

DANES-PICTA.COM

Grey Scale #13

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO  
im. gen. broni K. Swierczewskiego

Institut Organizacji i Techniki Dowodzenia

ARCHIWUM  
BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ  
AKADEMII SZTABU GENERALNEGO  
im. gen. broni K. Swierczewskiego  
28980

Egz. Nr 99

Ppłk dr H. DYNIEWICZ  
Mjr dypl. Z. FOLCIK

MODELOWANIE SIECIOWE  
PRZEGRUPOWANIA WOJSK



28980

WARSZAWA

1966



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO  
im. gen. broni K. Świerczewskiego

---

Institut Organizacji i Techniki Dowodzenia

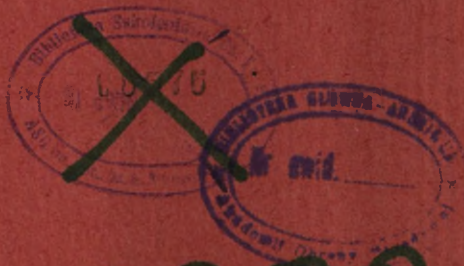
ARCHIWUM  
BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ  
AKADEMII SZTABU GENERALNEGO  
im. gen. broni K. Świerczewskiego  
28980

~~XXXXXXXXXX~~

Egz. Nr 99

Ppłk dr H. DYNIEWICZ  
Mjr dypl. Z. FOLCIK

MODELOWANIE SIECIOWE  
PRZEGRUPOWANIA WOJSK



28980

---

WARSZAWA

1966

# AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO im. gen. broni K. Świerczewskiego

---

Instytut Organizacji i Techniki Dowodzenia

**ARCHIWUM**  
**BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ**  
**AKADEMII SZTABU GENERALNEGO**  
**im. gen. broni K. Świerczewskiego**

Egz. Nr. ....

99

~~28380~~

*Amelias post*

Pplk dr H. DYNIEWICZ  
Mjr dypl. Z. FOLCIK

12357



## MODELOWANIE SIECIOWE PRZEGRUPOWANIA WOJSK



---

W A R S Z A W A

1 9 6 6

1900

RECEIVED  
JAN 10 1900  
LIBRARY

1900

ppłk dr H. DYNIEWICZ  
mjr dypl. Z. FOLCIK

## MODELOWANIE SIECIOWE PRZEGRUPOWANIA WOJSK

Polska jest krajem o szczególnym położeniu w Europie. Wśród państw — członków Paktu Warszawskiego jesteśmy krajem zdecydowanie tranzytowym. Odwieczne szlaki handlowe we wschodu na zachód prowadziły zawsze przez nasze ziemie; przez ziemie te prowadziły również odwieczne szlaki wojenne. Dlatego też — jak się wydaje — problematyka ruchu wojskowego ma w naszych warunkach szczególnie poważne znaczenie.

Tradycyjne metody planowania i kierowania ruchem<sup>1)</sup> nie mogą już sprostać zadaniom. Zmienność sytuacji na polu walki, oraz wymaganie niezwykle wysokiej manewrowości wojsk lądowych — ograniczyły możliwości skutecznego kierowania ruchem metodami stosowanymi dotychczas. Poszukiwanie rozwiązań poszło — co jest chyba oczywiste — w kierunku nowoczesnych metod matematycznych. Metodą skuteczną okazało się modelowanie sieciowe, czyli popularny już PERT.

W ćwiczeniu „Mazury” dwóch oficerów Instytutu Organizacji i Techniki Dowodzenia otrzymało zadanie przygotowania modelu sieciowego, za pomocą którego można planować ruch dywizji. Czasu było bardzo mało, trzeba więc było pracować w szybkim tempie. U podstaw tej pracy leży następujące (podstawowe) założenia logiczne i taktyczne:

1. Modelowanie sieciowe (i każda inna metoda) ma sens tylko w tym wypadku, jeśli wykazuje — przynajmniej w kilku zasadniczych wskaźnikach — przewagę nad metodami dotychczasowymi. Inaczej bowiem staje się zupełnie bezsensownym „skomplikowaniem rzeczy prostych”.
2. Stosowanie tej metody musi dostarczyć tych samych (co najmniej) danych, które uzyskiwało się metodami tradycyjnymi, a które służyły do kierowania ruchem.
3. Ponieważ ruch i przegrupowanie są zjawiskami w działaniach wojsk jak najbardziej powszechnymi, a planowanie ruchu jest chlebem powszednim sztabów operacyjnych i tyłowych — metoda nie może być zbyt skomplikowana matematycznie. Musi ona bowiem być łatwa do opanowania przez ludzi, którzy nie mają jakiegось szczególnego przygotowania matematycznego. Sam model więc musi być prosty, zrozumiały i łatwy do zastosowania.

Z powyższych założeń wynika konieczność posiadania modelu uniwersalnego. Nie można bowiem budować samej sieci PERT w toku ćwiczenia (lub też wojny). Budowanie modelu podczas ćwiczenia traci

<sup>1)</sup> Niektóre problemy ruchu są szerzej rozwinięte w artykule „Organizowanie i regulowanie ruchu wojsk lądowych” — „Myśl Wojskowa” — tajna Nr 1 — 1965 r.

sens, zabiera bowiem o wiele więcej czasu niż planowanie tradycyjne. Trzeba więc mieć taką sieć, którą można zastosować do różnych przypadków. Praktycznie założono, że sieć powinna umożliwiać planowanie ruchu dowolnego ZT lub oddziału po jednej lub dwóch marszrutach, na odległość do około 1000 km.

### OGÓLNE ZASADY MODELOWANIA SIECIOWEGO

Aby umożliwić zapoznanie się z postulowaną, nową metodą planowania przegrupowania wojsk, czytelnikom, którzy nie zetknęli się do tej pory bliżej z metodą PERT, podajemy możliwie krótki jej opis.

U podstaw modelowania sieciowego przedsięwzięć leżą dwa zasadnicze pojęcia — pojęcie zdarzenia (lub stanu) i pojęcie czynności. Ogólnie przyjęło się oznaczanie zdarzenia za pomocą okręgów (lub innych płaskich figur geometrycznych), a czynności — za pomocą odcinków skierowanych (strzałek).

Zdarzenie stanowi pewien etap realizacji przedsięwzięcia; jest więc momentem czasowym, będąc jednocześnie początkiem lub końcem jakiejś czynności, występującej w przedsięwzięciu.

Czynność posiada natomiast określony czas trwania i ograniczona jest obustronnie zdarzeniami (zdarzeniem poprzednim i zdarzeniem następnym). Czas trwania czynności określa się metodami statystycznymi lub przez oszacowanie na podstawie opinii fachowców odpowiedniej branży.

W przypadku gdy dysponuje się danymi statystycznymi, w obliczeniach uwzględnia się czas stanowiący średnią arytmetyczną uzyskiwanych wyników pomiarów; w razie ich braku — do kalkulacji przyjmuje się czas średni ważony, określony na podstawie trzech czasów szacunkowych. Są to:

- $t_o$  — czas optymistyczny (możliwie najkrótszy, tj. gdy warunki realizacji ułożą się możliwie najkorzystniej);
- $t_p$  — czas pesymistyczny (możliwie najdłuższy, tj. gdy warunki realizacji czynności okażą się najmniej korzystne);
- $t_{np}$  — czas najbardziej prawdopodobny (czas odpowiadający średnio dogodnym warunkom wykonywania czynności).

Czas średni ważony ( $\bar{t}_w$ ) uwzględnia stopień wiarygodności oszacowania powyższych trzech czasów przez przyporządkowanie im odpowiednich wag liczbowych. Określa się go zwykle za pomocą wzoru

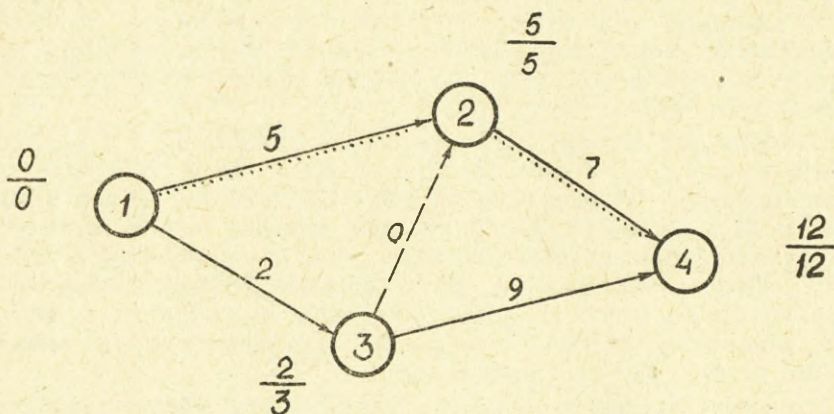
$$\bar{t}_w = \frac{t_o + 4t_{np} + t_p}{6} \quad \text{lub} \quad \bar{t}_w = \frac{2t_o + 4t_{np} + t_p}{7}$$

W przypadku szczególnym czas trwania czynności może być równy zeru. Nazywamy ją wtedy czynnością zerową lub fikcyjną. Łączy ona najczęściej ze sobą zdarzenia, których nie łączy żadna czynność, lecz istnieje między nimi zależność tego rodzaju, że następne z nich nie może nastąpić, jeśli nie zaistniało poprzednie.

W ten sposób dowolne przedsięwzięcie można przedstawić w formie sieci zależności, składających się ze zdarzeń i łączących je czynności rzeczywistych lub fikcyjnych, których liczebność zależeć będzie od stopnia złożoności przedsięwzięcia oraz od tego, jak dalece szczegółowo zamierza się przedsięwzięcie przedstawić (czynności można agregować lub dezagregować w zależności od potrzeb).

Poszczególne zdarzenia numeruje się, przy czym kolejność numeracji nie musi być zgodna z kolejnością ich następowania po sobie. Długość strzałek, wyobrażających czynności, nie musi być proporcjonalna do czasów ich trwania.

Czynności wyraża się parą liczb oddzielonych przecinkiem lub myślnikiem, stanowiących odpowiednio numery zdarzenia poprzedniego i następnego, a nad środkiem strzałki zapisuje się czas jej trwania w przyjętych w danym przedsięwzięciu jednostkach czasu.



Rys. 1.

Na przykład uwidoczniony na rys. 1 model sieciowy przedsięwzięcia zawiera cztery zdarzenia o numerach: 1, 2, 3 i 4 oraz czynności. Czynność 1, 2 o czasie trwania 5 jedn. czasu; czynność 1, 3 o czasie trwania 2 jedn. czasu itd.

Rozwiązanie modelu sieciowego metodą PERT polega na wyznaczeniu najwcześniejszych i najpóźniejszych terminów realizacji wszystkich zdarzeń oraz określeniu zapasów czasu (luzów czasowych) dla wszystkich czynności składających się na dane przedsięwzięcie.

Terminy realizacji zdarzeń zapisuje się obok zdarzeń, których one dotyczą, zwykle w formie ułamka, w którego liczniku umieszcza się termin najwcześniejszy, a w mianowniku — termin najpóźniejszy (patrz rys. 1). Sposób obliczania terminów realizacji zdarzeń jest następujący.

Najwygodniej jest obliczać terminy poszczególnych zdarzeń względem terminu zdarzenia początkowego, który zwykle przyjmuje się za

równy zero. Wpiszmy więc zero w liczniku ułamka obok zdarzenia nr 1.

Z kolei odszukujemy zdarzenia, do których prowadzą tylko strzałki, wychodzące ze zdarzeń o znanych terminach najwcześniejszych. W naszym przykładzie zdarzeniem takim jest tylko zdarzenie nr 3, gdyż do tej pory znany jest jedynie termin zdarzenia nr 1, a do zdarzenia nr 3 prowadzi tylko jedna strzałka — właśnie od zdarzenia nr 1. Zdarzenie nr 3 zaistnieje z chwilą zakończenia czynności 1, 3, która trwa 2 jedn. czasu. Zatem jako najwcześniejszy termin jego realizacji wpisujemy w liczniku liczbę 2.

Do zdarzenia nr 2 prowadzą dwie strzałki o znanych już terminach najwcześniejszych. Są to czynności 1, 2 i 3, 2. Dodając do terminu realizacji zdarzenia nr 1 czas trwania czynności 1, 2, otrzymujemy  $0+5=5$  jedn. czasu, a do terminu realizacji zdarzenia nr 3 — czas trwania czynności 3, 2, otrzymamy  $2+0=2$  jedn. czasu. Zdarzenie nr 2 zaistnieje tylko wtedy, gdy obie z wymienionych czynności będą zakończone, wobec tego najwcześniejszym terminem jego realizacji będzie większa z obu liczb. W liczniku ułamka obok zdarzenia nr 2 należy więc wpisać liczbę 5.

Ustalone już terminy najwcześniejsze zdarzeń nr 3 i nr 2 umożliwiają wyznaczenie z kolei terminu zdarzenia nr 4 po doliczeniu odpowiednio czasów trwania czynności 2, 4 i 3, 4. Mamy znowu dwie sumy:  $5+7=12$  i  $2+9=11$ . Liczba 12 jako większa z nich stanowi termin najwcześniejszy realizacji zdarzenia nr 4, a jednocześnie termin realizacji całego przedsięwzięcia, gdyż zdarzenie to jest zdarzeniem ostatecznym. Wpisując liczbę 12 do licznika obok zdarzenia nr 4 uzyskujemy już planowany termin zakończenia przedsięwzięcia, a jednocześnie średni oczekiwany czas jego trwania.

Pozostały jeszcze do ustalenia najpóźniejsze terminy realizacji poszczególnych zdarzeń. Jeżeli istnieje nakazany termin zakończenia przedsięwzięcia, należy je wpisać do mianownika ułamka przy ostatnim zdarzeniu, jeśli nie — przyjmuje się termin ten za równy planowanemu (ten sam co w liczniku).

W naszym przykładzie założymy ten drugi przypadek i w mianowniku przy zdarzeniu nr 4 wpisujemy liczbę 12 i przejdziemy do wyznaczenia terminów najpóźniejszych dla wszystkich poprzednich zdarzeń. Sposób postępowania jest teraz dosłownie odwrotny. Zamiast największej sumy-terminu zdarzenia poprzedniego i czasu trwania następującej po nim czynności, oblicza się teraz różnicę między terminem najpóźniejszym zdarzenia następnego a czasem trwania czynności i wybiera spośród uzyskanych w ten sposób różnic — różnicę najmniejszą.

Znany jest w tej chwili termin najpóźniejszy zdarzenia nr 4 i jedynie ze zdarzenia nr 2 wyprowadzona jest tylko jedna strzałka do zdarzenia o znanym terminie najpóźniejszym. Najpóźniejszy termin realizacji zdarzenia nr 2 równy jest więc  $12-7=5$ .

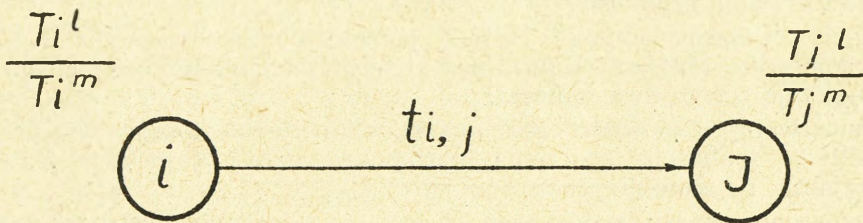
Znając terminy najpóźniejsze zdarzeń nr 4 i nr 2, można określić już termin najpóźniejszy zdarzenia nr 3. Spośród dwóch różnic:

$12-9=3$  i  $5-0=5$ , wybieramy mniejszą. Wpisujemy zatem do mianownika przy zdarzeniu nr 3 liczbę 3. Podobnie określamy termin najpóźniejszy dla zdarzenia nr 1. Z różnic:  $3-2=1$  i  $5-5=0$ , mniejszą, równą zero wpisujemy do mianownika i na tym kończy się najistotniejsza, a zarazem najbardziej pracochłonna część prac związanych z rozwiązaniem modelu sieciowego.

Zauważmy teraz, że zdarzenia nr 1, nr 2 i nr 4 mają terminy najwcześniejsze równe terminom najpóźniejszym. Łączące je czynności 1, 2 i 2, 4 nie posiadają żadnych luzów czasowych (zapasów czasu), stanowią więc „wąskie gardła” przedsięwzięcia. Czynności takie noszą nazwę czynności krytycznych, a linia łamana, przebiegająca przez nie wyznacza tzw. „ścieżkę krytyczną” (na rys. 1 zaznaczona jest kropkami).

Zwróćmy także uwagę na to, że czas trwania całego przedsięwzięcia równy jest sumie czasów trwania czynności leżących na ścieżce krytycznej. Na pozostałych dwóch ścieżkach występują luzy czasowe (czynności łączące zdarzenia o numerach 1, 3, 4 trwają łącznie 11 jedn. czasu, czyli mają łączny luz równy  $12-11=1$  jedn. czasu, a czynności łączące zdarzenia o numerach 1, 3, 2, 4 — trwają w sumie 9 jedn. czasu, a zatem mają łączny luz  $12-9=3$  jedn. czasu).

Wyjaśnienie sposobu określania zapasów czasu (luzów) wymaga wprowadzenia pewnej symboliki ogólnej. Najmniejszym ogniwiem sieci jest czynność ograniczona obustronnie zdarzeniami (zdarzeniem poprzednim i następnym). Przedstawiono je na rys. 2.



Rys. 2.

gdzie:

- $i$  — numer zdarzenia poprzedniego;
- $j$  — numer zdarzenia następnego;
- $t_{i,j}$  — czas trwania czynności ( $i, j$ );
- $T_i^l$  — najwcześniejszy termin realizacji zdarzenia poprzedniego;
- $T_i^m$  — najpóźniejszy termin realizacji zdarzenia poprzedniego;
- $T_j^l$  — najwcześniejszy termin realizacji zdarzenia następnego;
- $T_j^m$  — najpóźniejszy termin realizacji zdarzenia następnego.

W praktycznym posługiwaniu się metodą PERT szczególnie często przedmiotem zainteresowania staje się tzw. zapas całkowity ( $Z_{i,j}^c$ ). Oblicza się go ze wzoru

$$Z_{i,j}^c = T_j^m - (T_i^l + t_{i,j})$$

A więc zapas całkowity danej czynności stanowi różnicę, w której ujemną jest najpóźniejszy termin realizacji zdarzenia następnego, a odjemnikiem — suma najwcześniejszego terminu realizacji zdarzenia poprzedniego i czasu trwania czynności.

Wynika z niego, o ile można opóźnić rozpoczęcie danej czynności (lub przedłużyć czas jej trwania), nie zwiększając czasu trwania całego przedsięwzięcia.

Dla czynności krytycznych zapasy całkowite czasu równe są zeru i dlatego stanowią one „wąskie gardła” przedsięwzięcia.

Niekiedy wyróżnia się jeszcze części zapasu całkowitego, a mianowicie tzw. zapas wolny ( $Z_{i,j}^w$ ) i zapas związany ( $Z_{i,j}^z$ ). Oblicza się ją ze wzorów:

$$Z_{i,j}^w = T_j^l - (T_i^l + t_{i,j}),$$

$$Z_{i,j}^z = T_j^m - T_j^l$$

Zapas wolny danej czynności stanowi różnicę, w której ujemną jest najwcześniejszy termin realizacji zdarzenia następnego, a odjemnikiem — suma najwcześniejszego terminu realizacji zdarzenia poprzedniego i czasu trwania czynności.

Zapas związany stanowi różnicę pomiędzy najpóźniejszym a najwcześniejszym (odjemnik) terminem realizacji zdarzenia następnego.

Wynikają z tego dwa wnioski.

**Zapas wolny** stanowi tę część zapasu całkowitego, której wyczerpanie umożliwia realizację zdarzenia następnego danej czynności jeszcze w terminie najwcześniejszym.

Naruszenie **zapasu związanego** sprawi, że zdarzenie następane danej czynności zrealizowane będzie później niż w terminie najwcześniejszym, lecz nawet całkowite jego wyczerpanie nie przedłuży jeszcze czasu trwania przedsięwzięcia jako całości.

Suma zapasu wolnego i zapasu związanego równa jest zapasowi całkowitemu.

Określa się to wzorem:

$$Z_{i,j}^c = Z_{i,j}^w + Z_{i,j}^z$$

Przykładowo obliczmy wymienione wyżej zapasy czasu dla przedsięwzięcia przedstawionego na rys. 1. W tym celu wygodnie będzie posłużyć się poniższą tabelą, w którą wpisujemy potrzebne dane uwidocznione na rysunku.

Tabela 1

L. p.	Czynność		Czas trwania czyn. ( $t_{i,j}$ )	Terminy realizacji zdarzeń				$Z_{i,j}^c$	$Z_{i,j}^w$	$Z_{i,j}^z$
	Nr zdarz. poprzed.	Nr zdarz. następ.		$T_i^l$	$T_i^m$	$T_j^l$	$T_j^m$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	2	5	0	0	5	5	x0	0	0
2	1	3	2	0	0	2	3	1	0	1
3	2	4	7	5	5	12	12	x0	0	0
4	3	2	0	2	3	5	5	3	3	0
5	3	4	9	2	3	12	12	1	1	0

(Czynności krytyczne o zapasie całkowitym równym zeru oznaczono symbolem x) w kolumnie 9).

W tym przedsięwzięciu zapas całkowity czynności niekrytycznych okazał się w całości zapasem wolnym bądź związanym, co nie zawsze ma miejsce.

Przy sporządzaniu tabeli dla przedsięwzięć bardziej złożonych łatwo jest przeoczyć niektóre czynności, toteż pożądane jest zachowanie pewnego ustalonego porządku numerycznego w wypełnieniu kolumny 2 i 3, jak to zrobiono w tabeli.

Wykorzystanie elektronowych maszyn cyfrowych do rozwiązywania modeli sieciowych znacznie skraca czas wykonania obliczeń, lecz stosowanie ich opłacalne jest przy przedsięwzięciach o większej liczbie czynności.

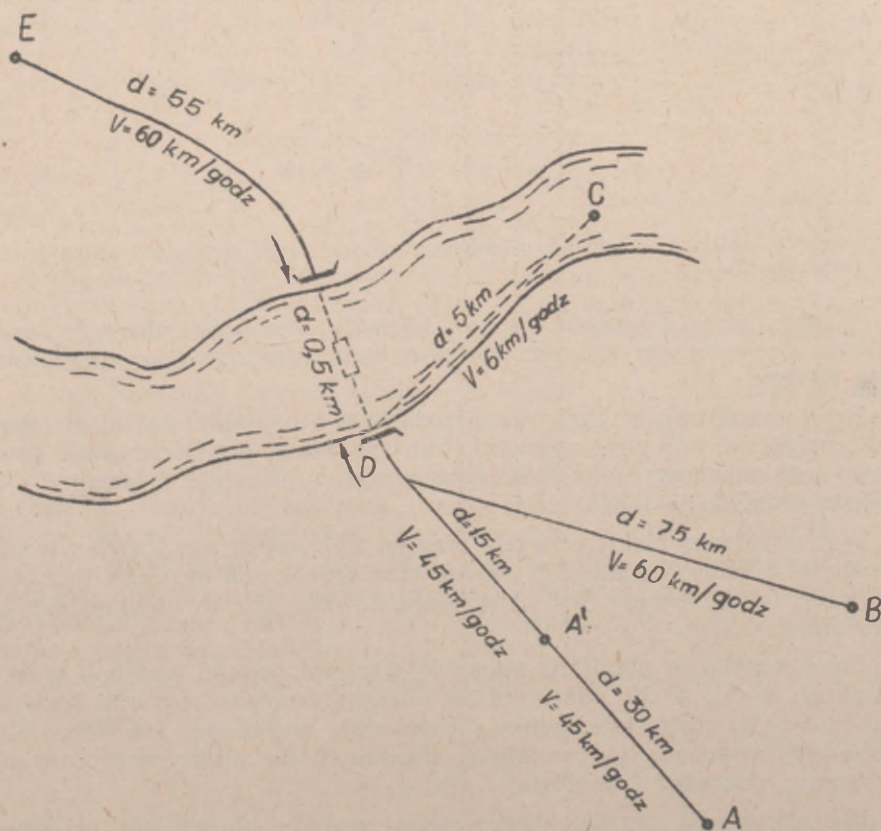
Dane wejściowe dla EMC stanowią wartości podane w tabeli w kolumnach 2, 3 i 4. W zależności od przygotowanego programu wszystkie obliczenia mogą być szybko i bezbłędnie wykonane, a wyniki obliczeń wyprowadzone w dowolnym, dogodnym do praktycznego wykorzystania, porządku i układzie.

Dla utrwalania przedstawionej wyżej metody planowania przedsięwzięć oraz wprowadzenia czytelnika w niektóre praktyczne aspekty budowy modelu sieciowego przegrupowania wojsk — rozpatrzmy jeszcze jeden prosty przykład o zbliżonej tematycznie problematyce.

### Przykład

Dwa samochody znajdujące się aktualnie w punktach A i B (rys. 3) przybywszy do punktu D mają się przeprawić pojedynczo promem przez rzekę, a następnie przebyć drogę do punktu docelowego E. Prom znajduje się aktualnie w punkcie C. Szerokość rzeki, odległości między poszczególnymi punktami oraz średnie prędkości przejazdu samochodów na poszczególnych odcinkach drogi i promu na rzece, uwidoczniono na rysunku. Samochód znajdujący się w punkcie A musi po drodze (w punkcie A') uzupełnić paliwo, co trwać będzie około 10 minut. Załadowanie samochodu na prom, a także jego wylądowanie – trwają po 5 min. Samochody i promy powinny wyruszyć ze swych pozycji początkowych w takich terminach, aby nawzajem na siebie nie oczekiwały.

Zbudujmy i rozwiążmy model sieciowy tego przedsięwzięcia.



Rys. 3.

Przystępując do budowy modelu sieciowego, powinniśmy w pierw uzmysłowić sobie wszystkie czynności, jakie w danym przedsięwzięciu wystąpią, wyodrębniając spośród nich te, które przebiegać będą równolegle ze sobą w czasie i te, które następować będą kolejno po sobie.

Analizując każdą czynność, trzeba określić po zakończeniu jakiej czynności może ona rozpocząć się i przed jaką z kolei czynnością musi być zakończona. Każda czynność rozpoczynać się musi od pewnego zdarzenia i kończyć pewnym zdarzeniem. To samo zdarzenie może stanowić zarówno początek, jak i koniec dla wielu czynności. Czasy trwania czynności wpisuje się już po sporządzeniu schematu sieciowego.

W rozpatrywanym przedsięwzięciu bardzo istotnym momentem jest początek przeprawy. Do tego czasu czynności polegające na pokonaniu odcinków drogi do punktu D przebiegać będą równolegle w czasie. Załadowany na prom będzie w pierw ten samochód, który wcześniej znajduje się na przystani. Następny samochód zostanie przewieziony w drugiej turze. Po przeprawie więc będzie jechał z opóźnieniem względem pierwszego samochodu równym co najmniej czasowi, jaki jest potrzebny na: powrót promu, załadowanie, przejazd na przeciwległy brzeg oraz wyładowanie. Przedsięwzięcie rozpocznie się w momencie, gdy pierwszy z pojazdów wyruszy, i zakończy się, gdy oba samochody znajdują się w punkcie docelowym. Warunkiem rozpoczęcia przeprawy jest przybycie do przystani promu i pierwszego samochodu.

W istocie model powinien posiadać trzy wejścia (momenty wyruszenia obu samochodów i promu) oraz dwa wejścia (momenty przebycia obu samochodów do punktu docelowego). Czynności promu po przewiezieniu drugiego samochodu na przeciwległy brzeg przestają nas już interesować i można je w modelu pominąć.

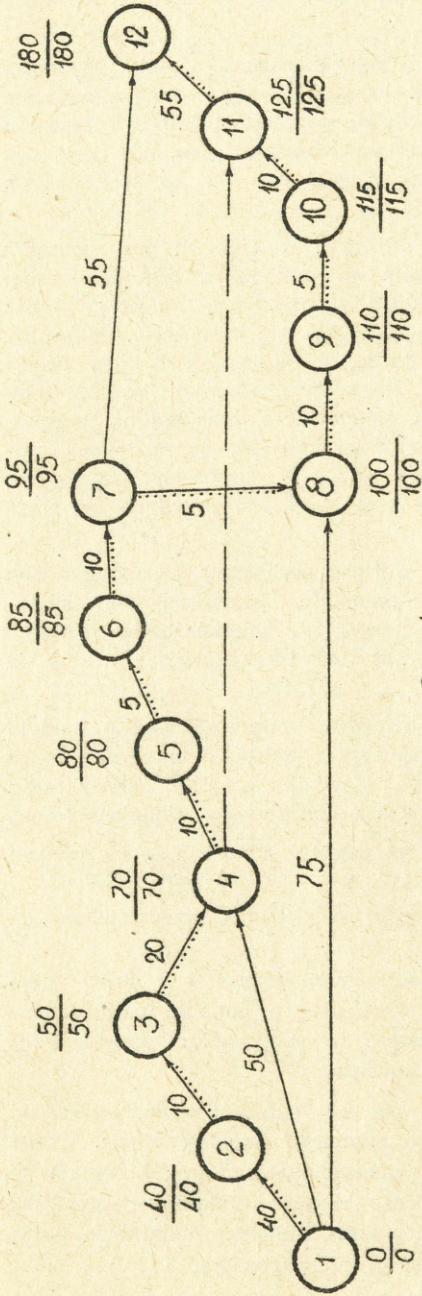
Dla uproszczenia obliczeń wygodniej będzie zbudować sieć o jednym tylko wejściu i jednym wyjściu, łącząc wszystkie trzy początki, a także oba końce sieci jednym wspólnym zdarzeniem. Uzyskiwane w wyniku obliczeń zapasy czasu pozwolą bowiem określić interesujące nas opóźnienia samochodów względem siebie.

Z obliczenia czasu dojazdu samochodów do punktu D wynika, że prędzej znajdzie się tam samochód wyruszający z punktu A.

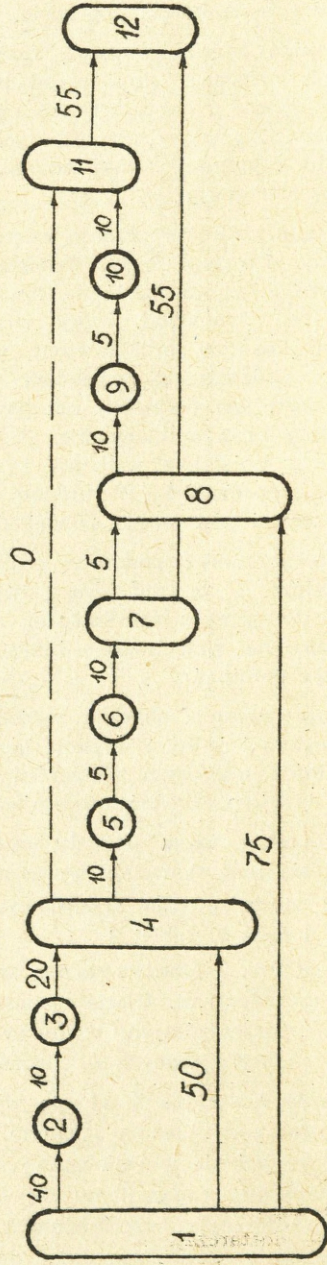
Model sieciowy tego przedsięwzięcia oraz jego rozwiązanie przedstawiono na rys. 4 i 5 oraz w tabeli 2.

Schemat rys. 5 przedstawia ten sam model sieciowy co do rys. 4 w innym tylko ujęciu (równoległym). Ujęcie to jest bardziej przejrzyste, a ponadto ułatwia wyróżnienie poszczególnych wykonawców, zwłaszcza w przypadku przedsięwzięć bardziej skomplikowanych o znacznej liczbie powiązań.

Czynność funkcyjna 4, 11 nie wynika tu z potrzeb logicznej konstrukcji sieci ani nie jest podyktowana żądanymi warunkami przebiegu przedsięwzięcia. Wprowadzono je jedynie w celu uchwycenia czasu zaangażowania promu, który równy będzie zapasowi całkowitemu tej czynności. Tego rodzaju dodatkowe czynności fikcyjne dostarczają bezpośrednio z arkusza wyników obliczeń dodatkowe dane, niejednokrotnie bardzo przydatne do kierowania przedsięwzięciem.



Rys 4



Rys 5

Tabela 2

L.p.	i	j	Wyszczególnienie	$t_{i,j}$	$T_i^l$	$T_i^m$	$T_j^l$	$T_j^m$	$Z_{i,j}^c$	$Z_{i,j}^m$	$Z_{i,j}^z$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	2	Pokonanie odcinka AA'	40	0	0	40	40	∞0	0	0
2	1	4	Pokonanie odcinka CD	50	0	0	70	70	20	20	0
3	1	8	Pokonanie odcinka BD	75	0	0	100	100	25	25	0
4	2	3	Uzupełnienie paliwa	10	40	40	50	50	∞0	0	0
5	3	4	Pokonanie odcinka A'D	20	50	50	70	70	∞0	0	0
6	4	5	Ładowanie samoch. A	10	70	70	80	80	∞0	0	0
7	4	11	Czynność fikcyjna (czas zaangażowania promu)	0	70	70	125	125	55	55	0
8	5	6	Przewóz samoch. A	5	80	80	85	85	∞0	0	0
9	6	7	Wyładowanie samoch. A	10	85	85	95	95	∞0	0	0
10	7	8	Powrót promu	5	95	95	100	100	∞0	0	0
11	7	12	Przejazd sam. A do E	55	95	95	180	180	30	30	0
12	8	9	Ładowanie samoch. B	10	100	100	110	110	∞0	0	0
13	9	10	Przewóz samoch. B	5	110	110	115	115	∞0	0	0
14	10	11	Wyładowanie samoch. B	10	115	115	125	125	∞0	0	0
15	11	12	Przejazd sam. B do E	55	125	125	180	180	∞0	0	0

Przeanalizujemy uzyskane wyniki. Ścieżka krytyczna przebiega przez czynności od momentu przejazdu i przeprawy samochodu, który wyrusza z punktu A, aż do momentu jego wyładowania na przeciwległym brzegu rzeki. Od momentu określonego zdarzeniem nr 7 ścieżka krytyczna biegnie przez czynność powrotu promu i czynności związane z przeprawą i przejazdem samochodu, który wyruszył z punktu B, aż do osiągnięcia przez niego punktu docelowego. Opóźnienie lub przedłużenie czasu trwania którejkolwiek z tych czynności opóźni termin realizacji całego przedsięwzięcia.

Czynność 1, 4 posiada zapas całkowity 20 min., co oznacza, że prom może wyruszyć z punktu C 20 min. po wyruszeniu samochodu A lub płynąć odpowiednio wolniej. W przeciwnym razie będzie oczekiwać przez ten czas na przystani na zjawienie się pierwszego samochodu.

Czynność 1, 8 posiada zapas równy 25 min. Oznacza to, że samochód, który wyrusza z punktu B, chociaż musi dłużej jechać do przystani od swego poprzednika, ze względu na to, że przepływający będzie przez rzekę w drugiej kolejności, może wyruszyć z 25-minutowym opóźnieniem w stosunku do samochodu A, jechać odpowiednio wolniej lub przez ten czas czekać na przystani.

Samochód A — po wylądowaniu na przeciwległym brzegu, jeśli nie zależy nam na jego wcześniejszym przybyciu na miejsce — również nie musi się spieszyć, ponieważ zapas czasu czynności 7, 12 wynosi 30 min.

Czas zaangażowania promu, równy zapasowi całkowitemu czynności 4, 11 wynosi 55 min.

Wszystkie zapasy całkowite w tym przedsięwzięciu stanowią w całości zapasy wolne, którymi możemy swobodnie dysponować bez obawy opóźnienia rozpoczęcia jakiegokolwiek innej czynności.

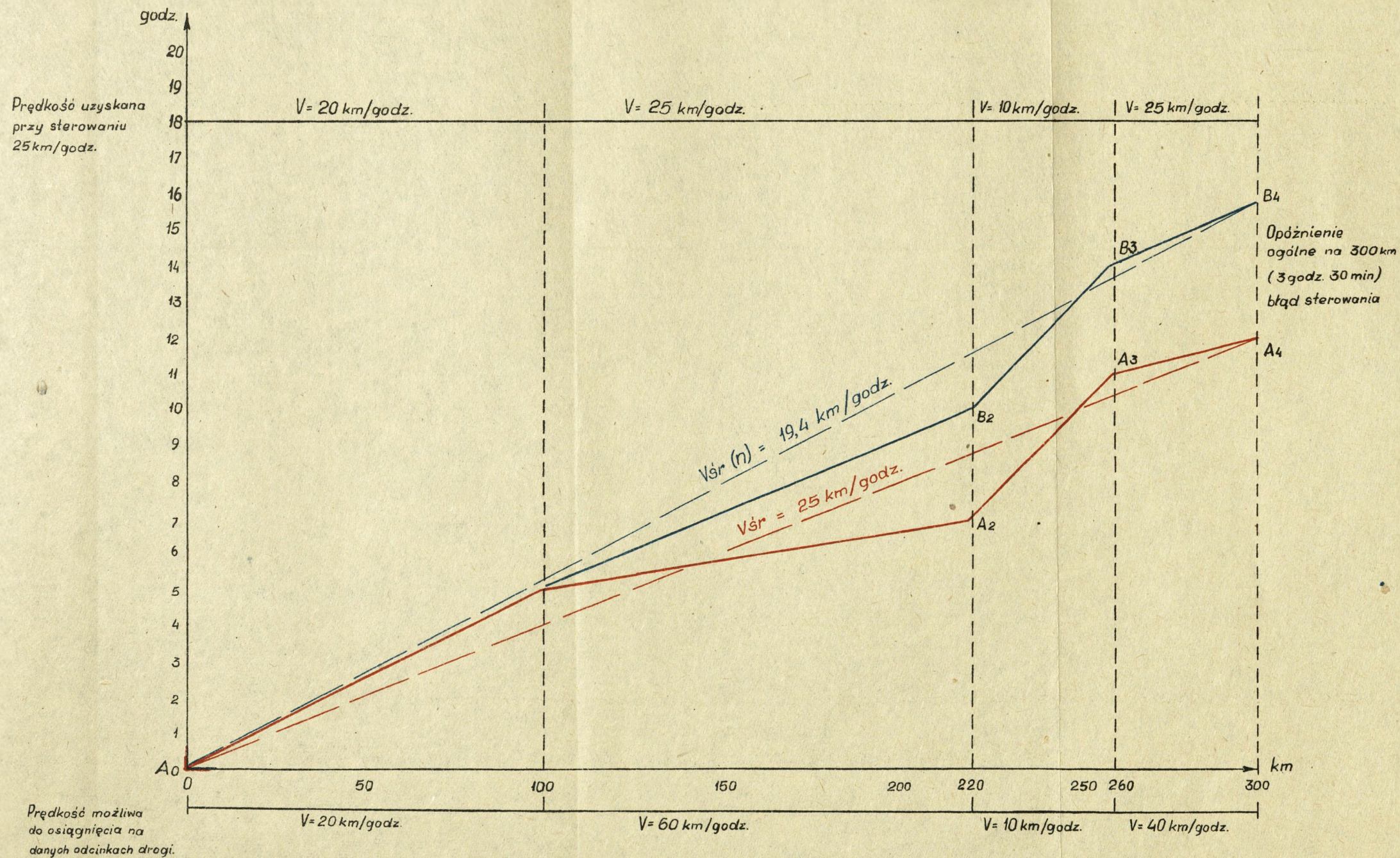
Powyższy przykład ilustruje już pewne możliwości metody PERT w zakresie planowania i kierowania ruchem. Nie trudno sobie wyobrazić, że przez włączenie w model sieciowy odpowiednio większej liczby różnorodnych czynności utworzyć można obraz bardziej skomplikowanego przedsięwzięcia, na przykład — przegrupowania związku taktycznego oraz z towarzyszącymi mu czynnościami zabezpieczającymi, jak rozpoznanie, służba porządkowo-ochronna, prace inżynieryjno-saperskie i chemiczne, obrona przeciwlotnicza, a także zabezpieczenie materiałowo-techniczne.

Jak już wspomniano, najbardziej pracochłonnym etapem planowania metodą PERT jest opracowanie modelu sieciowego przedsięwzięcia, ponieważ przy wykorzystaniu maszyn cyfrowych obliczanie trwa bardzo krótko, a odpowiednie przygotowanie programów o usprawnionym wprowadzaniu danych i wyprowadzaniu wyników z maszyny skraca bardzo poważnie czas pracy.

W odróżnieniu od planowania przedsięwzięć inwestycyjnych, czy też technologiczno-produkcyjnych w gospodarce narodowej, planowanie przedsięwzięć bojowych musi się odbywać najczęściej w bardzo krótkim czasie. Dlatego konieczne staje się przygotowanie modeli sieciowych zawczasu (przynajmniej dla najbardziej typowych przedsięwzięć) tak, aby w toku planowania wprowadzać do nich już tylko niewielkie zmiany podyktowane warunkami ich realizacji. Toteż modele przedsięwzięć z dziedziny działań bojowych muszą uwzględniać często wiele takich czynności, które w różnych sytuacjach mogą występować lub nie, czyli będą miały charakter alternatywny. Czasy trwania czynności, które w danej konkretnej sytuacji nie występują, przyjmuje się wtedy za równe zero. Komplikuje to oczywiście budowę sieci i niejednokrotnie staje się przed dylematem, co się lepiej opłaci: czy zbudować kilka sieci, czy też połączyć je w jedną wspólną sieć o odpowiednio większej liczbie czynności alternatywnych.

Odpowiedź na to dać może tylko wnikliwa analiza rozpatrywanego problemu oraz weryfikacja opracowanych modeli sieciowych w toku ćwiczeń.

Do rozwiązania modelu sieciowego przystąpić można dopiero po określeniu czasów trwania poszczególnych czynności. Są to, jak była już o tym mowa, czasy średnie, oczekiwane, a tym samym i czas trwania całego przedsięwzięcia jest czasem średnim oczekiwanym. Nie ulega więc wątpliwości, że faktyczne czasy trwania czynności, jakie ujawnią



Rys. 6. WYKRES ILUSTRUJĄCY NIEWŁAŚCIWOŚĆ STEROWANIA RUCHU WG ŚREDNIEJ PRĘDKOŚCI

się w toku realizacji przedsięwzięcia, będą się zawsze w mniejszym lub większym stopniu różnić od wartości średnich, które przyjęto za podstawę do opracowania planu. Także ostateczny, faktyczny termin realizacji całego przedsięwzięcia różnić się będzie w pewnej mierze od terminu zaplanowanego (wynikłego z rozwiązania modelu sieciowego).

Średni oczekiwany czas trwania — zarówno całego przedsięwzięcia, jak i poszczególnych czynności — posiada tę właściwość, że prawdopodobieństwo odchylenia od niego w toku realizacji w mniejszą stronę jest takie samo, jak w stronę większą. Inaczej mówiąc — prawdopodobieństwo realizacji czynności czy też przedsięwzięcia w czasie nie dłuższym od średniego oczekiwanego — wynosi 50%.

Nasuwa się więc natychmiast pytanie, w jakim terminie przedsięwzięcie zostanie z pewnością zakończone. Aby dać odpowiedź na to pytanie, należy określić odchylenia średnie (standartowe) czasów trwania poszczególnych czynności, a następnie całego przedsięwzięcia.

Przy bardzo bliskim prawdy założeniu, że odchylenia czasu stanowią zmienne losowe o rozkładzie normalnym, można przyjąć, iż odchylenie terminu realizacji od obliczonego terminu średniego, co do bezwzględnej wartości, nie przekroczy trzech odchylenia średnich.

Zanim przystąpimy do podania wzorów, które określają te odchylenia, trzeba poczynić małe wyjaśnienia potrzebne przede wszystkim tym czytelnikom, którzy w małym stopniu stykają się z matematyką, a szczególnie ze statystyką matematyczną i teorią prawdopodobieństwa. Chodzi mianowicie o wyjaśnienia dotyczące pewnych spraw samego zapisu.

- „ $\sigma$ ” — oznacza poprostu grecką literę „sigma”;
- „ $t$ ” — umieszczone poniżej tej greckiej litery oznacza najczęściej, że odnosi się ona do jakiegoś czasu (w naszym przypadku czasu trwania czynności);
- zapis w postaci iloczynu

$$\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2$$

oznacza to samo co zapis

$$\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n-1}$$

- $t$  — w statystyce matematycznej oznacza zawsze jakiś czas średni (nie należy tego mylić np.: z zapisem  $a$  w algebrze Boole'a — który oznacza zupełnie co innego, lub np. w geometrii wektor);
- większe trudności może przedstawić dość często używany zapis greckiej litery  $\Sigma$  — jest to również litera „sigma” tyle, że duża — w matematyce jednak odczytujemy ją jako „sumę”;

— dla wyjaśnienia podajemy przykłady i objaśnienia:

$$\text{a.) } y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n = \sum_{i=1}^n y_i ;$$

$$\text{b.) } y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_7 = \sum_{i=1}^7 y_i ;$$

Oznacza to, że sumowanie przebiega względem wszystkich liczb porządkowych — w przykładzie a — od jedynki do n; zaś w przykładzie b — od jedynki do siedem.

Powróćmy jednak do tematu.

Odchylenie średnie czasu trwania czynności

$$\sigma_t \approx \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}$$

w przypadku, gdy czas średni ( $\bar{t}$ ) określa się metodą statystyczną. Odczytać słownie należy go następująco: odchylenie średnie czasu trwania czynności wynosi w przybliżeniu pierwiastek kwadratowy sumy kwadratów różnic każdego dokonanego pomiaru czasu (odjemna) i średniej arytmetycznej wszystkich wyników pomiaru czasu; przy czym sumę tę podzielono przez ilość dokonanych pomiarów zmniejszoną o jeden. Ale

$$\sigma_{tw} \approx \frac{t_n - t_o}{6},$$

gdy wzięto do obliczenia czas średni ważony, określony na podstawie trzech oszacowań ( $t_o$ ,  $t_p$ ,  $t_{np}$ ); przy czym pozostałe symbole oznaczają:

n — ilość pomiaru czasu;

$t_i$  — wynik i-tego pomiaru czasu;

$$\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$$

Oczywiście ten wzór odczytamy: czas średni stanowi sumę wszystkich wyników pomiarów czasu podzieloną przez ilość pomiarów — czyli średnią arytmetyczną. Można to więc zapisać również tak

$$\bar{t} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{n}$$

Sumaryczne odchylenie średnie czasu trwania całego przedsięwzięcia ( $\sigma$ ) oblicza się ze wzoru

$$\sigma = \sqrt{\sum_{j=1}^m \sigma_{t,j}^2}$$

gdzie:  $\sigma_{i,j}$  — odchylenie średnie czasu  $j$ -tej czynności;  
 $j = 1, 2, \dots, m$  — czynności decydujące o czasie trwania przedsięwzięcia.

O czasie trwania przedsięwzięcia decydują czynności krytyczne. Jednakże na skutek odchyłeń czasu trwania czynności w toku realizacji przedsięwzięcia, ścieżka krytyczna może mieć inny układ czynności niż wynikało to z obliczeń. Nie ulega jednak wątpliwości, że wkroczenie czynności na ścieżkę krytyczną jest tym bardziej prawdopodobne, im mniejszy jest jej luz czasowy (zapas całkowity czasu).

Ponieważ praktycznie chodzi nam jedynie o przybliżone oszacowanie przedziału odchyłeń od wartości średniej — wystarczy, gdy za czynności decydujące o czasie trwania przedsięwzięcia uznamy te tylko, których całkowity zapas czasu jest nie większy od jednego odchylenia średniego ( $\sigma_{i,j}$ ) danej czynności.

Ostatecznie więc obliczony czas trwania przedsięwzięcia należy powiększyć o potrójną wartość sumarycznego odchylenia średniego ( $3\sigma$ ) i jeśli wymagany termin zakończenia przedsięwzięcia poza ten czas nie wykracza, możemy być praktycznie pewni, że przedsięwzięcie zostanie zrealizowane na czas. (Np. jeśli obliczony czas trwania przedsięwzięcia wynosi 15 godzin, a sumaryczne odchylenie  $\sigma = 1$  godz., to praktycznie w najgorszym wypadku przedsięwzięcie powinno się zakończyć w ciągu 18 godzin).

W planowaniu jednak posługiwać się należy czasami średnimi, ponieważ prawdopodobieństwo znacznych odchyłeń w stosunku do wartości średniej jest niewielkie. (Prawdopodobieństwo, że czas trwania przedsięwzięcia będzie większy od czasu planowanego powiększonego tylko o jedno sumaryczne odchylenie średnie, wynosi około 16%).

Odchylenia czasów trwania czynności w toku realizacji przedsięwzięcia na ogół są niekorzystne, ponieważ „opóźnienia” mogą spowodować niedotrzymanie terminu realizacji przedsięwzięcia, a „przyspieszenia” często wywołują niepożądane zakłócenia, a nawet straty (np. trudności w magazynowaniu półfabrykatów, przedwczesne wyjście wojsk na nakazaną rubież itp.). Z drugiej strony przyspieszenia uważać można za korzystne z uwagi na możliwość wcześniejszego zakończenia przedsięwzięcia wtedy, gdy na tym zyskujemy, a także ze względu na tworzenie się rezerwy czasowej, która może nam się przydać na wypadek, gdyby późniejsze czynności zostały opóźnione.

Toteż bardzo ważną zaletą metody PERT jest możliwość nie tylko planowania przy jej zastosowaniu, lecz także bieżącej aktualizacji planu w toku realizacji przedsięwzięcia. Śledzenie przebiegu przedsięwzięcia i stopniowe zastępowanie w sieci czasów średnich przez faktyczne czasy trwania kolejnych czynności umożliwia szybkie ponowne wykonywanie obliczeń gotowej już sieci, a przez to ciągłe uaktualnianie planu oraz sprawne i operatywne kierowanie przedsięwzięciem, interweniując na czas w przypadkach, gdy grozi niedotrzymanie terminów realizacji. Elektroniczna technika obliczeniowa umożliwia bardzo szybką aktuali-

zacje sieci nawet w przedsięwzięciach skomplikowanych o wielu tysiącach powiązanych ze sobą czynności.

Praktyka wielokrotnie wykazała olbrzymie korzyści płynące ze stosowania metody PERT w planowaniu i kierowaniu przedsięwzięciami gospodarczymi i nietrudno sobie wyobrazić, jak poważne możliwości w tym zakresie stwarza ona w dziedzinie działań bojowych wojsk.

Nie ulega wątpliwości, że należy stosować metodę PERT wszędzie, gdzie tylko się da, a szczególnie tam, gdzie chodzi o synchronizację działalności wielu współpracowników (kooperantów) i gdzie stopień skomplikowania przedsięwzięć utrudnia lub wręcz uniemożliwia stosowanie metod dotychczasowych.

Dzięki prostocie aparatu matematycznego, dowolnej dokładności obliczeń i dowolnemu stopniowi agregacji czynności, odpowiednio do potrzeb i organizacyjnego szczebla kierownictwa, metoda PERT urasta do rangi wysoce sprawnej i nowoczesnej metody planowania, kierowania i kontroli realizacji przedsięwzięć z dowolnej dziedziny.

O dokładności planowania decyduje trafność oceny czasów trwania czynności, składających się na przedsięwzięcia (duże znaczenie skrupulatnie prowadzonej statystyki), a o sprawnym i operatywnym kierownictwie — dobrze zorganizowany obieg informacji i niezbędne rezerwy będące do dyspozycji kierownictwa.

Stosując metodę PERT operuje się w zasadzie jednym tylko kryterium — czasem. Daje ona tylko taki obraz przedsięwzięcia, jaki zaplanowano, bez jego optymalizacji. Wyniki obliczeń ujawniają jednak natychmiast wszystkie „wąskie gardła” i rezerwy, co pozwala stopniowo usprawnić stronę organizacyjną przedsięwzięcia.

Metoda ta zresztą rozwija się nadal. Znane są już kolejne jej wersje i adaptacje, uwzględniające obok zasadniczego kryterium czasu, również optymalizację kosztów, skracania czasu trwania przedsięwzięcia, rozmieszczenie zasobów (zapasów) itp. Poza tym istnieją szerokie możliwości łączenia metody PERT z innymi metodami badań operacyjnych, a tym samym optymalizacji przedsięwzięć ze względu na dowolnie obrane kryterium.

W poprzedniej części poruszono nader istotną sprawę prawdopodobieństwa realizacji przedsięwzięcia w zaplanowanym czasie. U czytelników, którzy do tej pory nie zetknęli się z tym problemem bliżej, mogłaby powstać wątpliwość, czy metoda PERT nie wywiera w tym względzie jakiegoś ujemnego wpływu. Tego rodzaju wniosek byłby jednak absolutnie błędny. **Zadna bowiem z dotychczasowych metod nie pozwala na dokładniejsze planowanie.** Rzecz w tym, że na ogół nie próbowano określać tego prawdopodobieństwa i praktycznie ze stopnia dokładności (a właściwie z „niedokładności”) metod dotychczasowych zwykle nie zdawano sobie sprawy.

Istotne trudności w planowaniu i kierowaniu przegrupowaniem wojsk transportem kołowym przy zastosowaniu metody PERT polegają nie tylko na opracowaniu odpowiedniego, możliwie uniwersalnego modelu sieciowego, obejmującego możliwie szeroki wachlarz warunków działa-

nia, lecz także na zadowalającym rozwiązaniu problemu kalkulacji czasów trwania marszu na poszczególnych odcinkach marszrut. Ta ostatnia trudność wynika z konieczności uwzględnienia opóźnień, jakie powstają przy przemarszach długich kolumn.

Zakładając w myśl obowiązujących instrukcji, że odstęp między wozami i odstęp taktyczne między pododdziałami i oddziałami w kolumnie będą stałe, maszerującą kolumnę przyrównać można do wstęgi, przesuwanej się wzdłuż marszrut z prędkością, jaką można rozwinać na najgorszym odcinku drogi, przykrytym choćby częściowo tą wstęgą. Sprawa ma się tak, ponieważ ta część kolumny, która minęła już najgorszą część drożni, nie może jeszcze przyspieszyć marszu, aby nie wydłużyć kolumny, natomiast ta część kolumny, która ma najgorszy odcinek drogi jeszcze przed sobą, musi dostosować się do prędkości ich jazdy, gdyż w przeciwnym razie zmniejszą się zarówno odstęp między wozami, jak i odstęp taktyczne.

W praktyce jednak, długość kolumny ulega ciągłym zmianom. Z uwagi na prędkość marszu kolumny jest to nawet korzystne, chociaż do zbyt dużych wahań nie powinno się dopuszczać. Zbytne wydłużenie kolumny utrudnia bowiem i tak trudne już warunki dowodzenia wojskami w marszu i powoduje zajmowanie drogi na dłuższym odcinku niż to jest konieczne, a nadmierne z kolei skrócenie kolumny zwiększa jej wrażliwość na uderzenia przeciwnika (lotnictwo, broń rakietowa i artyleria) oraz wpłynąć może ujemnie na bezpieczeństwo jazdy w samej kolumnie.

Aby temu zapobiec, steruje się ruchem kolumn między innymi wyznaczając terminy przejścia czołem i ogonem kolumny określonych linii (punktów) na trasie marszu.

Bardziej wnikliwa analiza wykazuje, że przy „swobodnym ruchu” kolumny (wahania długości kolumny ograniczone tylko wymaganiami bezpieczeństwa jazdy) prędkość średnia marszu jest większa jak przy zachowaniu stałych odstępów między wozami i stałych odstępów taktycznych.

Jeżeli pojazdy poruszają się z maksymalną szybkością podrózną, a co za tym idzie doganianie poprzedzającego pojazdu na dłuższym odcinku jest niemożliwe, a o zakończeniu marszu decyduje osiągnięcie nakazanego rejonu przez ogon kolumny, to opóźnienie ze względu na długość kolumny powstaje tylko przy przechodzeniu z lepszego odcinka drożni na gorszy, a w sytuacjach odwrotnych następuje wydłużenie kolumny, które przyspieszyć jedynie może przybycie czoła kolumny do nakazanego rejonu.

Opóźnienie uwarunkowane długością, przy założeniu, że przejście z lepszej drożni na gorszą zmniejsza długość kolumny do minimum podyktowanego bezpieczeństwa jazdy, równe jest stosunkowi długości kolumny po skróceniu do zmiany prędkości (różnicy między osiągalną prędkością jazdy na lepszym odcinku a prędkością jazdy na odcinku gorszym).

Powyższy opis „swobodnego ruchu” kolumny nie jest jeszcze pełny. Nie uwzględnia jeszcze zależności między długością odcinków a długością kolumny; jeśli długość odcinka o gorszej drożni jest mniejsza od długości kolumny po skróceniu, to wartość opóźnienia będzie odpowiednio mniejsza, a w przypadku odcinków krótkich i niewielkich zmian prędkości, opóźnienia mogą być zupełnie zlikwidowane przez dopędzanie. Ponadto długość kolumny jest funkcją jakości drożni również w tym sensie, że kierowcy z zasady bezwiednie nawet starają się utrzymywać odstępy między wozami proporcjonalne do prędkości jazdy na danym odcinku.

Okazuje się zatem, że mechanika marszu kolumny jest dość skomplikowana i zupełnie dokładne wyznaczenie terminów przekraczania czołem i ogonem kolumny linii przejścia nie jest wcale sprawą prostą, a praktycznie nawet niemożliwą — choćby z uwagi na niedokładności w ustaleniu możliwej do osiągnięcia prędkości jazdy na różnych kategoriach dróg, uszkodzenia nawierzchni spowodowane różnymi, często nieprzewidywanymi przyczynami, a także z uwagi na zróżnicowany stan techniczny wozów, stopień zmęczenia kierowców i wiele innych czynników, niekiedy zupełnie przypadkowych.

Nie oznacza to jednak wcale, że można sobie pozwolić na zbyt daleko idące uproszczenia, operując w kalkulacjach na przykład średnią prędkością marszu osiąganą na ćwiczeniach z wojskami. O ile dla wstępnej oceny czasu trwania przegrupowania na większą odległość np. związku taktycznego tego rodzaju obliczenie jest jeszcze do przyjęcia, to w żadnym wypadku nie należy go stosować do sterowania marszem, tj. wyznaczania terminów przejścia czołem i ogonem kolumny przez linie przejścia. Jeśli bowiem nawet przyjęta do obliczeń ogólna prędkość średnia kolumny na całej marszrucie okaże się bliska rzeczywistości, nie oznacza to wcale, że będzie ona jednakowa na całej trasie, a wtedy wyznaczone na jej podstawie terminy przekraczania linii przejścia będą bądź niemożliwe do osiągnięcia, bądź, co gorsza, nastąpi niezamierzone zatrzymanie całej kolumny, nie dające się uzasadnić żadnymi obiektywnymi przyczynami.

Rozważmy jeszcze głębiej tę niebagatelną sprawę na przykładach wziętych z życia.

W praktyce planowania ruchu przez sztaby ogólnowojskowe i inne, a nawet w niektórych materiałach teoretycznych, stykamy się ze zjawiskiem sterowania przemarszami przy stosowaniu prędkości średnich. Ocena tego zjawiska wymaga sięgnięcia do podstaw jego powstania. Wysokie zmotoryzowanie wojsk miało miejsce po raz pierwszy w historii w okresie II wojny światowej, i to tylko w kilku armiach. Wysoki stopień motoryzacji osiągnęły wojska USA i W. Brytanii, a także (w pewnych okresach) wojska hitlerowskie. Stopień zmotoryzowania Armii Radzieckiej był bardzo nierównomierny i to zarówno jeśli chodzi o czas, jak i różne rodzaje wojsk. Typowym przykładem postępu jest tu przekształcanie się grup konno-zmechanizowanych w grupy szybkie, które we Frontach zmieniły się w armie pancerne.

Po wojnie opracowywano wyniki doświadczeń i przy zastosowaniu metod statystycznych uzyskano prędkości średnie. Jak wiadomo, średnie statystyczne bywają czasem złudne.

Przydatność średnich „wojennych” może być duża, jeśli zechcemy zorientować się np., ile czasu potrzeba dywizji na przemarsz z miejscowości  $x$  do  $y$ . Użycie średniej statystycznej jest tu celowe. Oczywiście prawdopodobieństwa odgadnięcia czasu niezbędnego na ten przemarsz jest minimalne, lecz orientacyjnie można je przyjmować.

Na tym jednak kończy się przydatność średnich statystycznych prędkości. Używanie ich bowiem do sterowania ruchem (kierowania) musi prowadzić do złych rezultatów. Większość instrukcji amerykańskich i angielskich z końca II wojny podaje średnie prędkości rzędu  $15 \div 40$  km/godz. Z opracowanych doświadczeń uzyskanych podczas II wojny światowej również wynika, że na ogół średnie prędkości używane na przebiegach rzędu  $100\text{—}500$  km nie były nigdy niższe od prędkości minimalnych uzasadnionych technicznie. Innymi słowy — samochody i czołgi nigdy nie jechały poniżej biegów bezpośrednich na dłuższych odcinkach drogi. Musi więc budzić zastrzeżenie porównanie średnich statystycznych z okresu II wojny z wynikami ćwiczeń. Okazuje się bowiem, że w lepszych, bo pokojowych warunkach i przy lepszym sprzęcie — uzyskuje się gorsze wskaźniki średniej prędkości (orientacyjne liczby uzyskane na ćwiczeniach wahają się w granicach  $16 \div 25$  km/godz.).

Jak się wydaje, istota tego tkwi głównie w stosowaniu do sterowania ruchem prędkości średnich. Obrazuje to wykres (rys. 6).

Wykres jest niezwykle prosty. Na osi rzędnych ( $y$ ) odłożono czas w godzinach. Na osi odciętych ( $x$ ) odłożono długość drogi w kilometrach. Na linii równoległej do osi odciętych, położonej poniżej tej osi, zaznaczono — w skali odciętych — odcinki drogi z podaniem prędkości charakterystycznej dla technicznej jakości drogi ( $V$ ). Następnie kolorem czerwonym wykreślono przebieg samochodu (lub np. czołgu) wg prędkości technicznych. Na tej prostej łamanej powstały więc odcinki:  $A_0 - A_1$  wyznaczające funkcję prędkości 20 km/godz.,  $A_1 - A_2$  — prędkość 60 km/godz.,  $A_2 - A_3$  — 10 km/godz. i  $A_3 - A_4$  40 km/godz. Połączenie punktu  $A_0$  linią z punktem  $A_4$  wykreśla prędkość średnią. Rachunkowo otrzymujemy to z ilorazu przebytej drogi i czasu trwania ruchu ( $300 \text{ km} : 12 \text{ godz.} = 25 \text{ km na godzinę}$ ).

Wyobraźmy sobie teraz, że postępujemy analogicznie jak czynią to niektórzy pracownicy sztabu. Przyjmijmy więc obliczoną prędkość średnią do sterowania ruchem. Wysyłamy następnym samochód i każemy mu jechać z prędkością 25 km na godzinę. Na wykresie jazda tego nowego pojazdu jest przedstawiona linią ciągłą niebieską. Na pierwszym odcinku ( $A_0 - B_1$ ) samochód nie może pojechać z prędkością 25 km/godz., bo nie pozwala na to droga. Jedzie więc z prędkością 20 km/godz. Na odcinku  $B_1 - B_2$ , — co prawda mógłby jechać aż 60 km/godz., pozwalają bowiem na to i droga, i techniczne parametry pojazdu — pojedzie jednak tylko 25 km/godz., ponieważ z taką prędkością kaza-

liśmy mu jechać. Na tym tylko odcinku straci niepotrzebnie już 3 godziny czasu (odcinek  $A_2 - B_2$ ). Odcinek  $B_2 - B_3$  musi pokonywać z prędkością 10 km/godz., bowiem droga jest zła i szybciej jechać nie można. Na odcinku  $B_3 - B_2$  mamy następną niepotrzebną stratę czasu. Nasz pojazd mógłby bowiem jechać 40 km/godz., ale pojedzie tylko 25 km/godz. tracąc znów 1/2 godziny. W sumie zmarnuje 3,5 godziny. Szybkości uzyskiwane przez pojazd sterowany prędkością 25 km/godz. odłożono na linii równoległej do osi odciętych, położonej powyżej osi. Nowa średnia prędkość  $V_{sr}(n)$  stanowi iloraz  $300 \text{ km} : 15,5 \text{ godz.} \approx 19,4 \text{ km/godz.}$

Czytelnikowi, którego zainteresował problem, proponujemy eksperyment. Należy teraz użyć do sterowania nowej średniej prędkości wg poprzedniego wzoru. Okaze się, że znów czas ogólny (strata) wzrośnie. Nowa średnia prędkość będzie niższa.

Można powtarzać to wielokrotnie. Kolejne obniżanie średniej prędkości zakończy się dopiero wówczas, gdy kąt nachylenia linii wyznaczającej kolejną średnią prędkość stanie się równy kątowi nachylenia linii wyznaczającej najniższą prędkość charakterystyczną dla technicznych właściwości drogi. W naszym przypadku nastąpi to wówczas, gdy kolejna nowa średnia osiągnie 10 km/godz.

Wnioski są dwa, i to zasadnicze. Każde sterowanie ruchu szybkością średnią powoduje, że nowa prędkość średnia dąży do wartości najniższych, charakterystycznych dla danej drogi. W związku z tym nasuwa się wniosek drugi: należy kategorycznie zabronić sterowania ruchu wg prędkości średnich. Tak więc jeśli na ćwiczeniach sterowano kolumny wg prędkości średnich, to uzyskane w ten sposób wyniki są w praktyce bezwartościowe. Warto tu zaznaczyć, że większość znanych nam instrukcji amerykańskich i brytyjskich, a także algorytmy radzieckie i materiały NRD — zabraniają sterowania ruchem przy zastosowaniu prędkości średnich.

W świetle poprzednio wymienionych nieuniknionych nieścisłości, zbyt drobiazgową i dokładną kalkulację czasów trwania czynności, związanych z przemarszem kolumn przez poszczególne odcinki marszrut jest niecelowa. Z drugiej strony jednak niezbędne jest znaczenie dokładniejsze sterowanie ruchem kolumn, niż ma to miejsce do tej pory. W kwestii tej należy znaleźć jak najszybciej rozsądne kompromisowe rozwiązanie i poddać je dobrze przemyślanej i rzetelnej praktycznej weryfikacji.

W rezultacie kalkulację marszu oparto wstępnie na następujących założeniach dotyczących sposobu określenia czasów trwania przemarszów kolumn.

1) O prędkości marszu w dowolnym punkcie marszruty decydują najwolniejsze pojazdy kolumny.

2) Wyjściową długość kolumny, obliczoną zgodnie z obowiązującymi regulaminami, traktuje się jako maksymalną, przy czym przy przejściu z lepszych odcinków drożni na gorsze kolumna ulega skróceniu o 1/3, a powstałe opóźnienie równe jest stosunkowi długości kolumny po skróceniu do różnicy (spadku) prędkości. W przypadku gdy

odcinek o gorszej nawierzchni jest mniejszy od  $1/3$  długości kolumny, opóźnienia na długość kolumny nie uwzględnia się.

3) Linie przejścia (wyrównania) oddalone są od siebie co najmniej o maksymalną długość kolumny i nie więcej jak 150 km.

4) Związek taktyczny (oddział) wykonuje marsz po nie więcej jak dwóch marszrutach; marszruta składa się z nie więcej niż sześciu odcinków, z których każdy zawierać może dowolną liczbę punktów zmiany prędkości ruchu.

#### OPIS MODELU SIECIOWEGO ZASTOSOWANEGO NA ĆWICZENIACH

Opracowany do ćwiczeń „model sieciowy przegrupowania ZT”<sup>2)</sup> zawiera kilka zasadniczych części i elementów. Zespół czynności i zdarzeń od początku sieci aż — orientacyjnie — do zdarzenia 112 obejmuje działania sztabów oraz wojsk w rejonie ześrodkowania i na drogach domarszu do linii wyjściowej<sup>3)</sup>. Osiągnięcie przez czoło wojsk maszerujących linii wyjściowej obrazuje zdarzenie 120. Od tego momentu w sieci powtarza się 6 segmentów o jednakowej budowie na obydwu marszrutach. Jest to okres przemarszu.

Każdy z segmentów zawiera czynności, mieszczące się między dwoma sąsiednimi liniami przejścia (wyrównania) i składa się z trzech sztucznie wyodrębnionych czynności:

- pokonania przez kolumnę początku odcinka (odstęp czasu między przekroczeniem czołem i ogonem kolumny początku odcinka);
- opóźnienia (do opóźnienia na długość kolumny dolicza się czas trwania odpoczynku i przerw w ruchu);
- przekroczenia przez czoło kolumny pozostałej części odcinka (czas, jaki upłynie od momentu, gdy znajduje się na początku odcinka, do momentu, gdy czoło osiągnie koniec odcinka).

Od zdarzenia 160 następuje wchodzenie w rejon docelowy (lub do walki); jest to więc część trzecia. Cechą charakterystyczną sieci jest jej symetria na obydwu marszrutach. Każdy segment u góry jak w lustrze odbija się na dole. Tylko początek i zakończenie sieci mają niesymetryczny charakter. W sieci występuje kilka zasadniczych „ścieżek”. Ścieżki, na których numery zdarzeń zaczynają się od „1” — to ciąg zdarzeń i czynności dotyczących maszerujących wojsk. Numeracja „2” dotyczy ścieżek zabezpieczenia inżynierskiego i chemicznego marszu, zdarzenia z cyfrą „3” na początku dotyczą wszelkich zabiegów rozpoznawczych. Ścieżki z „4” obejmują przedsięwzięcia porządkowo-ochronne (regulacja ruchu, zwalczanie grup dywersyjnych, zwalczanie żywiołowych ruchów ludności cywilnej itp.). Górne połączenia czynnościowe oraz dolne (np. 203 — 125; 125 — 133) zawierają czasy na przygotowanie osłony przeciwlotniczej poszczególnych odcinków oraz trwa-

<sup>2)</sup> Patrz schemat 6.

<sup>3)</sup> Czytającemu będzie o wiele łatwiej śledzić cały dalszy tok myśli autorów, jeśli opis skonfrontuje z rysunkiem modelu sieciowego oraz wykazem czynności, załączonymi do niniejszego wydawnictwa.

nie samej osłony. Linie czynności, położone na samej górze sieci — to przedsięwzięcia kwatermistrzowskie.

Jak z tego wynika, sieć zawiera wiele elementów i stanowi dość wyczerpujący plan współdziałania. Trzy zdarzenia w sieci wymagają objaśnienia. Są to: 120, 140 i 160. Jak łatwo to zauważyć, obejmują one ciągi zdarzeń i czynności znajdujące się na obdwu marszrutach. W praktyce są to linie wyrównania, co oznacza, że na każdej z tych linii czoła kolumn zostaną wyrównane, a więc przekroczą one linię w tym samym czasie.

Do modelu sieciowego opracowano właściwy wykaz czynności, który stanowi załącznik do niniejszego wydawnictwa.

Sam wykaz czynności zapewne okaże się dla każdego jasny i oczywisty.

W zależności od potrzeb, na każdej marszrucie można wybierać od 1 do 6 takich odcinków.

Aby wypełnić wykaz czynności oraz na jego podstawie wyperforować taśmę i przekazać do obliczenia na maszynę cyfrową — należy ustalić czasy trwania czynności. W tym celu jako dokument pomocniczy sporządzono „Tabelę pomocniczą do modelu sieciowego przegrupowania ZT” (rys. 7).

Posługiwanie się tabelą jest dosyć proste. Dla przykładu weźmiemy odcinek „12”. W rubryce: „d =” wpisujemy długość odcinka w kilometrach. „V =” jest przeznaczone na wpisanie prędkości dla jadącej kolumny na odcinku „12” wg charakterystyki technicznej drogi. Teraz podzielenie długości odcinka przez prędkość daje czas potrzebny na pokonanie tego odcinka, który wpisujemy w rubryce „t<sub>p</sub> =”. Jest to oparte na prostych wzorach:

$$V = \frac{d}{t}; \quad t = \frac{d}{v}; \quad d = v \cdot t.$$

gdzie: V = oznacza szybkość; d — długość drogi, t — czas.

Wyżej mamy cztery rubryki: inż. chem. — to czas, który na danym odcinku jest potrzebny dla wykonania prac inżynierskich lub np. odkażania; „rozp.” ma zawierać czas potrzebny na przedsięwzięcia rozpoznawcze. Następna rubryka: porząd.-ochron. — czas potrzebny na realizację tych przedsięwzięć; ostatnia rubryka: „odp.” — jest przeznaczona dla czasu odpoczynku, przewidzianego dla maszerujących wojsk na tym właśnie — dwunastym — odcinku. Na wypustach linii (u góry i u dołu) umieszczone znaki „V =” — są przeznaczone do opisanie prędkości charakterystycznych dla przejścia z jednego odcinka na drugi. Tabelki górne („cz” i „o”) są przeznaczone do opisanie wyników, a więc czasów przemarszu czoła i ogona kolumny przez początek (koniec) odcinka.

Omówimy teraz sposób wypełniania poszczególnych rubryk czasu (t<sub>o</sub>, t<sub>np</sub>, t<sub>p</sub>) w wykazie czynności. W czynnościach ogólnowojskowych następujące czynności są związane z odcinkiem 12: 125, 127 — przekraczanie

kolumną początku odcinka 12. Bierzemy długość kolumny np. 70 km i dzielimy przez prędkość np. 42 km/godz. (wykonując działania zamieniamy km na metry, a godz. na minuty). Daje to  $70\ 000 : 700 = 100$  min. 100 wpisujemy w rubrykę „t”. Pozostałe rubryki czasów ( $t_p$  i  $t_o$ ) wypełniamy zgodnie z przewidywaniami.

Dalej w wykazie występuje czynność 127, 129 opóźnienie na odcinku 12. Jeśli np. jest tu planowany odpoczynek, to przepisujemy czas jego trwania z tabeli pomocniczej.

W każdym jednak wypadku należy ocenić, czy na odcinku następuje opóźnienie wynikające z długości kolumny. W poprzedniej części artykułu przedstawiono zależność opóźnienia kolumny od jej długości, licząc względem ogona. Jest to w pełni uzasadnione, bowiem marsz kolumny dopiero wtedy można uznać za zakończony, kiedy w wyznaczonym rejonie znajdzie się ogon. Ponieważ jednak ze względu na kierowanie (sterowanie) ruchem wygodniej jest przeprowadzać kalkulacje w stosunku do czoła, opóźnienie należy uwzględnić przy przejściu z prędkości mniejszej na większą.

W tym wypadku sumujemy czas odpoczynku z czasem opóźnienia.

Wreszcie mamy czynność 129, 131 — pokonanie odcinka 12. Założymy, że długość całego odcinka wynosi 140 km. Jeśli więc kolumna długości 70 km pokonała już jego początek, dla czoła pozostało już tylko 70 km. (Liczby celowo tak dobrane, aby nie przysparzać kłopotów rachunkowych odwracających uwagę od istoty sprawy). Znow więc uzyskujemy do wpisania 100 minut, jeśli droga dalej pozwala rozwijać prędkość 42 km/godz.

W ścieżkach o początkowych cyfrach: „1”, „2”, „3” odcinek „12” występuje po kilka razy. Przykładowo podajemy sposób wypełnienia dla działań rozpoznawczych. Czynność 121, 323 — to przemarsz i rozpoznanie odcinka 12. Po prostu 140 km przy prędkości 42 km/godz. — wymaga 200 minut czasu. Bierzemy to z tabeli pomocniczej z rubryki „ $t_p$  =”. Czas ten może się jednak zwiększyć, jeśli się okaże, że na odcinku 12 znajdują się jakieś szczególne przedmioty do rozpoznania. Dalej mamy czynność 323, 223 — przekazanie danych rozpoznania odcinka 12 pododdziałom inżynieryjnym i chemicznym. Czas uzyskujemy w wyniku oceny: jaka będzie odległość, jakie są środki łączności itp. Podobnie postępujemy z czynnością 323, 423, która obejmuje przekazanie danych z rozpoznania pododdziałom porządkowo-ochronnym.

W niektórych wypadkach część odcinków może nie być wykorzystana; wtedy do obliczeń odcinki niepotrzebne zostają wypełnione zerami. Świadczy to o uniwersalności sieci.

W trakcie ćwiczenia kadry ASG między godziną 22.00 a 5.00 zespół dwóch oficerów obliczał przegrupowanie dwóch dywizji: 7 DZ i 9 DZ. Warto tu podkreślić, że planowanie tego ruchu trwało nie więcej niż po 2 — 3 godziny na dywizję, razem z technicznymi czynnościami, jak np. perforowanie taśm, wpisywanie wyników itp.

7 DZ pokonywała odległość 210 km, a 9 DZ — ponad 400 km. Trasy częściowo pokrywały się. Warto zwrócić uwagę, że do sterowania ruchu tych dywizji przyjęto prędkości od 9 km/godz. aż do 42 km/godz. Średnie prędkości wypadły jednak bardzo niewielkie: 10,2 km/godz. dla 7 DZ oraz 10 km/godz. dla 9 DZ. Kłopot polegał na tym, że 7 DZ nie mogła wejść do walki o godz. 12.00 — jak życzył sobie dowódca armii, a dopiero o 17.00. Cóż, maszyny cyfrowej nie da się nakłonić do uległości nawet w stosunku do dowódcy armii. Ona bowiem tylko liczy. Oczywiście ludzie mogą kazać jej liczyć taki przemarsz dywizji nawet z pierwszą prędkością kosmiczną, ale to byłoby nierealne. Obliczenia realne zaś dostarczają właściwych danych do decyzji dowódcy.

Dla czytelników, którzy chcą się nauczyć posługiwania modelami sieciowymi, podajemy tabulogramy danych wyjściowych dla maszyny Odra-1003 oraz otrzymanych wyników; czasy dyrektywne na podstawie tabulogramu wyników, po przeliczeniu na czas astronomiczny, podano w tabeli nr 3.

Przestudiowanie tabulogramów oraz tabeli daje obraz całej pracy; ponadto pozwala również zauważyć dobre i złe strony sieci. Czynności z „luzem” (zapasem czasu) równym zeru znajdują się właśnie na ścieżce krytycznej. One wyznaczają czas trwania całego przedsięwzięcia.

Sieć ta została zastosowana trzykrotnie: na ćwiczeniach kadry ASG, a także w Krakowie na ćwiczeniach 6 DPD. W sumie przy jej zastosowaniu obliczono ruch ośmiu dywizji. Autorzy wyciągnęli stąd szereg wniosków, które stały się podstawą do dalszych prac i usprawnień dotychczasowego modelu.

W wykonaniu są nowe sieci transportowe, bardziej uniwersalne i proste, a przy tym o wiele już dokładniejsze. Wykonuje się oddzielne sieci, które można dowolnie łączyć. Są to cztery sieci transportu drogowego (na cztery marszruty), trzy sieci transportu kolejowego oraz dwie sieci transportu powietrznego. Dochodzi uniwersalna sieć pracy sztabu. W sumie — dla szczebla armii, a nawet Frontu — można wy-czerpać wszelkie kombinacje ruchu. Ponadto zaś upraszcza się wy-prowadzanie danych z maszyny. Najpierw wyprowadza się dane prze-znaczone tylko do sterowania i to od razu przeliczone na czas astrono-miczny.

Wydrukowano w 100 egz.

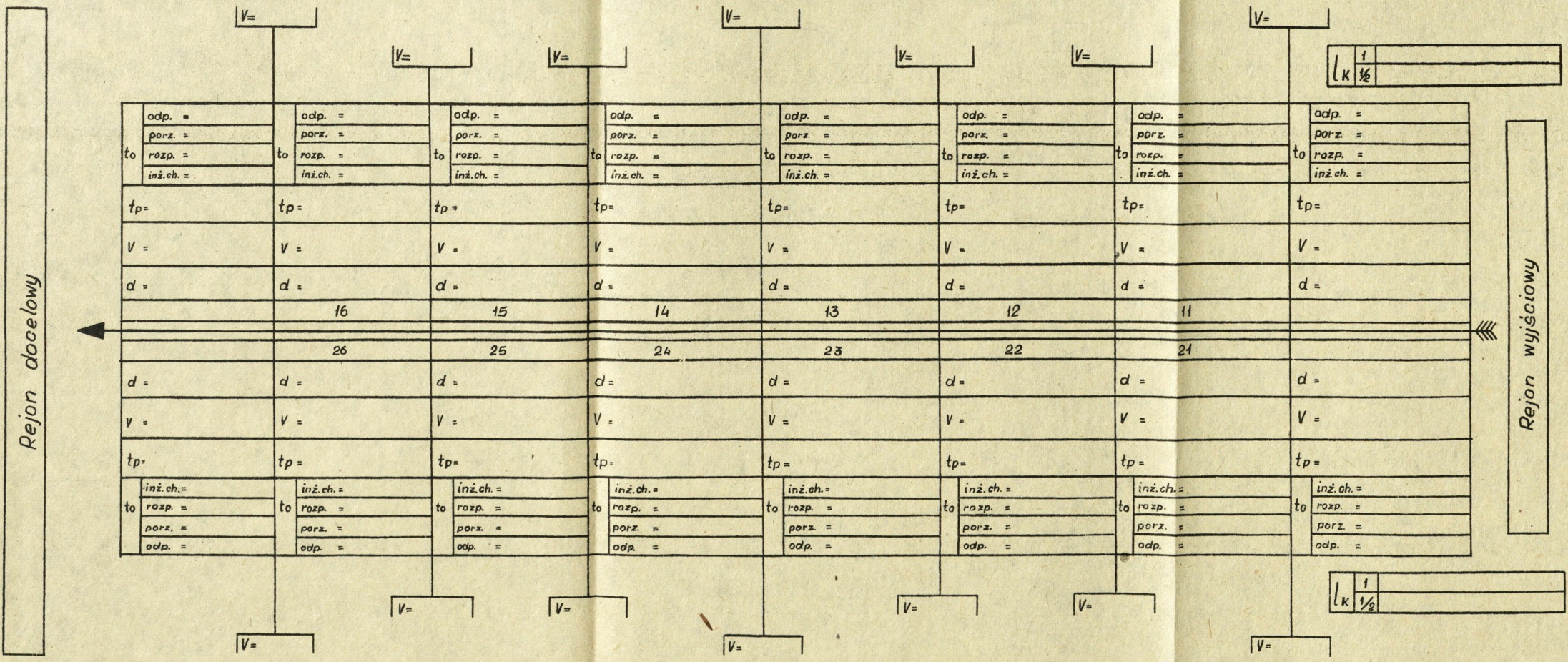
Egz. Nr 1—100 Bibl. Tajna ASG

Wyk. H. Dyniewicz ppłk

Druk. ASG — Nr z. 32 (02200)

Typ:  
M-2; 0-2 x 6

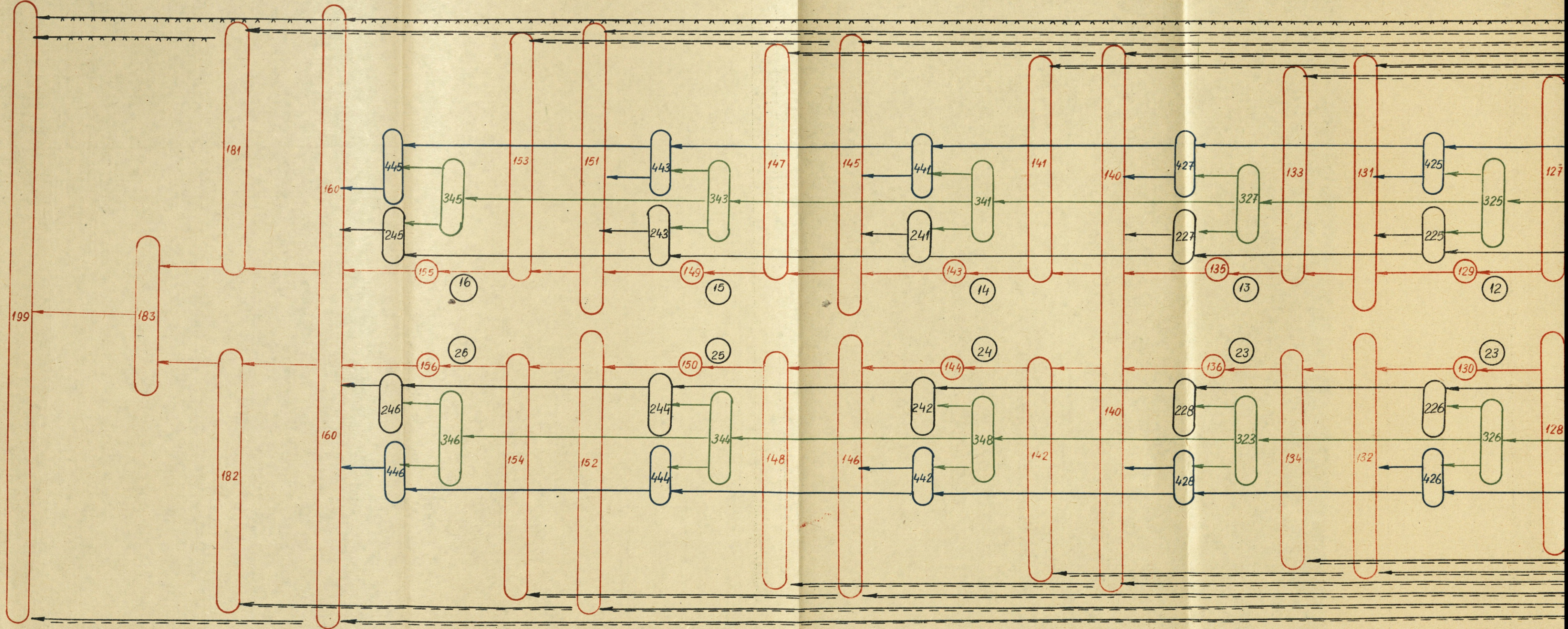
CZ.		CZ.		CZ.		CZ.		CZ.		CZ.		CZ.		CZ.		CZ.	
0.		0.		0.		0.		0.		0.		0.		0.		0.	



CZ.		CZ.		CZ.		CZ.		CZ.		CZ.		CZ.		CZ.		CZ.	
0.		0.		0.		0.		0.		0.		0.		0.		0.	

Rys. 7. TABELA POMOCNICZA DO MODELU SIECIOWEGO PRZEGRUPOWANIA Z T

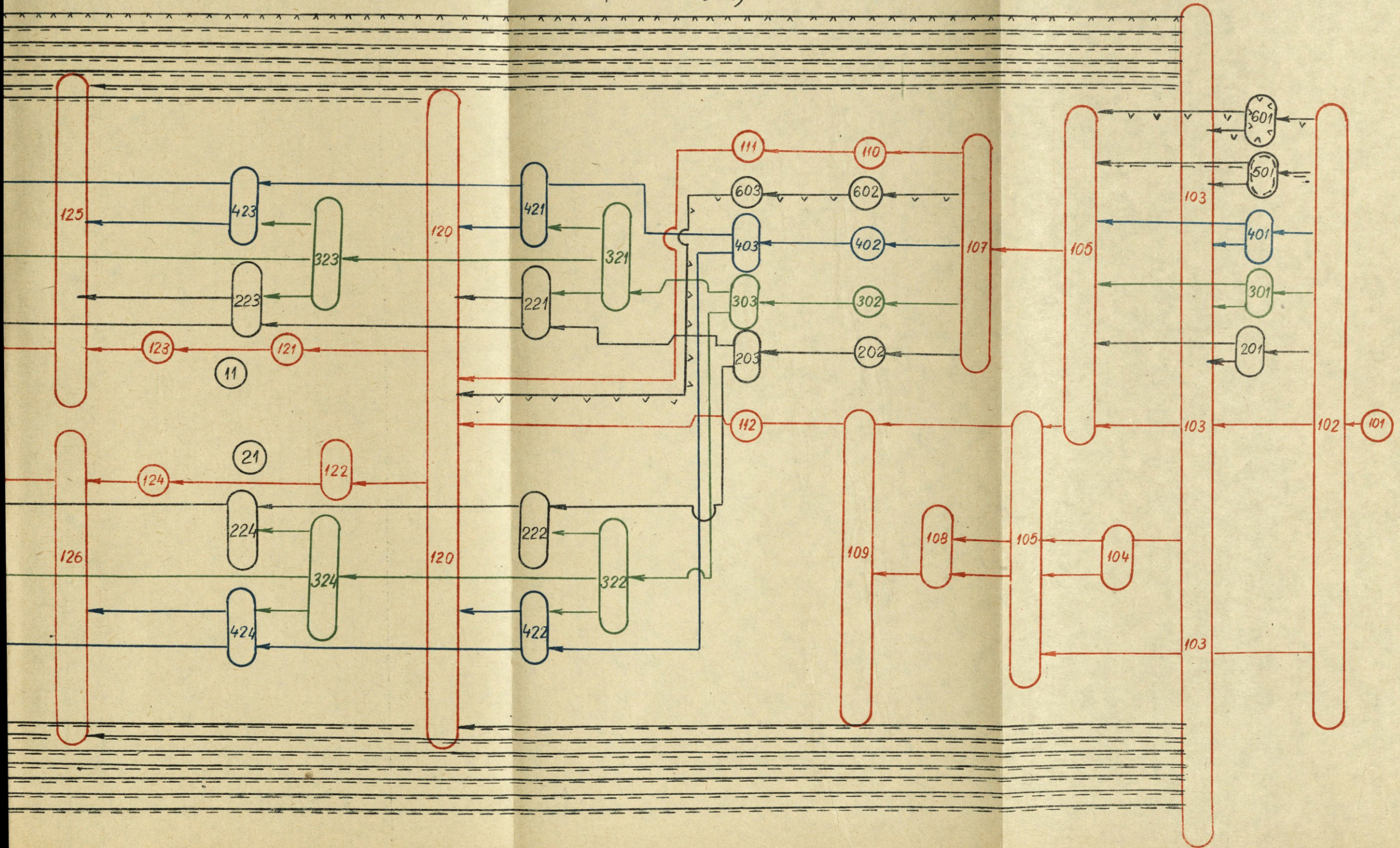
# MODEL SIECIOWY PRZEGRUPOWANIA Z



Wykonano 750 egz.  
ref. DYNIEWICZ pptk

Schemat nr 6  
(Załącznik do opracowania: Modelowanie sieciowe przegrupowania wojsk.)

**TAJNE**  
EGZ. NR...  
KS. NR 01812/ww



TABULOGRAM DANYCH WEJSCIOWYCH

/25 DZ/

Czynność			Czynność			Czynność		
Nr zdarzenia poprzedniego	Nr zdarzenia następnego	Czas trwania	Nr zdarzenia poprzedniego	Nr zdarzenia następnego	Czas trwania	Nr zdarzenia poprzedniego	Nr zdarzenia następnego	Czas trwania
1	2	3	4	5	6	7	8	9
700	1		222	120	0	341	441	5
0	101	0	222	224	280	342	242	5
101	102	0	223	125	0	342	344	100
102	103	0	223	125	190	342	442	5
102	106	0	224	126	30	343	243	5
103	104	0	224	226	120	343	345	0
103	105	0	225	131	0	343	443	5
104	106	0	225	227	30	344	244	5
104	108	0	226	132	0	344	346	0
105	106	0	226	228	30	344	444	5
105	107	0	227	140	50	345	245	0
106	109	30	227	241	180	345	445	0
107	110	0	228	140	60	346	446	0
108	109	0	228	242	260	346	446	0
109	112	0	241	145	0			
110	111	0	241	243	100	102	401	0
111	120	0	242	146	40	401	103	0
112	120	0	242	244	100	401	105	0
120	121	280	243	151	60	107	402	0
120	122	225	243	245	0	402	403	200
121	123	130	244	152	60	403	421	100
		30	244	246	0	403	422	150
			245	160	0	421	120	0
			246	160	0	421	423	240
122	124	10				422	120	0
123	125	20				422	424	250
124	126	0	102	301	0	422	424	0
125	127	225	301	103	0	423	125	0
126	128	150	301	105	0	423	425	150
127	129	60	107	302	0	424	126	0
128	130	60	302	303	200	444	152	0
129	131	35	303	321	115	444	446	0
130	132	80	303	322	100	445	160	0
131	133	155	321	221	5	446	160	0
132	134	150	321	323	230			
133	135	720				102	109	0
134	136	720				102	501	0
135	140	0				501	103	0
136	140	60	424	426	120	501	105	0
140	141	190	425	131	0	103	120	0
140	142	190	425	427	45	103	125	0
141	143	0	426	132	0	103	126	0
142	144	0	426	428	45	103	131	0
143	145	0	427	140		103	132	0
144	146	0	0			103	140	0
145	147	150	427	441	180	103	145	0
146	148	150	428	140	0	103	146	0
147	149	60	428	442	260	103	151	0
148	150	60	441	145	0	103	152	0
149	151	90	441	443	100			

1	2	3	4	5	6	7	8	9
150	152	150	442	146	0	103	160	0
151	153	130	442	444	100	120	127	0
152	154	220	443	151	0	120	128	0
153	155	320	443	445	0	125	133	0
154	156	320	321	421	5	126	134	0
155	160	0	322	222	5	131	141	0
156	160	0	322	324	280	132	142	0
160	181	240	322	422	5	140	147	0
160	182	240	323	223	5	140	148	0
181	183	0	323	325	150	145	153	0
182	183	0	323	423	5	146	154	0
183	199	0	324	224	5	151	181	0
			324	326	150	152	182	0
102	201	0	324	424	5			
201	103	0	325	225	5	102	601	0
201	105	0	325	327	45	103	181	0
107	202	0	325	425	5	107	602	0
202	203	200	326	226	5	601	103	0
203	221	150	326	328	45	601	105	0
203	222	90	326	426	5	602	603	0
221	120	0	327	227	5	603	120	0
221	223	0	327	341	180	181	199	480
			327	427	5	199	0	0
			328	228	5	-1		
			328	324	260			
			328	428	5			
			341	241	5			
			341	343	100			

TABULOGRAM WYNIKÓW  
kalkulacji przegupowania 25 D2

Czynność		Czas	Rozpocząć		Zakończyć		Luz	Ochyle- nie stand.
Nr zd. pocz.	Nr zd. końc.		Termin najwc.	Termin najpóź.	Termin najwc.	Termin najpóź.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
101	102	0	0	0	0	0	0	
102	103	0	0	0	0	0	0	
102	106	0	0	55	0	55	55	
102	201	0	0	0	0	0	0	
102	301	0	0	0	0	0	0	
102	401	0	0	0	0	0	0	
102	109	0	0	85	0	85	85	
102	501	0	0	0	0	0	0	
102	601	0	0	0	0	0	0	
103	105	0	0	0	0	0	0	
103	104	0	0	55	0	55	55	
103	120	0	0	365	0	365	365	
103	125	0	0	640	0	640	640	
103	126	0	0	615	0	615	615	
103	131	0	0	960	0	960	960	
103	132	0	0	905	0	905	905	
103	140	0	0	1835	0	1835	1835	
103	145	0	0	2175	0	2175	2175	
103	146	0	0	2025	0	2025	2025	
103	151	0	0	2475	0	2475	2475	
103	152	0	0	2385	0	2385	2385	
103	160	0	0	2925	0	2925	2925	
103	181	0	0	3165	0	3165	3165	
104	106	0	0	55	0	55	55	
104	108	0	0	85	0	85	85	
105	107	0	0	0	0	0	0	
105	106	0	0	55	0	55	55	
106	109	30	0	55	30	85	55	
106	108	0	0	85	0	85	85	
107	302	0	0	0	0	0	0	
107	202	0	0	15	0	15	15	
107	110	0	0	365	0	365	365	
107	402	0	0	15	0	15	15	
107	602	0	0	365	0	365	365	
108	109	0	0	85	0	85	85	
109	112	0	30	85	30	85	55	
110	111	0	0	365	0	365	365	
111	120	0	0	365	0	365	365	
112	120	280	30	85	310	265	55	
120	121	225	350	365	575	590	15	
120	122	130	350	475	480	605	125	
120	127	0	350	865	350	865	515	
120	128	0	350	765	350	765	415	
121	123	30	575	590	605	620	15	
122	124	10	480	605	490	615	125	
123	125	20	605	620	625	640	15	
124	126	0	490	615	490	615	125	
125	127	225	625	640	850	865	15	
126	133	0	625	1115	625	1115	490	
126	128	150	615	615	765	765	0	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
126	134	0	615	1055	615	1055	440	
127	129	60	850	865	910	925	15	
128	130	60	765	765	825	825	0	
129	131	35	910	925	945	960	15	
130	132	80	825	825	905	905	0	
131	133	155	945	960	1100	1115	15	
131	141	0	945	2175	945	2175	1230	
132	134	150	905	905	1055	1035	0	
132	142	0	905	2025	905	2025	1120	
133	135	720	1100	1115	1820	1835	15	
134	136	720	1055	1055	1775	1775	0	
135	140	0	1820	1835	1820	1835	15	
136	140	60	1775	1775	1835	1835	0	
140	142	190	1835	1835	2025	2025	0	
140	141	190	1835	1985	2025	2175	150	
140	147	0	1835	2325	1835	2325	490	
140	148	0	1835	2175	1835	2175	340	
141	143	0	2025	2175	2025	2175	150	
142	144	0	2025	2025	2025	2025	0	
143	145	0	2025	2175	2025	2175	150	
144	146	0	2025	2025	2025	2025	0	
145	147	150	2025	2175	2175	2325	150	
146	153	0	2025	2605	2025	2605	580	
146	148	150	2025	2025	2175	2175	0	
146	154	0	2025	2605	2025	2605	580	
147	149	60	2175	2325	2235	2385	180	
148	150	60	2175	2175	2235	2235	0	
149	151	90	2235	2385	2325	2475	150	
150	152	150	2235	2235	2385	2385	0	
151	153	130	2325	2475	2455	2605	150	
151	161	0	2525	3165	2325	3165	840	
152	154	220	2385	2385	2605	2605	0	
152	182	0	2385	3645	2385	3645	1260	
153	155	320	2455	2605	2775	2925	160	
154	156	320	2605	2605	2925	2925	0	
155	160	0	2775	2925	2775	2925	150	
156	160	0	2925	2925	2925	2925	0	
160	161	240	2925	2925	3165	3165	0	
160	182	240	2925	3405	3165	3645	480	
181	199	480	3165	3165	3645	3645	0	
181	183	0	3165	3645	3165	3645	480	
181	183	0	3165	3645	3165	3645	480	
181	199	0	3165	3645	3165	3645	480	
201	103	0	0	0	0	0	0	
201	105	0	0	0	0	0	0	
202	203	200	0	15	200	215	15	
203	221	150	200	215	350	365	15	
203	222	90	200	215	290	305	15	
221	120	0	350	365	350	365	15	
221	223	0	350	640	350	640	290	
222	224	280	305	305	585	585	0	
222	120	0	305	365	305	265	60	
223	125	0	550	640	550	640	90	
223	225	190	550	770	740	960	220	
224	126	30	585	585	615	615	0	
224	226	120	585	785	705	905	200	
225	131	0	740	960	740	960	220	
225	227	30	740	1755	770	1785	1015	
226	132	0	735	905	735	905	170	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
226	228	30	735	1695	765	1725	960	
227	140	50	770	1785	820	1835	1015	
227	241	180	770	1995	950	2175	1225	
228	242	260	780	1725	1040	1985	945	
228	140	60	780	1775	840	1835	995	
241	145	0	950	2175	950	2175	1225	
241	243	100	950	2315	1050	2415	1365	
242	146	40	1040	1985	1080	2025	945	
242	244	100	1040	2229	1140	2325	1185	
243	151	60	1050	2415	1110	2475	1365	
243	245	0	1050	2925	1050	2925	1875	
244	152	60	1140	2325	1200	2385	1185	
244	246	0	1140	2925	1140	2925	1785	
245	160	0	1050	2925	1050	2925	1875	
246	160	0	1140	2925	1140	2925	1785	
301	103	0	0	0	0	0	0	
301	105	0	0	0	0	0	0	
302	303	200	0	0	200	200	0	
303	322	100	200	200	300	300	0	
303	321	115	200	245	315	360	45	
321	221	5	315	360	320	365	45	
321	323	230	315	405	545	635	90	
321	421	5	315	360	320	365	45	
322	222	5	300	300	305	305	0	
322	324	280	300	300	580	580	0	
322	422	5	300	360	305	365	60	
323	223	5	545	635	550	640	90	
323	325	150	454	805	695	955	260	
323	423	5	545	635	550	640	90	
324	224	5	580	580	585	585	0	
324	326	150	580	750	730	900	170	
324	424	5	580	610	585	615	30	
325	225	5	695	955	700	960	260	
325	327	45	695	1735	740	1780	1040	
325	425	5	695	955	700	960	260	
326	226	5	730	900	735	905	170	
326	328	45	730	1675	775	1720	945	
326	426	5	730	900	735	905	170	
327	227	5	740	1780	745	1735	1040	
327	341	180	740	1990	920	2170	1250	
327	427	5	740	1830	745	1835	1090	
328	228	5	775	1720	780	1725	945	
328	342	260	775	1720	1035	1980	945	
328	428	5	775	1760	780	1765	985	
341	241	5	920	2170	925	2175	1250	
341	343	100	920	2310	1020	2410	1390	
341	441	5	920	2170	925	2175	1250	
342	242	5	1035	1980	1040	1985	945	
342	344	100	1035	2220	1135	2320	1185	
342	442	5	1035	2020	1040	2025	985	
343	243	5	1020	2410	1025	2415	1390	
343	345	0	1020	2925	1020	2925	1905	
343	443	5	1020	2470	1025	2475	1450	
344	244	5	1135	2320	1140	2525	1185	
344	346	0	1135	2925	1135	2925	1790	
344	444	5	1135	2380	1140	2385	1245	
345	245	0	1020	2925	1020	2925	1905	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
345	445	0	1020	2925	1020	2925	1905	
346	246	0	1135	2925	1135	2925	1790	
346	446	0	1135	2925	1135	2925	1790	
401	103	0	0	0	0	0	0	
401	105	0	0	0	0	0	0	
402	403	200	0	15	200	215	15	
403	422	150	200	215	350	365	15	
403	421	100	200	265	300	365	65	
421	120	0	320	365	320	365	45	
421	423	240	320	400	560	640	80	
422	120	0	350	350	350	365	15	
422	424	250	350	365	600	615	15	
423	125	0	560	640	560	640	80	
423	425	150	560	810	710	960	250	
424	126	0	600	615	600	615	15	
424	426	120	600	785	720	905	185	
425	131	0	710	960	710	960	250	
425	427	45	710	1790	755	1835	1080	
426	132	0	735	905	735	903	170	
426	428	45	735	1720	780	1765	985	
427	140	0	755	1835	755	1835	1080	
427	441	180	755	1995	935	2175	1240	
428	442	260	780	1765	1040	2025	985	
428	140	0	780	1835	780	1835	1055	
441	145	0	935	2175	935	2175	1240	
441	443	100	935	2375	1035	2475	1440	
442	146	0	1040	2025	1040	2025	985	
442	444	100	1040	2285	1140	2385	1245	
443	151	0	1035	2475	1035	2475	1440	
443	445	0	1035	2925	1035	2925	1890	
444	152	0	1140	2385	1140	2385	1245	
444	446	0	1140	2925	1140	2925	1785	
445	160	0	1035	2925	1035	2925	1890	
446	160	0	1140	2925	1140	2925	1785	
501	103	0	0	0	0	0	0	
501	105	0	0	0	0	0	0	
601	103	0	0	0	0	0	0	
601	105	0	0	0	0	0	0	
602	603	0	0	365	0	365	365	
603	120	0	0	365	0	365	365	

**TABELA 3**  
**CZASY DYREKTYWNE**  
**do planu przegrupowania 25 DZ**

Wykazególnienie	Dzień	Czoło		Ogon		Uwagi
		I	II	I	II	
Przekroczenie linii wyjściowej	D	19.50	19.50	23.35	22.00	
NISWICE - LWOW	D2	0.25	0.15	4.10	2.45	
KRASNOSTAW - ZAMOSC	D2	5.45	5.05	8.20	7.35	
Rejon długiego odpoczynku	D2	8.20	8.20	20.20	20.20	
WISLA	D2	23.45	23.45	6.15	6.15	
KIELCE - KABEDZIW	D3	4.45	5.45	6.55	9.25	
OKOLOWICE ~ SZCZKOCINY	D3	14.45	18.45	14.45	18.45	Wejście do walki

**Wykaz czynności  
do modelu sieciowego przegrupowania ZT**

WYKAZ CZYNNOŚCI

Lp.	Czynność	t <sub>o</sub>	t <sub>np</sub>	t <sub>p</sub>	Wyszczególnienie	UWAGI
	0	101			<u>Czynności ogólnowojskowe</u>	
1	101	102			Podjęcie zamiaru, wytyczne dla sztabu, dców rodz. wojsk i szefów służb	
2	102	103			Wypracowanie decyzji	
3	102	106			Osiągnięcie gotowości do wymarszu przez DZ	
4	103	104			Ogłoszenie zamiaru i wytyczne dcy DZ	
5	103	105			Stawianie zadań	
6	104	106			Wypracowanie decyzji DZ	
7	104	108			Wypracowanie decyzji przez poświęconych DZ	
8	105	106			Wydanie zarządzeń dla DZ	
9	105	107			Wydanie zarządzeń dla oddziałów i pododdziałów armii	
10	106	108			Postawienie zadań przez DZ	
11	106	109			Formowanie kolumn DZ	
12	107	110			Przygotowanie do marszu wzmocnienia DZ	
13	108	109			Postawienie zadań przez podwładnych DZ	
14	109	112			Opóźnienie	
15	110	111			Domarsz do linii wyjściowej wzmocnienia DZ /włączenie w kolumnę marszową/	
16	111	120			Opóźnienie	
17	112	120			Wyciągnięcie kolumn i osiągnięcie czołem sił głównych DZ linii wyjściowej	

Lp.	Czynność	t <sub>0</sub>	t <sub>np</sub>	t <sub>p</sub>	UWAGI
18	120 225				Wyszczególnienie
19	120 122				Przekraczanie kolumną początku odcinka 11
20	121 123				Przekraczanie kolumną początku odcinka 21
21	122 124				Opóźnienie na odc. 11
22	123 125				Opóźnienie na odc. 21
23	124 126				Pokonywanie odcinka 11
24	125 127				Pokonywanie odcinka 21
25	126 128				Przekraczanie kolumną początku odcinka 12
26	127 129				Przekraczanie kolumną początku odcinka 22
27	128 130				Opóźnienie na odcinku 12
28	129 131				Opóźnienie na odcinku 22
29	130 132				Pokonywanie odcinka 12
30	131 133				Pokonywanie odcinka 22
31	132 134				Przekraczanie kolumną początku odcinka 13
32	133 135				Przekraczanie kolumną początku odcinka 23
33	134 136				Opóźnienie na odcinku 13
34	135 140				Opóźnienie na odcinku 23
35	136 140				Pokonywanie odcinka 13
36	140 141				Pokonywanie odcinka 23
37	140 142				Przekraczanie kolumną początku odcinka 14
38	141 143				Przekraczanie kolumną początku odcinka 24
39	142 144				Opóźnienie na odcinku 14
40	143 145				Opóźnienie na odcinku 24
41	144 146				Pokonywanie odcinka 14
42	145 147				Pokonywanie odcinka 24
					Przekraczanie kolumną początku odcinka 15

Lp.	Czynność	t <sub>c</sub>	t <sub>np</sub>	t <sub>p</sub>	Wyszczególnienie	UWAGI
43	146	148			Przekraczanie kolumną początku odcinka 25	
44	147	149			Opóźnienie na odcinku 15	
45	148	150			Opóźnienie na odcinku 25	
46	149	151			Pokonanie odcinka 15	
47	150	152			Pokonanie odcinka 25	
48	151	153			Przekraczanie kolumną początku odcinka 16	
49	152	154			Przekraczanie kolumną początku odcinka 26	
50	153	155			Opóźnienie na odcinku 16	
51	154	156			Opóźnienie na odcinku 26	
52	155	160			Pokonanie odcinka 16	
53	156	160			Pokonanie odcinka 26	
54	160	181			Przekraczanie kolumną końca odcinka 16	
55	160	182			Przekraczanie kolumną końca odcinka 26	
56	181	183			Rozwijanie i zajmowanie rejonów przez oddziały kolumny z marszruty nr 1	
57	182	183			Rozwijanie i zajmowanie rejonów przez oddziały kolumny z marszruty nr 2	
58	183	199			Ustąpienie gotowości przez DZ w rejonie docelowym	
59	102	201			Czynności inżynierskie i chemiczne Uzgodnienie zadań / z OTK, Front/ i przygotowanie propozycji	
60	201	103			Złożenie propozycji	
61	201	105			Opracowywanie planów inż. i chem.	
62	107	202			Przygotowanie do działań oddziałów inż. i chem. armii	

Lp.	Czynność	t <sub>o</sub>	t <sub>np</sub>	t <sub>p</sub>	Wyszczególnienie	UWAGI
63.	202 203				Domarsz oddziałów inż. i chem. do linii wyjściowej	
64	203 221				Przemarsz do odcinka 11	
65	203 222				Przemarsz do odcinka 21	
66	221 120				Wykonanie prac inż. i chem. na odcinku 11	
67	221 223				Domarsz oddz. inż. i chem. do odcinka 12	
68	222 120				Wykonanie prac inż. i chem. na odcinku 21	
69	222 224				Domarsz oddz. inż. i chem. do odcinka 22	
70	223 125				Wykonanie prac inż. i chem. na odcinku 12	
71	223 225				Domarsz oddz. inż. i chem. do odcinka 13	
72	224 126				Wykonanie prac inż. i chem. na odcinku 22	
73	224 226				Domarsz oddz. inż. i chem. do odcinka 23	
74	225 131				Wykonanie prac inż. i chem. na odcinku 13	
75	225 227				Domarsz oddz. inż. i chem. do odcinka 14	
76	226 132				Wykonanie prac inż. i chem. na odcinku 23	
77	226 228				Domarsz oddz. inż. i chem. do odcinka 24	
78	227 140				Wykonanie prac inż. i chem. na odcinku 14	
79	227 241				Domarsz oddz. inż. i chem. do odcinka 15	
80	228 140				Wykonanie prac inż. i chem. na odcinku 24	
81	228 242				Domarsz oddz. inż. i chem. do odcinka 25	
82	241 145				Wykonanie prac inż. i chem. na odcinku 15	
83	241 243				Domarsz oddz. inż. i chem. do odcinka 16	
84	242 146				Wykonanie prac inż. i chem. na odcinku 25	
85	242 244				Domarsz oddz. inż. i chem. do odcinka 26	

Ip.	Czynność	t <sub>o</sub>	t <sub>zp</sub>	t <sub>p</sub>	Wyszczególnienie	UWAGI
86.	243 151				Wykonanie prac inż. i chem. na odcinku 16	
87.	243 245				Domarsz oddz. inż. i chem. do rejonów docelowych /oddziałów kolumny z marszruty nr 1/	
88.	244 152				Wykonanie prac inż. i chem. na odcinku 26	
89.	244 246				Domarsz oddz. inż. i chem. do rejonów docelowych /oddziałów kolumny z marszruty nr 2/	
90	245 160				Wykonanie prac inż. i chem. na drogach dojazdowych i w rejonie docelowym /oddz. kolumny z marszruty nr 1	
91	246 160				Wykonanie prac inż. i chem. na drogach dojazdowych i w rejonie docelowym /oddz. kolumny z marszruty nr 2/	
92	101 301				Czynności rozpoznawcze Uzgodnienie zadań /z OTK, Front/ i przygotowanie propozycji	
93	301 103				Złożenie propozycji	
94	301 105				Opracowanie planu rozpoznania	
95	107 302				Przygotowanie oddziałów rozpoznawczych do działań	
96	302 303				Domarsz do linii wyjściowej	
97	303 321				Przemarsz i rozpoznanie odcinka 11	
98	303 322				Przemarsz i rozpoznanie odcinka 21	
99	321 221				Przekazanie danych rozpozn. odc. 11 /inż. chem. /	
100	321 223				Przemarsz i rozpoznanie odc. 12	
101	321 421				Przekazanie danych rozpozn. odc. 11 /porz. ochr. /	
102	322 222				Przekazanie danych rozpozn. odc. 21 /inż. chem. /	
103	322 324				Przemarsz i rozpoznanie odc. 22	
104	322 422				Przekazanie danych rozpozn. odc. 21 /porz. ochr. /	
105	323 223				Przekazanie danych rozpozn. odc. 12 /inż. chem. /	

Lp.	Czynność	t <sub>o</sub>	t <sub>np</sub>	t <sub>p</sub>	Wyszczególnienie	UWAGI
106	323	325			Przemarsz i rozpoznanie odc. 13	
107	323	423			Przekazanie danych rozpozn. odc. 12 /porz. ochr. /	
108	324	224			Przekazanie danych rozpozn. odc. 22 /inż. chem. /	
109	324	326			Przemarsz i rozpoznanie odc. 23	
110	324	424			Przekazanie danych rozpozn. odc. 22 /porz. ochr. /	
111	325	225			Przekazanie danych rozpozn. odc. 13 /inż. chem. /	
112	325	327			Przemarsz i rozpoznanie odc. 14	
113	325	425			Przekazanie danych rozpozn. odc. 13 /porz. ochr. /	
114	326	226			Przekazanie danych rozpozn. odc. 23 /inż. chem. /	
115	326	328			Przemarsz i rozpoznanie odc. 24	
116	326	426			Przekazanie danych rozpoznania odc. 23 /porz. ochr. /	
117	327	227			Przekazanie danych rozpoznania odc. 14 /inż. chem. /	
118	327	341			Przemarsz i rozpozn. odc. 15	
119	327	427			Przełamanie danych rozpozn. odc. 14 /porz. ochr. /	
120	328	228			Przekazanie danych rozpozn. odc. 24 /inż. chem. /	
121	328	342			Przemarsz i rozpoznanie odc. 25	
122	328	428			Przekazanie danych rozpozn. odc. 24 /porz. ochr. /	
123	341	241			Przekazanie danych rozpozn. odc. 15 /inż. chem. /	
124	341	343			Przemarsz i rozpozn. odcinka 16	
125	341	441			Przekazanie danych rozpozn. odc. 15 /porz. ochr. /	
126	342	242			Przekazanie danych rozpozn. odc. 25 /inż. chem. /	
127	342	344			Przemarsz i rozpozn. odc. 26	
128	342	442			Przekazanie danych rozp. odc. 25 /porz. ochr. /	
129	343	243			Przekazanie danych rozp. odc. 16 /inż. chem. /	

Lp.	Czynność	t <sub>o</sub>	t <sub>np</sub>	t <sub>p</sub>	Wyszczególnienie	UWAGI
130	343 345				Przemarsz i rozpoznanie rejonów docelowych /z marszruty nr 1/	
131	343 443				Przekazanie danych rozpozn. odc.16 /porz.ochr./	
132	344 244				Przekazanie danych rozpozn. odc.26 /inż.chem./	
133	344 346				Przemarsz i rozpoznanie rejonów docelowych /z marszruty nr 2/	
134	344 444				Przekazanie danych rozpozn. odc.26 /porz.ochr./	
135	345 245				Przekazanie danych rozpozn. rejonów docelowych /inż.chem. z marszruty nr 1/	
136	345 445				Przekazanie danych rozpozn. rejonów docelowych /porz.ochr./ z marszruty nr 1/	
137	346 246				Przekazanie danych rozpozn. rejonów docelowych /inż.chem. z marszruty nr 2/	
138	346 446				Przekazanie danych rozpoznania rejonów docelowych /porz.ochr. z marszruty nr 2/	
139	102 401				Czynności porządkowo-ochronne i przeciwdwuszyjne Uzgodnienie zadań /z ONK, Front/, przygotowanie propozycji	
140	401 103				Złożenie propozycji	
141	401 105				Opracowanie planu porządkowo-ochronnego	
142	107 402				Przygotowanie pododdziałów porz.ochr.do działań	
143	402 403				Domarsz do linii wyjściowej	
144	403 421				Przemarsz i obsadzenie odc. 11	
145	403 422				Przemarsz i obsadzenie odc. 21	
146	421 120				Czynność zerowa	
147	421 423				Przemarsz i obsadzenie odc. 12	
148	422 120				Czynność zerowa	

Lp.	Czynność	t <sub>o</sub>	t <sub>np</sub>	t <sub>p</sub>	Wyszczególnienie	UWAGI
149	422	424			Przemarsz i obsadzenie odc. 22	
150	423	125			Czynność zerowa	
151	423	425			Przemarsz i obsadz. odc. 13	
152	424	126			Czynność zerowa	
153	424	426			Przemarsz i obsadz. odc. 23	
154	425	131			Czynność zerowa	
155	425	427			Przemarsz i obsadz. odc. 14	
156	426	132			Czynność zerowa	
157	426	428			Przemarsz i obsadz. odc. 24	
158	427	140			Czynność zerowa	
159	427	441			Przemarsz i obsadz. odc. 15	
160	428	140			Czynność zerowa	
161	428	442			Przemarsz i obsadz. odc. 25	
162	441	145			Czynność zerowa	
163	441	443			Przemarsz i obsadz. odc. 16	
164	442	146			Czynność zerowa	
165	442	444			Przemarsz i obsadz. odc. 26	
166	443	151			Czynność zerowa	
167	443	445			Przemarsz i obsadzenie dróg rozwiniętych i rejonu docelowego / z marszruty nr 1/	
168	444	152			Czynność zerowa	
169	444	446			Przemarsz i obsadzenie dróg rozwiniętych i rejonu docelowego / z marszruty nr 2/	
170	445	160			Czynność zerowa	
171	446	160			Czynność zerowa	

lp.	Czynność	t <sub>o</sub>	t <sub>np</sub>	t <sub>p</sub>	Wyszczególnienie	UWAGI
					<u>Czynność OPL</u>	
172	102	109			Organizacja OPL wyciągania kolumn DZ	
173	102	501			Uzgodnienie zadań /z OPK, Frontu/, przyfotowanie propozycji	
174	501	103			Złożenie propozycji	
175	501	105			Opracowanie planu OPL	
176	103	120			Organizacja OPL odcinka 11 i 21	
177	103	125			Organizacja OPL odcinka 12	
178	103	126			Organizacja OPL odcinka 22	
179	103	131			Organizacja OPL odcinka 13	
180	103	132			Organizacja OPL odcinka 23	
181	103	140			Organizacja OPL odcinka 14 i 24	
182	103	145			Organizacja OPL odcinka 15	
183	103	146			Organizacja OPL odcinka 25	
184	103	151			Organizacja OPL odcinka 16	
185	103	152			Organizacja OPL odcinka 26	
186	103	160			Organizacja OPL rejonu docelowego	
187	120	127			OPL odc. 11	
188	120	128			OPL odc. 21	
189	125	133			OPL odc. 12	
190	126	134			OPL odc. 22	
191	131	141			OPL odc. 13	
192	132	142			OPL odc. 23	
193	140	147			OPL odc. 14	

Lp.	Czynność	t <sub>o</sub>	t <sub>np</sub>	t <sub>p</sub>	Wyszczególnienie	UWAGI
194	140 148				OPL odc. 24	
195	145 153				OPL odc. 15	
196	146 154				OPL odc. 25	
197	151 181				OPL odc. 16	
198	152 182				OPL odc. 26	
199	102 601				Czynności kwatermistrzowskie Uzgodnienie zadań /z OFK, Frontu, URP/, przygotowanie propozycji	
200	103 181				Organizacja uzupełnienia zapasów DZ w rejonie docelowym	
201	107 602				Przygotowanie batalionu sanitarnego do działania	
202	601 105				Złożenie propozycji	
203	601 105				Opracowanie planu zaopatrzenia materiałowo-technicznego	
204	602 603				Domarsz batalionu medycznego do linii wyściowej	
205	603 120				Opóźnienie	
206	181 199				Uzupełnienie zapasów DZ w rejonie docelowym	
	199 0					

