

Specyfikacja Implementacyjna Projektu „Optymalizacja Dostaw Szczepionek”

Bartosz Zakrzewski

Data utworzenia 18.11.2020
Data ostatniej modyfikacji 19.11.2020

Spis treści

1	Cel Projektu	3
2	Uruchomienie programu	3
3	Środowisko pracy	3
4	Zasady wersjonowania i językowe	4
5	Analiza pliku wejściowego i wykrycie algorytmu	4
5.1	Krok 1. Znalezienie „szczególnych” połączeń aptek	6
5.2	Krok 2. Posortowanie połączeń poszczególnych aptek	7
5.3	Krok 3. Kupowanie szczepionek	8
6	Sprawdzenie „jakości” minimalizacji	10
7	Analiza algorytmu	11
7.1	Krok 0. Wczytanie poszczególnych wartości	11
7.2	Krok 1. Znalezienie „szczególnych” połączeń aptek	11
7.3	Krok 2. Posortowanie połączeń poszczególnych aptek	11
7.4	Krok 3. Kupowanie szczepionek	11
8	Źródła	12

1 Cel Projektu

Celem projektu jest napisanie programu, który sprawi, że apteki kupią takie ilości szczepionek, od różnych producentów, za poszczególne ceny tak, że łączny koszt za wszystkie szczepionki będzie najmniejszy.

2 Uruchomienie programu

Aby program mógł wykonać obliczenia, należy dostarczyć do niego plik wejściowy poprawnie sformatowany i zawierający poprawne wartości.

Jeżeli błąd wystąpi, program wypisze pierwszy napotkany błąd na konsolę i do pliku o nazwie „error.txt”. W przeciwnym razie użytkownik otrzyma plik wyjściowy o nazwie „optymalizacja.txt”. Aby użytkownik mógł odnaleźć błąd w pliku wejściowym, program poinformuje, w jakiej linii znalazł go i jakiego rodzaju to był błąd.

Uruchomienie następuje za pomocą `java -jar`:

```
java -jar Optymalizacja.jar nazwa_pliku_wejscowego.txt
```

3 Środowisko pracy

Program będzie implementowany na jednym komputerze przez jedną osobę.

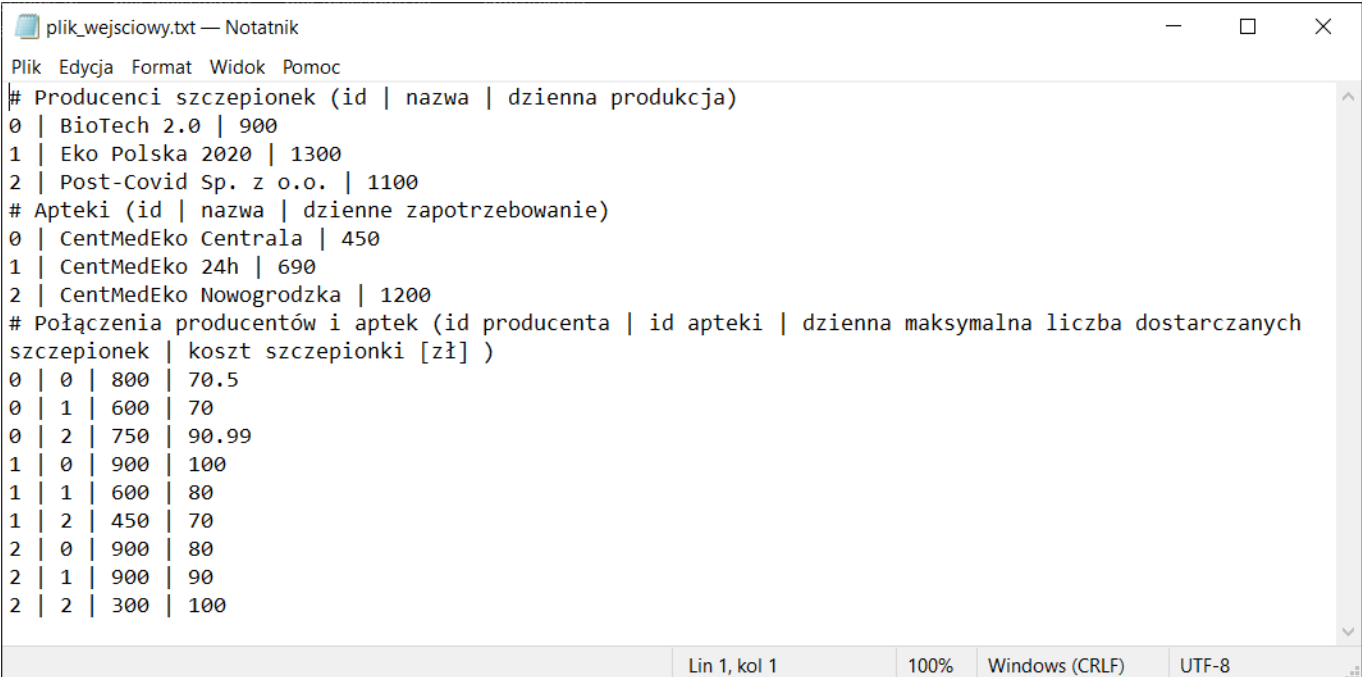
- System operacyjny - Windows 10
- IDE - IntelliJ IDEA 2020.2.3 Community Edition
- Java 14 (JDK 14)
- JUnit 4.13
- System kontroli wersji git, repozytorium umieszczone na platformie ISOD

4 Zasady wersjonowania i językowe

- Commity będą po angielsku.
- Kod będzie pisany w języku angielskim.
- Gałęzie będą miały nazwę zaczynającą się od numeru porządkującego i słowa będą oddzielone znakiem „_” np. 04_Find_minimal_difference.
- Odstępstwa od języka angielskiego mogą występować, gdy znaczenie w języku polskim jest unikalne: np. nazwy specyfikacji: gałąź o nazwie 01_Specyfikacja_Funkcjonalna.
- Jeżeli posługiwanie się językiem polskim ułatwi implementację, to można go użyć, np. używanie nazwy Apteka zamiast Pharmacy.
- Commity mogą zostać otagowane, jeżeli zajdzie taka potrzeba.

5 Analiza pliku wejściowego i wykrycie algorytmu

Wykrycie jak powinien działać algorytm odbędzie na podstawie analizy poniższego przykładu.

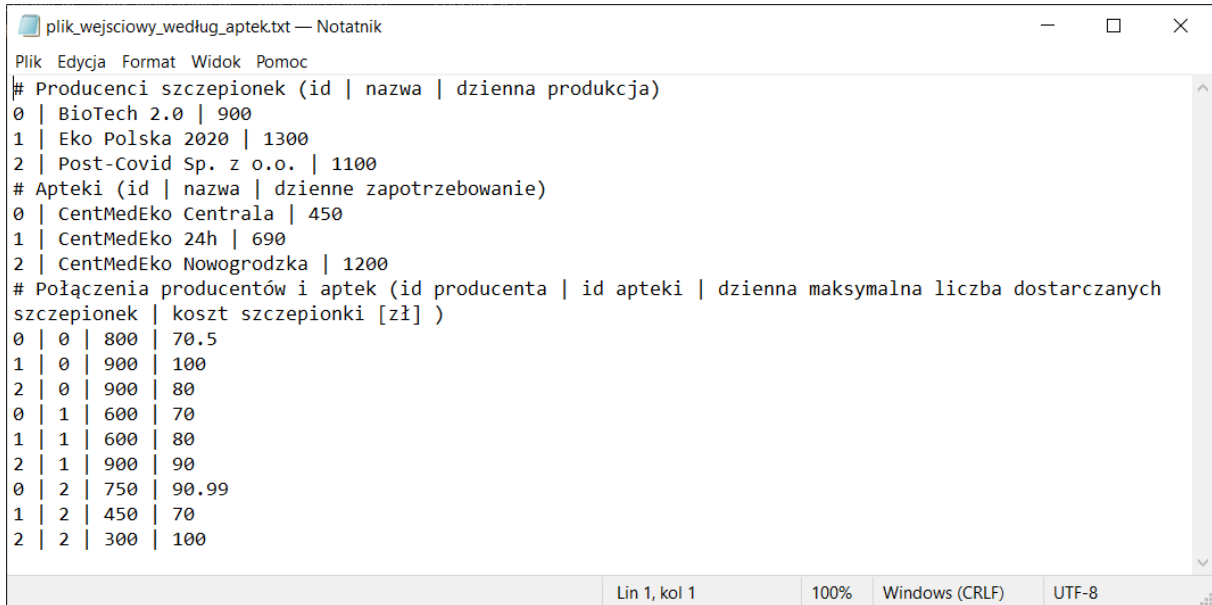


```

plik_wejscowy.txt — Notatnik
Plik Edycja Format Widok Pomoc
# Producenci szczepionek (id | nazwa | dzienna produkcja)
0 | BioTech 2.0 | 900
1 | Eko Polska 2020 | 1300
2 | Post-Covid Sp. z o.o. | 1100
# Apteki (id | nazwa | dzienne zapotrzebowanie)
0 | CentMedEko Centrala | 450
1 | CentMedEko 24h | 690
2 | CentMedEko Nowogrodzka | 1200
# Połączenia producentów i aptek (id producenta | id apteki | dzienna maksymalna liczba dostarczanych
  szczepionek | koszt szczepionki [zł] )
0 | 0 | 800 | 70.5
0 | 1 | 600 | 70
0 | 2 | 750 | 90.99
1 | 0 | 900 | 100
1 | 1 | 600 | 80
1 | 2 | 450 | 70
2 | 0 | 900 | 80
2 | 1 | 900 | 90
2 | 2 | 300 | 100
  
```

caption 1: Plik wejściowy

Najpierw zmienimy plik wejściowy w celu wizualizacji zależności między dzienną maksymalną liczbą dostarczanych szczepionek a dziennym zapotrzebowaniem.



```
plik_wejscowy_wedlug_aptek.txt — Notatnik
Plik Edycja Format Widok Pomoc
# Producenci szczepionek (id | nazwa | dzienna produkcja)
0 | BioTech 2.0 | 900
1 | Eko Polska 2020 | 1300
2 | Post-Covid Sp. z o.o. | 1100
# Apteki (id | nazwa | dzienne zapotrzebowanie)
0 | CentMedEko Centrala | 450
1 | CentMedEko 24h | 690
2 | CentMedEko Nowogrodzka | 1200
# Połączenia producentów i aptek (id producenta | id apteki | dzienna maksymalna liczba dostarczanych
  szczepionek | koszt szczepionki [zł] )
0 | 0 | 800 | 70.5
1 | 0 | 900 | 100
2 | 0 | 900 | 80
0 | 1 | 600 | 70
1 | 1 | 600 | 80
2 | 1 | 900 | 90
0 | 2 | 750 | 90.99
1 | 2 | 450 | 70
2 | 2 | 300 | 100
Lin 1, kol 1    100%    Windows (CRLF)    UTF-8
```

caption 2: Plik wejściowy posortowany według aptek

5.1 Krok 1. Znalezienie „szczególnych” połączeń aptek

Znalezienie takiej apteki, że ma ona ma wyższe zapotrzebowanie niż suma dziennych maksymalnych liczb dostarczanych szczepionek dowolnych $n-1$ połączeń (n - liczba producentów).

Zobaczmy dla przykładu:

Dla Apteki o Id=2 należy zakupić minimum 450 szczepionek od producenta o Id=0, ponieważ nawet kupując od wszystkich innych producentów, nie zapełnimy dziennego zapotrzebowania.

$$450 + 300 = 750 = 1200 - 450$$

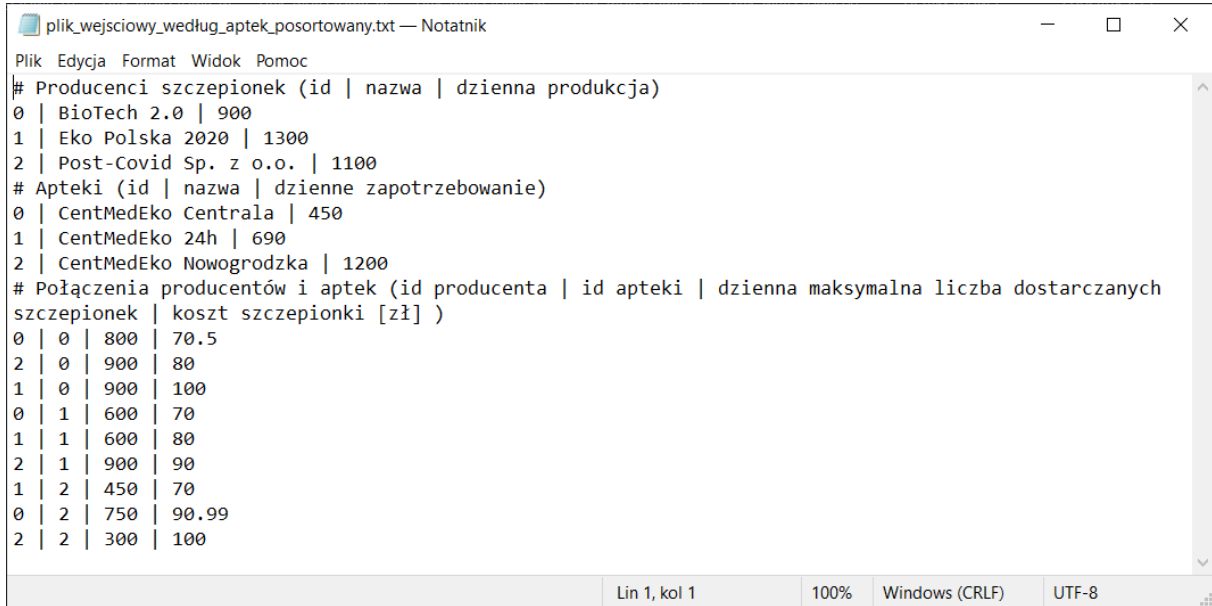
```

plik_wejscowy_wedlug_aptek.txt — Notatnik
Plik Edycja Format Widok Pomoc
# Producenci szczepionek (id | nazwa | dzienna produkcja)
0 | BioTech 2.0 | 900
1 | Eko Polska 2020 | 1300
2 | Post-Covid Sp. z o.o. | 1100
# Apteki (id | nazwa | dzienne zapotrzebowanie)
0 | CentMedEko Centrala | 450
1 | CentMedEko 24h | 690
2 | CentMedEko Nowogrodzka | 1200
# Połączenia producentów i aptek (id producenta | id apteki | dzienna maksymalna liczba dostarczanych
szczepionek | koszt szczepionki [zł] )
0 | 0 | 800 | 70.5
1 | 0 | 900 | 100
2 | 0 | 900 | 80
0 | 1 | 600 | 70
1 | 1 | 600 | 80
2 | 1 | 900 | 90
0 | 2 | 750 | 90.99
1 | 2 | 450 | 70
2 | 2 | 300 | 100
  
```

caption 3: Na pewno musimy zakupić 450 sztuk w połączeniu 0 | 2

5.2 Krok 2. Posortowanie połączeń poszczególnych aptek

Następnie sortujemy połączenia poszczególnych aptek w zależności od kosztu szczepionki

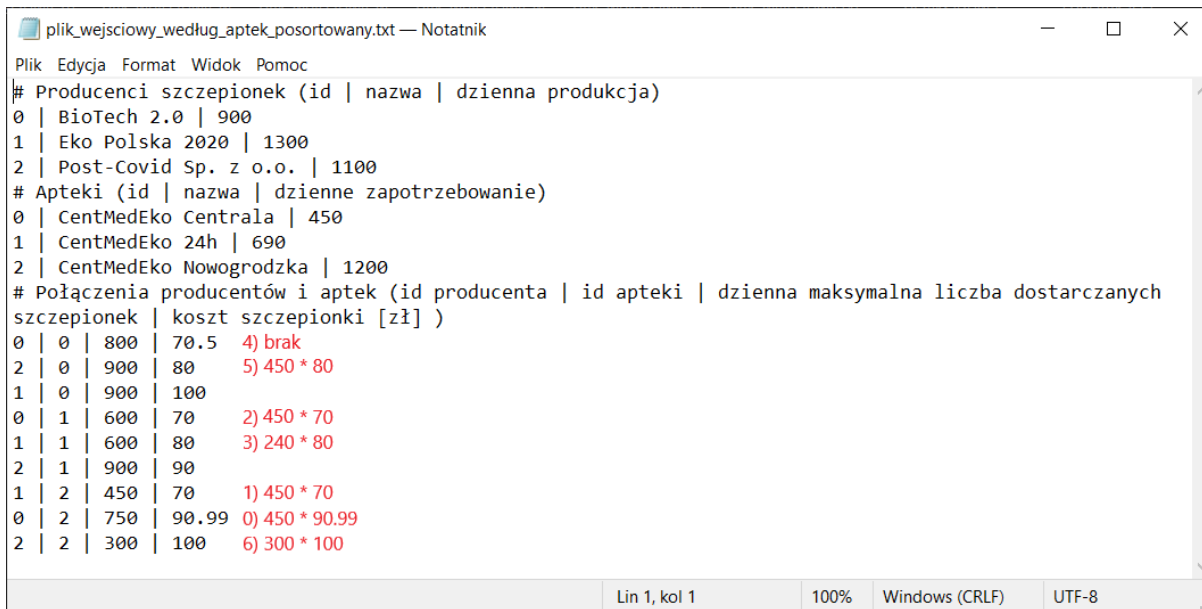


```
plik_wejscowy_wedlug_aptek_posortowany.txt — Notatnik
Plik Edycja Format Widok Pomoc
# Producenci szczepionek (id | nazwa | dzienna produkcja)
0 | BioTech 2.0 | 900
1 | Eko Polska 2020 | 1300
2 | Post-Covid Sp. z o.o. | 1100
# Apteki (id | nazwa | dzienne zapotrzebowanie)
0 | CentMedEko Centrala | 450
1 | CentMedEko 24h | 690
2 | CentMedEko Nowogrodzka | 1200
# Połączenia producentów i aptek (id producenta | id apteki | dzienna maksymalna liczba dostarczanych
szczepionek | koszt szczepionki [zł] )
0 | 0 | 800 | 70.5
2 | 0 | 900 | 80
1 | 0 | 900 | 100
0 | 1 | 600 | 70
1 | 1 | 600 | 80
2 | 1 | 900 | 90
1 | 2 | 450 | 70
0 | 2 | 750 | 90.99
2 | 2 | 300 | 100
Lin 1, kol 1 100% Windows (CRLF) UTF-8
```

caption 4: Połączenia według aptek posortowane

5.3 Krok 3. Kupowanie szczepionek

Zaczynamy od apteki, która ma największą różnicę między aktualną wartością najmniejszą i następną z kolei ze względu na cenę, kupujemy maksymalną ilość szczepionek za najniższą cenę, zwracając uwagę na dzienną produkcję i dzienną maksymalną liczbę dostarczanych szczepionek. Powtarzamy krok, aż dzienne zapotrzebowanie będzie uzupełnione.

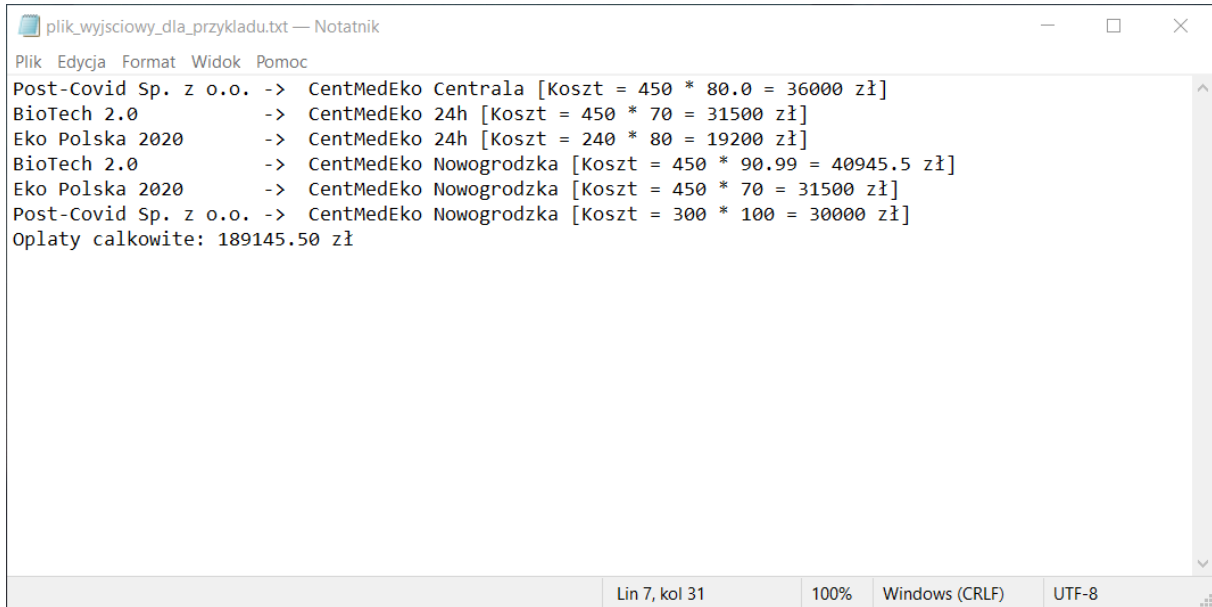


```

plik_wejsciuwy_wedlug_aptek_posortowany.txt — Notatnik
Plik Edycja Format Widok Pomoc
# Producenci szczepionek (id | nazwa | dzienna produkcja)
0 | BioTech 2.0 | 900
1 | Eko Polska 2020 | 1300
2 | Post-Covid Sp. z o.o. | 1100
# Apteki (id | nazwa | dzienne zapotrzebowanie)
0 | CentMedEko Centrala | 450
1 | CentMedEko 24h | 690
2 | CentMedEko Nowogrodzka | 1200
# Połączenia producentów i aptek (id producenta | id apteki | dzienna maksymalna liczba dostarczanych
szczepionek | koszt szczepionki [zł] )
0 | 0 | 800 | 70.5 4) brak
2 | 0 | 900 | 80 5) 450 * 80
1 | 0 | 900 | 100
0 | 1 | 600 | 70 2) 450 * 70
1 | 1 | 600 | 80 3) 240 * 80
2 | 1 | 900 | 90
1 | 2 | 450 | 70 1) 450 * 70
0 | 2 | 750 | 90.99 0) 450 * 90.99
2 | 2 | 300 | 100 6) 300 * 100
  
```

caption 5: Kolejność kupowania szczepionek

Ostateczna postać pliku wyjściowego:



The screenshot shows a Notepad window titled "plik_wyjsciowy_dla_przykladu.txt — Notatnik". The menu bar includes "Plik", "Edycja", "Format", "Widok", and "Pomoc". The text content is as follows:

```
Post-Covid Sp. z o.o. -> CentMedEko Centrala [Koszt = 450 * 80.0 = 36000 zł]
BioTech 2.0 -> CentMedEko 24h [Koszt = 450 * 70 = 31500 zł]
Eko Polska 2020 -> CentMedEko 24h [Koszt = 240 * 80 = 19200 zł]
BioTech 2.0 -> CentMedEko Nowogrodzka [Koszt = 450 * 90.99 = 40945.5 zł]
Eko Polska 2020 -> CentMedEko Nowogrodzka [Koszt = 450 * 70 = 31500 zł]
Post-Covid Sp. z o.o. -> CentMedEko Nowogrodzka [Koszt = 300 * 100 = 30000 zł]
Oplaty calkowite: 189145.50 zł
```

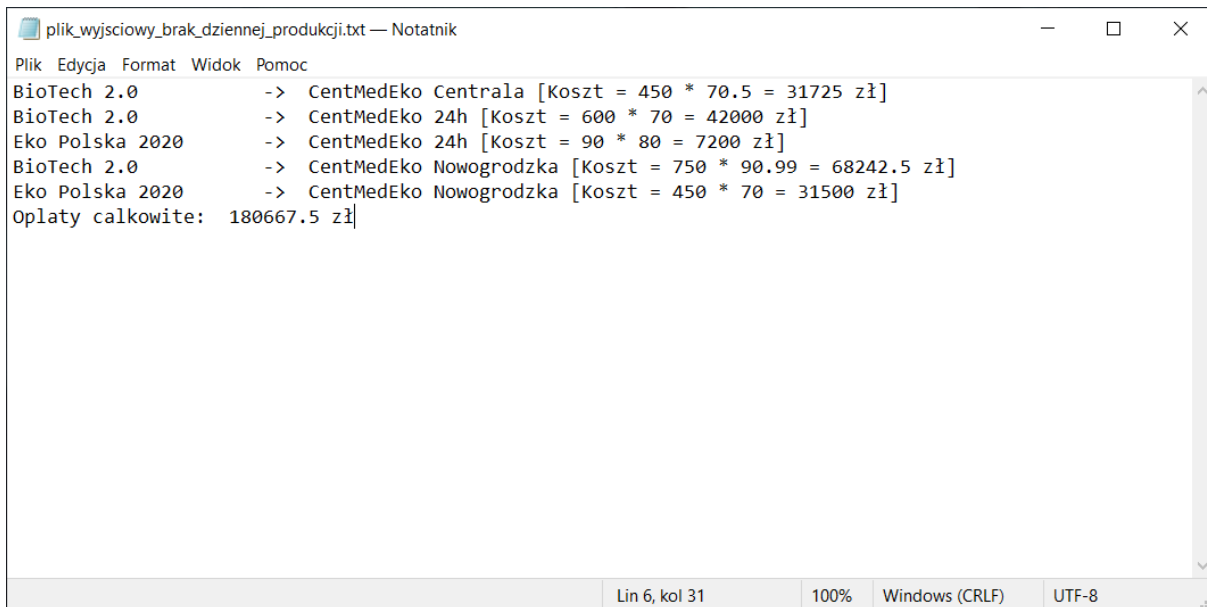
The status bar at the bottom indicates "Lin 7, kol 31", "100%", "Windows (CRLF)", and "UTF-8".

caption 6: Plik wyjściowy minimalizacja

6 Sprawdzenie „jakości” minimalizacji

Po zaimplementowaniu programu program będzie testowany z różnymi prawidłowymi danymi. Kryterium jakości naszej minimalizacji będzie **błąd względny**. Gdyby kupić szczepionki nie zwracając uwagi na dzienną produkcję, wynik minimalizacji byłby inny i koszty byłyby najmniejsze z możliwych.

Dla danego przykładu plik wyjściowy i koszty wyglądałyby następująco:



```
plik_wyjsciowy_brak_dziennej_produkcji.txt — Notatnik
Plik Edycja Format Widok Pomoc
BioTech 2.0      -> CentMedEko Centrala [Koszt = 450 * 70.5 = 31725 zł]
BioTech 2.0      -> CentMedEko 24h [Koszt = 600 * 70 = 42000 zł]
Eko Polska 2020  -> CentMedEko 24h [Koszt = 90 * 80 = 7200 zł]
BioTech 2.0      -> CentMedEko Nowogrodzka [Koszt = 750 * 90.99 = 68242.5 zł]
Eko Polska 2020  -> CentMedEko Nowogrodzka [Koszt = 450 * 70 = 31500 zł]
Oplaty całkowite: 180667.5 zł
Lin 6, kol 31 100% Windows (CRLF) UTF-8
```

caption 7: Brak ograniczeń dziennej produkcji

Dla przykładu błąd względny wynosi:

$$(189145.50 - 180667.5) / 180667.5 = 0.0469 = 4.69\%$$

Dla innego rozłożenia ilości kupionych szczepionek i koszcie w przykładzie np. koszt całkowity = 190270.5 zł błąd względny wynosi:

$$(190270.5 - 180667.5) / 180667.5 = 0.0532 = 5.32\%$$

Jeżeli błąd względny będzie wynosił więcej niż 10% to użytkownik zostanie powiadomiony o tym że minimalizacja nie jest optymalna przez wyświetlenie na konsolę i do pliku „blad_wzgledny.txt”

7 Analiza algorytmu

7.1 Krok 0. Wczytanie poszczególnych wartości

Wartości zostaną wczytane do obiektów klas „Producer”, „Pharmacy”, „Connection”. Znajdą się one w listach liniowych z pakietu `java.util.ArrayList<E>` (`ArrayList<Producer>` i `ArrayList<Pharmacy>`). Natomiast Connections będą znajdowały się w wielu `ArrayList`ach odpowiednich do każdej apteki, np. `listOfConnectionsOfPharmacy0`, `listOfConnectionsOfPharmacy1`, itd.

7.2 Krok 1. Znalezienie „szczególnych” połączeń aptek

Aby odnaleźć szczególną aptekę, należy sprawdzić wszystkie kombinacje sum dziennych maksymalnych liczb dostarczonych szczepionek. Takich kombinacji dla naszego przykładu jest 3, a dla n producentów takich kombinacji jest:

$$\binom{n}{n-1} = n$$

Aby odnaleźć poszczególne kombinacje posłuże się algorytmem znalezionym na stronie:

<https://www.geeksforgeeks.org/print-all-possible-combinations-of-r-elements-in-a-given-array-of-size-n/>

7.3 Krok 2. Posortowanie połączeń poszczególnych aptek

Połączenia umieszczone w listach zostaną posortowane według kosztu szczepionki za pomocą sortowania szybkiego. Złożoność w notacji dużego O - liniowo-logarytmiczna.

7.4 Krok 3. Kupowanie szczepionek

Aby sprawdzać dzienne zapotrzebowanie i dzienną produkcję należy przejść przez listy producentów i aptek, i zaktualizować poszczególne wartości. Złożoność w notacji dużego O - liniowa.

8 Źródła

- Opis problemu, przykładowy plik wejściowy i wyjściowy przygotował i umieścił na platformie ISOD mgr inż. Paweł Zawadzki
- Rysunki poglądowe zostały wykonane za pomocą programu Paint 3D
- Ten dokument został stworzony na stronie overleaf.com