

## OWD projekt – dane nr.19

Kacper Zagórski 309276

### 1. Model

Zmienne i wartości wynikowe z treści zadania:

$\{s1, s2\} \in S$  – surowce wykorzystane w produkcji

$\{d1, d2, d3\} \in D$  – półprodukty powstałe w wyniku przetwarzania surowców, zmienne całkowite

$\{dk2, dk3\} \in DK$  – półprodukty D poddane procesowi uwodornienia, zmienne całkowite

$\{dp2, dp3\} \in DP$  – półprodukty D przeznaczone na bezpośrednią produkcję produktów, zmienne całkowite

$\{k1, k2\} \in K$  – półprodukty powstałe w wyniku uwodornienia, zmienne całkowite

$\{p1, p2, p3\} \in P$  – produkty, zmienne całkowite

$\{k1p1, k1p2\}$  - produkty uzyskane z k1, zmienne całkowite

$\{k2p1, k2p2\}$  - produkty uzyskane z k2, zmienne całkowite

$\{d1p1, d1p3\}$  - produkty uzyskane z d1, zmienne całkowite

$\{d2p2\}$  - produkty uzyskane z dp2, zmienna całkowita

$\{d3p2\}$  - produkty uzyskane z dp3, zmienna całkowita

$\{qk, q1, q2, q3\} \in Q$  – kryteria, gdzie qk określa koszt produkcji a q1,q2,q3 dotyczą niedoborów w produkcji produktów p1,p2,p3

Metoda Punktu Odniesienia:

$$\max \{v + \varepsilon \sum z_i\}$$

$$v \leq z_i$$

$$z_i \leq \beta \lambda_i (y_i - asp_i)$$

$$z_i \leq \lambda_i (y_i - asp_i)$$

Gdzie:

$y_i$  – oceny,  $i \in Q$

$\varepsilon$  – wybrana mała stała

$z_i$  – wartości indywidulanych funkcji osiągnięcia,  $i \in Q$

$\lambda_i$  – współczynniki skalujące zależne od nadiru i utopii,  $i \in Q$

$asp_i$  – aspiracja dla danego kryterium,  $i \in Q$

$\beta$  – parametr dodatni mniejszy od 1

Oceny:

$y_{qk} = \max Koszt - koszt$  <- ponieważ maksymalizujemy funkcję celu, definiujemy oceny w ten sposób aby minimalizować koszty, tym samym naszą aspiracją będzie różnica między możliwym kosztem maksymalnym a kosztem wyliczonym.

$y_{qi} = 1 - \frac{1490 - p_i}{1490}$ ,  $i \in \{1,2,3\}$  <- jak powyżej, tym samym aspiracją będzie różnica między zaspokojeniem wymagań dotyczących dostawy a względnym niedoborem produkcji.

Gdzie:

$\max Koszt$  – maksymalny do uzyskanie koszt na podstawie danych z zadania,

$koszt$  – koszt wykorzystania surowców i pracy zakładu uwodornienia

Koszt:

$koszt = kosztU + kosztWykS$

Gdzie:

$kosztU$  - koszt stały, ponoszony tylko w przypadku uruchomienia zakładu uwodornienia o wartości 12000 zł

$$kosztU = b * 12000, b \in \{0,1\}$$

$$Int * b \geq dk2 + dk3$$

$$b \leq Int * (dk2 + dk3)$$

$Int$  – dowolnie duża liczba

$kosztWykS$  – koszt wynikający z ilości przetwarzanych surowców  $s1$  i  $s2$ , który kształtuje się na podstawie poniższych zależności:

$S1$  – cena 150 zł za tonę, dostępność 8000 ton dziennie.

$S2$  – cena 140 zł za tonę, dostępność 9000 ton dziennie.

Dodatkowo, koszty przetwarzania  $s1$  i  $s2$  kształtują się w następujący sposób

$$ps1 = \begin{cases} 14 * s1 & \text{dla } s1 \leq 1939 \\ 1939 * 14 + 11 * (s1 - 1939) & \text{dla } s1 > 1939 \text{ i } s1 \leq 4659 \\ 1939 * 14 + 11 * (4659 - 1939) + 8 * (s1 - 4659) & \text{dla } s1 > 4659 \text{ i } s1 \leq 8000 \end{cases}$$

$$ps2 = \begin{cases} 10 * s2 & \text{dla } s2 \leq 2214 \\ 2214 * 10 + 12 * (s2 - 2214) & \text{dla } s2 > 2214 \text{ i } s2 \leq 5845 \\ 2214 * 10 + 12 * (5845 - 2214) + 15 * (s2 - 5845) & \text{dla } s2 > 5845 \text{ i } s2 \leq 9000 \end{cases}$$

Zatem, przekładając na model matematyczny:

$$kosztWykS = 150 * s1 + 140 * s2 + ps1 + ps2$$

$$ps1 = 14 * s1a + 11 * s1b + 8 * s1c$$

$$ps2 = 10 * s2a + 12 * s2b + 15 * s2c$$

$$s1 \leq 8000$$

$$s2 \leq 9000$$

Surowiec 1, wykorzystanie:

$$s1 = s1a + s1b + s1c$$

$$1939 * b1a \leq s1a \leq 1939$$

$$(4659 - 1939) * b1b \leq s1b \leq (4659 - 1939) * b1a$$

$$0 \leq s1c \leq (8000 - 4659) * b1b$$

$s1a, s1b, s1c$  – ilość przetwożonych ton  $s1$  dla kolejnych przedziałów cenowych

$b1a, b1b$  – pomocnicze zmienne binarne

Surowiec 2, wykorzystanie:

$$s2 = s2a + s2b + s2c$$

$$2214 * b2a \leq s2a \leq 2214$$

$$(5845 - 2214) * b2b \leq s2b \leq (5845 - 2214) * b2a$$

$$0 \leq s2c \leq (9000 - 5845) * b2b$$

$s2a, s2b, s2c$  – ilość przetwożonych ton  $s2$  dla kolejnych przedziałów cenowych

$b2a, b2b$  – pomocnicze zmienne binarne

Przetwarzanie surowców na półprodukty D:

$$d1 = s1 * 0,6 + s2 * 0,1$$

$$d2 = s1 * 0,3 + s2 * 0,6$$

$$d3 = s1 * 0,1 + s2 * 0,3$$

$$s1 + s2 \leq 11346 \text{ - przepustowość przygotowania}$$

Przetwarzanie półproduktów D na K:

$$dk2 + dk3 \leq 5011 \text{ - przepustowość zakładu uwodorniania}$$

$$d2 = dk2 + dp2$$

$$d3 = dk3 + dp3$$

$$k1 = dk2 * 0,4 + dk3 * 0,6$$

$$k2 = dk2 * 0,6 + dk3 * 0,4$$

Produkcja produktów P:

$$k1p1 + k1p2 = k1 \text{ <- produkty uzyskane z } k1 \text{ muszą się sumować do ilości } k1$$

$$k2p1 + k2p2 = k2 \text{ <- produkty uzyskane z } k2 \text{ muszą się sumować do ilości } k2$$

$$d1p1 + d1p3 = d1 \text{ <- produkty uzyskane z } d1 \text{ muszą się sumować do ilości } d1$$

$$d2p2 = dp2 \text{ <- produkty uzyskane z } dp2 \text{ muszą się sumować do ilości } dp2$$

$d3p2 = dp3$  <- produkty uzyskane z  $dp3$  muszą się sumować do ilości  $dp3$

$p1 = k1p1 + k2p1 + d1p1$  <-suma produktów  $p1$  z różnych źródeł

$p2 = k1p2 + k2p2 + d2p2 + d3p2$  <-suma produktów  $p2$  z różnych źródeł

$p3 = d1p3$  <-suma produktów  $p3$  z różnych źródeł

## 2. Symulacja podejmowania decyzji.

Wykorzystane parametry		
$\epsilon$	0,000025	Stała wybrana arbitralnie
$\lambda\_k$	0,0000005596	Obliczone na podstawie odwrotności różnicy między utopią a nadirem.
$\lambda\_1$	1	
$\lambda\_2$	1	
$\lambda\_3$	1	
$\beta$	0,001	Stała wybrana arbitralnie
maxKoszt	1786986	Koszt wyliczony na podstawie treści zadania.

1 Iteracja			
asp_k	0	Koszt	1775694
asp_1	1	p1	1491
asp_2	1	p2	8359
asp_3	1	p3	1490
W pierwszym kroku, postawiłem przede wszystkim na wypełnienie zobowiązań dotyczących ilości produktów rezygnując z jakichkolwiek aspiracji dotyczących kosztów produkcji, jak widać udało się spełnić wymogi dla wszystkich 3 produktów			
2 Iteracja			
asp_k	12 000	Koszt	1774024
asp_1	1	p1	1490
asp_2	1	p2	8350
asp_3	1	p3	1490
W drugiej iteracji moim założeniem było ustawienie takiej kwoty oszczędności aby zmusić model do zmniejszenia produkcji, któregoś z produktów. Względem pierwszej iteracji produkcja p2 zmniejszyła się o 9 jednostek a p1 o 1 jednostkę.			
3 Iteracja			
asp_k	30 000	Koszt	1678061
asp_1	1	p1	1490
asp_2	1	p2	7345
asp_3	1	p3	1915
Przy aspiracji oszczędności wyznaczonej na poziomie 30 000, znacząco spadła produkcja produktu p2 ale wzrosła też produkcja p3.			

4 Iteracja			
asp_k	200 000	Koszt	805054
asp_1	1	p1	1492
asp_2	1	p2	1988
asp_3	1	p3	1490
Przy ustawieniu oszczędności na 200 000 zł, nadal spełnione są warunki dotyczące produkcji wszystkich produktów, co ciekawe przy tej iteracji model skorzystał tylko z surowca s1.			
5 Iteracja			
asp_k	300 000	Koszt	1486294
asp_1	1	p1	1490
asp_2	1	p2	4415
asp_3	1	p3	3445
Dla tak ustawionych aspiracji, niespodziewanie cplex, zwiększył produkcję p2 i p3, wzrósł również koszt produkcji chociaż nadal spełnia on nasze założenia dotyczące aspiracji.			
6 Iteracja			
asp_k	1 000 000	Koszt	786739
asp_1	1	p1	1986
asp_2	1	p2	1492
asp_3	1	p3	1492
Wzrosła produkcja p1, a p2 i p3 spadła, koszt produkcji również zmniejszył się do 786 739 zł.			
7 Iteracja			
asp_k	1 000 000	Koszt	756074
asp_1	0,8	p1	1192
asp_2	0,8	p2	1864
asp_3	0,8	p3	1604
W tym kroku postanowiłem, trochę zmienić podejście ustawiając aspiracje dla wszystkich produktów na 0.8 tym samym przyjmując, że nie musimy spełnić wymagań dla wszystkich z nich. Tym poniżej wymaganej ilości 1490 jednostek spadła produkcja p1. Zmniejszył się też koszt produkcji			
8 Iteracja			
asp_k	1 000 000	Koszt	756074
asp_1	0,9	p1	1341
asp_2	0,7	p2	1864
asp_3	0,7	p3	1455
Manipulacją aspiracjami dla różnych produktów próbowałem wymusić większą produkcję p1, chociaż produkcja wzrosła nie osiągnęła progu 1490 jednostek, dodatkowo poniżej tego progu spadła produkcja p3. Koszt produkcji nie uległ zmianie.			

9 Iteracja			
asp_k	1 000 000	Koszt	786739
asp_1	1	p1	2731
asp_2	0,5	p2	747
asp_3	1	p3	1492
Przy kolejnych zmianach aspiracji udało się osiągnąć zadowalający wynik dla produkcji p1 i p3, jednak produkcja p2 spadła prawie poniżej połowy wymaganych jednostek. Koszt produkcji wzrósł.			
10 Iteracja			
asp_k	1 050 000	Koszt	713249
asp_1	1	p1	1490
asp_2	1	p2	1500
asp_3	1	p3	1490
Biorąc pod uwagę poprzednie iteracje postanowiłem, z powrotem ustawić aspiracje dla produktów na poziomie 1 oznaczającym brak niedoborów i jeszcze raz zwiększyć trochę kwotę oszczędności. Dla takich parametrów aspiracji nadprodukcja występuje tylko w przypadku p2 i wynosi 10 jednostek, koszt jest najmniejszy ze wszystkich iteracji, zatem jest to najlepsze z dotychczasowych rozwiązań.			