

# 1 Zadanie 1

## 1.1 Model

### 1.1.1 Parametry

- $N$  - rozmiar macierzy
- $A_{ij} = \frac{1}{i+j-1}$  dla  $i, j = 1, \dots, N$  - macierz
- $b_i = \sum_{j=1}^N \frac{1}{i+j-1}$  dla  $i = 1, \dots, N$  - wektor prawych stron
- $c_i = \sum_{j=1}^N \frac{1}{i+j-1}$  dla  $i = 1, \dots, N$  - wektor kosztów

### 1.1.2 Zmienne decyzyjne

- $X_1, \dots, X_N$  - rozwiązania równania  $AX = b$

### 1.1.3 Ograniczenia

1.  $\forall_{i=1}^n (\sum_{j=1}^N A_{ij} * X_j = b_i)$  - równanie jest spełnione

### 1.1.4 Funkcja celu

$$\min \sum_{i=1}^N X_i * c_i$$

## 1.2 Wyniki

Błąd względny dla zadanego  $N$  prezentuje się następująco:

N	Błąd względny
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0.514059
9	0.682911
10	0.990388

Macierz hilberta jest źle uwarunkowana.

# 2 Zadanie 2

## 2.1 Model

### 2.1.1 Parametry

- $Types := \{ "Typ1", "Typ2" \}$  - zbiór rodzajów dźwigów
- $Sites$  - zbiór lokacji
- $(\forall_{s \in Sites} \forall_{t \in Types}) Excess_{s,t} \geq 0$  - Nadmiar dźwigu typu  $t$  w lokacji  $s$ .

- $(\forall_{s \in Sites} \forall_{t \in Types}) Deficit_{s,t} \geq 0$  - Niedomiar dźwigu typu  $t$  w lokacji  $s$ .
- $(\forall_{s \in Sites} \forall_{d \in Sites}) Distance_{s,d} \geq 0$  - Odległość od lokacji  $s$  do lokacji  $d$ .
- $(\forall_{t \in Types}) TransportationCost_t \geq 0$  - Koszt transportu dla dźwigu typu  $t$  zależnie od odległości.

Ze względu na możliwość zastąpienia dźwigu typu 1, dźwigiem typu 2, rodzaje dźwigów nie mogą być sparametryzowane.

### 2.1.2 Zmienne decyzyjne

- $(\forall_{t \in Types} \forall_{src \in Sites} \forall_{dst \in Sites}) MoveTo_{t,src,dst}$  - ilość dźwigów typu  $t$  przeniesiona z lokalizacji  $src$  do  $dst$ .

### 2.1.3 Ograniczenia

1.  $(\forall_{src \in Sites} \forall_{t \in Types}) \sum_{dst \in Sites} MoveTo_{t,src,dst} \leq Excess_{src,t}$  - z lokacji  $src$  nie wywieziono więcej dźwigów typu  $t$  niż ich nadmiar.
2.  $(\forall_{dst \in Sites}) \sum_{src \in Sites} MoveTo_{Typ2,src,dst} \geq Deficit_{dst,Typ2}$  - do każdej lokacji przywieziono nie mniej niż deficyt dźwigów typu 2.
3.  $(\forall_{dst \in Sites}) \sum_{t \in Types, src \in Sites} MoveTo_{t,src,dst} = \sum_{t \in Types} Deficit_{dst,t}$  - suma przywiezionych dźwigów obu typów jest równa sumie brakujących dźwigów obu typów.

Czy z ograniczeń wynika że zostanie spełnione zapotrzebowanie na dźwigu obu typów i można zastąpić dźwig typu 1, dźwigiem typu 2?

Niech dla  $dst \in Sites$ ,  $In_1, In_2$  odpowiadają sumie dostarczonych dźwigów typu 1 i 2 do tej lokacji oraz  $N_1, N_2$  odpowiadają potrzebie dźwigów w tej lokalizacji. Z ograniczenia 2 wiemy że:

$$In_2 \geq N_2$$

czyli  $\exists e \geq 0$  takie że

$$In_2 = N_2 + e_2$$

Z ograniczenia 3:

$$In_1 + In_2 = N_1 + N_2$$

$$In_1 + N_2 + e_2 = N_1 + N_2$$

$$In_1 + e_2 = N_1$$

Ilość dostarczonych dźwigów 1 typu plus pewna ilość nadmiarowych dźwigów 2 typu równa się wymaganej liczbie dźwigów 1 typu.

### 2.1.4 Funkcja celu

$$\min \sum_{t \in Types} \sum_{src \in Sites, dst \in Sites} MoveTo_{t,src,dst} * Distance_{src,dst} * TransportationCost_t$$

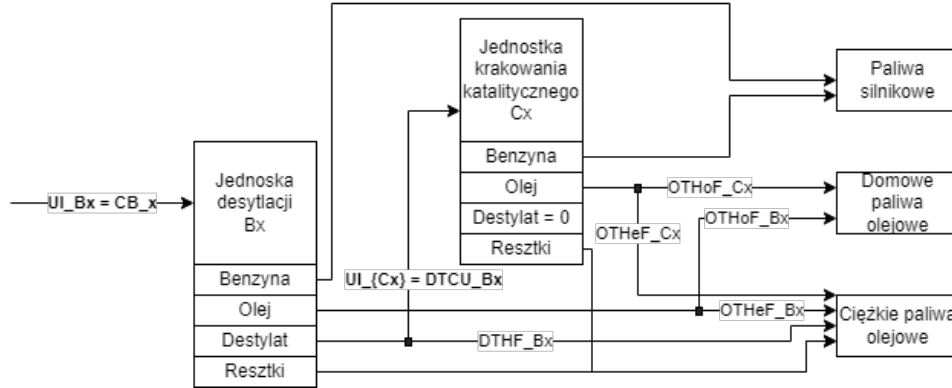
## 2.2 Wyniki

	Opole	Brzeg	Nysa	Prudnik	Strzelce Opolskie	Kozle	Raciborz
Opole	(0,0)	(0,0)	(0,2)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
Brzeg	(0,0)	(0,1)	(5,0)	(0,0)	(4,0)	(0,0)	(0,0)
Nysa	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
Prudnik	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,3)	(1,0)	(0,0)	(0,0)
Strzelce Opolskie	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,4)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
Kozle	(7,0)	(0,0)	(1,0)	(0,2)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
Raciborz	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,1)	(0,0)	(0,0)	(0,0)

Funkcja kosztu = 1818 Założenie całkowitoiliczbowości nie jest potrzebne.

## 3 Zadanie 3

### 3.1 Model



#### 3.1.1 Parametry

- $P$  - (Product) zbiór dostępnych produktów wyjściowych
- $DU$  - (Distillation Unit) zbiór jednostek destylacji
- $CU$  - (Cracking Unit) zbiór jednostek krakowania katalitycznego
- $AU = DU \cup CU$  - (All Units)
- $(\forall p \in P)(\forall u \in AU)Ep, u \geq 0$  - wydajność procesu produkcji produktu  $p$  na jednostce  $u$ .
- $(\forall u \in AU)SC_u$  - (Sulfur Content) zawartość siarki w oleju pochodzącym z danej jednostki  $u$
- $SCL$  - (Sulfur Content Limit) maksymalna zawartość siarki w oleju przeznaczonym do użytku w domowych paliwach olejowych.
- $EFD$  - (Engine Fuel Demand) wymagana ilość paliw silnikowych
- $HoFD$  - (Home Fuel Demand) wymagana ilość domowych paliw olejowych
- $HeFD$  - (Heavy Fuel Demand) wymagana ilość ciężkich paliw olejowych
- $(\forall u \in AU)PC_u$  - (Production Cost) koszt przetworzenia jednej tony materiałów w jednostce  $u$
- $(\forall d \in DU)COC_d$  - (Crude Oil Cost) koszt kupienia tony ropy do jednostki destylacji  $d$ .

#### 3.1.2 Zmienne decyzyjne

1.  $(\forall u \in AU)UI_u \geq 0$  - (UnitInput), ilość surowych materiałów wchodzących do jednostki  $u$
2.  $(\forall u \in AU)OTHoF_u \geq 0$  - (Oil To Home Fuels), ilość oleju produkowanego w jednostce  $u$ , który jest przyporządkowany olejowym paliwom domowym.
3.  $(\forall u \in AU)OTHeF_u \geq 0$  - (Oil to Heavy Fuels), ilość oleju produkowanego w jednostce  $u$ , który jest przyporządkowany ciężkim paliwom olejowym.
4.  $(\forall d \in DU)DTCU_d \geq 0$  - (Distillat to Cracking Unit), ilość destylatu produkowanego w jednostce  $d$ , który wysyłany jest do dalszego przetwarzania w jednostce krakowania katalitycznego
5.  $(\forall d \in DU)DTHF_d \geq 0$  - (Distillat to Heavy Fuel), ilość destylatu produkowanego w jednostce  $d$ , który przyporządkowany ciężkim paliwom olejowym

### 3.1.3 Ograniczenia

1.  $(\forall u \in AU) OTHoF_u + OTHeF_u == UI_u * E_{Oil,u}$  - dla każdej jednostki produkcyjnej, suma oleju przyporządkowanego do paliw domowych i do paliw ciężkich jest równa ilości wyprodukowanego oleju
2.  $(\forall d \in DU) DTCU_d + DTHF_d == UI_d * E_{Distillat,d}$  - dla każdej jednostki destylacji, ilość destylatu przekazanego do paliw ciężkich i do jednostek krakowania katalitycznego jest równa ilość wyprodukowanego destylatu
3.  $\sum_{u \in AU} (UI_u * E_{Benzyna,u}) \geq EFD$  - wyprodukowano wymaganą ilość paliw silnikowych
4.  $\sum_{u \in AU} (OTHoF_u) \geq HoFD$  - wyprodukowano wymaganą ilość domowych paliw olejowych
5.  $\sum_{u \in AU} (UI_u * E_{Resztki,u} + OTHeF_u) + \sum_{d \in DU} DTHF_d \geq HeFD$  - wyprodukowano wymaganą ilość ciężkich paliw olejowych
6.  $\sum_{u \in AU} OTHoF_u * (SC_u - SCL) \leq 0$  - zawartość siarki w domowych paliwach olejowych nie przekracza limitu

Jako, że powyższy model jest uogólniony, musimy zawęzić go dodatkowymi ograniczeniami:

1.  $(\forall c \in CU) OTHeF_c = 0$  - olej z jednostki krakowania katalitycznego może być użyty tylko jako domowe paliwo olejowe.
2.  $UI_{C1} = DTCU_{B1} \wedge UI_{C2} = DTCU_{B2}$  - ilość surowych materiałów na wejście jednostek krakujących odpowiada ilości destylatu przekazanej do jednostki krakującej z odpowiadającej jednostki destylacji

### 3.1.4 Funkcja celu

$$\min \sum_{u \in AU} (UI_u * PC_u) + \sum_{d \in DU} (UI_d * COC_d)$$

## 3.2 Wyniki

Dla naszych danych:

Var	B1	B2
$UI$	1075601.374570	0
$DTCU$	77319.587629	0
$UTHoF$	384536.082474	0

Koszt to 1410584192.439862.