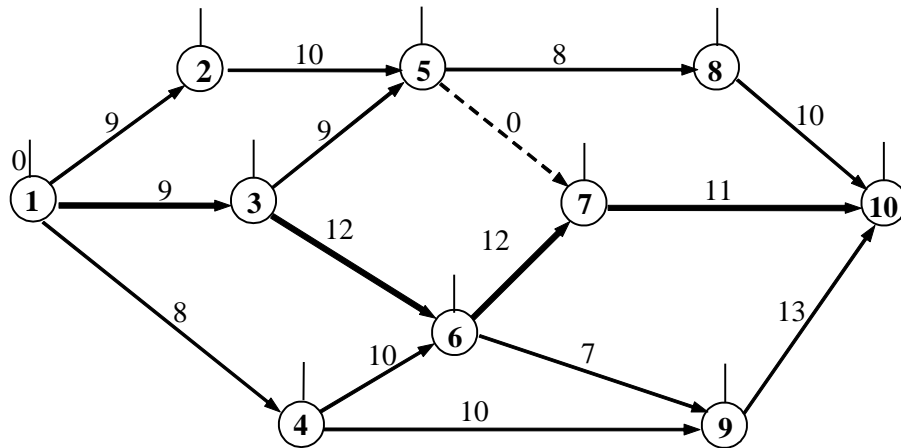


OBLICZANIE HARMONOGRAMÓW DWUPUNKTOWYCH - DANE



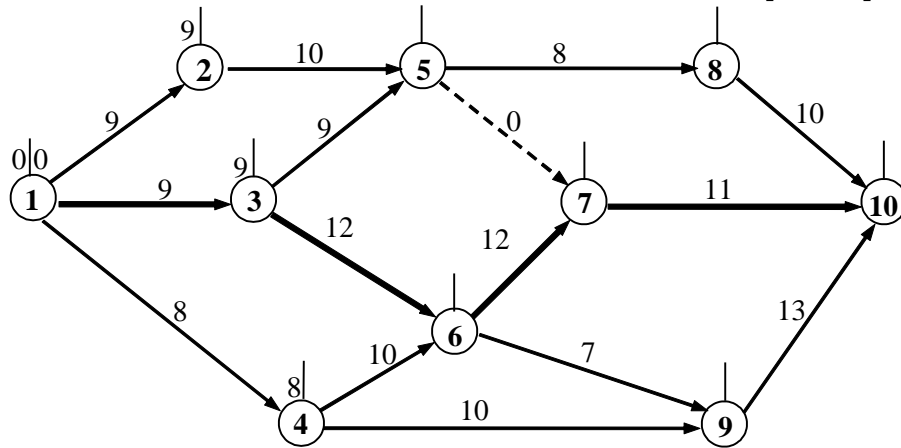
<i>LP</i>	<i>ZP</i>	<i>ZN</i>	T_E	<i>NWP</i>	<i>NWK</i>	<i>NPP</i>	<i>NPK</i>	Z_c	Z_s
1	1	2	9						
2	1	3	9						
3	1	4	8						
4	2	5	10						
5	3	5	9						
6	3	6	12						
7	4	6	10						
8	4	9	10						
9	5	7	0						
10	5	8	8						
11	6	7	12						
12	6	9	7						
13	7	10	11						
14	8	10	10						
15	9	10	13						

ETAP 1. TERMINY NAJWCZEŚNIEJSZE

Terminy najwcześniejszego rozpoczęcia czynności NWP_{ij} pokrywają się z terminami najwcześniejszego zaistnienia zdarzenia, z którego wychodzą, tzn.: $NWP_{ij} = NWZ_i$

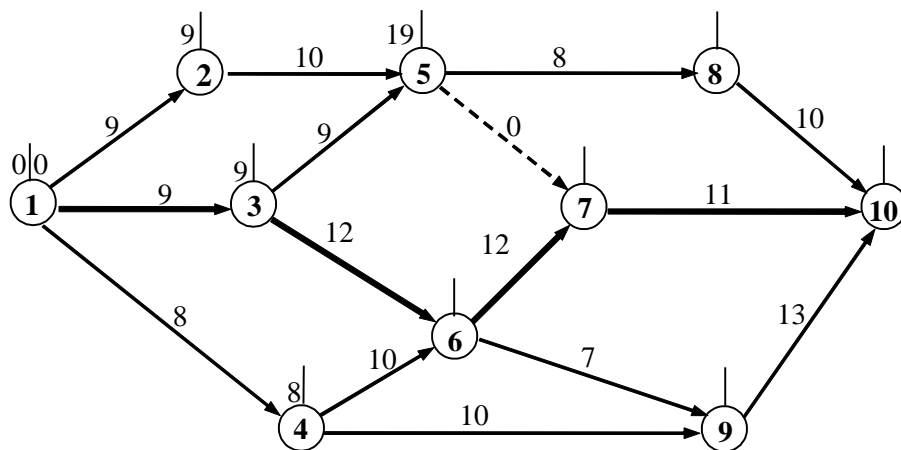
Termin najwcześniejszego zakończenia czynności oblicza się dodając do najwcześniejszego terminu rozpoczęcia danej czynności czas jej trwania: $NWK_{ij} = NWP_{ij} + t_{ij}$

Najwcześniejszy termin zaistnienia kolejnych zdarzeń równy jest maksymalnej wartości NWK z wszystkich czynności dochodzących do danego zdarzenia, tzn. $NWZ_j = \max[NWK_{ij}]$



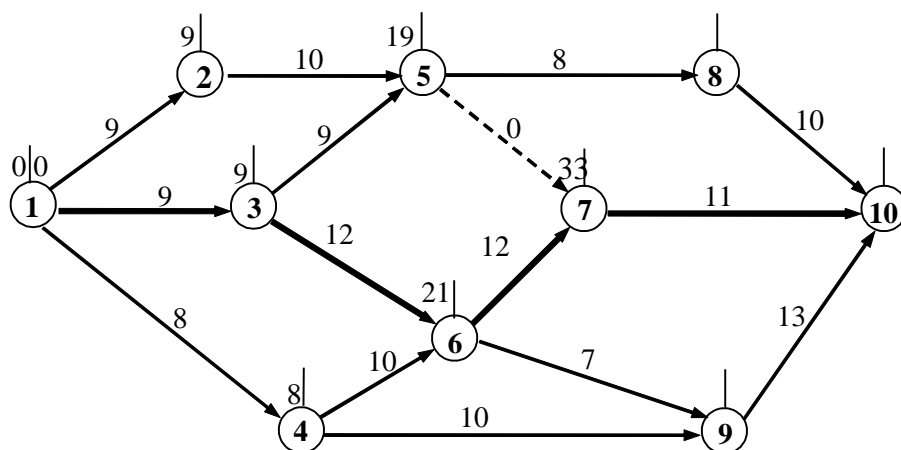
LP	ZP	ZN	T_E	NWP	NWK	NPP	NPK	Z_c	Z_s
1	1	2	9	0	9				
2	1	3	9	0	9				
3	1	4	8	0	8				
4	2	5	10						
5	3	5	9						
6	3	6	12						
7	4	6	10						
8	4	9	10						
9	5	7	0						
10	5	8	8						
11	6	7	12						
12	6	9	7						
13	7	10	11						
14	8	10	10						
15	9	10	13						

ETAP 1. TERMINY NAJWCZEŚNIEJSZE



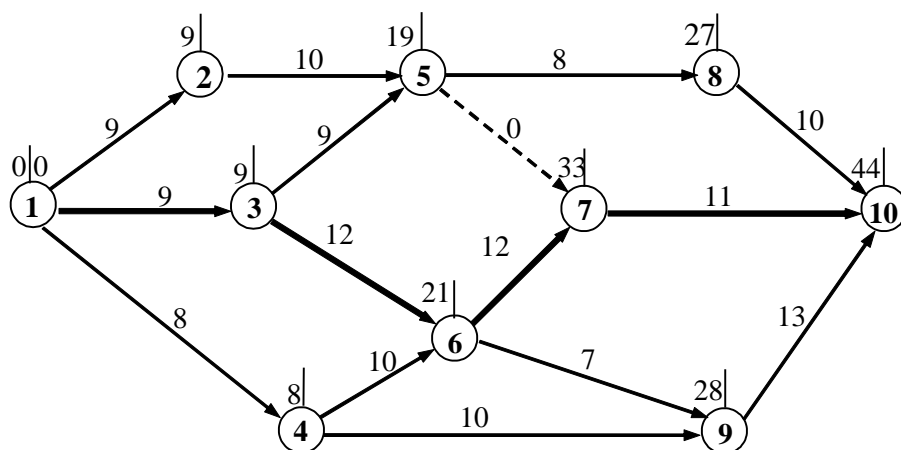
<i>LP</i>	<i>ZP</i>	<i>ZN</i>	T_E	<i>NWP</i>	<i>NWK</i>	<i>NPP</i>	<i>NPK</i>	Z_c	Z_s
1	1	2	9	0	9				
2	1	3	9	0	9				
3	1	4	8	0	8				
4	2	5	10	9	19				
5	3	5	9	9	18				
6	3	6	12						
7	4	6	10						
8	4	9	10						
9	5	7	0						
10	5	8	8						
11	6	7	12						
12	6	9	7						
13	7	10	11						
14	8	10	10						
15	9	10	13						

ETAP 1. TERMINY NAJWCZEŚNIEJSZE



<i>LP</i>	<i>ZP</i>	<i>ZN</i>	T_E	<i>NWP</i>	<i>NWK</i>	<i>NPP</i>	<i>NPK</i>	Z_c	Z_s
1	1	2	9	0	9				
2	1	3	9	0	9				
3	1	4	8	0	8				
4	2	5	10	9	19				
5	3	5	9	9	18				
6	3	6	12	9	21				
7	4	6	10	8	18				
8	4	9	10						
9	5	7	0						
10	5	8	8						
11	6	7	12						
12	6	9	7						
13	7	10	11						
14	8	10	10						
15	9	10	13						

ETAP 1. TERMINY NAJWCZEŚNIEJSZE



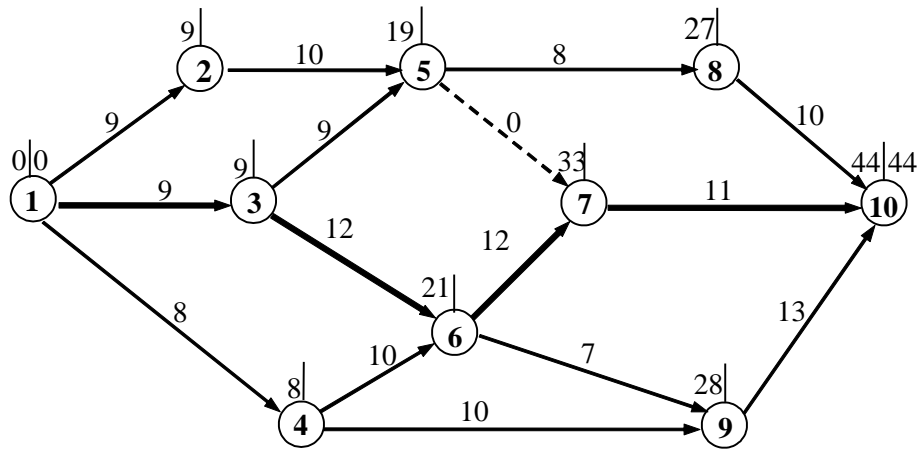
<i>LP</i>	<i>ZP</i>	<i>ZN</i>	T_E	<i>NWP</i>	<i>NWK</i>	<i>NPP</i>	<i>NPK</i>	Z_c	Z_s
1	1	2	9	0	9				
2	1	3	9	0	9				
3	1	4	8	0	8				
4	2	5	10	9	19				
5	3	5	9	9	18				
6	3	6	12	9	21				
7	4	6	10	8	18				
8	4	9	10	8	18				
9	5	7	0	19	19				
10	5	8	8	19	27				
11	6	7	12	21	33				
12	6	9	7	21	28				
13	7	10	11	33	44				
14	8	10	10	27	37				
15	9	10	13	28	41				

ETAP 2. TERMINY NAJPOŹNIEJSZE

Termin najpóźniejszego zakończenia każdej czynności NPK_{ij} pokrywają się z terminami najpóźniejszego zaistnienia zdarzenia, do którego dana czynność dochodzi, tzn. $NPK_{ij} = NPZ_j$

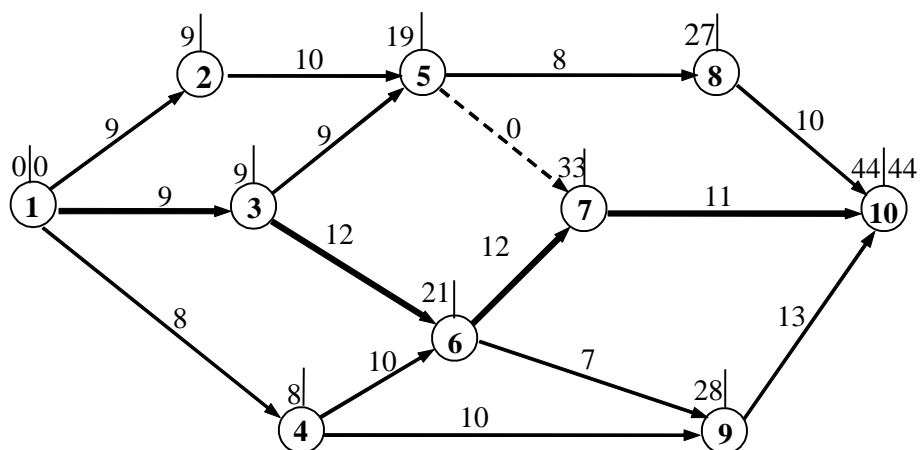
Terminy najpóźniejszego rozpoczęcia czynności oblicza się, odejmując od terminu najpóźniejszego zakończenia czynności czas jej trwania, tzn. $NPP_{ij} = NPK_{ij} - t_{ij}$

Najpóźniejszy termin zaistnienia zdarzenia równy jest minimalnej wartości NPP wszystkich czynności wychodzących z danego zdarzenia, tzn. $NPZ_i = \min[NPP_{ij}]$



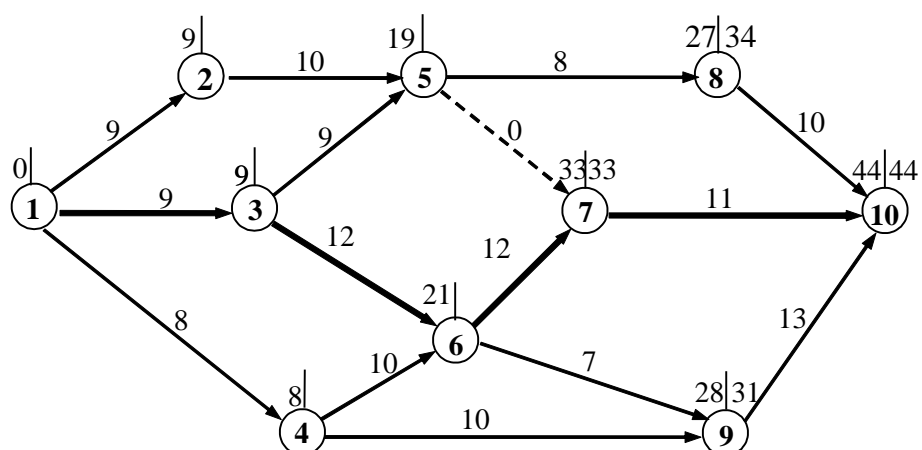
LP	ZP	ZN	T_E	NWP	NWK	NPP	NPK	Z_c	Z_s
1	1	2	9	0	9				
2	1	3	9	0	9				
3	1	4	8	0	8				
4	2	5	10	9	19				
5	3	5	9	9	18				
6	3	6	12	9	21				
7	4	6	10	8	18				
8	4	9	10	8	18				
9	5	7	0	19	19				
10	5	8	8	19	27				
11	6	7	12	21	33				
12	6	9	7	21	28				
13	7	10	11	33	44		44		
14	8	10	10	27	37		44		
15	9	10	13	28	41		44		

ETAP 2. TERMINY NAJPOŹNIEJSZE



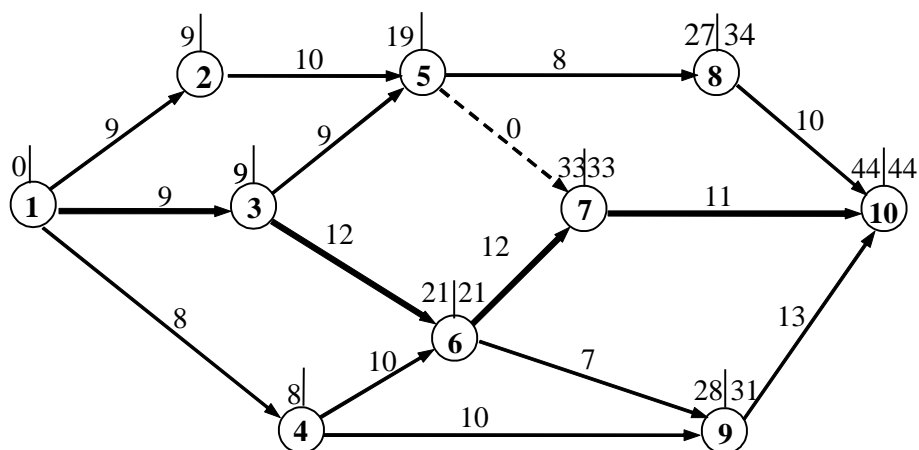
<i>LP</i>	<i>ZP</i>	<i>ZN</i>	T_E	<i>NWP</i>	<i>NWK</i>	<i>NPP</i>	<i>NPK</i>	Z_c	Z_s
1	1	2	9	0	9				
2	1	3	9	0	9				
3	1	4	8	0	8				
4	2	5	10	9	19				
5	3	5	9	9	18				
6	3	6	12	9	21				
7	4	6	10	8	18				
8	4	9	10	8	18				
9	5	7	0	19	19				
10	5	8	8	19	27				
11	6	7	12	21	33				
12	6	9	7	21	28				
13	7	10	11	33	44	33	44		
14	8	10	10	27	37	34	44		
15	9	10	13	28	41	31	44		

ETAP 2. TERMINY NAJPÓŹNIEJSZE



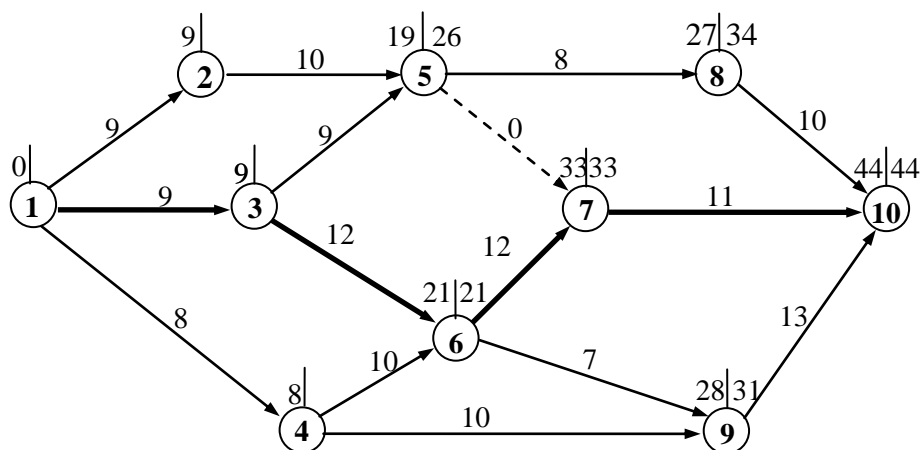
<i>LP</i>	<i>ZP</i>	<i>ZN</i>	T_E	<i>NWP</i>	<i>NWK</i>	<i>NPP</i>	<i>NPK</i>	Z_c	Z_s
1	1	2	9	0	9				
2	1	3	9	0	9				
3	1	4	8	0	8				
4	2	5	10	9	19				
5	3	5	9	9	18				
6	3	6	12	9	21				
7	4	6	10	8	18				
8	4	9	10	8	18				
9	5	7	0	19	19				
10	5	8	8	19	27				
11	6	7	12	21	33				
12	6	9	7	21	28				
13	7	10	11	33	44	33	44		
14	8	10	10	27	37	34	44		
15	9	10	13	28	41	31	44		

ETAP 2. TERMINY NAJPOŹNIEJSZE



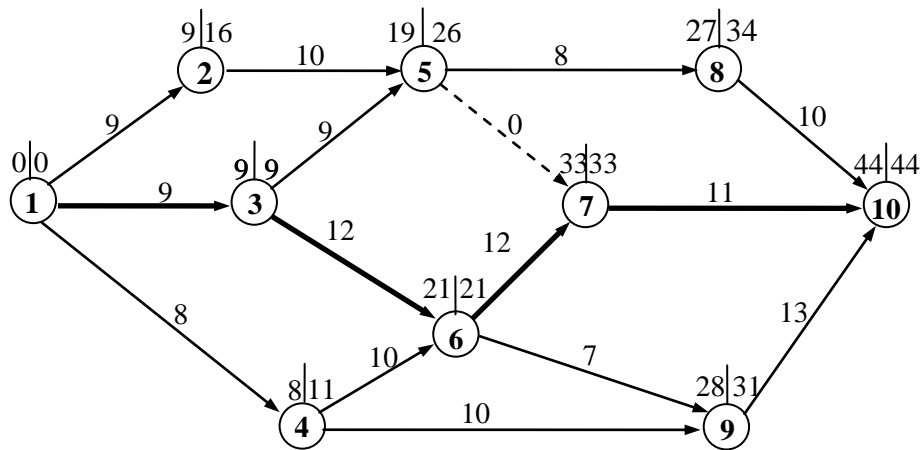
<i>LP</i>	<i>ZP</i>	<i>ZN</i>	T_E	<i>NWP</i>	<i>NWK</i>	<i>NPP</i>	<i>NPK</i>	Z_c	Z_s
1	1	2	9	0	9				
2	1	3	9	0	9				
3	1	4	8	0	8				
4	2	5	10	9	19				
5	3	5	9	9	18				
6	3	6	12	9	21				
7	4	6	10	8	18				
8	4	9	10	8	18				
9	5	7	0	19	19				
10	5	8	8	19	27				
11	6	7	12	21	33	21	33		
12	6	9	7	21	28	24	31		
13	7	10	11	33	44	33	44		
14	8	10	10	27	37	34	44		
15	9	10	13	28	41	31	44		

ETAP 2. TERMINY NAJPÓŹNIEJSZE



<i>LP</i>	<i>ZP</i>	<i>ZN</i>	T_E	<i>NWP</i>	<i>NWK</i>	<i>NPP</i>	<i>NPK</i>	Z_c	Z_s
1	1	2	9	0	9				
2	1	3	9	0	9				
3	1	4	8	0	8				
4	2	5	10	9	19				
5	3	5	9	9	18				
6	3	6	12	9	21				
7	4	6	10	8	18				
8	4	9	10	8	18				
9	5	7	0	19	19	33	33		
10	5	8	8	19	27	26	34		
11	6	7	12	21	33	21	33		
12	6	9	7	21	28	24	31		
13	7	10	11	33	44	33	44		
14	8	10	10	27	37	34	44		
15	9	10	13	28	41	31	44		

ETAP 2. TERMINY NAJPÓŹNIEJSZE

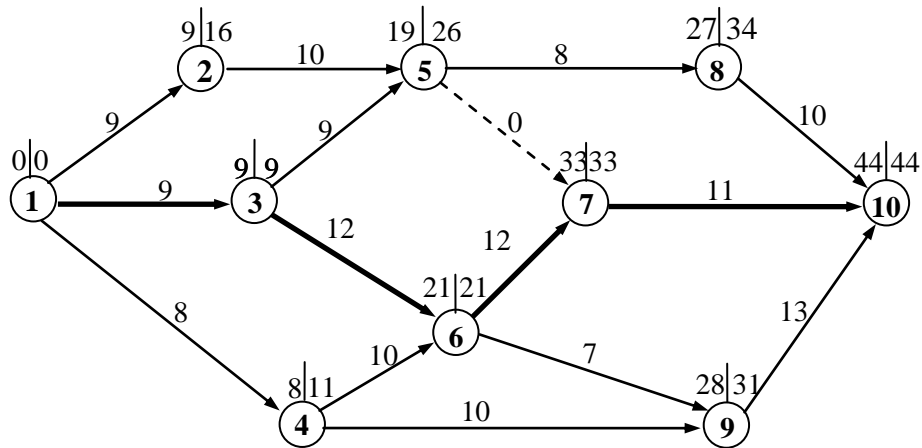


<i>LP</i>	<i>ZP</i>	<i>ZN</i>	T_E	<i>NWP</i>	<i>NWK</i>	<i>NPP</i>	<i>NPK</i>	Z_c	Z_s
1	1	2	9	0	9	7	16		
2	1	3	9	0	9	0	9		
3	1	4	8	0	8	3	11		
4	2	5	10	9	19	16	26		
5	3	5	9	9	18	17	26		
6	3	6	12	9	21	9	21		
7	4	6	10	8	18	11	21		
8	4	9	10	8	18	21	31		
9	5	7	0	19	19	33	33		
10	5	8	8	19	27	26	34		
11	6	7	12	21	33	21	33		
12	6	9	7	21	28	24	31		
13	7	10	11	33	44	33	44		
14	8	10	10	27	37	34	44		
15	9	10	13	28	41	31	44		

ETAP 3. ZAPASY CZASU I ŚCIEŻKA KRYTYCZNA

Zapasy całkowite Z_{cij} czynności i-j jest różnicą między najpóźniejszym terminem zakończenia i najwcześniejszym terminem rozpoczęcia danej czynności pomniejszoną o czas jej trwania t_{ij} : $Z_{cij} = NPK_{ij} - NWP_{ij} - t_{ij}$

Zapasy całkowite Z_{cij} czynności i-j można również obliczyć na podstawie terminów zaistnienia zdarzeń pomiędzy którymi dana czynność leży, a mianowicie $Z_{cij} = NPZ_j - NWZ_i - t_{ij}$



LP	ZP	ZN	T_E	NWP	NWK	NPP	NPK	Z_c	Z_s
1	1	2	9	0	9	7	16	7	
2	1	3	9	0	9	0	9	0	
3	1	4	8	0	8	3	11	3	
4	2	5	10	9	19	16	26	7	
5	3	5	9	9	18	17	26	8	
6	3	6	12	9	21	9	21	0	
7	4	6	10	8	18	11	21	3	
8	4	9	10	8	18	21	31	13	
9	5	7	0	19	19	33	33	14	
10	5	8	8	19	27	26	34	7	
11	6	7	12	21	33	21	33	0	
12	6	9	7	21	28	24	31	3	
13	7	10	11	33	44	33	44	0	
14	8	10	10	27	37	34	44	7	
15	9	10	13	28	41	31	44	3	

ETAP 3. ZAPASY CZASU I ŚCIEŻKA KRYTYCZNA

Zapas całkowity służy głównie do zdefiniowania ścieżki krytycznej. Jeżeli jakaś czynność nie posiada zapasu całkowitego ($Z_{c\ ij} = 0$), tzn. $NWP_{ij} = NPP_{ij}$ i $NWK_{ij} = NPK_{ij}$, to taką czynność nazywa się czynnością krytyczną. Natomiast ***nieprzerwany ciąg czynności od zdarzenia początkowego do zdarzenia końcowego sieci o zapasach całkowitych równych zero nazywa się ścieżką krytyczną.*** Jeśli zapas całkowity danej czynności jest większy od zera, oznacza to, że można opóźnić jej rozpoczęcie w stosunku do obliczonego terminu najwcześniejszego rozpoczęcia (równocześnie tylko tej jednej czynności), nie powodując opóźnienia całego przedsięwzięcia. Maksymalne opóźnienie tylko tej jednej czynności nie może przekroczyć wartości zapasu całkowitego.

Interpretując wartości obliczonych całkowitych zapasów czasu należy zawsze pamiętać, że pomimo iż są one obliczane dla konkretnych czynności, to jednak ***zapas całkowity czasu jest wartością wspólną dla całego ciągu czynności***, co oznacza, że gdy wykorzystamy ten zapas na jednej czynności w sieci (całkowicie lub częściowo) wówczas zmieniają się wartości tego zapasu na innych czynnościach (leżących na prawo od tej czynności). **Wynika stąd wniosek, że interpretując wielkości zapasu całkowitego czasu kilku czynności w sieci, można dla każdej z nich z osobna określić o ile jednostek czasu możliwe jest jej maksymalne opóźnienie, jednak nigdy nie można łączyć tej informacji dla kilku czynności równocześnie.**

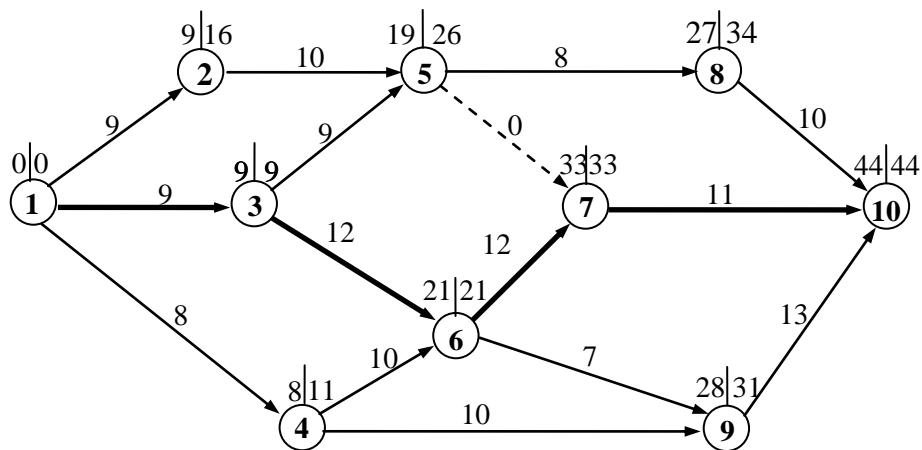
Jeżeli podczas obliczeń zostanie przyjęte założenie, że termin najwcześniejszego i najpóźniejszego zakończenia przedsięwzięcia jest taki sam, to w tak obliczonej sieci zależności zawsze istnieje nieprzerwany ciąg czynności od zdarzenia początkowego do zdarzenia końcowego, posiadający zapasy całkowite równe zero. Warunek ten można traktować jako warunek poprawności obliczenia sieci. **Należy zaznaczyć, że w sieci może istnieć więcej niż jedna ścieżka krytyczna, ścieżka ta może się rozwidlać, a w skrajnym przypadku nawet cała sieć może być krytyczna.**

ETAP 3. ZAPASY CZASU I ŚCIEŻKA KRYTYCZNA

Zapas swobodny Z_s jest różnicą między najwcześniejszym terminem zakończenia danej czynności, a najwcześniejszym terminem rozpoczęcia czynności następnej, w związku z czym może być obliczany wyłącznie na podstawie terminów zdarzeń pomiędzy którymi leży (czyli na rysunku a nie w tabeli!)

$$Z_{s\ ij} = NWZ_j - NWP_{ij} - t_{ij}$$

a ponieważ $NWP_{ij} = NWZ_i$ więc $Z_{s\ ij} = NWZ_j - NWZ_i - t_{ij}$



LP	ZP	ZN	T_E	NWP	NWK	NPP	NPK	Z_c	Z_s
1	1	2	9	0	9	7	16	7	0
2	1	3	9	0	9	0	9	0	0
3	1	4	8	0	8	3	11	3	0
4	2	5	10	9	19	16	26	7	0
5	3	5	9	9	18	17	26	6	1
6	3	6	12	9	21	9	21	0	0
7	4	6	10	8	18	11	21	3	3
8	4	9	10	8	18	21	31	13	10
9	5	7	0	19	19	33	33	14	14
10	5	8	8	19	27	26	34	7	0
11	6	7	12	21	33	21	33	0	0
12	6	9	7	21	28	24	31	3	0
13	7	10	11	33	44	33	44	0	0
14	8	10	10	27	37	34	44	7	7
15	9	10	13	28	41	31	44	3	3

ETAP 3. ZAPASY CZASU I ŚCIEŻKA KRYTYCZNA

*Zapas swobodny jest to ilość czasu, o którą można opóźnić każdą czynność w sieci, bez wpływu na zmianę najwcześniejszych i najpóźniejszych terminów rozpoczęcia innych czynności. A więc jest to zapas przypisany konkretnej czynności i jego naruszenie nie wpływa na wykonanie kolejnych czynności leżących w tym samym ciągu. **Zapas swobodny nigdy nie jest większy od zapasu całkowitego, najczęściej stanowi jego część.** Analizując układ czynności, które posiadają zapas swobodny łatwo zauważyć, że są to ostateczne czynności w ciągach, dochodzących do zdarzeń, z których wychodzi więcej niż jedna czynność.*

Należy zauważyć, że zapasy czasu czynności (całkowite i swobodne) odnoszą się do najwcześniejszych terminów ich zaistnienia. Czynności wykonywane w terminach najpóźniejszych nie posiadają żadnego zapasu czasu.

Więcej na temat sieci dwupunktowych, ich obliczania i interpretowania w moim skrypcie „Harmonogramy sieciowe w robotach inżynierskich” w wolnym dostępie na mojej stronie http://mieczyslaw_polonski.users.sggw.pl/metody%20sieciowe4_rozdz_do8.pdf