

BADANIA OPERACYJNE I LOGISTYKA ĆW. PROJEKTOWE

DR INŻ. KRYSTIAN ZYGUŁA

KZYGULA@AGH.EDU.PL

B4/P.103

TEL. 1 2617 38 72

Przygotowano na podstawie:

- Dr inż. O. Lypchanskyi: materiały własne
- mgr Anna Bernaciak: materiały ćwiczeniowe

PLAN ZAJĘĆ INO GR. 1

2024-03-04 CWP1 9:45 - 11:15	Regulamin i zasady zaliczenia. Organizacja zajęć. Podział na zespoły i tematy projektów. Wprowadzenie teoretyczne z Metody CPM. Wymagania do aplikacji z Metody CPM.
2024-03-18 CWP2 9:45 - 11:15 - ONLINE	Praca nad projektem z Metody CPM.
2024-04-15 CWP3 9:45 - 11:15	Praca nad projektem z Metody CPM.
2024-04-29 CWP4 9:45 - 11:15	Wprowadzenie teoretyczne z Zagadnienia Pośrednika. Wymagania do aplikacji z Zagadnienia Pośrednika.
2024-05-13 CWP5 9:45 - 11:15	Oddawanie projektów z Metody CPM. Praca nad projektem z Zagadnienia Pośrednika.
2024-05-20 CWP6 9:45 - 11:15	Praca nad projektem z Zagadnienia Pośrednika.
2024-06-03 CWP7 9:45 - 11:15	Oddawanie projektów z Zagadnienia Pośrednika. Wystawianie ocen.

PLAN ZAJĘĆ ITE GR. 1

2024-02-26 CWP1 13:15 - 14:45	Regulamin i zasady zaliczenia. Organizacja zajęć. Podział na zespoły i tematy projektów. Wprowadzenie teoretyczne z Metody CPM. Wymagania do aplikacji z Metody CPM.
2024-03-11 CWP2 13:15 - 14:45	Praca nad projektem z Metody CPM.
2024-03-25 CWP3 13:15 - 14:45	Praca nad projektem z Metody CPM.
2024-04-08 CWP4 13:15 - 14:45	Wprowadzenie teoretyczne z Zagadnienia Pośrednika. Wymagania do aplikacji z Zagadnienia Pośrednika.
2024-04-22 CWP5 13:15 - 14:45	Oddawanie projektów z Metody CPM. Praca nad projektem z Zagadnienia Pośrednika.
2024-05-06 CWP6 13:15 - 14:45	Praca nad projektem z Zagadnienia Pośrednika.
2024-05-27 CWP7 13:15 - 14:45 ONLINE	Oddawanie projektów z Zagadnienia Pośrednika. Wystawianie ocen.

PLAN ZAJĘĆ ITE GR. 2

2024-03-04 CWP1 13:15 : 14:45	Regulamin i zasady zaliczenia. Organizacja zajęć. Podział na zespoły i tematy projektów. Wprowadzenie teoretyczne z Metody CPM. Wymagania do aplikacji z Metody CPM.
2024-03-18 CWP2 13:15 : 14:45- ONLINE	Praca nad projektem z Metody CPM.
2024-04-15 CWP3 13:15 : 14:45	Praca nad projektem z Metody CPM.
2024-04-29 CWP4 13:15 : 14:45	Wprowadzenie teoretyczne z Zagadnienia Pośrednika. Wymagania do aplikacji z Zagadnienia Pośrednika.
2024-05-13 CWP5 13:15 : 14:45	Oddawanie projektów z Metody CPM. Praca nad projektem z Zagadnienia Pośrednika.
2024-05-20 CWP6 13:15 : 14:45	Praca nad projektem z Zagadnienia Pośrednika.
2024-06-10 CWP7 13:15 : 14:45	Oddawanie projektów z Zagadnienia Pośrednika. Wystawianie ocen.

PLAN ZAJĘĆ ITE GR. 3

2024-02-26 CWP1 9:45 : 11:15	Regulamin i zasady zaliczenia. Organizacja zajęć. Podział na zespoły i tematy projektów. Wprowadzenie teoretyczne z Metody CPM. Wymagania do aplikacji z Metody CPM.
2024-03-11 CWP2 9:45 : 11:15	Praca nad projektem z Metody CPM.
2024-03-25 CWP3 9:45 : 11:15	Praca nad projektem z Metody CPM.
2024-04-08 CWP4 9:45 : 11:15	Wprowadzenie teoretyczne z Zagadnienia Pośrednika. Wymagania do aplikacji z Zagadnienia Pośrednika.
2024-04-22 CWP5 9:45 : 11:15	Oddawanie projektów z Metody CPM. Praca nad projektem z Zagadnienia Pośrednika.
2024-05-06 CWP6 9:45 : 11:15	Praca nad projektem z Zagadnienia Pośrednika.
2024-05-27 CWP7 9:45 : 11:15 ONLINE	Oddawanie projektów z Zagadnienia Pośrednika. Wystawianie ocen.

SYLLABUS

<https://syllabusy.agh.edu.pl/pl/1/2/17/1/4/3/7>

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	28
Ćwiczenia laboratoryjne	14
Ćwiczenia projektowe	14
Przygotowanie do zajęć	35
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	40
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2
Dodatkowe godziny kontaktowe	2
Przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	15

- **1 NIEUSPRAWIEDLIWIONA NIEOBECNOŚĆ**
- KAŻDĄ KOLEJNĄ **NALEŻY USPRAWIEDLIWIĆ**
- STUDENT, KTÓRY BĘDZIE NA **MNIEJ NIŻ CZTERECH** ZAJĘCIACH JEST TRAKTOWANY JAK STUDENT, KTÓRY **NIE UCZĘSZCZAŁ** NA ZAJĘCIA.
- STUDENT, KTÓRY BĘDZIE MIAŁ WIĘCEJ NIŻ **DWIE NIEUSPRAWIEDLIWIONE** NIEOBECNOŚCI TRAKTOWANY JEST JAK STUDENT, KTÓRY NIE UCZĘSZCZAŁ NA ZAJĘCIA.

REGULAMIN PRACOWNI KOMPUTEROWEJ

1. W SALACH KOMPUTEROWYCH **NIE WOLNO** JEŚĆ/PIĆ,
2. ODZIECIE WIERZCHNIE (KURTKI, PŁASZCZE) **NALEŻY ZOSTAWIĆ W SZATNI** (Z WYJĄTKIEM SYTUACJI GDY SZATNIA JEST NIECZYNNA),
3. **NIE WOLNO ODŁĄCZAĆ** OD PRĄDU/INTERNETU ŻADNEGO URZĄDZENIA W PRACOWNI KOMPUTEROWEJ,
4. MOŻNA KORZYSTAĆ Z WŁASNEGO LAPTOPA JEŻELI NIE NARUSZA TO POPRZEDNIEGO PUNKTU (ZASILACZ MOŻNA PODŁĄCZYĆ **TYLKO W WOLNE GNIAZDKA**),
5. NALEŻY PRZESTRZEGAĆ ZASAD **BHP** ORAZ REGULAMINU PRACOWNI,
6. **NIE WOLNO INSTALOWAĆ** ŻADNEGO OPROGRAMOWANIA NA STANOWISKACH KOMPUTEROWYCH,
7. WSZELKIE USTERKI/NIEPRAWIDŁOWOŚCI W FUNKCJONOWANIU SPRZĘTU NALEŻY BEZZWŁOCZNIE ZGŁOSIĆ PROWADZĄCEMU.

PROJEKT - ZALICZENIE

- ABY UZYSKAĆ ZALICZENIE Z ĆW. PROJEKTOWYCH NALEŻY **PRZYGOTOWAĆ I ZŁOŻYĆ DWA PROJEKTY** ORAZ OTRZYMAĆ OCENĘ MIN. **3,0** Z KAŻDEGO.
- DOWODEM ZALICZENIA JEST **ZAPREZENTOWANIE DWÓCH PROJEKTÓW PROWADZĄCEMU NA WYZNACZONYCH ZAJĘCIACH** ORAZ ZŁOŻENIE **SPRAWOZDANIA**.
- PROJEKT REALIZUJEMY W **ZESPOŁACH TRZY- LUB DWUOSOBOWYCH**
- ZESPOŁY MAJĄ **DOWOLNOŚĆ** W WYBORZE JĘZYKA I ŚRODOWISKA PROGRAMOWANIA
- NA KAŻDYCH ZAJĘCIACH ZESPOŁY BĘDĄ PRZEDSTAWIAŁY **POSTĘP PRACY** ZGODNIE Z PRZYJĘTYM **HARMONOGRAMEM PROJEKTU**. ZA POSTĘPY LUB ICH BRAK ZESPOŁY BĘDĄ OTRZYMWAŁY **+** / **-**
- KAŻDE 3 „-” TO **0.5** OCENY W DÓŁ DO OCENY KOŃCOWEJ

PROJEKT - ZALICZENIE

- TEMATEM PROJEKTU JEST **STWORZENIE APLIKACJI** KTÓRE BĘDĄ ROZWIĄZYWAĆ **ZADANIE Z METODY CPM I ZAGADNIENIE POŚREDNIKA** – OBA ZAGADNIENIA MOGĄ ZAWIERAĆ SIĘ W JEDNEJ APLIKACJI.
- TEMATY PROJEKTÓW DLA POSZCZEGÓLNYCH PAR RÓŻNIĆ SIĘ BĘDĄ TYLKO **RODZAJEM APLIKACJI** – PRZEGLĄDARKOWA LUB OKIENKOWA.
- KAŻDA APLIKACJA POWINNA POSIADAĆ **INTERFEJS** DO WPISYWANIA DANYCH WEJŚCIOWYCH.
- KAŻDA APLIKACJA POWINNA POSIADAĆ **WIZUALIZACJĘ WYNIKÓW**.
 - **DLA METODY CPM:** NP. W FORMIE GRAFU* / TABELI, OBLICZENIE NAJWCZEŚNIEJSZYCH/NAJPÓŹNIEJSZYCH MOMENTÓW ZAKOŃCZENIA I ROZPOCZĘCIA CZYNNOŚCI, OBLICZENIE REZERW CZASOWYCH, OKREŚLENIE ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ, KONSTRUKCJA HARMONOGRAMU GANTTA** (ASAP/ALAP).
 - **DLA ZAGADNIENIA POŚREDNIKA:** ZAWIERAJĄCĄ: TABELĘ ZYSKÓW JEDNOSTKOWYCH, TABELĘ OPTYMALNYCH PRZEWOZÓW ORAZ WYLISTOWANE: KOSZT CAŁKOWITY, PRZYCHÓD CAŁKOWITY, ZYSK POŚREDNIKA.

* OBOWIĄZKOWY

** DODATKOWY

PROJEKT - ZALICZENIE

OCENIANIE (METODA CPM):

- ABY UZYSKAĆ OCENĘ POZYTYWNAĄ APLIKACJA **MUSI POPRAWNIE ROZWIĄZYWAĆ ZAGADNIENIE**
- APLIKACJA Z GRAFICZNYM INTERFEJSEM (JEŚLI KONSOLA MAX. 3.5).
- OCENA WYJŚCIOWA 4.0:
 - ZA **BRAK** ELEMENTU Z INTERFEJSU LUB WIZUALIZACJI WYNIKÓW **ODEJMOWANE JEST 0.5 OCENY.**
 - ZA KAŻDĄ DODATKOWĄ FUNKCJONALNOŚĆ LUB DODATKOWY ELEMENT WIZUALIZACJI WYNIKÓW **DODAWANE JEST 0.5 OCENY.**
- OCENIE PODDAWANE BĘDĄ RÓWNIEŻ **ZABEZPIECZANIA. STARANNOŚĆ, CZYTELNOŚĆ I ESTETYKA** APLIKACJI, DZIĘKI CZEMU MOŻNA **PONIEŚĆ OCENĘ.**
- ODDANIE APLIKACJI PO TERMINIE: **ODEJMOWANE JEST 0.5 OCENY ZA KAŻDE SPOTKANIE**

PROJEKT - ZALICZENIE

OCENIANIE (**ZAGADNIENIE POŚREDNIKA**):

- APLIKACJA POWINNA ROZWIĄZYWAĆ NIEZBILANSOWANE ZAGADNIENIE POŚREDNIKA (TJ. $\text{POPYT} \neq \text{PODAŻ}$), JEŚLI BĘDZIE OBLICZAĆ ZAGADNIENIE ZBILANSOWANE - **MAX. 4.0**
- APLIKACJA Z GRAFICZNYM INTERFEJSEM (JEŚLI KONSOLOWA **MAX. 3.5**).
- OCENA WYJŚCIOWA 4.0:
 - ZA **BRAK** KAŻDEJ Z FUNKCJONALNOŚCI Z GUI I WIZUALIZACJI **ODEJMOWANE JEST 0,5 OCENY** (MOŻLIWOŚĆ WPISANIA: PODAŻY, POPYTU, CEN ZAKUPU I SPRZEDAŻY, KOSZTÓW TRANSPORTU, TABELA ZYSKÓW JEDNOSTKOWYCH, TABELA OPTYMALNYCH PRZEWÓZÓW ORAZ WYLISTOWANE: KOSZT CAŁKOWITY, PRZYCHÓD CAŁKOWITY, ZYSK POŚREDNIKA)
 - ZA **WPROWADZENIE DODATKOWYCH FUNKCJONALNOŚCI** (NP. DOWOLNOŚĆ W WYBORZE ILOŚCI DOSTAWCÓW I ODBIORCÓW, DODATKOWE DANE WYŚWIETLANE PRZY WIZUALIZACJI WYNIKÓW) **DODAWANE JEST 0,5 OCENY**.
- OCENIE PODDAWANE BĘDĄ RÓWNIEŻ **ZABEZPIECZANIA. STARANNOŚĆ, CZYTELNOŚĆ I ESTETYKA** APLIKACJI, DZIĘKI CZEMU MOŻNA **PONIEŚĆ OCENĘ**.
- ODDANIE APLIKACJI PO TERMINIE: **ODEJMOWANE JEST 0.5 OCENY ZA KAŻDE SPOTKANIE**

PROJEKT – FORMA ZALICZENIA

- ZESPÓŁ PROJEKTOWY PREZENTUJE DZIAŁANIE PROGRAMU PROWADZĄCEMU INDYWIDUALNIE
- PODCZAS ZALICZENIA APLIKACJA TESTOWANA JEST NA PRZYKŁADZIE JEDNEGO ZADANIA WYBRANEGO PRZEZ PROWADZĄCEGO
- NA DZIEŃ ZALICZENIA NALEŻY PRZYGOTOWAĆ SPRAWOZDANIE ZGODNIE Z WYTYCZNYMI PROWADZĄCEGO (UPEL)
- PROJEKT MOŻNA ODDAĆ WCZEŚNIEJ

UPEL

- MATERIAŁY DODATKOWE
- WYSYŁANIE SPRAWOZDAŃ
- ZESTAWIENIE OCEN

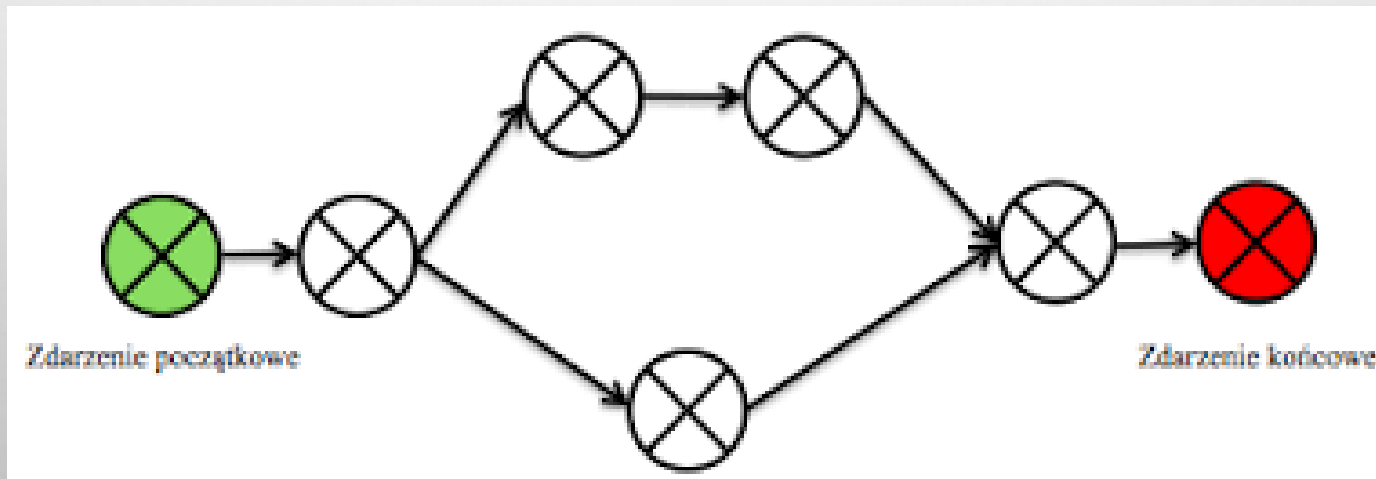
HASŁA GRUPOWE

- BOiLITE1
- BOiLITE2
- BOiLITE3
- BOiLINO1

- PYTANIA?
- PODZIAŁ NA ZESPOŁY PROJEKTOWE.
- DEKLARACJA RODZAJU APLIKACJI
- PRZYGOTOWANIE HARMONOGRAMU PROJEKTU I PODZIAŁU OBOWIĄZKÓW NA NASTĘPNE ZAJĘCIA.

METODA CPM

- METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ (ANG. CRITICAL PATH METHOD, CPM)
- METODA PLANOWANIA PRZEDSIĘWZIĘĆ, PROJEKTÓW, KTÓRE SKŁADAJĄ SIĘ Z WIELU CZYNNOŚCI WYKONYWANYCH W USTALONEJ KOLEJNOŚCI PO SOBIE BĄDŹ RÓWNOLEGLE.



PODSTAWOWE POJĘCIA

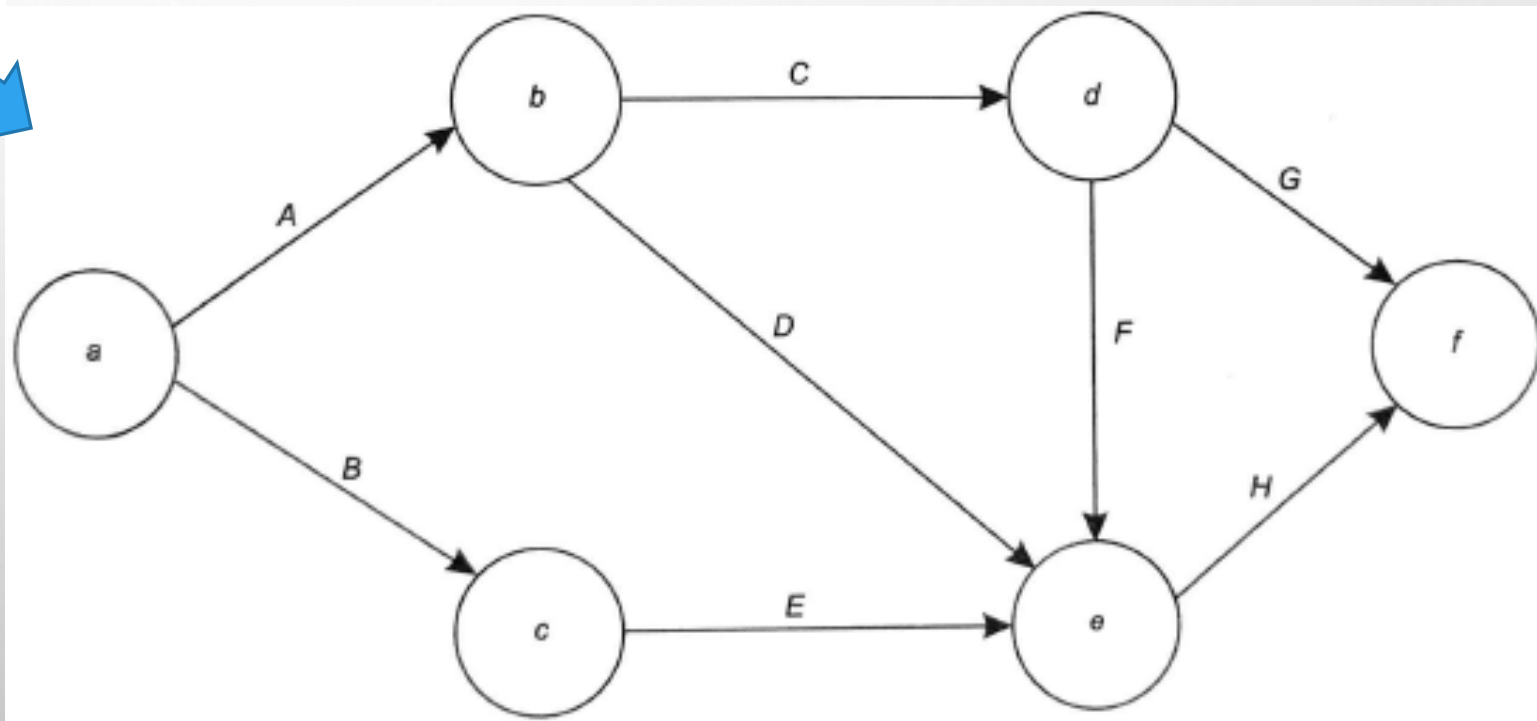
- **BEZPOŚREDNI POPRZEDNIK** – CZYNNOŚĆ KTÓRĄ NALEŻY ZAKOŃCZYĆ PRZED ROZPOCZĘCIEM OBECNIE ROZPATRYWANEJ CZYNNOŚCI
- **ZDARZENIE** – MOMENT W KTÓRYM KOŃCZY SIĘ OSTATNIA CZYNNOŚĆ PRZED ROZPOCZĘCIEM KOLEJNEJ.
- **CZAS KRYTYCZNY** – NAJKRÓTSZY MOŻLIWY CZAS REALIZACJI PROJEKTU.
- **ŚCIEŻKA KRYTYCZNA** – NASTĘPUJĄCE PO SOBIE CZYNNOŚCI KTÓRE WYZNACZAJĄ CZAS KRYTYCZNY. W JEJ SKŁAD WCHODZĄ **CZYNNOŚCI KRYTYCZNE**.

Czynność	Czynność bezpośrednio poprzedzająca	Czas trwania
A	—	5
B	—	7
C	A	6
D	A	8
E	B	3
F	C	4
G	C	2
H	E, D, F	5

Czynność	Czas trwania, dni	Następstwo zdarzeń
A	3	1-2
B	4	2-3
C	6	2-4
D	7	3-5
E	1	5-7
F	2	4-7
G	3	4-6
H	4	6-7
I	1	7-8
J	2	8-9

Dane wejściowe

- Czynność poprzedzająca
- Nastęstwo zdarzeń



KROK DO PRZODU

- WYLICZENIE NAJWCZEŚNIEJSZYCH MOMENTÓW ROZPOCZĘCIA I ZAKOŃCZENIA CZYNNOŚCI

ES (EARLY START) – NAJWCZEŚNIEJSZY MOMENT ROZPOCZĘCIA CZYNNOŚCI

EF (EARLY FINISH) – NAJWCZEŚNIEJSZY MOMENT ZAKOŃCZENIA CZYNNOŚCI

T – CZAS TRWANIA CZYNNOŚCI

$$EF = ES + T$$

CZYNNOŚĆ A

$$ES = 0$$

$$EF = 0 + 5 = 5$$

CZYNNOŚĆ B

$$ES = 0$$

$$EF = 0 + 7 = 7$$

Czynność C

$$ES = 5$$

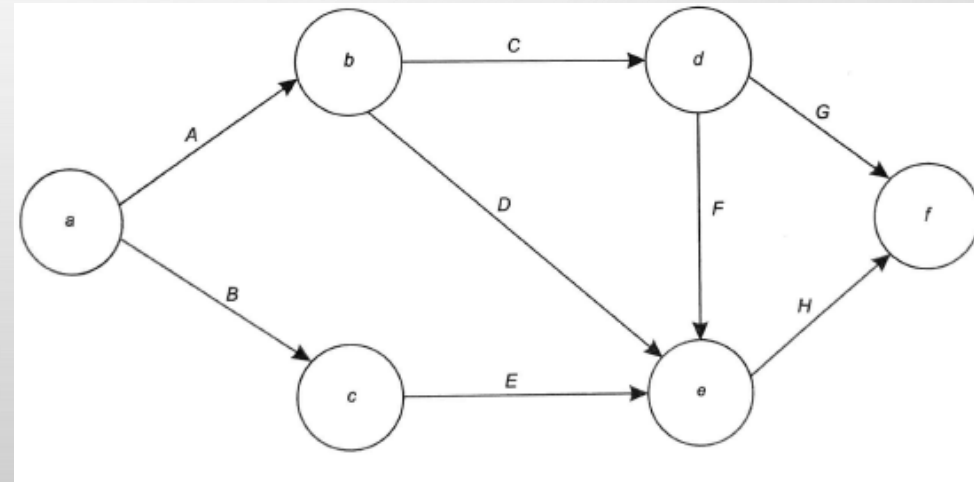
$$EF = 5 + 6 = 11$$

Czynność D

$$ES = 5$$

$$EF = 5 + 8 = 13$$

Itd.....



Czas trwania
5
7
6
8
3
4
2
5

KROK DO TYŁU

- WYLICZENIE NAJWCZEŚNIEJSZYCH MOMENTÓW ROZPOCZĘCIA I ZAKOŃCZENIA CZYNNOŚCI

LS (LATE START) – NAJPÓŹNIEJSZY MOMENT ROZPOCZĘCIA CZYNNOŚCI

LF (LATE FINISH) – NAJPÓŹNIEJSZY MOMENT ZAKOŃCZENIA CZYNNOŚCI

T – CZAS TRWANIA CZYNNOŚCI

$$LS = LF - T$$

CZYNNOŚĆ H

$$LF = 20$$

$$LS = 20 - 5 = 15$$

CZYNNOŚĆ G

$$LF = 20$$

$$LS = 20 - 2 = 18$$

Czynność F

$$LF = 15$$

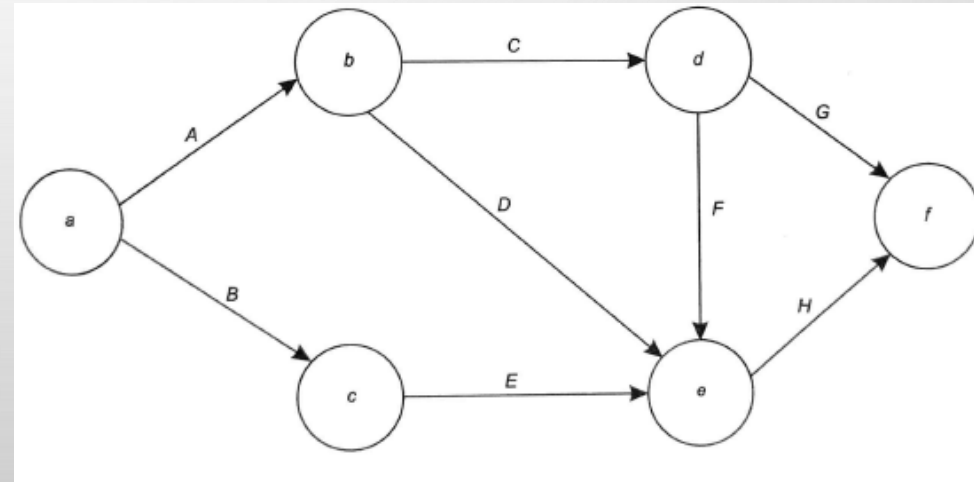
$$LS = 15 - 4 = 11$$

Czynność E

$$LF = 15$$

$$LS = 15 - 3 = 12$$

Itd.....



Czas trwania
5
7
6
8
3
4
2
5

REZERWY

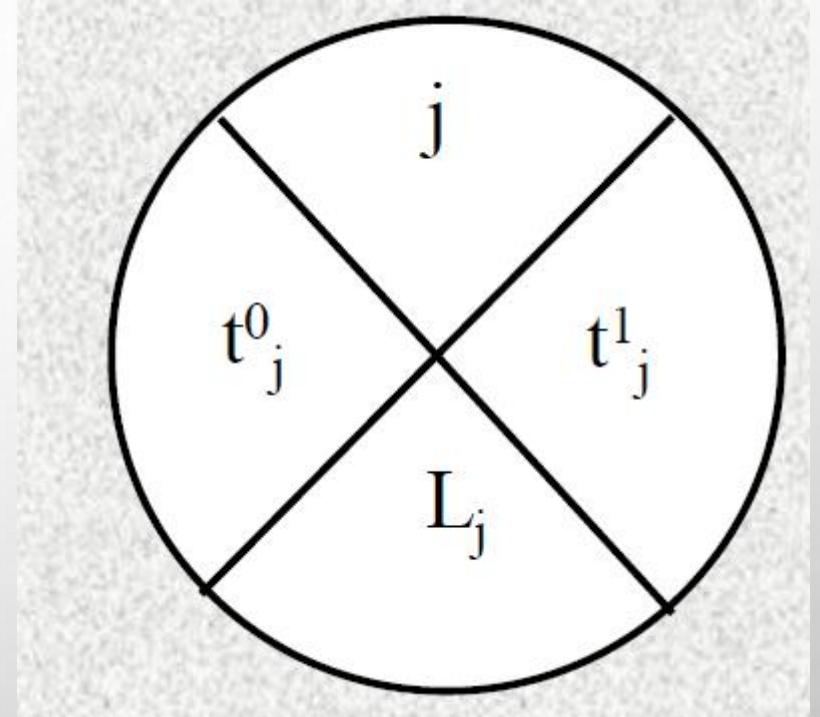
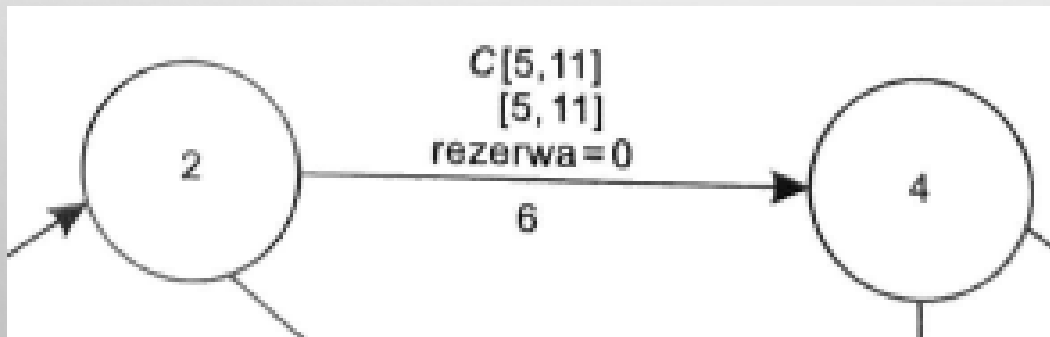
- **REZERWA CZYNNOŚCI** – DŁUGOŚĆ ODCINKA CZASU O JAKI MOŻEMY OPÓŹNIĆ REALIZACJĘ CZYNNOŚCI
- **$R = LS - ES = LF - EF$**
- JEŻELI REZERWA JEST RÓWNA ZERO TO CZYNNOŚĆ WCHODZI W SKŁAD ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ.

Czynność	Czas trwania	<i>ES</i>	<i>EF</i>	<i>LS</i>	<i>LF</i>	Rezerwa	Czynność krytyczna
<i>A</i>	5	0	5	0	5	0	tak
<i>B</i>	7	0	7	5	12	5	nie
<i>C</i>	6	5	11	5	11	0	tak
<i>D</i>	8	5	13	7	15	2	nie
<i>E</i>	3	7	10	12	15	5	nie
<i>F</i>	4	11	15	11	15	0	tak
<i>G</i>	2	11	13	18	20	7	nie
<i>H</i>	5	15	20	15	20	0	tak

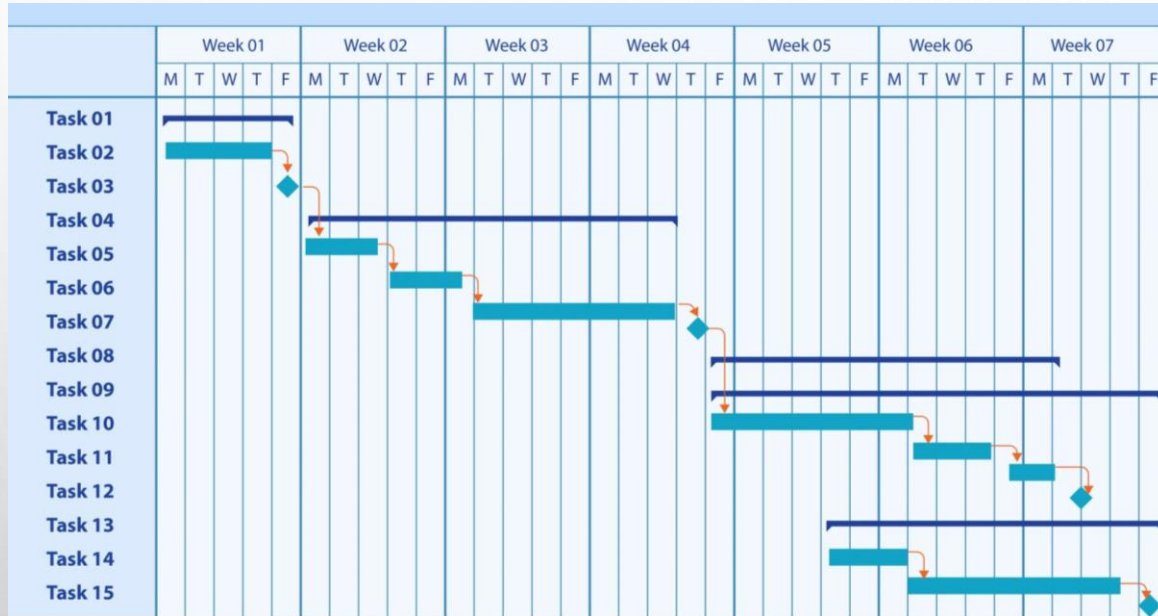
GRAF

- SPOSÓB PREZENTACJI GRAFU JEST DOWOLNY, ALE MAJĄ SIĘ NA NIM ZNALEŹĆ INFORMACJE TAKIE JAK:

- NR ZDARZENIA
- ES
- EF
- R
- CZY NALEŻY DO ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ



GANTT CHART



Harmonogram ASAP (as soon as possible) – rozpoczęcie wszystkich czynności zaplanowane w **najwcześniejszych** momentach

Harmonogram ALAP (as late as possible) – rozpoczęcie wszystkich czynności zaplanowane w **najpóźniejszych** momentach

PRZYKŁADOWA APLIKACJA

Metoda CPM

Fill

Nazwa zdarzenia:

Czas trwania zdarzenia dni:

0

Następstwo OD:

0

Następstwo DO:

0

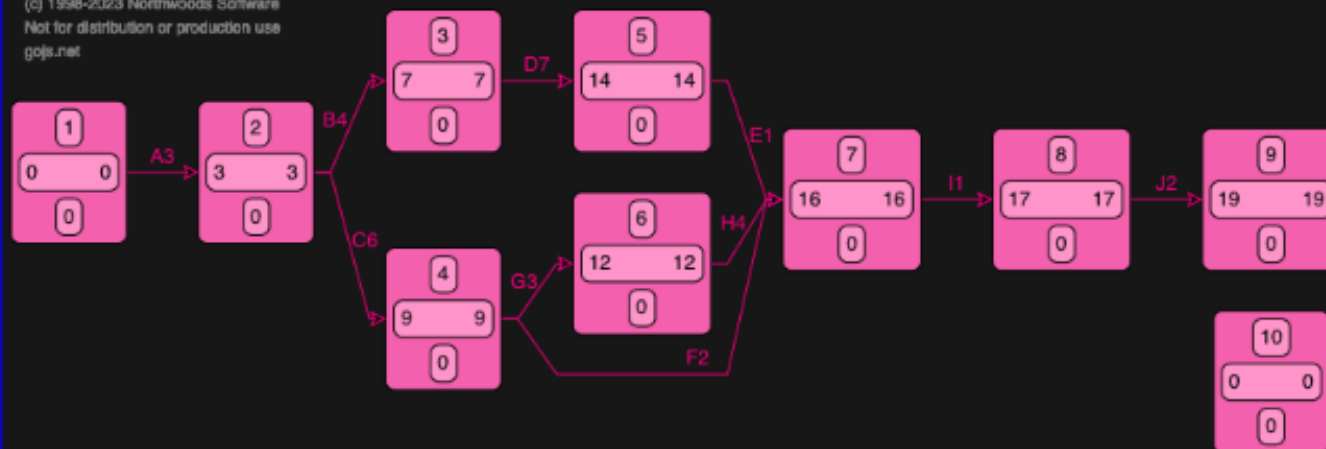
Dodaj

Lp.	Nazwa zdarzenia	Czas trwania zdarzenia	Następstwa	
1	A	3	1-2	
2	B	4	2-3	
3	C	6	2-4	
4	D	7	3-5	
5	E	1	5-7	
6	F	2	4-7	
7	G	3	4-6	
8	H	4	6	
9	I	1	7	
10	J	2	8	

Generate Diagram

GoJS 2.3 evaluation

(c) 1998-2023 Northwoods Software
Not for distribution or production use
gojs.net





ZAGADNIENIE POŚREDNIKA

POŚREDNIK NABYWA TOWAR OD m DOSTAWCÓW,
PRZEWOZI I SPRZEDAJE GO n ODBIORCOM.

Znamy:

a_i — maksymalną ilość towaru, jaką można kupić u i -tego dostawcy (jego podaż),

b_j — maksymalną ilość towaru, jaką można sprzedać j -temu odbiorcy (jego popyt),

k_z — koszt zakupu u i -tego dostawcy,

c_j — cenę sprzedaży j -temu odbiorcy,

k_{tij} — jednostkowy koszt transportu na trasie do i -tego dostawcy do j -tego odbiorcy.

Należy ustalić taki plan zakupów, transportu i sprzedaży, aby dochód pośrednika był maksymalny.

Dochód (zysk) = przychód ze sprzedaży (cena) - koszt zakupu - koszt transportu.

ZAKŁADAMY, ŻE POŚREDNIK NIE TWORZY ZAPASÓW, A WIĘC ZAKUPIONA ILOŚĆ TOWARU JEST RÓWNA ILOŚCI SPRZEDANEJ.

OZNACZMY PONADTO PRZEZ:

x_{ij} —WIELKOŚĆ PRZEWOZU NA TRASIE $\langle i, j \rangle$,

z_{ij} —DOCHÓD JEDNOSTKOWY (ZYSK) Z TRASY $\langle i, j \rangle$,

$$z_{ij} = c_j - k_{zi} - k_{tij}$$

Model matematyczny **zagadnienia pośrednika** można zapisać następująco:
znajdź takie wartości zmiennych x_{ij} aby:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n z_{ij} x_{ij} \rightarrow \max$$



Funkcja celu maksymalizuje dochód pośrednika.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i \quad (i = 1, \dots, m)$$



Warunek zapewnia, że od każdego dostawcy wywozi się (i kupuje) nie więcej niż wynosi jego podaż.

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq b_j \quad (j = 1, \dots, n)$$



Warunek gwarantuje, że każdemu odbiorcy dostarcza się (i sprzedaje) nie więcej niż wynosi jego popyt. Plan przewozu określa jednoznacznie plan zakupu i sprzedaży.

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n)$$

Krok 1. Sprowadzamy zagadnienia do ZZT (Zamkniętego Zagadnienia Transportowego) poprzez wprowadzenie:

1) Fikcyjnego dostawcy (FD) o podaży równej popytowi wszystkich odbiorców

$$a_{m+1} = \sum_{j=1}^n b_j$$

2) Fikcyjnego odbiorcy (FO) o popycie równym podaży wszystkich dostawców

$$a_{n+1} = \sum_{i=1}^n a_i$$

3) Zerowych dochodów jednostkowych na trasach od fikcyjnego dostawcy oraz do fikcyjnego odbiorcy.

Krok 2. Wyznaczamy rozwiązanie wyjściowe, stosując metodę maksymalnego elementu macierzy, czyli rozwiązywanie zadania rozpoczynamy od tras najbardziej dochodowych.

Krok 3. Rozwiązanie jest optymalne, jeżeli:

$$\Delta_{ij} \leq 0 \quad \langle i, j \rangle \in N$$

ZADANIE PRZYKŁADOWE

- POŚREDNIK KUPUJE TOWAR U DWÓCH DOSTAWCÓW (PODAŻ: 20 I 30, JEDNOSTKOWE KOSZTY ZAKUPU 10 I 12), PRZEWOZI GO I SPRZEDAJE TRZEM ODBIORCOM (POPYT: 10, 28 I 27, CENY SPRZEDAŻY: 30, 25 I 30). JEDNOSTKOWE KOSZTY TRANSPORTU PODAJE TABELA:

	O_1	O_2	O_3
D_1	8	14	17
D_2	12	9	19

- wyznacz plan dostaw maksymalizujący zysk całkowity pośrednika
- oblicz całkowity koszt zakupu, całkowity koszt transportu, przychód i zysk pośrednika
- czy uzyskane rozwiązanie jest jedynym rozwiązaniem optymalnym

ZADANIE PRZYKŁADOWE

- POŚREDNIK KUPUJE TOWAR U DWÓCH DOSTAWCÓW (PODAŻ: 20 I 30, JEDNOSTKOWE KOSZTY ZAKUPU 10 I 12), PRZEWOZI GO I SPRZEDAJE TRZEM ODBIORCOM (POPYT: 10, 28 I 27, CENY SPRZEDAŻY: 30, 25 I 30). JEDNOSTKOWE KOSZTY TRANSPORTU PODAJE TABELA:

Krok 1.

Celem zadania jest maksymalizowanie zysku, jaki może osiągnąć pośrednik. Można więc zapisać, że:

$f(c) = Z_c \rightarrow \max$

(słownie: funkcja celu równa się zysk całkowity dąży do maksimum)

Wiemy także, iż całkowity zysk jest różnicą między osiąganymi przychodami i ponoszonymi kosztami, czyli:

$Z_c = P_c - K_c$

(słownie: zysk całkowity równa się przychody całkowite minus koszty całkowite)

Sekwencja czynności wykonywanych przez pośrednika jest następująca:

- a) Pośrednik kupuje towar u dostawców : (ponosi **koszt** w postaci zapłaty ceny zakupu)
- b) Pośrednik przewozi go do odbiorców (ponosi **koszt** transportu)
- c) sprzedaje towar odbiorcom (osiąga **przychód** w postaci zapłaty, jaką za to otrzymuje, która ma wysokość ceny sprzedaży)

	O ₁	O ₂	O ₃
D ₁	8	14	17
D ₂	12	9	19

ZADANIE PRZYKŁADOWE

- POŚREDNIK KUPUJE TOWAR U DWÓCH DOSTAWCÓW (PODAŻ: 20 I 30, JEDNOSTKOWE KOSZTY ZAKUPU 10 I 12), PRZEWOZI GO I SPRZEDAJE TRZEM ODBIORCOM (POPYT: 10, 28 I 27, CENY SPRZEDAŻY: 30, 25 I 30). JEDNOSTKOWE KOSZTY TRANSPORTU PODAJE TABELA:

Krok 1 cd.

Widzimy zatem, iż koszty całkowite są sumą kosztów zakupu (cen zakupu) i kosztów transportu):

$$\mathbf{K}_c = \mathbf{K}_z + \mathbf{K}_t$$

(słownie: koszty całkowite równają się koszty zakupu plus koszty transportu)

Należy więc skonstruować macierz zysków jednostkowych, które osiąga pośrednik na poszczególnych trasach korzystając ze wzoru:

$$\mathbf{Z}_{DmOn} = \mathbf{C} - \mathbf{K}_z - \mathbf{K}_t$$

(słownie: zysk na trasie od Dostawcy „m” do Odbiorcy „n” równa się cena sprzedaży towaru Odbiorcy „n” minus koszt zakupu od Dostawcy „m” minus koszt transportu na tej trasie)

	O ₁	O ₂	O ₃
D ₁	8	14	17
D ₂	12	9	19

D1 → O1

$$30 - (10 + 8) = 30 - 18 = 12$$

Macierz zysków jednostkowych

	O ₁	O ₂	O ₃
D ₁	12	1	3
D ₂	6	4	-1

ZADANIE PRZYKŁADOWE

- POŚREDNIK KUPUJE TOWAR U DWÓCH DOSTAWCÓW (PODAŻ: 20 I 30, JEDNOSTKOWE KOSZTY ZAKUPU 10 I 12), PRZEWOZI GO I SPRZEDAJE TRZEM ODBIORCOM (POPYT: 10, 28 I 27, CENY SPRZEDAŻY: 30, 25 I 30). JEDNOSTKOWE KOSZTY TRANSPORTU PODAJE TABELA:

Krok 2.

Jeśli dostawcy nie są w stanie zaspokoić popytu, lub podaż przewyższa popyt wprowadzamy fikcyjnego dostawcę (o podaży równej popytowi wszystkich odbiorców) i fikcyjnego odbiorcę (o popycie równym podaży wszystkich dostawców) aby zbilansować macierz. Zyski jednostkowe z transakcji z fikcyjnymi podmiotami będą każdorazowo równe zero. Umieszczone na tych trasach wolumeny przewozu odzwierciedlają nie zaspo odbiorców lub niewykorzystaną podaż dostawców (w zależności od sytuacji).

	O ₁ (10)	O ₂ (28)	O ₃ (27)	OF (50)
D ₁ (20)	12	1	3	0
D ₂ (30)	6	4	-1	0
DF (65)	0	0	0	0

ZADANIE PRZYKŁADOWE

- POŚREDNIK KUPUJE TOWAR U DWÓCH DOSTAWCÓW (PODAŻ: 20 I 30, JEDNOSTKOWE KOSZTY ZAKUPU 10 I 12), PRZEWOZI GO I SPRZEDAJE TRZEM ODBIORCOM (POPYT: 10, 28 I 27, CENY SPRZEDAŻY: 30, 25 I 30). JEDNOSTKOWE KOSZTY TRANSPORTU PODAJE TABELA:

Krok 3.

Dla tak skonstruowanej macierzy rozpoczynamy rozpisywanie pierwszej propozycji optymalnego planu przewozów, kierując się regułą **maksymalnego elementu macierzy**. Czyli rozpoczynamy rozpisywanie przewozów od tras, na których osiągany zysk jest największy. Pamiętamy przy tym o regule, iż w pierwszej kolejności rozpisujemy trasy między dostawcami i odbiorcami rzeczywistymi, a gdy te zostaną już uzupełnione, dopiero przechodzimy do wiersza i kolumny podmiotów fikcyjnych.

	O ₁ (10) 0	O ₂ (28) 0	O ₃ (27) 17 15 0	OF (50) 0
D ₁ (20) 10 0	12 10	1 x	3 10	0 x
D ₂ (30) 2 0	6 x	4 28	-1 2	0 x
DF (65) 50 0	0 x	0 x	0 15	0 50

ZADANIE PRZYKŁADOWE

- POŚREDNIK KUPUJE TOWAR U DWÓCH DOSTAWCÓW (PODAŻ: 20 I 30, JEDNOSTKOWE KOSZTY ZAKUPU 10 I 12), PRZEWOZI GO I SPRZEDAJE TRZEM ODBIORCOM (POPYT: 10, 28 I 27, CENY SPRZEDAŻY: 30, 25 I 30). JEDNOSTKOWE KOSZTY TRANSPORTU PODAJE TABELA:

Krok 4.
Skoro zaspokoiłiśmy już, na tyle, na ile było to możliwe, popyt odbiorców, wykorzystując podaż dostawców i maksymalizując zysk pośrednika, sprawdźmy, czy zaproponowane rozwiązanie jest optymalne. Czyli, czy spełnia warunek funkcji celu, jakim jest maksymalizacja zysków pośrednika, przy danych ograniczeniach. Pomoże nam w tym wyliczenie zmiennych dualnych α_i i β_j korzystając ze wzoru:

$z_{ij} - \alpha_i - \beta_j = 0$
(podpowiedź: rozwiązując układ równań, wygodnie jest przyjąć, że $\alpha_F = 0$)

	O_1 (10) 0	O_2 (28) 0	O_3 (27) 17 15 0	OF (50) 0	α_i
D_1 (20) 10 0	12 10	1 x	3 10	0 x	3
D_2 (30) 2 0	6 x	4 28	-1 2	0 x	-1
DF (65) 50 0	0 x	0 x	0 15	0 50	0
β_j	9	5	0	0	$z_{12} - \alpha_1 - \beta_2 = 0$ $z_{21} - \alpha_2 - \beta_1 = 0$ $z_{11} - \alpha_1 - \beta_1 = 0$ $z_{1F} - \alpha_1 - \beta_F = 0$ $z_{FF} - \alpha_F - \beta_F = 0$

ZADANIE PRZYKŁADOWE

- POŚREDNIK KUPUJE TOWAR U DWÓCH DOSTAWCÓW (PODAŻ: 20 I 30, JEDNOSTKOWE KOSZTY ZAKUPU 10 I 12), PRZEWOZI GO I SPRZEDAJE TRZEM ODBIORCOM (POPYT: 10, 28 I 27, CENY SPRZEDAŻY: 30, 25 I 30). JEDNOSTKOWE KOSZTY TRANSPORTU PODAJE TABELA:

Krok 5.

Następnie wyznaczamy zmienne kryterialne dla tras nie bazowych, korzystając ze wzoru:

$$\Delta_{ij} = \mathbf{z}_{ij} - \alpha_i - \beta_j$$

Jeśli, któraś ze obliczonych zmiennych kryterialnych ma wartość dodatnią należy wybrać pętlę zmian oraz ponownie obsadzić trasy. Dodawanie i odejmowanie na kolejnych trasach zapewni równowagę. Zabrać możemy maksymalnie tyle, ile wynosi minimum z tras, z których odejmujemy.

Gdy już to zrobimy powracamy do kroku 4 i sprawdzamy czy nowe rozwiązanie spełnia funkcję celu.

$D_1 \rightarrow O_2$	$\Delta_1 = 1-5-3 = -7$
$D_1 \rightarrow OF$	$\Delta_2 = 0-3-0 = -3$
$D_2 \rightarrow O_1$	$\Delta_3 = 6+1-9 = -2$
$D_2 \rightarrow OF$	$\Delta_4 = 0+1-0 = 1$
$DF \rightarrow O_1$	$\Delta_5 = 0-0-9 = -9$
$DF \rightarrow O_2$	$\Delta_6 = 0-0-5 = -5$

	O ₁ (10)	O ₂ (28)	O ₃ (27)	OF (50)
D ₁ (20)	x	-7	x	-3
D ₂ (30)	-2	x	x	1
DF (65)	-9	-5	x	x

PRZYKŁADOWA APLIKACJA

Middleman-issue

Customer 1

Customer 2

Demand

Supply

Supplier 1

7

4

Purchase price

Supplier 2

3

5

7

Selling price

Solve

Individual profits:

-1.0

3.0

2.0

1.0

Optimal transport:

0

30.0

25.0

0

Total cost:

195.0 + 355.0 = 550.0

Income:

690.0

Profit:

140.0

© Krzysztof Klimczyk