

ROMAN RODKIEWICZ

65.012.122:528

## Próba zastosowania metody PERT w pracach geodezyjnych

### I. Wstęp

Opierając się na pracach teoretycznych z zakresu metod sieciowych, między innymi Ryszarda Sieradzana pt. *Metody Analizy Sieci w planowaniu i kierowaniu obiektami (CPM-PERT)* wydanej przez Wojskową Akademię Techniczną im. Jarosława Dąbrowskiego, oraz o pracę mgr inż. Stockiego z Instytutu Geodezji i Kartografii pt. „O możliwościach zastosowania metody PERT w geodezji” przeprowadzono próbę zastosowania tych metod do konkretnej pracy geodezyjnej typu pomiarów sytuacyjno-wysokościowych.

### II. Przedmiot opracowania

Pracownia Warszawskiego Przedsiębiorstwa Geodezyjnego otrzymała do wykonania tzw. III etap obiektu Międzylesie 65. I i II etap obejmujący opracowanie dokumentacji. Wywiad w terenie oraz badanie ksiąg wieczystych były wykonywane przez inną komórkę organizacyjną przedsiębiorstwa.

Podział na etapy przedstawiał się następująco:

I etap — opracowanie dokumentacji techniczno-kosztorysowej według katalogu norm GUGiK z 1964 r. oraz norm zakładowych,

II etap — badania hipoteczne,

III etap — pomiar, opracowanie mapy sytuacyjno-wysokościowej.

Jak powiedziano wyżej przedmiotem opracowania jest III etap wykonywany w całości przez pracownię.

Pomiary sytuacyjno-wysokościowe obejmowały częściowo nowe pomiary sytuacyjne i aktualizację oraz pomiary wysokościowe na części terenu.

Czynności III etapu wiążą się ze sobą w różny sposób.

Istnieją czynności następujące po sobie niezależnie od innych, jak np. czynności polowe, lub uzależnione od poprzednich, jak np. kameralne. Istnieją także czynności uzależnione wzajemnie w czynnościach kameralnych, np. obliczenia, wniesienie na pierworys granic podziału, czy usuwanie nieaktualnej sytuacji itp., oraz czynności zależne od czynników zewnętrznych np. moment rozpoczęcia czynności związanej z zakończeniem pracy wykonawcy na innym obiekcie.

Pomimo tej różnorodności warunków, można zbudować siatkę zależności, obliczyć drogę krytyczną i wprowadzić zmiany optymalizujące czas wykonywania roboty i wykorzystania czasu wykonawców.

### 1. Dane wyjściowe

Z przedsiębiorstwa otrzymano następujące dane:

1. Kosztorys,
2. Szkic strefowania,
3. Tabelę strefowania,
4. Dane o wykonawcach:
  - a) Wykonawca polowy I  
— pomiary sytuacyjno-wysokościowe, — termin rozpoczęcia 15. 04. 1966,  
— średnia miesięczna moc przerobowa — 33,330 zł,
  - b) Wykonawca polowy II,  
— prace rozgraniczeniowe, termin rozpoczęcia prac 01. 04. 1966,  
— średnia miesięczna moc przerobowa — 13 tys. zł,
  - c) Kartujący I  
— kartowanie i obliczenia, termin rozpoczęcia prac 01. 06. 1966,  
— średnia miesięczna moc przerobowa — 11 tys. zł,
  - d) Kartujący II  
— kartowanie, termin rozpoczęcia prac 01. 06. 1966,  
— średnia miesięczna moc przerobowa — 7 tys. zł,
  - e) Kreślarz I  
— termin rozpoczęcia prac 01. 08. 1966,  
— średnia miesięczna moc przerobowa — 11 tys. zł,
  - f) Kreślarz II  
— termin rozpoczęcia prac 01. 08. 1966,  
— średnia miesięczna moc przerobowa — 10 tys. zł.

## 2. Przygotowanie danych

Kosztorys nie podaje czasu trwania czynności, jednakże poszczególne pozycje wynikające z norm czasu pracy lub norm zakładowych, mogą być podstawą do wyliczenia czasu trwania czynności w poszczególnych asortymentach całości zadania, przez przeliczenie pozycji, wychodząc z wartości przerobu wykonawcy uzyskanego w ciągu jednego dnia pracy (wartość statystyczna z danych ostatniego roku).

Średni przerób jednego dnia pracy wykonawcy, jest to jego średni przerób miesięczny podzielony przez średnią roczną liczbę dni pracy w miesiącu.

W niniejszych obliczeniach przyjęto 25,6 jako średnią liczbę dni w miesiącu, bez uwzględnienia urlopów i absencji, ze względu na brak danych z przedsiębiorstwa.

$$\text{średni przerób dzienny } p = \frac{P}{T_m}, \quad (1)$$

gdzie  $P$  — średni miesięczny przerób wykonawcy,  
 $T_m$  — średnia liczba dni pracy w miesiącu,

$$T_m = \frac{365 - d_s}{12}, \quad (2)$$

gdzie  $d_s$  — liczba dni wolnych od pracy w ciągu roku, w tym urlopy i średnie absencje.

Na podstawie wzorów 1 i 2 otrzymamy

$$p = \frac{12P}{365 - d_s}, \quad (3)$$

Według otrzymanych danych po podstawieniu do wzoru 3, wartość przerobu  $p$  obliczona na jeden dzień pracy, według miesięcznego średniego przerobu wykonawców wynosi:

Wykonawca polowy (pomiaru sytuacyjno-wysokościowe) . . . . .	1300 zł,
Wykonawca polowy (badania stanu władania) . . . . .	508 zł,
Kartujący . . . . .	351 zł,
Kreślarze . . . . .	410 zł.

Wartość przerobu kartujących i kreślarzy otrzymano ze średniej przerobu obu par wykonawców.

Dla uproszczenia pomijamy w dalszych obliczeniach indywidualną wydajność wykonawców, którą należałoby uwzględnić obliczając odpowiedni współczynnik indywidualny, pomijamy również współczynnik napięcia norm.

Mając powyższe dane możemy przystąpić do obliczenia oczekiwanego czasu trwania czynności.

Czas trwania czynności otrzymany z danych kosztorysowych, szkicu i tabeli strefowania oraz danych o przerobie wykonawców, przyjęto w niniejszym opracowaniu za czas oczekiwany  $t_e$ . Będzie on równy czasowi najbardziej prawdopodobnemu, gdy przyjmiemy, że wartości optymistyczne i pesymistyczne będą układać się symetrycznie (wartości  $a$  i  $b$ ) we wzorze na  $t_e = \frac{1a + 4m + 1b}{6}$ . (4)

#### Przykład

optymistyczny czas trwania czynności	$a = 2$ dni,
pesymistyczny	$b = 18$ dni,
najprawdopodobniejszy	$m = 10$ dni.

Przy istnieniu symetrii:

$$\begin{aligned} m - a &= 8, \\ b - m &= 8, \end{aligned}$$

z wzoru 4 otrzymamy

$$t_e = \frac{2 + 4 \cdot 10 + 18}{6} = 10;$$

czyli  $t_e = m = 10$ .

Ostateczne obliczenie oczekiwanego czasu trwania czynności będzie się kształtować następująco:

$$t_e = \frac{K + 10\%}{p}, \quad (5)$$

gdzie  $K$  — kosztorysowy koszt czynności (plus 10% nie przewidzianych w kosztorysie).

Każdą pozycję z uwzględnieniem współczynników, narzutów itp. dzielimy przez wartość średniego dziennego przerobu wykonawcy otrzymując w ten sposób oczekiwany czas trwania czynności  $t_e$  przypisanej danemu wykonawcy.

Jak z tego widać, najwygodniej byłoby wyliczać oczekiwany czas trwania czynności z przygotowanych danych trwania czynności, sporządzonych na podstawie czasu normowanego przy opracowaniu kosztorysu. Ustalając zaś wykonawców, uwzględnić by należało indywidualny współczynnik sprawności mnożąc go przez kosztorysowy czas trwania czynności.

Po tych wyjaśnieniach możemy obliczyć oczekiwany czas trwania czynności posługując się wstępnie tabelą i szkicem strefowania. Przedstawione czasy (w tablicy nr 1) przyjęte za  $t_e$ , obliczone według obrębów i konturów w niezmienionej kolejności posłużą nam do dalszego opracowania siatki zależności. Powinniśmy również zwrócić uwagę na okresy



WYKAZ POWIERZCHNI

Nr obrębu	Nr kont.	Rodzaj pomiaru		Strefa pomiaru sytuacyjnego						% zmian	Stop. trud.	St. trud. pomiar. wysok.	Wsp. R	Powierzchnia obrębu / <sup>4</sup> ha/
		nowy	aktual.	II	III	IV	VI	VII	VIII					
234	1	1,0								1,0				12,0
	2		11,0		11,0									
250	3		3,0							3,0				17,5
	4		14,5				14,5							
	5	5,0							5,0					18,0
	6	13,0								13,0				
252/	7	16,0									16,0			
264/	8	11,0									11,0			46,0
265	9	15,5		15,5										
	10	3,5									3,5			
	11	5,5									5,5			24,0
253	12	18,5						18,5						
	13	2,0								2,0				12,0
261	14	3,0						3,0						
	15	7,0				7,0								13,0
262	16	13,0								13,0				
	17	1,5									1,5			12,5
263	18	11,0								11,0				
	19	15,5									15,5			21,5
266	20	6,0									6,0		1,35	
	21	13,5									13,5			19,0
283	22	5,5									5,5			
286	23	22,5									22,5			22,5
307	24	18,0									18,0			18,0
308	25	19,0									19,0			19,0
309	26	8,0									8,0			8,0
		31,0	232,0	67,5	18,0	15,5	41,0	63,5	57,5					263,0

Kameralne prace wysokościowe w II st. tr.

Tablica 1

Lp.	Obręb	Kon- tur	Czas trwania czynności /w dniach/				Uwagi
			Polowe	Oblicze- nia	Kartowa- nie	Kreśle- nia	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	234	1	0,6	0,1	0,4	0,15	
2		2	0,2	0,1	0,3	0,12	
3	250	3	1,0	0,1	0,7	0,27	
4		4	3,2	0,4	2,1	0,28	
5	251	5	1,5	0,2	1,1	0,42	
6		6	4,4	0,2	2,9	1,16	
7	252/ 264/ 265	7	17,9	2,0	11,0	4,43	
8		8	7,4	0,8	4,5	1,83	
9		9	0,9	0,1	1,1	0,27	
10		10	2,3	0,3	1,5	0,58	
11	253	11	3,1	0,4	2,0	0,85	
12		12	3,5	0,4	2,3	0,93	
13	261	13	1,1	0,2	0,7	0,30	
14		14	0,6	0,1	0,4	0,15	
15		15	0,1	0,1	0,2	0,09	
16	262	16	4,4	0,6	3,4	1,35	
17	263	17	0,9	0,1	0,6	0,22	
18		18	3,7	0,5	2,8	1,16	
19	266	19	12,2	1,3	7,5	3,00	
20		20	3,4	0,4	2,1	0,83	
21	283	21	4,5	0,6	3,0	1,20	
22		22	3,7	0,4	2,3	0,92	
23	286	23	0,2	0,1	0,3	0,10	
24	307	24	0,2	0,1	0,2	0,09	
25	308	25	0,2	0,1	0,2	0,09	
26	309	26	0,2	0,1	0,1	0,04	
27			81,4	9,8	53,7	21,40	
28		7	1,3				
29		10	0,3				
30		17	0,2				
31		19	1,7			1,00	
32			3,5			1,00	pom.wys.
33			75,0		15,0	9,00	badanie st.wład.
34					8,0		skompletowanie
35						4,00	sformatyzowanie

spływu dokumentacji do pracowni, co będzie warunkować dalsze opracowanie siatki. Ponieważ opracowywany teren położony jest blisko przedsiębiorstwa przyjmuje się rytm spływu dokumentacji do pracowni na jeden tydzień.

Przy pracach prowadzonych w dalszym terenie, przepisy o korzystaniu przez wykonawców z delegacji warunkują rytm przynajmniej jednomiesięczny.

Poszczególne pozycje kosztorysu, które ze względu na normy dzielą się na różne strefy i trudności, należy połączyć w odpowiednie grupy odpowiadające jednocześnie zwartemu terenowi umożliwiającemu kolejne opracowywanie przez wykonawców kameralnych.

### III. Budowa sieci

#### 1. Czynności polowe

Sporządzając tabelę czynności rozpoczynamy od prac polowych gdyż nie są one uzależnione od jakichkolwiek innych czynności przewidzianych zadaniem. Jedyne ograniczeniem jest moment zakończenia prac na poprzednim obiekcie.

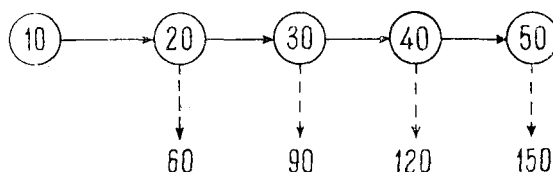
Pierwszą czynność w pracach polowych ograniczamy zakończeniem pomiarów obszaru, obejmującego stykające się ze sobą kontury, a to w celu uzyskania ciągłości prac kameralistów.

Tablica 2

Określenie czynności	czynność	czas $t_e$
1	2	3
Pomiary sytuacyjne obręb 234, 250, 251, 266, 252 kontur 7	10—20	44
Pomiary sytuacyjne obręb 252 kontur 8, 9, 10 obręb 253, 261, 262.	20—30	24
Pomiary sytuacyjne obręb 263, 283, 286, 307, 308, 309.	30—40	14
Pomiary wysokościowe kontur 7, 10, 17, 19.	40—50	4

W zestawieniu powyższym otrzymujemy szereg czynności kolejnych (kolumna 2) o określonym czasie trwania w dniach (kolumna 3).

Przekształcając dane z tablicy 2 w sieć otrzymamy:





Wprowadzamy ponadto w sieć czynności pozorne, rozpoczynające obliczenia i kartowanie, o czasie trwania 0. Czynimy to w celu zaznaczenia momentu włączenia się pracowników kameralnych, a także aby nie tworzyć w punktach 20, 30, 40, 50 węzłów, w których rozpoczęcie czynności (polowych) byłoby uzależnione od innych — nie polowych.

Rozpoczęcie czynności 60, 90, 120, 150 jak pokazują strzałki jest uwarunkowane ukończeniem czynności poprzedniej 20, 30, 40, 50.

## 2. Czynności kameralne

W kosztorysie koszty czynności kameralnych zostały scalone. Otrzymane w tablicy 1 wartości dla obliczeń, kartowania i kresleń, uzyskano z proporcji określonej odpowiednio na 12%, 67%, 21%.

Proporcja ta została ustalona w przedsiębiorstwie empirycznie.

Kameraliści włączają się do pracy 01.06.1966 r., podczas gdy wykonawca polowy rozpoczął pracę 15.04.1966 r., jednakże zdarzenie 20 zachodzi w czterdziestym czwartym dniu pracy wykonawcy polowego co odpowiada dacie 07.06.1966 r. i tę datę przyjmujemy jako moment przystąpienia kameralistów do pracy. Jest to zakończenie całości prac polowych konturu 7 obrębu 252, które trwało 17,9 dnia. Kameraliści otrzymują w tym momencie dostateczną ilość dokumentacji do opracowania, tym bardziej, że istnieje możliwość dostarczenia im dokumentacji co tydzień, a także, że pierwszy kameralista oblicza i kartuje, a drugi tylko kartuje i może włączyć się do pracy dopiero po obliczeniu części prac polowych przez pierwszego, odpowiadającej ilości dokumentacji z 44 dni pracy wykonawcy polowego.

Wprowadzone dla kameralistów czynności pozorne, prowadzące od zdarzeń kończących ustalone etapy czynności polowych ilustruje tablica 3.

Tablica 3

Czynności polowe	Czynność	czas $t_e$
1	2	3
10—20	20—60	0
20—30	30—90	0
30—40	40—120	0
40—50	50—150	0

W ten sposób zostały oznaczone fakty splywu dokumentacji od wykonawcy polowego do pracowni.

Dalsze czynności kameralne, dla których należy przewidzieć wewnętrzne czynności pozorne, wynikają z oczekiwania kartującego II na dokumentację przygotowaną (obliczenia) przez kartującego I.

Są one zaznaczone w tablicy 4 czasem  $t_e = 0$ .

Tablica 4

Określenie* czynności	Czynność	Czas $t_e$
1	2	3
Obliczenia (jak 20—60) kart. I	60—70	4
Obliczenia (jak 30—90) kart. I	90—100	4
Obliczenia (jak 40—120) kart. I	120—130	2
Kartowanie kart. I	70—90	12
Spływ dokumentacji dla kart. II	70—80	0
Kartowanie kart. II	80—110	16
Kartowanie kart. I	100—120	7
Spływ dokumentacji dla kart. II	100—110	0
Kartowanie kart. II	110—140	9
Spływ dokumentacji dla kart. II	130—140	0
Kartowanie kart. II	140—150	10
Kartowanie wysokości kart. I	150—160	1

Po skończonym kartowaniu pomiaru sytuacyjnego rozpoczynają się prace z ustaleniu stanu władania (przez kartującego I), które nie są uzależnione od prac polowych a rozpoczęte 01. 04. 1966 r. powinny być zakończone po 75 dniach (tablica 1, Lp. 33). Dla zaznaczenia ciągłości i sekwencji włączymy tę czynność do tablicy 5.

Tablica 5

Określenie czynności	Czynność	Czas $t_e$
1	2	3
Badanie stanu władania	0—130	75
Kartowanie stanu władania	130—150	13
Spływ dokumentacji (pomiar wysokościowy)	50—150	0
Kartowanie wysokości	150—160	1

Od zdarzenia 160 mogą włączyć się kreślarze, jest ich, podobnie jak kartujących, dwóch, pracę ich można podzielić na dwie części o mniej więcej równym czasie wykonania, uwzględniając indywidualną wydajność. Kreślarze włączają się do pracy 01. 08. 1966 r. Wykaz ich czynności podaje tablica 6.

Tablica 6

Określenie czynności	Czynność	Czas $t_e$
1	2	3
Kreślenia (spływ dokumentacji)	160—170	0
Kreślenia (kreślarz I)	170—180	16
Kreślenia (kreślarz II)	170—190	16
Kreślenie matryc (kreślarz I)	180—200	7
Kreślenie matryc (kreślarz II)	190—200	6
Uporządkowanie (kreślarz I)	200—210	8
Sformatyzowanie (kartujący I)	210—220	4

## 3. Wykaz Czynności

Pełny wykaz czynności przedstawia się następująco:

Tablica 7

Lp.	Opis czynności	Czyn- ność	Czas t <sub>e</sub>
1	2	3	4
1	Pomiary sytuacyjne obiekt 234,250,251,266, 252 kontur 7	10- 20	44
2	Pomiary sytuacyjne obiekt 252 kontur 8,9,10. 253,261,262.	20- 30	24
3	Obliczenia i kartowanie /spływ dokumentacji/	20- 60	0
4	Pomiary sytuacyjne obiekt 263,283,286,307,308,309	30- 40	14
5	Obliczenia i kartowanie /spływ dokumentacji/	30- 90	0
6	Obliczenia jak 10-20	60- 70	4
7	Kartowanie /kart.I/	70- 90	12
8	Kartowanie /spływ dokumentacji/	70- 80	0
9	Obliczenia jak 20-30 kart.I	90-100	4
10	Kartowanie /spływ dokumentacji/	100-110	0
11	Kartowanie /kart.II/	80-110	16
12	Kartowanie /kart.I/	100-120	7
13	Obliczenia i kartowanie /spływ dokumentacji/	40-120	0
14	Pomiary wysokościowe, polowe	40- 50	4
15	Obliczenia /kart.I/	120-130	2
16	Kartowanie /kart.II/	110-140	9
17	Badanie stanu władania, polowe	0-129	75
18	Badanie stanu władania /spływ dokumentacji/	129-130	0
19	Kartowanie /kart.II/ /spływ dokumentacji/	130-140	0
20	Kartowanie stanu władania, /kart.I/	130-150	13
21	Kartowanie wysokości /spływ dokumentacji/	50-150	0
22	Kartowanie /kart.II/	140-150	10
23	Kartowanie wysokości /kart.I/	150-160	1
24	Kreślenia /spływ dokumentacji/	160-170	0
25	Kreślenia /kart.I/	170-180	16
26	Kreślenia /kart.II/	170-190	16
27	Kreślenie matryc /kreślarz I/	180-200	7
28	Kreślenie matryc /kreślarz II/	190-200	6
29	Uporządkowanie /kreślarz I/	200-210	8
30	Sformatyzowanie /kart.I/	210-220	4

#### 4. Siatka zależności

Po sporządzeniu wykazu czynności przystępujemy do zbudowania siatki zależności. Aby zilustrować momenty włączania się do pracy wykonawców przechodzących z innych robót lub po skończeniu bieżącego opracowania, przechodzenie ich na roboty następne, siatkę zależności nieco zmodyfikujemy zapisując szereg czynności danego wykonawcy w jednym poziomie, oraz łącząc strzałką przerywaną jego początkowe czynności czasem  $t_e = 0$  z czynnością poprzednią od niego nie uzależnioną. Sposób ten ułatwi zapis terminów wejścia i wyjścia wykonawców z roboty oraz przy większej liczbie realizowanych prac jednocześnie, pozwoli przy posługiwaniu się wykresem Gantta na szybsze zbilansowanie siły roboczej.

Pomijamy czynności związane z powielaniem z uwagi na brak tej pozycji w kosztorysie, należałoby je jednak uwzględnić gdyż zabierają sporo czasu.

W siatce I mamy dwa warunki początkowe, 0 i 10. Zdarzenie 0 jest początkiem pracy wykonawcy polowego, który rozpoczyna pracę 01. 04. 1966 r. i bada stan władania. Zdarzenie 10 stanowi początek pracy wykonawcy polowego sporządzającego pomiary sytuacyjne, który rozpoczyna pracę 15. 04. 1966 r., to znaczy w 12 dni roboczych później. Z tego tytułu przystępując do obliczeń tablicy 8 czynność 10—20 rozpoczynająca tablicę zaczyna się liczbą 12 = NWP.

Tablicę nr 8 możemy przedstawić w formie kalendarza wykonywanych czynności co ilustruje tablica nr 9.

#### 5. Sposób obliczeń

Najwcześniejszy początek NWP, czynności 10—20, jak już powiedziano wyżej, odpowiada liczbie 12 oznaczającej dwunasty dzień, liczony od 0 czynności 0—129. Dodając czas trwania czynności 10—20 otrzymujemy najwcześniejszy koniec czynności 10—20, NWK.

$$\text{NWP}_{10-20} + t_e = \text{NWK}_{10-20};$$

$$\text{NWK}_{10-20} = 12 + 44 = 56.$$

Najwcześniejszy początek czynności następnej, równy jest najwcześniejszemu końcowi czynności poprzedniej

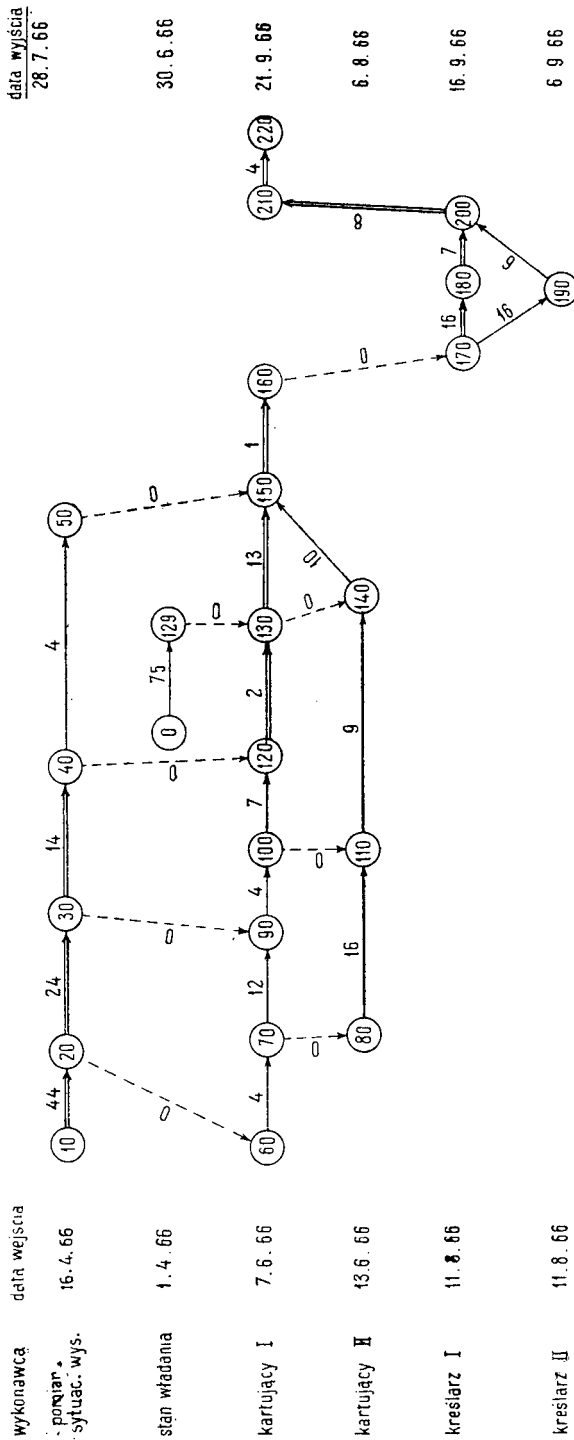
$$\text{NWK}_{10-20} = \text{NWP}_{20-30}.$$

Z kolei dodając do następnej czynności czas trwania, otrzymujemy jej najwcześniejsze zakończenie

$$\text{NWK}_{20-30} = \text{NWP}_{20-30} + t_e,$$

$$\text{NWK}_{20-30} = 56 + 24 = 80.$$

Siatka zależności I



Tablica 8

Lp.	Czynności i - j	Wykonawca	Czas $t_e$	Terminy czynności							Zapew czasu		Czynności krytyczne
				NWP	NWK	NPP	NPK	ZC	ZD	ZW	10	11	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	10- 20	pol.-synt.	44	12	56	12	56	0	0	0	x		
2	20- 30	pol.-synt.	24	56	80	56	80	0	0	0	x		
3	20- 60	-	0	56	56	67	67	11	0	11			
4	30- 40	pol.-synt.	14	80	94	80	94	0	0	0	x		
5	30- 90	-	0	80	80	83	83	3	0	3			
6	60- 70	kart.I	4	56	60	67	71	11	0	11			
7	70- 90	kart.I	12	60	72	71	83	11	8	3			
8	70- 80	-	0	60	60	74	74	14	0	14			
9	90-100	kart.I	4	80	84	83	87	3	0	3			
10	100-110	-	0	84	84	90	90	6	0	6			
11	80-110	kart.II	16	60	76	74	90	14	8	6			
12	100-120	kart.I	7	84	91	87	94	3	3	0			
13	40-120	-	0	94	94	94	94	0	0	0	x		
14	40- 50	pol.-synt.	4	94	98	105	109	11	0	11			
15	120-130	kart.I	2	94	96	94	96	0	0	0	x		
16	110-140	kart.II	9	84	93	90	99	6	3	3			
17	0-129	pol.st.wł.	75	0	75	21	96	21	0	21			
18	129-130	-	0	75	75	96	96	21	21	0			
19	130-140	-	0	96	96	99	99	3	0	3			
20	130-150	kart.I	13	96	109	96	109	0	0	0	x		
21	50-150	-	0	98	98	109	109	11	11	0			
22	140-150	kart.II	10	96	106	99	109	3	3	0			
23	150-160	kart.I	1	109	110	109	110	0	0	0	x		
24	160-170	-	0	110	110	110	110	0	0	0	x		
25	170-180	kreśl.I	16	110	126	110	126	0	0	0	x		
26	170-190	kreśl.II	16	110	126	111	127	1	0	1			
27	180-200	kreśl.I	7	126	133	126	133	0	0	0	x		
28	190-200	kreśl.II	6	126	132	127	133	1	1	0			
29	200-210	kreśl.I	8	133	141	133	141	0	0	0	x		
30	210-220	kart.I	4	141	145	141	145	0	0	0	x		

Tablica 9

L. p.	Czynności i-j	Wykonawca	Czas t <sub>e</sub>	Terminy czynności				Zapas czasu			Czynności krytyczne
				NWP	NWK	NPP	NPK	ZC	ZD	ZW	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
				1966r.	1966r.	1966r.	1966r.				
1	10- 20	pol.syt.	44	16.04	07.06	16.04	07.06	0	0	0	x
2	20- 30	pol.syt.	24	07.06	06.07	07.06	06.07	0	0	0	x
3	20- 60	-	0	07.06	07.06	21.06	21.06	11	0	11	
4	30- 40	pol.syt.	14	06.07	25.07	06.07	25.07	0	0	0	x
5	30- 90	-	0	06.07	06.07	09.07	09.07	3	0	3	
6	60- 70	kart.I	4	07.06	13.06	21.06	28.06	11	0	11	
7	70- 90	kart.I	12	13.06	27.06	25.06	09.07	11	8	3	
8	70- 80	-	0	13.06	13.06	29.06	29.06	14	0	14	
9	90-100	kart.I	4	06.07	11.07	09.07	14.07	3	0	3	
10	100-110	-	0	11.07	11.07	18.07	18.07	6	0	6	
11	80-110	kart.II	16	13.06	01.07	29.06	18.07	14	8	6	
12	100-120	kart.I	7	11.07	19.07	14.07	25.07	3	3	0	
13	40-120	-	0	25.07	25.07	25.07	25.07	0	0	0	x
14	40- 50	pol.syt.	4	25.07	28.07	05.08	10.08	11	0	11	
15	120-130	kart.I	2	25.07	27.07	25.07	27.07	0	0	0	x
16	110-140	kart.II	9	11.07	21.07	18.07	29.07	6	3	3	
17	0-129	pol.st.wż.	75	01.04	30.06	27.04	26.07	21	0	21	
18	129-130	-	0	30.06	30.06	26.07	26.07	21	21	0	
19	130-140	-	0	26.07	26.07	29.07	29.07	3	0	3	
20	130-150	kart.I	13	26.07	10.08	26.07	10.08	0	0	0	x
21	50-150	-	0	28.07	28.07	10.08	10.08	11	11	0	
22	140-150	kart.II	10	26.07	06.08	29.07	10.08	3	3	0	
23	150-160	kart.I	1	10.08	11.08	10.08	11.08	0	0	0	x
24	160-170	-	0	11.08	11.08	11.08	11.08	0	0	0	x
25	170-180	kreśl.I	16	11.08	20.08	11.08	30.08	0	0	0	x
26	170-190	kreśl.II	16	11.08	30.08	12.08	31.08	1	0	0	
27	180-200	kreśl.I	7	30.08	07.09	30.08	07.09	0	0	0	x
28	190-200	kreśl.II	6	30.08	06.09	31.08	07.09	1	1	0	
29	200-210	kreśl.I	8	07.09	16.09	07.09	16.09	0	0	0	x
30	210-220	kart.I	4	16.09	21.09	16.09	21.09	0	0	0	x

Przy tym dla następnej czynności NWP wybieramy największą wartość NWK czynności poprzedniej.

$$NWP_j = NWK_i \max.$$

Tak więc dla wartości NWP czynności 110—140 pobieramy NWK czynności poprzedniej 100—110, a nie 80—110 itd.

Najpóźniejszy początek NPP i najpóźniejszy koniec NPK czynności obliczamy od końca.

$$\begin{aligned} NPK_{210-220} &= NWK_{210-220}; \\ NPK_{210-220} &= 145; \\ NPP_{210-220} &= NWK_{210-220} - t_e; \\ NPP_{210-220} &= 145 - 4 = 141. \end{aligned}$$

Przy tym dla czynności poprzedniej NPK wybieramy najmniejszą wartość czynności poprzedniej NPP.

$$\begin{aligned} NPK_i &= NPP_j \min; \\ NPK_{150-160} &= NPP_{170-180}; \\ NPK_{150-160} &= 110; \\ NPP_{150-160} &= NPK_{150-160} - t_e; \\ NPP_{150-160} &= 110 - 1 = 109. \end{aligned}$$

Po obliczeniu terminów czynności przystępujemy do obliczenia zapasów czasu.

### 6. Zapas całkowity ZC

Zapas całkowity ZC jest to różnica między najpóźniejszym a najwcześniejszym zakończeniem czynności. Jest on równy różnicy między najpóźniejszym a najwcześniejszym początkiem tej samej czynności.

$$\begin{aligned} ZC_{ij} &= NPK_j - NWK_i = NPP_i - NWP_i; \\ ZC_{10-20} &= NPK_{10-20} - NWK_{10-20}; \\ ZC_{10-20} &= 56 - 56 = 0. \end{aligned}$$

### 7. Zapas czasu do swobodnej dyspozycji ZD

Zapas czasu do swobodnej dyspozycji ZD jest to różnica między najwcześniejszym początkiem czynności następnej, a najwcześniejszym końcem czynności obliczanej.

$$\begin{aligned} ZD_{ij} &= NWP_j - NWK_i; \\ ZD_{70-90} &= NWP_{90-100} - NWK_{70-90}; \\ ZD_{70-90} &= 80 - 72 = 8. \end{aligned}$$



### 8. Zapas czasu do warunkowej dyspozycji ZW

Zapasz czasu do warunkowej dyspozycji ZW jest to różnica między najpóźniejszym końcem czynności obliczanej, a najwcześniejszym początkiem czynności następnej.

$$\begin{aligned} ZW_{ij} &= NPK_i - NWP_j; \\ ZW_{70-90} &= NPK_{70-90} - NWP_{90-100}; \\ ZW_{70-90} &= 83 - 80 = 3. \end{aligned}$$

### 9. Czynności krytyczne i ścieżka krytyczna

W ostatniej rubryce tablicy 8 oznaczamy czynności ( $x$ ), które znajdują się na drodze krytycznej. Są to czynności, których całkowity zapas czasu jest równy 0.  $ZC = 0$ .

Ścieżka krytyczna więc, jest to ścieżka, na której czynności zwane krytycznymi nie posiadają żadnego zapasu czasu.

Warto zauważyć, że  $ZC = ZD + ZW$ .

## IV. Analiza i wnioski

Zasadniczymi elementami obliczonymi w tablicy 8 wartości dla siatki zależności są: całkowity zapas czasu  $ZC$  i wypływająca z niego ścieżka krytyczna.

Ścieżka krytyczna wskazuje nam, na jakie czynności należy zwrócić uwagę, by dotrzymać terminu wykonania zadania. Zapasy czasu  $ZC$  natomiast zawierają zarówno oczekiwanie wykonawców na robotę, jak i oczekiwanie dokumentacji na opracowanie. Wydłużenie lub skrócenie tych czynności w granicach obliczonych zapasów czasu nie ma wpływu na skrócenie ścieżki krytycznej. Ze względu na to, że czynności na ścieżce krytycznej nie mogą być skrócone, gdyż czas ich wykonania jest określony przez normy, przeto jedyną drogą do przyspieszenia wykonania zadania jest powiększenie ekipy wykonawców na czynnościach krytycznych (gdzie  $ZC = 0$ ), albo przesunięcie części pracy na wykonawców mających zapasy czasu.

Cała praca trwa 145 dni, jednakże gdyby czynności 0—129 opóźnić o czas rozpoczęcia czynności 10—20 to jest o 12 dni, czas trwania całego zadania zmniejszyłby się do 133 dni, bez zmiany terminu końcowego, — a to dlatego, że czynność 0—129 nie znajduje się na ścieżce krytycznej i termin rozpoczęcia czynności 10—20 pozostałby niezmienny.

Na termin zakończenia pracy wpłynąć może skrócenie czynności 180—200, które osiągniemy przesuwając część pracy na kreślacza II oraz

Tablica 10

Lp.	Czynność	Czas t <sub>e</sub>	NWP	NWK	NPP	NPK	ZC	ZD	ZW	czynności krytyczne
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	10- 20	22	12	34	24	46	12	0	12	
2	20- 30	12	34	46	50	62	16	0	16	
3	20- 60	0	34	34	46	46	12	0	12	
4	30- 40	7	46	53	66	73	20	0	20	
5	30- 90	0	46	46	62	62	16	4	12	
6	60- 70	4	34	38	46	50	12	0	12	
7	70- 90	12	38	50	50	62	12	0	12	
8	70- 80	0	38	38	51	51	13	0	13	
9	90-100	4	50	54	62	66	12	0	12	
10	100-110	0	54	54	67	67	13	0	13	
11	80-110	16	38	54	51	67	13	0	13	
12	100-120	7	54	61	66	73	12	0	12	
13	40-120	0	53	53	73	73	20	8	12	
14	40- 50	4	53	57	83	87	30	0	30	
15	120-130	2	61	63	73	75	12	12	0	
16	110-140	9	54	63	67	76	13	12	1	
17	0-129	75	0	75	0	75	0	0	0	x
18	129-130	0	75	75	75	75	0	0	0	x
19	130-140	0	75	75	76	76	1	0	1	
20	130-150	12	75	87	75	87	0	0	0	x
21	50-150	0	57	57	87	87	30	30	0	
22	140-150	11	75	86	76	87	1	1	0	
23	150-160	1	87	88	87	88	0	0	0	x
24	160-170	0	88	88	88	88	0	0	0	x
25	170-180	16	88	104	88	104	0	0	0	x
26	170-190	16	88	104	89	105	1	0	1	
27	180-200	7	104	111	104	111	0	0	0	x
28	190-200	6	104	110	105	111	1	1	0	
29	200-210	8	111	119	111	119	0	0	0	x
30	210-220	4	119	123	119	123	0	0	0	x

czynności 130—150 przesuwać część pracy kartującego I na kartującego II. Można to przeprowadzić gdyż kartujący II ma na wszystkich swych czynnościach zapasy czasu, a postawienie zamiast jednego dwóch zespołów polowych, zmieni zdecydowanie termin zakończenia pracy. Powyższe rozważania ilustruje tablica 10, w której przyjęto dla pomiarów sytuacyjnych dwóch wykonawców. Wprowadzamy więc zmianę w tabeli czynności (tablica 7): Pozycja 1 — 22 dni, poz. 2 — 12 dni i poz. 4 — 7 dni. Ponadto ze ścieżki krytycznej przesuniemy z czynności 130—150 jeden dzień na czynność 140—150 (pozycja 20 i 22).

Jak widać z tablicy nr 10 ścieżka krytyczna przesunęła się na czynność od 0—129 i dalej jak poprzednio.

Gdybyśmy jednak pominęli czynność 0—129, to okazałoby się, że ścieżka krytyczna przebiega inaczej niż pierwotnie. Przeszłaby ona licząc od zdarzenia 130, po czynnościach, o najmniejszej wartości ZC to znaczy 12 dni.

Jest to skutek dwa razy szybciej wykonanej pracy polowej, dzięki czemu czynności krytyczne przesunęły się na wykonawców kameralnych.

Należy dodać, że mimo skrócenia prac polowych o 41 dni i przesunięcia jednego dnia ze ścieżki krytycznej (z czynności 130—150 na czynność 140—150) termin wykonania uległ zmianie tylko o 22 dni.

Powzięcie decyzji co jest korzystniejsze, czy skrócić termin o 22 dni, czy wstrzymać prace polowe na innym obiekcie jest sprawą terminu dyrektywnego zakończenia pracy oraz możliwości pracowni w powiększeniu zespołu pracowników polowych.

Porównując rezultaty zmodyfikowanej siatki, (tablica 10) z siatką pierwotną (tablica 8), wydaje się, że przyspieszenie na pracach polowych jest korzystne dla całości zadania, gdyż prawdopodobnie przyspieszenie czynności 0—129 (badanie stanu władania) nie będzie nasuwało zbyt wielu trudności, a zapas na czynnościach 30—40 do 50—150 jest niegroźny, gdyż już po zakończeniu czynności 30—40 pracownik polowy może odejść do innej pracy.

Należy wyjaśnić jeszcze różnicę jaka powstała między skróceniem prac polowych o 41 dni, a skróceniem końcowego terminu tylko o 22 dni.

Z porównania tablicy 10 i 9 widać, że na tę różnicę składa się różnica w NWP czynności 150—160 wynosząca  $109 - 87 = 22$ , która wynika z opóźnienia kartującego I na czynności 130—150, (pozycja 20 tablicy 8 i 10,  $NWP_{130-150} : 96 - 75 = 21$  plus zysk na skróceniu czasu tej czynności o jeden dzień). Gdyby jednak przesunąć o 12 dni wcześniej czynność 0—129 termin końcowy skróciłby się o owe 12 dni do 111-go dnia, a to stanowiłoby już przyspieszenie o 34 dni, co łatwo sprawdzić na podstawie tablicy 10.

Reszta — 7 dni, przypada na nową ścieżkę krytyczną czynności kame-ralisty I nie zmienionych w czasie. Strata na zapasie czasu (ZD) czyn-ności 100—120, 3 dni-plus strata 4 dni na zapasie czasu (ZD) czynności 70—90 i 30—90:  $8-4 = 4$  dni.

Przy nieskomplikowanej siatce zależności, jak w naszym przykładzie, można od razu określić te przesunięcia. Przy bardziej skomplikowanej — należałoby jeszcze raz zbudować siatkę z nowymi danymi, gdyż mogłaby się zmienić ścieżka krytyczna lub powstać ich więcej.

Najkorzystniejszym układem siatki zależności byłby taki układ, który wykazywałby wszystkie ścieżki krytyczne. Sporządzenie takiej siatki jest możliwe i bardzo przydatne dla kierownika pracowni, a można to zreali-zować w sposób następujący:

Na czynnościach, którym odpowiadają zapasy czasu do swobodnej dys-pozycji (ZD), wprowadzamy dodatkowe czynności pozorne. Są to zapasy czasu wykonawców wynikające z oczekiwania na spływ dokumentacji. Zapasy te można wykorzystać przez przesunięcie wykonawców na inny obiekt, co pozwoli wyeliminować przestoje.

Zobrazowane to zostało w tablicy 11, wszystkie zapasy czasu zostały sprowadzone do zera, czyli, inaczej mówiąc, wszystkie ścieżki stały się ścieżkami krytycznymi, a wszyscy pracownicy są w pełni wykorzystani i nie mają przestojów.

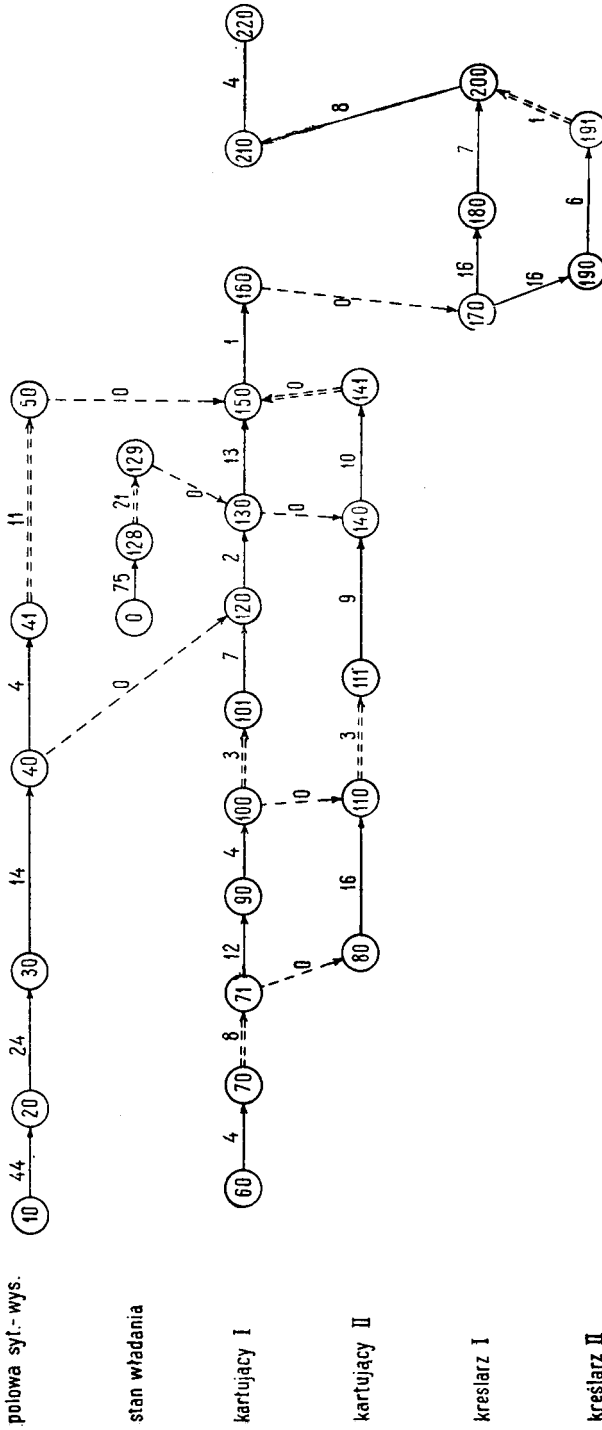
Jak widać z siatki II czynności pozorne oznaczone podwójną linią przerywaną, wskazują liczbę dni i ich rozkład w czasie odpowiadającą wykonawcom, którzy będą musieli przejść na inny obiekt, a następnie powrócić do przerwanej roboty.

Najbardziej korzystne dla organizacji pracy byłoby zlikwidowanie tych przerw. Zrealizowanie jednak takiej siatki musiałoby się odbyć kosztem opóźnienia terminu końcowego, a to nie jest zgodne z założeniami przedsiębiorstwa.

Ponadto takie ujęcie zagadnienia byłoby zawężeniem celu stosowania metod sieciowych do planowego i optymalnego planowania wykonawstwa geodezyjnego. Maksymalne wykorzystanie kadry pracowników w najkrót-szym czasie przy jednoczesnym przyspieszeniu terminu wykonania zadań, jest wstępnym celem tych metod. Dalszym etapem stosowania metod sieciowych w geodezji będzie rozszerzenie ich na planowanie środków i kosztów.

Wskazany wyżej sposób wprowadzenia do skonstruowanej sieci za-leżności (siatka II) dodatkowych czynności pozornych prowadzi do jedno-czesnego rozwiązania większej liczby sieci, w których byłaby zgodna sekwencja czynności z ciągłością pracy wykonawców. A zatem nie byłoby przestojów i gromadzenia się dokumentacji do opracowania. Nasuwa się

Siatka zależności II



Tablica 11

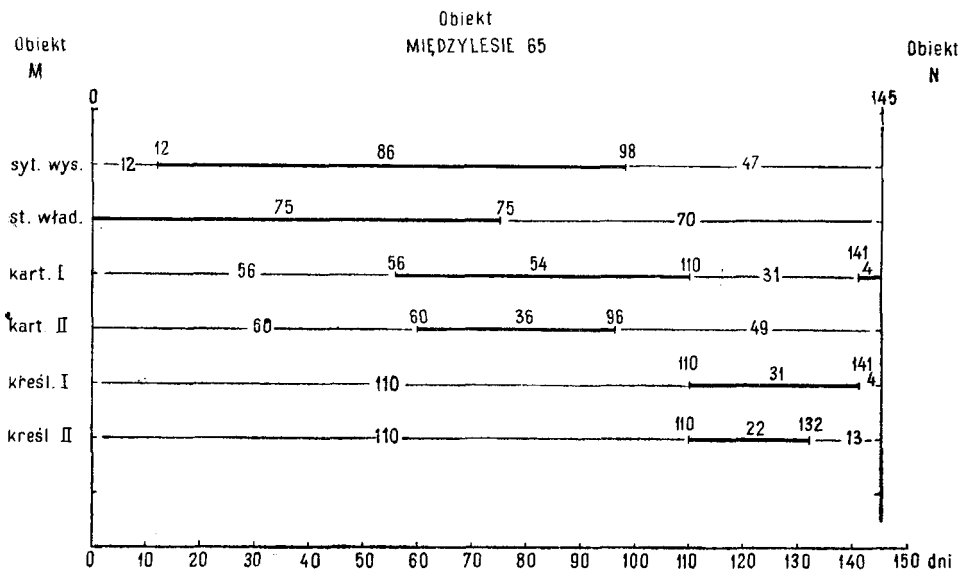
L. p.	Czynności	Czas $t_e$	Terminy czynności				Zapas czasu			Czynności krytyczne
			NWP	NWK	NPP	NPK	ZC	ZD	ZW	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	10- 20	44	12	56	44	56	0	0	0	
2	20- 30	24	56	80	56	80	0	0	0	
3	20- 60	0	56	56	56	56	0	0	0	
4	30- 40	14	80	94	80	94	0	0	0	
5	30- 90	0	80	80	80	80	0	0	0	
6	60- 70	4	56	60	56	60	0	0	0	
7	70- 71	8	60	68	60	68	0	0	0	
8	71- 80	0	68	68	68	68	0	0	0	
9	71- 90	12	68	90	68	80	0	0	0	
10	90-100	4	80	84	80	84	0	0	0	
11	90-110	16	68	84	68	84	0	0	0	
12	100-101	3	84	87	84	87	0	0	0	
13	101-120	7	87	94	87	94	0	0	0	
14	40-120	0	94	94	94	94	0	0	0	
15	40- 41	4	94	98	94	98	0	0	0	
16	41- 50	11	98	109	98	109	0	0	0	
17	100-110	0	84	84	84	84	0	0	0	
18	110-111	3	84	87	84	87	0	0	0	
19	111-140	9	87	96	87	96	0	0	0	
20	120-130	2	94	96	94	96	0	0	0	
21	130-140	0	96	96	96	96	0	0	0	
22	0-128	75	0	75	0	75	0	0	0	
23	128-129	21	75	96	75	96	0	0	0	
24	129-130	0	96	96	96	96	0	0	0	
25	140-141	10	96	106	96	106	0	0	0	
26	141-150	3	106	109	106	109	0	0	0	
27	130-150	13	96	109	96	109	0	0	0	
28	50-150	0	109	109	109	109	0	0	0	
29	150-160	1	109	110	109	110	0	0	0	
30	160-170	0	110	110	110	110	0	0	0	
31	170-180	16	110	126	110	126	0	0	0	
32	170-190	16	110	126	110	126	0	0	0	
33	180-200	7	126	133	126	133	0	0	0	
34	190-191	6	126	132	126	132	0	0	0	
35	191-200	1	132	133	132	133	0	0	0	
36	200-210	8	133	141	133	141	0	0	0	
37	210-220	4	141	145	141	145	0	0	0	

przy tym uwaga, że gdyby tej zgodności nie udało się osiągnąć to należałoby zmienić stosunek liczbowy pracowników kameralnych i polowych.

Takie rozwiązanie będzie wymagać obliczeń uwzględniających o wiele większą liczbę danych i warunków, w czym nam dopomoże elektroniczna maszyna cyfrowa z odpowiednio opracowanym programem.

Zastosowanie maszyn cyfrowych pozwoli na uzyskanie wszelkich informacji służących kierownikowi pracowni (lub innych komórek organizacyjnych) do czynności dyspeczerskich. Jedną z takich informacji, którą łatwo jest otrzymać z jednego obiektu, a która staje się bardzo skomplikowana już przy 2 siatkach, jest podany w Harmonogramie I rozkład zajęć wykonawców, sporządzony w skali czasu.

Harmonogram I



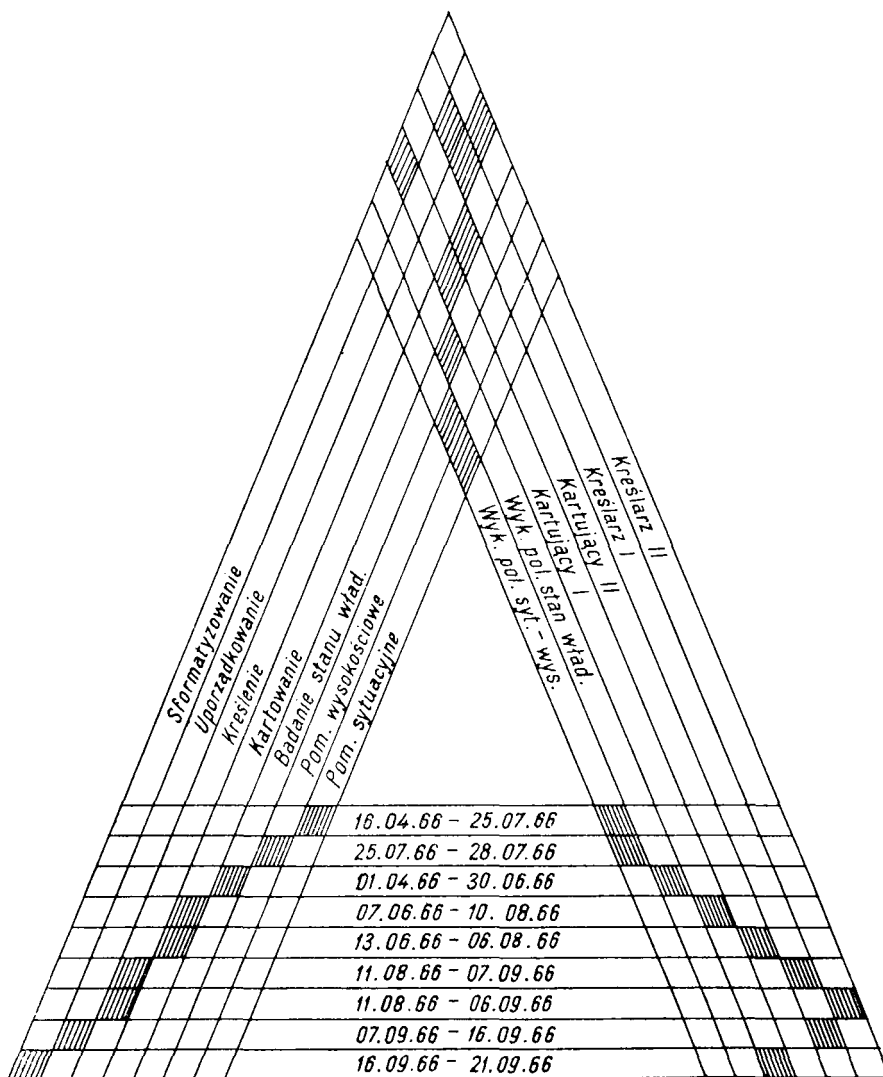
W wybranym przekroju czasu kierownik pracowni otrzymuje informacje, kiedy wykonawca włączy się do zadania lub ile czasu mu pozostaje do przejścia na inny obiekt. Ułatwi to między innymi planowanie urlopów.

Zastosowana metoda sieciowa do organizowania wykonawstwa nie załatwi wszystkich problemów i nie dostarczy wszelkich potrzebnych informacji. Do takich rozwiązań należy dochodzić metodą krok po kroku.

Po wypróbowaniu metody w praktyce na jednym obiekcie i dokładnym zapoznaniu się z tym systemem przez kierownictwo, będzie można ocenić korzyści metody i przystąpić do następnego etapu w ścisłej współpracy wykonawcy z ośrodkiem maszyn cyfrowych.

Do niniejszego opracowania dołącza się kalendarz podający kolejne dni pracy oraz Harmonogram II, w którym zostały połączone informacje dotyczące wykonawców: kto, co robi i kiedy, na analizowanym obiekcie.

Harmonogram II





Kalendarz  
na rok 1966

Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Dzień												
1	0	26	50	77	-	128	153	178	205	231	-	282
2	0	27	51	78	102	129	154	179	206	-	257	283
3	1	28	52	-	103	130	-	180	207	232	258	284
4	2	29	53	79	104	131	155	181	-	233	259	-
5	3	30	54	80	105	-	156	182	208	234	260	285
6	4	-	-	81	106	132	157	183	209	235	-	286
7	5	31	55	82	107	133	158	-	210	236	261	287
8	6	32	56	83	-	134	159	184	211	237	262	288
9	-	33	57	84	108	-	160	185	212	-	263	289
10	7	34	58	-	109	135	-	186	213	238	264	290
11	8	35	59	-	110	136	161	187	-	239	265	-
12	9	36	60	85	111	-	162	188	214	240	266	291
13	10	-	-	86	112	137	163	189	215	241	-	292
14	11	37	61	87	113	138	164	-	216	242	267	293
15	12	38	62	88	-	139	165	190	217	243	268	294
16	-	39	63	89	114	140	166	191	218	-	269	295
17	13	40	64	-	115	141	-	192	219	244	270	296
18	14	41	65	90	116	142	167	193	-	245	271	-
19	15	42	66	91	117	-	168	194	220	246	272	297
20	16	-	-	92	118	143	169	195	221	247	-	298
21	17	43	67	93	119	144	170	-	222	248	273	299
22	18	44	68	94	-	145	-	196	223	249	274	300
23	-	45	69	95	120	146	171	197	224	-	275	301
24	19	46	70	-	121	147	-	198	225	250	276	302
25	20	47	71	96	122	148	172	199	-	251	277	-
26	21	48	72	97	123	-	173	200	226	252	278	-
27	22	-	-	98	124	149	174	201	227	253	-	303
28	23	49	73	99	125	150	175	-	228	254	279	304
29	24	-	74	100	-	151	176	202	229	255	280	305
30	-	-	75	101	126	152	177	203	230	-	281	306
31	25	-	76	-	127	-	-	204	-	256	-	307

L I T E R A T U R A

- [1] *Gislain M.*: Methode PERT pour l'ordonnement des projets wyd. l'Usine nouvelle, lipiec 1965 r., Francja.
- [2] *Cadiergues R.*: Introduction aux graphes et calculs d'ordonnement (methodes PERT, CPM, etc.) wyd. Industries Thermiques et Aerauliques nr 10 październik 1965 r., Francja.
- [3] *Wałachowski Z., Tłuścik I.*: Praktyczne zastosowanie metody PERT w biurach projektowych. Wyd. Zeszyt Prozamet, nr 19, 1964 r., Warszawa.
- [4] Biuletyn nr 7. Wyd. Resortowy Ośrodek Normowania Pracy Ministerstwa Przemysłu Chemicznego, 1964 r.
- [5] *Sieradzan R.*: Metody analizy sieci w planowaniu i kierowaniu obiektami (CPM, PERT). Wyd. WAT, 1965 r., Warszawa.

*Recenzował: Prof. dr Henryk Greniewski*

*Rękopis dostarczono Redakcji w grudniu 1966 r.*

РОМАН РОДКЕВИЧ

## ПОПЫТКА ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ПЕРТ В ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТАХ

### Резюме

Работа излагает вопросы применения метода сетевого программирования в организации геодезической работы, вида планово-высотных измерений.

Введение разработки относится к необходимым элементам для вычислений и построения сети зависимости. Метод возможно приближенной оценки времени хода действий, опирающегося на исходной смете и разделению на стрелы, трудности и задания, учитывает производственную мощность исполнителей, их квалификации и срок начала работ.

Составленные сводки послужили в дальнейшей разработке для построения сети зависимостей, вычисления критического пути и резервов времени, что в итоге позволило оптимизировать сеть, а на примере перестроенной сети, приведенной к сведению резервов времени к нулю, были определены у исполнителей периоды и сроки, которые можно использовать для других работ (или простоев).

К анализу сети прилагается план график иллюстрирующий ход работ в отдельных фазах их выполнения и занятий исполнителей относительно шкалы времени.

Дополнительно прилагается к разработке предложение план-графика соединяющего исполнителей со сроком исполнения и их работой.

ROMAN RODKIEWICZ

AN ATTEMPT OF APPLICATION OF THE PERT METHOD  
TO THE GEODETIC WORKS

S u m m a r y

The paper deals with the problem of application of the net method to the organization of geodetic works, namely of planimetric and height measurements.

The introduction treats of the elements which are indispensable for the computations and for the construction of the net of dependence.

The method of approximate estimate of duration of actions, as taken from the preliminary bill of quantities and from the division on the zones, difficulties and tasks, takes into account the productive power of the performers, their qualifications and the term of beginning of the work.

The preparatory specifications served for construction the net of dependence and to the computation of the critical lane of time reserves; as a consequence the optimisation of net was possible and on the example of the reconstructed net, which was brought to the apparently null reserves of time, one has determined the moments and the time of the performers, which was left to use for other works (or for work stoppage).

To the analysis of the net is attached the diagram, which illustrates the course of works in different phases and the works of performers on the scale of time.

In addition one has attached a project of a diagram, which connects the performers with their work and with the term of its finishing.

## SPIS TREŚCI

JAN CIESIELSKI

KRYSTYNA PODLACHA

Zasady redagowania miejskiej mapy specjalnej gospodarki terenami  
uzbrojonymi . . . . . 3

EMIL NOWOSIELSKI

RENATA KOŁODZIEJSKA

Badanie dokładności wyznaczania na gruncie konturów klasyfikacyjnych  
i ich oszacowania oraz wpływu błędów tych czynności na wartość  
szacunkową działki i gospodarstwa rolnego . . . . . 40

STANISŁAW STOCKI

O możliwościach zastosowania metody PERT w geodezji . . . . . 66

ROMAN RODKIEWICZ

Próba zastosowania metody PERT w geodezji . . . . . 82

## СОДЕРЖАНИЕ

ЯН ЦЕСЕЛЬСКИ

КРЫСТЫНА ПОДЛЯХА

Принципы редактирования городской специальной карты для заведывания благоустроенными территориями . . . . . 3

ЭМИЛЬ НОВОСЕЛЬСКИ

РЭНАТА КОЛОДЗЕЙСКА

Исследование точности определения на местности классификационных контуров и их оценки а влияние ошибок этих действий на стоимость участков земли и сельского хозяйства . . . . . 40

СТАНИСЛАВ СТОЦКИ

Об возможности применения метода ПЕРТ в геодезии . . . . . 66

РОМАН РОДКЕВИЧ

Попытка применения метода ПЕРТ в геодезических работах . . . . . 82

## CONTENTS

JAN CIESIELSKI

KRYSTYNA PODLACHA

The principles of drawing-up the special urban maps for the administration of the outfitted terrains. . . . . 3

EMIL NOWOSIELSKI

RENATA KOŁODZIEJSKA

Research on the field determination of classification contours, their appraisal and the influence of these operations upon the value of a parcel and of a farm . . . . . 40

STANISŁAW STOCKI

On the feasibility of applying the PERT method in geodetic work . 66

ROMAN RODKIEWICZ

An attempt of application of the PERT method to the geodetic works 82