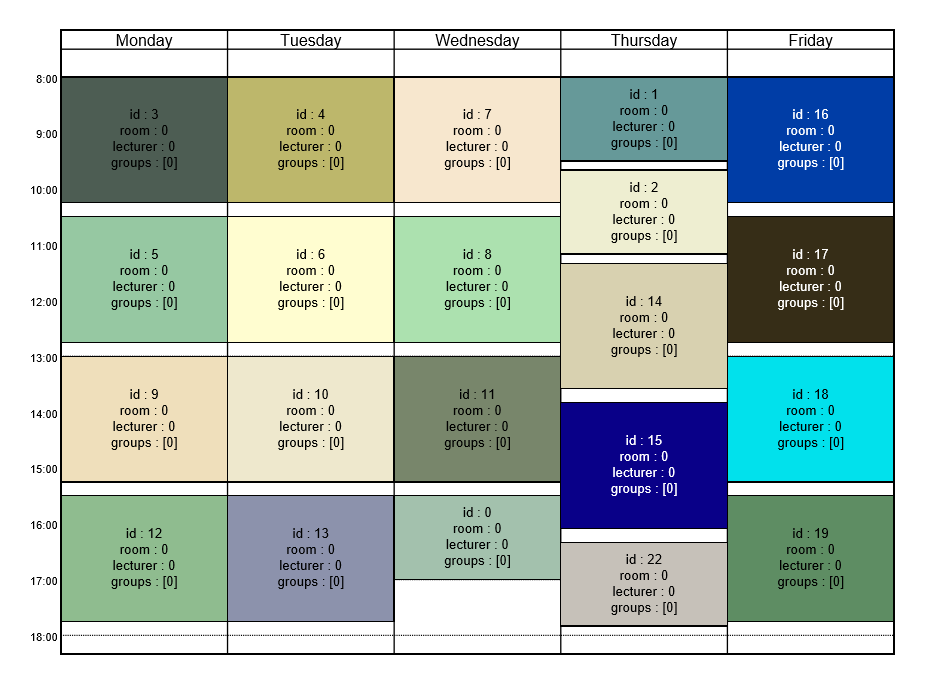
### 4.1.2 Problem prosty bez dopuszczalnego rozwiązania

Problem o rozwiązaniu łatwym do przewidzenia. Pozwala na sprawdzenie zachowania algorytmu dla problemów bez dopuszczalnego rozwiązania.

Własności danych wejściowych.

Liczba sal: 1  
Liczba prowadzących: 1  
Liczba grup: 1  
Liczba zajęć: 43

Rozwiązanie:

  
*Rys. 4.2 Rozwiązanie prostego problemu bez dopuszczalnego rozwiązania*

Właściwości rozwiązania:

Średni dzienny czas trwania zajęć: 8:51  
Średni czas rozpoczęcia zajęć: 8:00  
Średni czas zakończenia zajęć: 17:37  
Średnia liczba dni wolnych: 0  
Końcowa liczba przypisanych zajęć: 21  
Końcowa liczba zajęć bez przypisania: 22

Porównując otrzymane rozwiązanie z opisem z rozdziału ? można zauważyć, że zajęcia, które udało się przypisać są rozłożone w taki sposób, aby maksymalizować wykorzystanie dostępnych zasobów, minimalizując koszty ich rozszerzenia. Należy jednak zauważyć, że problem jest prosty, dla bardziej złożonych mogą pojawić się większe trudności, dlatego należałoby przeprowadzić więcej testów w tym kierunku.

### 4.1.3 Problem zbliżony do rzeczywistego

Problem oparty na wartościach dostępnych w Internecie[[1]](#footnote-1) oraz uzupełnione w sposób częściowo uporządkowany i częściowo losowy. Ma on za zadanie przetestować algorytm dla problemów zbliżonych do rzeczywistych oraz przygotować bazowe rozwiązanie dla kolejnych testów. Ponieważ rozwiązania kolejnych testów są zbyt duże, aby je analizować bezpośrednio, dalsze obserwacje będą opierać się na statystykach.

Własności danych wejściowych.

Liczba sal: 68  
Liczba prowadzących: 66  
Liczba grup: 92  
Liczba zajęć: 678

Właściwości rozwiązania:

Średni dzienny czas trwania zajęć: 4:21  
Średni czas rozpoczęcia zajęć: 8:46  
Średni czas zakończenia zajęć: 13:47  
Średnia liczba dni wolnych: 0  
Końcowa liczba przypisanych zajęć: 678  
Końcowa liczba zajęć bez przypisania: 0  
Wartość funkcji celu: 32.96  
Wartość składowych funkcji celu: FO: 4.96, FD 9.12, FP: 8.04, FR: 10.85

Algorytm podołał przypisaniu wszystkich zajęć. Można zauważyć, że czas trwania zajęć + średni czas zakończenia zajęć jest zbliżony do średniego czasu zakończenia, co oznacza, że zajęcia, były wstawiane równomiernie na przestrzeni tygodnia, bliżej godzin porannych, czego należałoby od niego oczekiwać.

### 4.1.4 Problem o znacznej złożoności

Problem oparty na danych z punktu 4.1.3, jednak zostały rozszerzone, aby przetestować działanie algorytmu dla złożonego problemu, który nie ma rozwiązania, lub jest ono bardzo trudne do osiągnięcia.

Własności danych wejściowych.

Liczba sal: 68  
Liczba prowadzących: 66  
Liczba grup: 92  
Liczba zajęć: 1147

Właściwości rozwiązania:

Średni dzienny czas trwania zajęć: 6:08  
Średni czas rozpoczęcia zajęć: 8:53  
Średni czas zakończenia zajęć: 16:19  
Średnia liczba dni wolnych: 0  
Końcowa liczba przypisanych zajęć: 1077  
Końcowa liczba zajęć bez przypisania: 70  
Wartość funkcji celu: 31.68  
Wartość składowych funkcji celu: FO: 10.37, FD 0.80, FP: 11.54, FR: 8.96

Porównując statystyki średnich czasów powyższego rozwiązania można zauważyć, że problem zawierający wiele zależności utrudnił znalezienie lepszego rozwiązania i zajęcia, jednak wartość funkcji celu ostatecznie jest niższa niż w poprzednim teście. Należy jednak zwrócić uwagę, że powyższe rozwiązanie jest niedopuszczalne: nie udało się przypisać wszystkich zajęć.

## 4.2. Testy poprawy rozwiązań niedopuszczalnych

Testy sprawdzające działanie mechanizmów zaimplementowanych w celu poprawienia rozwiązania niedopuszczalnego, tzn. takiego, w którym pojawią się zajęcia, których nie da się wstawić z powodu braku czasu uczestników. Dane wejściowe zostały przygotowane w taki sposób, aby niewielka (około 2%) liczba zajęć nie mogła być przypisana przy pierwszej próbie. Wyniki zostaną porównane z wynikiem ignorującym problem braku przypisania zajęć.

Własności danych wejściowych.

Liczba sal: 60  
Liczba prowadzących: 55  
Liczba grup: 92  
Liczba zajęć: 791

### 4.2.1 „Ignore”

Test będący bazą do badań metod poprawiających rozwiązania niedopuszczalne. Wszystkie zajęcia, których nie udało się przypisać są pomijane.

Parametry:

LECTURER\_WEIGHT 20  
FUN\_WEIGHTS (1, 1, 1, 1)   
SECTIONS\_AMOUNT: 3  
REASSIGN\_TYPE : 'ignore'   
UTIME: 10

Właściwości rozwiązania:

Liczba przypisań: 782  
Liczba nieudanych przypisań: 9  
Końcowa liczba przypisanych zajęć: 782  
Końcowa liczba zajęć bez przypisania: 9  
Wartość funkcji celu: 27.71

### 4.2.2 „Backtracking”

Testy metody cofającej sparametryzowaną ilość ostatnich wstawień i ustawiająca problematyczne zajęcia jako pierwsze w kolejce do wstawienia. Sprawdzony zostanie również wpływ parametrów STEP oraz MAX\_FAIL.

*Tabela 4.1 Wyniki dla metody „Backtracking” w zależności od parametrów STEP i MAX\_FAIL*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| (STEP:MAX\_FAIL) | Liczba przypisań | Liczba nieudanych przypisań | Końcowa l. przypisanych zajęć | Końcowa l. nie przypisanych zajęć | Wartość funkcji celu |
| **(15:3)** | **1621** | **66** | **781** | **10** | **38.78** |
| (15:1) | 1621 | 66 | 781 | 10 | 38.78 |
| (15:5) | 1621 | 66 | 781 | 10 | 38.78 |
| (3, 3) | 946 | 73 | 775 | 16 | 37.79 |
| (30, 3) | 2372 | 62 | 782 | 9 | 39.09 |

Algorytm „Backtracking” w przypadku zastosowanych danych wejściowych okazał się bezużyteczny, może to wynikać z dwóch powodów: pierwszy - metoda zawiera pewien błąd w założeniach lub implementacji, drugi – algorytm wstawień jest na tyle dobry, że znajduje w badanych przypadkach najlepsze (w kontekście ilości przypisanych zajęć) rozwiązania jako pierwsze i próba poprawy kończy się niepowodzeniem.

### 4.2.3 „Reconstruction”

Testy metody cofającej sparametryzowaną ilość ostatnich wstawień i dokonująca losowej zmiany w kolejce, przy ponownym ustawianiu w kolejce. Sprawdzony zostanie również wpływ parametrów STEP oraz MAX\_FAIL.

*Tabela 4.2 Wyniki dla metody „Reconstruction” w zależności od parametrów STEP i MAX\_FAIL*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| (STEP:MAX\_FAIL) | Liczba przypisań | Liczba nieudanych przypisań | Końcowa l. przypisanych zajęć | Końcowa l. nie przypisanych zajęć | Wartość funkcji celu |
| **(15:3)** | **1187** | **36** | **782** | **9** | **27.53** |
| (15:1) | 1099 | 28 | 784 | 7 | 29.21 |
| (15:5) | 1187 | 36 | 782 | 9 | 29.33 |
| (3, 3) | 863 | 36 | 782 | 9 | 27.71 |
| (30, 3) | 1503 | 32 | 783 | 8 | 28.46 |

Algorytm „Reconstruction” poprawia rozwiązanie w pewnych przypadkach, jednak trudno wywnioskować z powyższych wyników jakiekolwiek zależności, dlatego należałoby przeprowadzić więcej testów w tym kierunku.

## 4.3. Testy wpływu parametrów na jakość rozwiązania

Testy sprawdzające wpływ parametrów algorytmu na jakość rozwiązania opisanego poprzez funkcję celu. Wszystkie testy zostały przeprowadzone na tych samych danych wejściowych. Jako pierwszy został przeprowadzony test dla parametrów bazowych. Następnie w każdym teście zmieniano jeden z parametrów i obserwowano wynik.

Własności danych wejściowych.

Liczba sal: 68  
Liczba prowadzących: 66  
Liczba grup: 92  
Liczba zajęć: 678

### 4.3.1 Test dla parametrów bazowych

Problem z rozwiązaniem dopuszczalnym, do którego będą porównywane kolejne testy.

Parametry:

LECTURER\_WEIGHT 20  
FUN\_WEIGHTS (1, 1, 1, 1)   
SECTIONS\_AMOUNT: 3  
REASSIGN\_TYPE : 'ignore'   
UTIME: 10

*Tabela 4.3 Wynik bazowy do porównania*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | L. przypisanych | L. nie przypisanych | F. celu | FO | FD | FP | FR |
| **--------** | **678** | **0** | **32.96** | **4.96** | **9.12** | **8.03** | **10.85** |

Właściwości rozwiązania:

Średni dzienny czas trwania zajęć: 4:21  
Średni czas rozpoczęcia zajęć: 8:46  
Średni czas zakończenia zajęć: 13:47  
Średnia liczba dni wolnych: 0

### 4.3.2 Priorytet sortowania

Poniżej znajdują się wyniki testów dla różnych wartości parametru SECTIONS.

*Tabela 4.4 Wyniki względem zmiany parametru SECTIONS*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | L. przypisanych | L. nie przypisanych | F. celu | FO | FD | FP | FR |
| **3** | **678** | **0** | **32.96** | **4.96** | **9.12** | **8.03** | **10.85** |
| 1 | 678 | 0 | 29.73 | 3.81 | 7.84 | 8.08 | 10.00 |
| 200 | 678 | 0 | 31.64 | 4.36 | 8.76 | 8.04 | 10.48 |

Powyższa tabela pokazuje, że brak jest zależności między jakością rozwiązania, a faktem zwiększenia priorytetu sortowania względem długości zajęć lub dostępności sal. Parametr ten należy zapewne dobierać empirycznie w zależności od postawionego problemu.

### 4.3.3 Jednostka czasu

Testy dla różnych wartości parametru definiującego jednostkę czasu.

*Tabela 4.5 Wyniki względem zmiany parametru UTIME*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | L. przypisanych | L. nie przypisanych | F. celu | FO | FD | FP | FR |
| **10** | **678** | **0** | **32.96** | **4.96** | **9.12** | **8.03** | **10.85** |
| 5 | 678 | 0 | 59.40 | 7.80 | 22.44 | 10.54 | 18.62 |
| 20 | 672 | 6 | 46.60 | 11.30 | 11.76 | 10.59 | 12.95 |

Zmiana jednostki czasu niesie za sobą problem dopuszczalności rozwiązania – zwiększając ten parametr zmniejsza się liczba wolnych miejsc do wstawienia zajęć.

### 4.3.4 Wpływ składowych funkcji celu

Funkcja celu jest złożona z ważonych funkcji składowych. Test ma za zadanie określenie wpływu relacji między wagami.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| (FO, FD, FP, FR) | Śr. Czas początku | Śr. Czas końca | Śr. Czas trwania | F. celu |
| (1,1,1,1) | 8:46 | 13:47 | 4:21 | 32.96 |
| (2,1,1,1) | 8:46 | 13:47 | 4:21 | 37.92 |
| (1,2,1,1) | 8:46 | 13:47 | 4:21 | 42.08 |
| (1,1,2,1) |  |  |  |  |
| (1,1,1,2) |  |  |  |  |
| (1,2,2,2) |  |  |  |  |
| (2,1,2,2) |  |  |  |  |
| (2,2,1,2) |  |  |  |  |

1. Strona internetowa zawierająca aktualizowany plan zajęć wydziału EAIiIB AGH: https://planzajec.eaiib.agh.edu.pl/ [↑](#footnote-ref-1)