**Badania operacyjne 2**

**Optymalizacja problemu rzeczywistego**

**Fabryka cukru: Rozlokowanie magazynów i dystrybucja towaru do sklepów**

***Artur Mzyk, Adrian Poniatowski,***

***Wojciech Poniewierka, gr. 1b***

1. **Rozważany problem rzeczywisty**

Rozważanym problemem rzeczywistym jest rozmieszczenie magazynów, przechowujących cukier z fabryki, z których będzie on dostarczany do sklepów.

1. **Teoretyczny opis problemu rzeczywistego**

Zakłada się, że pewna firma posiada fabrykę cukru. Planuje wybudować magazyny, w których ten cukier będzie przechowywany, a następnie przewożony z nich do poszczególnych sklepów.

Nasuwają się następujące pytania:

* jak rozlokować magazyny,
* jakie mają być gabaryty magazynu,
* jakie są potencjalne koszty transportu,
* jakie są potencjalne zyski.

Rozlokowanie trzeba od razu rozplanować, gdyż przeniesienie budynku nie jest fizycznie możliwe, a budowa nowego magazynu jest bardzo kosztowna.

Budowa magazynu wiąże się z określonymi kosztami, zależnymi od:

* gabarytów budynku,
* powierzchni ziemi, na której jest budowany,
* lokalizacji budynku.

1. **Założenia**
   1. **Pojemność magazynu**

Pojemność danego magazynu zależy od lokalizacji i określa, ile cukru jest on w stanie pomieścić.

* 1. **Zapotrzebowanie i lokalizacja sklepu**

Zapotrzebowania oraz lokalizacje poszczególnych sklepów są znane już na etapie planowania.

Wszystkie zapotrzebowania muszą zostać pokryte. Nie można pominąć żadnego sklepu, nawet jeśli przyniosłoby to znaczną obniżkę kosztów.

* 1. **Relacja magazyn-sklep**

Każdy sklep może otrzymywać cukier z różnych magazynów, a nie tylko z jednego określonego (np. najbliższego).

* 1. **Koszt transportu**

Koszty transportu zależą od konkretnej trasy – zróżnicowanie ze względu na natężenie ruchu czy długość trasy.

Dla uproszczenia przyjmuje się, że nie zależą od ilości przewożonego cukru.

* 1. **Koszt wytworzenia**

Należy wytworzyć dokładnie tyle cukru, aby pokryć zapotrzebowanie sklepów. Zatem koszt wytworzenia cukru nie podlega optymalizacji, dlatego nie będzie brany pod uwagę w funkcji celu.

* 1. **Zysk**

Cena cukru jest ustalana osobno z każdym sklepem i podawana w .

1. **Cel rozważań**

Celem rozważań nad zagadnieniem jest znalezienie wartości zmiennych decyzyjnych, dla których przychód - zysk ze sprzedaży towarów, pomniejszony o łączny koszt budowy magazynów oraz późniejszych transportów cukru z fabryki do magazynów i z magazynów do sklepów – będzie możliwie największy.

Zmienne decyzyjne determinują lokalizacje budowy magazynów oraz sposób dystrybucji cukru, tj. ilość cukru, jaką dany sklep pobierze z danego magazynu.

The University Course Timetabling Problem is a particular type of scheduling problems

known as a difﬁcult problem arising in academic institutions, and an application of combi-

natorial optimization. The problem consists of a coordination of lectures, students, teach-

ers and classrooms to avoid clashes between them. In this work, we address a course

timetabling problem encountered at Taibah University. A binary integer programming model

of the problem is proposed and a solution methodology based on an exterior penalty func-

tion and two new penalty functions, called variance-penalty function and pseudo-convex

combination-penalty function, is developed. Solving this problem aims to minimize the wait-

ing time between lectures for students and teachers and preventing clashes of lectures and

classrooms.

Keywords:Timetabling, Integer programming, Decomposition, Penalty Functions.

Mathematics Subject Classiﬁcations: 90C10.

1 Introduction

The university course timetabling is a problem usually encountered in most academic institu-

tions. The problem is an assignment of a given number of teachers to a number of courses

in such a way that a teacher cannot have two courses at the same time. A special case of

assignment problems has been established and solved in (Guozhong and Xiao-Xiong, 2008).

The timetabling problem has received a great attention and still treated by researchers. Th

1. **Model matematyczny problemu rzeczywistego**
   1. **Zbiory i stałe**

Dane są następujące zbiory:

* – zbiór potencjalnych lokalizacji magazynów,
* – zbiór lokalizacji sklepów.

Dane są następujące stałe:

* – koszt transportu cukru z fabryki do magazynu w potencjalnej lokalizacji , gdzie , ,
* – pojemność magazynu w potencjalnej lokalizacji ,

gdzie , ,

* – koszt budowy magazynu w potencjalnej lokalizacji ,

gdzie , ,

* – zapotrzebowanie sklepu w lokalizacji , gdzie , ,
* – koszt transportu cukru z magazynu w potencjalnej lokalizacji do sklepu w lokalizacji , gdzie , , ,
* – cena cukru ustalona pomiędzy magazynem w potencjalnej lokalizacji a sklepem w lokalizacji , gdzie , , .
  1. **Zmienne decyzyjne**
* , gdzie

to pokryta ułamkowa część zapotrzebowania sklepu z lokalizacji przez magazyn z potencjalnej lokalizacji , gdzie ,

* 1. **Ograniczenia**
     1. **Zmienne decyzyjne mogą przyjmować tylko wartości z określonych zbiorów.**
     2. **Zapotrzebowanie każdego sklepu musi zostać pokryte.**
     3. **Cukier można pobierać tylko z wybudowanych magazynów.**
     4. **Sklep nie może otrzymać z magazynu więcej cukru, niż wynosi pojemność tegoż magazynu.**
  2. **Funkcja celu**

gdzie:

- sufit (cecha górna).

Pożądana jest maksymalizacja funkcji celu, która reprezentuje przychód, czyli zysk ze sprzedaży towarów, pomniejszony o łączny koszt budowy magazynów i późniejszych transportów cukru z fabryki do magazynów i z magazynów do sklepów.

Jest to optymalizacja jednokryterialna.

1. **Algorytm optymalizacyjny**
   1. **Język programowania**

Wybrany został język wysokiego poziomu Python. Uzasadnieniem wyboru jest dobra znajomość jego składni przez autorów skryptu oraz duży zasób przydatnych pakietów.

* + 1. **Wykorzystane biblioteki**
       1. **Numpy**
       2. **Matplotlib**
       3. **Typing**
  1. **Zastosowany algorytm**

Zastosowany został algorytm genetyczny. Wybór nastąpił po konsultacjach z prowadzącym.