



71

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO **JAWNE**  
im. generała broni K. Swierczewskiego

500-  
[Redacted]  
[Redacted]

Egz. nr. 1

pplk mgr inż. Tadeusz OBERMAJER

**MODEL STRUKTURY SYSTEMU ZABEZPIECZENIA TECHNICZNEGO  
(CZOLGOWO – SAMOCHODOWEGO) MARSZU ZT NA DUŻE ODLEGŁOŚCI  
W OKRESIE BEZPOŚREDNIEGO ZAGROŻENIA I W POCZĄTKOWYM  
OKRESIE WOJNY**

(Rozprawa doktorska)

Promotor : plk doc. dr Jerzy SKIBIŃSKI

47325

WARSZAWA

1972



71

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO  
im. generała broni K. Świerczewskiego

JAWNE

500-  
[REDACTED]

Egz. nr. 1

ppłk mgr inż. Tadeusz OBERMAJER

**MODEL STRUKTURY SYSTEMU ZABEZPIECZENIA TECHNICZNEGO  
(CZOLGOWO — SAMOCHODOWEGO) MARSZU ZT NA DUŻE ODLEGŁOŚCI  
W OKRESIE BEZPOŚREDNIEGO ZAGROŻENIA I W POCZĄTKOWYM  
OKRESIE WOJNY**

(Rozprawa doktorska)

Promotor : płk doc. dr Jerzy SKIBIŃSKI



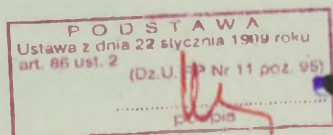
47325

WARSZAWA

1972

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO  
im. generała broni K. Swierczewskiego

JAWNE



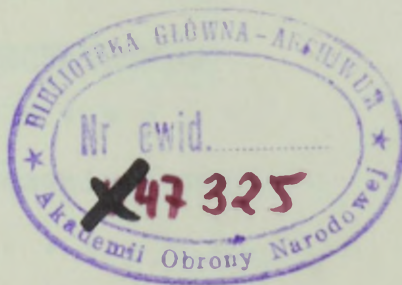
Egz. nr... 1

PRZEKLASYFIKOWANO  
Protokół Nr 12657

**ppłk mgr inż. Tadeusz OBERMAJER**

**MODEL STRUKTURY SYSTEMU ZABEZPIECZENIA TECHNICZNEGO  
(CZOLGOWO — SAMOCHODOWEGO) MARSZU ZT NA DUŻE ODLEGŁOŚCI  
W OKRESIE BEZPOŚREDNIEGO ZAGROŻENIA I W POCZĄTKOWYM  
OKRESIE WOJNY**

**(Rozprawa doktorska)**



**Promotor : płk doc. dr Jerzy SKIBIŃSKI**

WARSZAWA

1972

SPIS TREŚCI

A. WPROWADZENIE

	str.
1. WSTĘP . . . . .	5
2. CZYNNIKI DETERMINUJĄCE MARSZ KOLUMNY WOJSKOWEJ . .	16
2.1. Charakterystyka czynników determinujących przebieg marszu . . . . .	16
2.2. Analiza czynników determinujących marsz . . . . .	20
2.2.1. Prędkości ruchu kolumn, prędkość marszowa, odległość i czas marszu . . . . .	20
2.2.2. Ugrupowanie marszowe . . . . .	29
2.2.3. Oddziaływanie nieprzyjaciela . . . . .	40
2.2.4. Elementy zabezpieczenia marszu . . . . .	43
3. WIELKOŚĆ I STRUKTURA GENERATORA ZGŁOSZEŃ . . . . .	50
3.1. Opis zestawień tablicowych i schematów . . . . .	50
3.2. Tablice . . . . .	51
4. STRUKTURA SYSTEMU ZABEZPIECZENIA TECHNICZNEGO MARSZU . . . . .	56
4.1. Zasady ogólne organizacji zabezpieczenia technicznego marszu . . . . .	56
4.2. Obsługiwanie techniczne pojazdów mechanicznych . . . . .	58
4.3. Remont pojazdów mechanicznych . . . . .	63
4.4. Ewakuacja pojazdów mechanicznych . . . . .	65
4.5. Zaopatrywanie materiałowo-techniczne w czasie marszu . . . . .	66
4.6. Zestawienia liczbowe oraz struktura sił i środków zabezpieczenia technicznego ZT . . . . .	68

B. CZĘŚĆ ZASADNICZA

5. MODEL MARSZU KOLUMNY WOJSKOWEJ . . . . .	71
5.1. Ogólne zasady organizacji marszu . . . . .	71
5.2. Cybernetyczny model marszu . . . . .	74
5.3. Opis układów modelu marszu . . . . .	77
5.4. Macierz sprzężeń modelu marszu i jej opis . . . . .	79
5.5. Równanie ruchu kolumny wojskowej . . . . .	90

	str.
5.6. Wpływ czynników zakłócających ruch kolumny marszowej	95
6. STRUMIEŃ ZGŁOSZEŃ GENEROWANY W CZASIE MARSZU ZT	98
6.1. Ogólny opis strumienia zgłoszeń . . . . .	98
6.2. Ogólny opis czasu obsługi . . . . .	100
6.3. Fundusz obsługiwanego technicznego . . . . .	103
6.3.1. Normy obsługiwanego technicznego sprzętu pancernego.	104
6.3.2. Analiza czasów obsługiwanego technicznego . . . . .	105
6.3.3. Wielkość funduszu obsługiwanego technicznego . . . . .	110
6.4. Fundusz pomocy technicznej . . . . .	116
6.5. Fundusz remontowy . . . . .	117
6.5.1. Analiza funduszu remontowego z akcji "Dunaj"	119
6.5.2. Fundusz remontowy czołgów . . . . .	126
6.5.3. Fundusz remontowy samochodów . . . . .	133
6.5.4. Fundusz remontowy transporterów opancerzonych . . .	136
6.6. Fundusz ewakuacyjny . . . . .	138
7. ANALIZA MOŻLIWOŚCI ETATOWYCH ŚRODKÓW ZABEZPIECZENIA TECHNICZNEGO ZT W ZAKRESIE GASZENIA STRUMIENIA ZGŁOSZEŃ . . . . .	145
7.1. Możliwości w zakresie obsługiwanego technicznego	145
7.2. Możliwości w zakresie remontów . . . . .	147
7.3. Możliwości w zakresie ewakuacji . . . . .	159
8. MODEL STRUKTURY SYSTEMU ZABEZPIECZENIA TECHNICZNEGO MARSZU ZT . . . . .	163
8.1. Miejsce systemu zabezpieczenia technicznego w ogólnym systemie struktury wojsk . . . . .	163
8.2. Cybernetyczny model struktury systemu zabezpieczenia technicznego marszu ZT . . . . .	166
8.3. Macierz sprzężeń modelu struktury systemu zabezpieczenia technicznego i jej opis . . . . .	170
8.4. Analiza podstawowych sprzężeń modelu . . . . .	174
8.4.1. Strumień zgłoszeń od strat bojowych . . . . .	174
8.4.2. Ocena funkcjonowania systemu obsługiwanego technicznego . . . . .	176
8.4.3. Ocena funkcjonowania systemu ewakuacji . . . . .	180
8.4.4. Ocena funkcjonowania systemu remontów . . . . .	185

8.5.	Ogólna ocena systemu zabezpieczenia technicznego marszu . . . . .	199
------	---	-----

C. CZĘŚĆ ZAMYKAJĄCA

9.	REKAPITULACJA WYNIKÓW PRACY I PRÓBA ICH UOGOLNIENIA	207
9.1.	Ocena możliwości wykorzystania wyników pracy w praktyce zabezpieczenia technicznego wojsk operacyjnych . . . . .	207
9.2.	Wnioski z zakresu możliwości uogólnienia niektórych wyników pracy . . . . .	214
10.	PROPOZYCJE W ZAKRESIE DALSZYCH BADAŃ . . . . .	218
10.1.	Problematyka z dziedziny obsługiwania technicznego pojazdów mechanicznych . . . . .	218
10.2.	Problematyka z dziedziny remontów pojazdów mechanicznych . . . . .	219
10.3.	Problematyka z dziedziny ewakuacji pojazdów mechanicznych . . . . .	220

## 1. W S T E P

Jedną z głównych przesłanek, stanowiących o właściwej realizacji postulatów ruchliwości wojsk lądowych na współczesnym polu walki, jest utrzymywanie pojazdów mechanicznych oddziałów i związków taktycznych w stanie maksymalnie możliwej sprawności technicznej. Pełna motoryzacja i duże nasycenie wojsk operacyjnych wozami bojowymi stawia przed dowódcami i organami bezpośrednio odpowiedzialnymi za stan techniczny pojazdów mechanicznych szczególnie ostre wymagania w zakresie utrzymania norm gotowości bojowej jednostek wojskowych na niezbędnym, określonym a priori poziomie. Problem ten staje się tym bardziej złożony, gdy rozpatruje się go w świetle obowiązujących norm operacyjno-taktycznych, z uwzględnieniem probabilistycznego charakteru warunków ograniczających efektywność wieloszczeblowego systemu zabezpieczenia technicznego w odniesieniu do eksploatacji i remontów sprzętu czołgowo-samochodowego /tj. w ogniwach pododdział - oddział - ZT - ZO/.

Doświadczenia z wielu ćwiczeń oddziałów /ZT/, zwłaszcza w zakresie wykonywania marszów na duże odległości /w tym wyniki akcji „Dunaj”/ wykazują, że struktura aktualnego systemu i obowiązujące zasady zabezpieczenia technicznego nie zapewniają zakładanych w planach operacji norm taktyczno-technicznych. Wynika to przede wszystkim z niedostatecznej znajomości stanu niezawodnościowego, będącego w wyposażeniu wojsk parku pojazdów mechanicznych, która w głównej mierze wyznacza zadania dla systemu zabezpieczenia technicznego. To z kolei powoduje stosowanie niewłaściwych norm, stanowiących podstawę kalkulacji przy planowaniu przedsięwzięć zabezpieczenia technicznego. Normy te w większości przypadków wynikają z doświadczeń II wojny światowej i jakkolwiek uznaje się, że są przestarzałe, stosuje się je z braku innych. Również nowo przyjmowane, zmodyfikowane normy często daleko odbiegają od faktycznego stanu potrzeb. Jako przykład można przytoczyć wartości współczynników średnich dobowych strat w pojazdach mechanicznych. Nie wszystkie z tych współczynników można sprawdzić w praktyce ćwiczeń taktycznych, ale sprawdzenie jednego z nich, a mianowicie współczynnika średnich dobowych strat eksploatacyjnych wykazało, że jest on w odniesieniu do czołgów ponad dziesięć-

znacznie niższy od wartości obliczonej na podstawie materiałów z akcji „Dunaj”. Należy spodziewać się, że doświadczenia z innych ćwiczeń /marszów/ potwierdzają tę liczbę, co częściowo zostało sprawdzone w ramach aktualnie prowadzonych badań niezawodnościowych.

W latach 1969-1970, w ramach realizacji prac rozwojowych Wojskowego Instytutu Techniki Pancernej i Samochodowej, przeprowadziliśmy analizę zabezpieczenia technicznego marszu DZ na odległość 700 km w czasie 72 godzin [22]. Analiza ta wykazała pilną potrzebę modyfikacji w zakresie obsługiwań technicznych pojazdów mechanicznych, a w szczególności w odniesieniu do przebiegów międzyobsługowych i objętości prac przy poszczególnych rodzajach obsługiwań czołgów. Wyniki tej analizy wykazują, że z ogólnego czasu przeznaczanego na marsz tylko około 10 godzin /na trzy doby/ przypada załogom czołgów na sen, odpoczynek, przyjęcie posiłków itp. Pozostały czas zostaje suity na „czysty” ruch kolumn marszowych i obsługiwanie techniczne pojazdów mechanicznych /w zakresie przewidzianym w odpowiednich instrukcjach technicznych/. Ponadto, wyniki przedmiotowej analizy, wskazują również na potrzeby modyfikacji w zakresie obowiązującej klasyfikacji usakondzeń i struktury generowanego w toku marszu funduszu remontowego. Modyfikacja ta powinna być przeprowadzona stosownie do potrzeb i aktualnych możliwości statowych środków zabezpieczenia technicznego szczebla taktycznego.

Ogólnie można stwierdzić, że w zakresie wyżej poruszonych zagadnień występuje zależność prosta i odwrotna:

- normy taktyczno - techniczne - struktura zabezpieczenia technicznego; oraz
- nowe potrzeby - modyfikacja zasad organizacji zabezpieczenia technicznego.

Najogólniej rzecz biorąc, czołgowo-samochodowe zabezpieczenie techniczne działań bojowych /w tym również i marszu/ obejmuje następujące dziedziny /działy/:

- obsługiwanie techniczne pojazdów mechanicznych;
- remonty uszkodzonych /niesprawnych/ pojazdów;
- ewakuacja pojazdów mechanicznych;
- zaopatrywanie materiałowo-techniczne.

W każdej z tych dziedzin istnieje wiele wąskich gardeł, które wymagają szeregówowego przeanalizowania, szczególnie pod kątem możliwości ich zlikwidowania na drodze organizacyjnej lub technicznej. Wypada przy tym zauważyć, że w świetle zarysowującej się perspektywy integracji służb technicznych, daje się mocno odczuć brak jednolitych i obowiązujących w całym WP zasad organizacji zabezpieczenia technicznego działań bojowych. W tej sytuacji sprawność działania systemu zabezpieczenia technicznego na poszczególnych ćwiczeniach, każdorazowo zależy przede wszystkim od zdrowego rozsądku i doświadczeń dowódców oddziałów czy związków taktycznych i ich zastępców d/s technicznych.

W świetle istotnych potrzeb w zakresie unormowania i unowocześnienia zasad zabezpieczenia technicznego, przedmiotem niniejszej pracy jest analiza aktualnego systemu zabezpieczenia technicznego marszu ZT na duże odległości, podejmowana z punktu widzenia wymagań wojsk operacyjnych.

Celem rozprawy jest opracowanie modelu struktury zabezpieczenia technicznego, przy czym jako zadanie podstawowe ZT z punktu widzenia sprawności techniczno-bojowej pojazdów mechanicznych, przyjęto marsz na duże odległości w okresie bezpośredniego zagrożenia bezpieczeństwa Państwa i w początkowym okresie działań bojowych. Założenie wykonywania przez ZT marszu w tym okresie wynika z następujących względów:

- dla okresu tego najbardziej typowymi działaniami będą przegrupowania wojsk operacyjnych, w ramach których na szczególną uwagę zasługują właśnie marsze na duże odległości, jako podstawowy sposób przerzutu wojsk<sup>x/</sup>;
- w okresie tym marsze odbywają się w warunkach ograniczonego oddziaływania nieprzyjaciela /małe prawdopodobieństwo poważniejszych zakłóceń marszu i powstania dużych ilości uszkodzeń bojowych pojazdów mechanicznych/, co pozwala na wyeksponowanie funduszu remontowego od strat eksploatacyjnych, który przy analizach innych rodzajów działań bojowych wojsk jest traktowany marginesowo.

<sup>x/</sup> - - - -  
Według podręcznika [30] „Podstawowym sposobem przesunięcia związków taktycznych i oddziałów wojsk lądowych jest marsz. Na wykonanie marszu potrzeba mniej czasu niż na przewóz dywizji transportem kolejowym na odległość do 700 km, transportem lotniczym - do 500 km...”

Ponadto, założenia przyjęte w przedmiocie sformułowania tematu pozwalają na zbadanie wpływu wielogodzinnej eksploatacji pojazdów mechanicznych na kształtowanie się czynników charakteryzujących sprawność systemu zabezpieczenia technicznego. Przeprowadzone w ramach rozprawy badania mieszczą się w obszarze badań operacyjnych, traktowanych w niniejszej pracy jako wieloetapowy proces poznawczy czynników determinujących sprawną organizację przedsięwzięć zabezpieczenia technicznego. Czynniki te i ich wzajemne zależności, otrzymałem z analizy dynamiki marszu, materiałów statystycznych z akcji „Dunaj”, z ćwiczeń taktycznych jednostek wojskowych, z badań charakterystyk niezawodnościowych pojazdów mechanicznych, przeprowadzonych przez Akademię Wojsk Pancernych Armii Radzieckiej [21] i Wojskowy Instytut Techniki Pancernej i Samochodowej [29] oraz z rozważań teoretycznych. W pracy zastosowałem klasyczne i zmodyfikowane metody analityczne z zakresu statystyki matematycznej, ogólnej teorii systemów, teorii masowej obsługi, teorii niezawodności, planowania sieciowego itp.

Uwzględniając fakt istnienia w rozpatrywanym problemie wielu celów cząstkowych, o różnym charakterze i w różnym stopniu współzależnych, model proponowanej struktury systemu powinien spełniać postulat wielorakości kryterium oceny /optymalizacji/ efektywności jego działania. Optymalizacja modelu powinna być przeprowadzona według globalnego kryterium wielorakiej funkcji celów. Przeprowadzenie takiej optymalizacji wymaga jednak zastosowania w stosunkowo dużym zakresie EMC, do której dostęp miałem poważnie utrudniony względami terminowymi. W związku z tym, za zgodą Promotora zrezygnowałem z klasycznej optymalizacji, prowadząc wskaźnikową ocenę poszczególnych podsystemów zabezpieczenia technicznego, którą przykładowo zilustrowałem obliczeniami numerycznymi dla aktualnie występujących w ZT /DZ i DPanc/ stanów liczebnych pojazdów mechanicznych i środków zabezpieczenia technicznego. Nie mniej jednak zawarty w niniejszej pracy materiał analityczny pozwala na przeprowadzenie takiej optymalizacji, którą m.in. w połączeniu z programowaniem heurystycznym zamierzam ująć w swoich dalszych badaniach.

Przy analizie poszczególnych dziedzin i czynników determinujących sprawną organizację zabezpieczenia technicznego i zachowaniu się modelu proponowanej struktury systemu, każdorazowo w toku badań określałem kryteria oceny, które ogólnie, z punktu widzenia funkcji celu,

można sformułować następująco:

- maksymalizacja odzysku pojazdów mechanicznych ze strat eksploatacyjnych i częściowo bojowych w aspekcie aktualnych i potencjalnych możliwości środków zabezpieczenia technicznego;
- ciągłe utrzymywanie pojazdów mechanicznych w stanie wysokiej sprawności technicznej i gotowości bojowej.

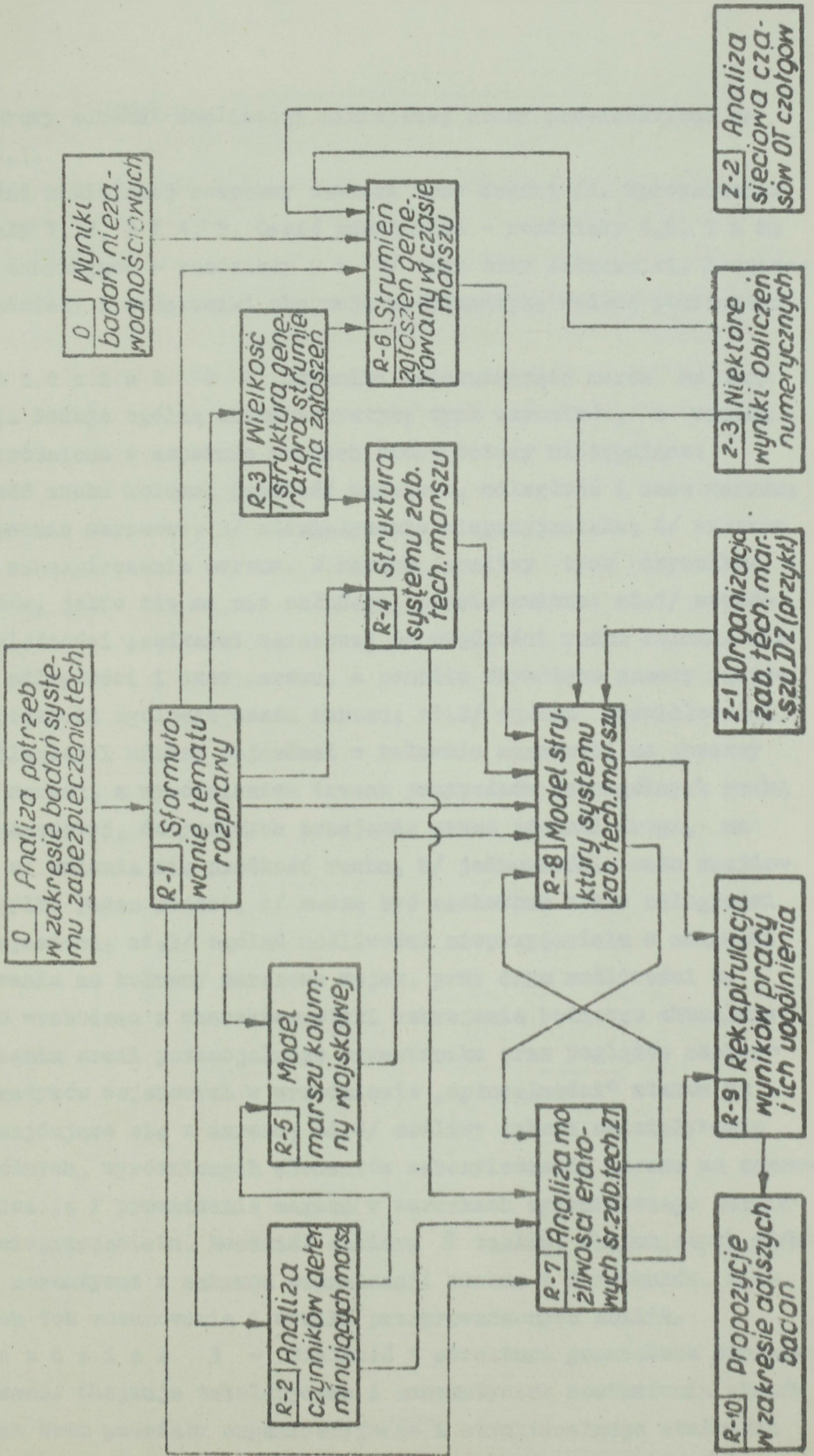
Na podkreślenie zasługuje fakt, że w niniejszej pracy niemal całkowicie pominięto jedną z bardzo ważnych dziedzin zabezpieczenia technicznego działań bojowych - zaopatrywanie materiałowo-techniczne. Wynika to ze złożoności i obszerności tej problematyki, co tymbar - dziej w świetle zaplanowanej integracji służb technicznych, prede - stymuje ją do oddzielnej rozprawy doktorskiej lub habilitacyjnej. Uważam, że z konieczności płytkie potraktowanie tej problematyki w ni - niejszej pracy, mogłoby doprowadzić do wielu wątpliwej przydatności, kontrowersyjnych zdań.

Dotychczasowe publikacje na temat marszu oddziałów i związków taktycznych są dość liczne, ale obejmują przede wszystkim stronę orga - nizacji przygotowania i prowadzenia marszu oraz w pewnym zakresie - zabezpieczenie inżynieryjne i tyłowe. Z zakresu czołgowo-samochodowe - go zabezpieczenia technicznego marszu ukazało się kilka wartościowych opracowań pżka dra inż. Stanisława Białasa z Katedry Taktyki Ogólnej i Sztuki Operacyjnej ASG, które obejmują ogólnie problematykę zabez - pieczenia technicznego ruchliwości wojsk w całości, ze szczególną analizą możliwości wykorzystania w tym zabezpieczeniu sił i środków OTK oraz cywilnego zaplecza technicznego. Mimo powyższego, w literatu - rze z tego zakresu odczuwa się brak pozycji, zawierających głębszą analizę samego systemu zabezpieczenia technicznego marszu. Niniejsza rozprawa i ewentualnie materiały, jakie na jej bazie mam zamiar opu - blikować w prasie wojskowo-fachowej, stanowią próbę uzupełnienia tej luki.

Ponadto wydaje się, że niniejsza praca, a w szczególności ana - lityczny materiał w niej zawarty, może być przyczynkiem do prowadze - nia dalszych badań systemu zabezpieczenia technicznego działań bojo - wych wojsk operacyjnych.

# BLOKOWY SCHEMAT REALIZACJI TEMATU

Rys.1.1



Blokowy schemat realizacji niniejszej pracy przedstawiono na rysunku 1.1.

Układ niniejszej rozprawy zawiera trzy części /A. Wprowadzenie - rozdziały 1, 2, 3 i 4; B. Część zasadnicza - rozdziały 5,6, 7 i 8; C. Część zamykająca - rozdziały 9 i 10/ oraz trzy załączniki. Poszczególne rozdziały i załączniki obejmują problematykę według poniższego wykazu.

R o z d z i a ł 2 - Czynniki determinujące marsz kolumny wojskowej. Podaje ogólną charakterystykę tych czynników, w wyniku której wyróżniono w aspekcie potrzeb pracy cztery następujące:

- 1/ prędkość ruchu kolumn, prędkość marszowa, odległość i czas marszu;
- 2/ ugrupowanie marszowe;
- 3/ oddziaływanie nieprzyjaciela;
- 4/ wybrane elementy zabezpieczenia marszu.

W ramach analizy tych czynników i elementów, jakie się na nie składają, przedstawiono: ad.1/ szczególne zależności prędkości marszowej od prędkości ruchu kolumn, ich wpływ na odległości i czas marszu, a ponadto określono zasady racjonalnego podziału ogólnego czasu marszu; ad.2/ ogólne prawidłowości wpływu odległości między pojazdami w kolumnie marszowej na sprawny przebieg marszu, z wyróżnieniem trzech przypadków szczególnych ruchu kolumny marszowej, dotyczących przejazdu przez odcinki drogi, na których: a/ zmienia się prędkość ruchu, b/ jednocześnie może znajdować się tylko jeden pojazd, c/ muszą być zachowane stałe odległości między pojazdami; ad.3/ ogólne możliwości nieprzyjaciela w zakresie oddziaływania na kolumny marszowe wojsk, przy czym możliwości te określono wychodząc z charakterystyki uzbrojenia będącego aktualnie w wyposażeniu armii potencjalnego przeciwnika oraz poglądów zachodnich teoretyków wojskowych w przedmiocie „opłacalności” ataków na wojska znajdujące się w marszu; ad.4/ możliwy zakres oddziaływania poszczególnych, wyróżnionych elementów zabezpieczenia marszu na sprawną organizację i prowadzenie marszu w warunkach ograniczonego oddziaływania nieprzyjaciela. Rozdział zawiera 9 tablic, obejmujących głównie dane normatywne z zakresu organizacji marszu i 5 rysunków, ilustrujących tok rozumowania i wyniki przeprowadzonych analiz.

R o z d z i a ł 3 - Wielkość i struktura generatora strumienia zgłoszeń. Obejmuje tabelaryczne i schematyczne zestawienia stanów liczebnych oraz podziału organizacyjnego i strukturalnego etatowych pojazdów mechanicznych w DZ i DPanc, będących potencjalnym źródłem

funduszków: obsługiwanie technicznego, remontów i ewakuacji. Rozdział zawiera 3 tablice i 2 rysunki.

**R o z d z i a ł 4** - Struktura systemu zabezpieczenia technicznego marszu. Zawiera opis ogólnych zasad organizacji zabezpieczenia technicznego marszu oraz bardziej szczegółowe rozważania w zakresie treści poszczególnych dziedzin tego zabezpieczenia w świetle obowiązujących i przyjmowanych w literaturze norm i założeń. W końcowej części rozdziału przedstawiono tabelaryczne zestawienie stanu liczebnego oraz struktury sił i środków zabezpieczenia technicznego DZ i DPanc. Rozdział zawiera 3 tablice, obejmujące dane normatywne z zakresu obsługiwanie technicznego pojazdów mechanicznych.

**R o z d z i a ł 5** - Model marszu kolumny wojskowej. Zawiera opis ogólnych zasad organizacji marszu /w świetle obowiązujących przepisów/ z rozbiciem na poszczególne etapy, cybernetyczny model marszu oraz skrajnie uproszczony model funkcjonalny, sporządzony w świetle teorii zarządzania i wpływu jego poszczególnych układów na przebieg marszu. Na podstawie analizy tych modeli wyprowadzono równanie ruchu kolumny marszowej, w którym spośród czynników zakłócających ten ruch uwzględniono oddziaływanie nieprzyjaciela i niekorzystnych warunków atmosferycznych. Treść rozdziału została zilustrowana 4 rysunkami, przedstawiających blokowy schemat organizacji marszu, modele marszu i graf sprzężeń modelu cybernetycznego.

**R o z d z i a ł 6** - Strumień zgłoszeń generowany w czasie marszu ZT. Obejmuje ogólny opis potencjalnego strumienia zgłoszeń i rozkładu czasu obsługi w świetle metod teorii masowej obsługi oraz podstawowe analizy i sformalizowany opis poszczególnych części składowych tego strumienia - funduszu obsługiwanie technicznego, funduszu remontowego i funduszu ewakuacyjnego. Wykorzystując wyniki badań charakterystyk niezawodnościowych pojazdów mechanicznych, przedstawiono obliczenia numeryczne podstawowych relacji, kształtujących wielkości poszczególnych części strumienia zgłoszeń w odniesieniu do czołgów, transporterów opancerzonych i samochodów. Przedstawiono również analizę materiałów z akcji „Dunaj”, która została przeprowadzona w aspekcie gotowości technicznej pojazdów mechanicznych w poszczególnych dniach operacji w trzech wybranych ZT oraz kształtowania się

wartości współczynników średnich dobowych strat eksploatacyjnych. Rozdział zawiera 7 tablic oraz 13 rysunków, obrazujących strukturę strumienia zgłoszeń, kształtowania się i wielkości jego poszczególnych części składowych oraz niektóre wyniki badań niezawodnościowych pojazdów mechanicznych.

R o z d z i a ł 7 - Analiza możliwości etatowych środków zabezpieczenia technicznego ZT w zakresie gaszenia strumienia zgłoszeń. Przedstawia metody określania możliwości obsługowych, remontowych i ewakuacyjnych, polegające na wyznaczeniu jednorazowych czasów dyspozycyjnych środków zabezpieczenia technicznego poszczególnych ogniw systemu w funkcji prędkości ruchu kolumny oraz dobowych czasów dyspozycyjnych tych środków w funkcji prędkości marszowej. Rozdział zawiera 2 tablice, obejmujące normy w przedmiocie dobowych możliwości remontowych ZT i zestawienie obliczeń numerycznych do wykresu zależności czasów dyspozycyjnych od prędkości oraz 5 rysunków, ilustrujących podstawowe zależności wykonanych analiz, graficzne wyznaczanie cykli remontowych i długości rejsów ewakuacyjnych.

R o z d z i a ł 8 - Model struktury systemu zabezpieczenia technicznego marszu ZT i jego ocena. Określa miejsce systemu zabezpieczenia technicznego /SZT/ w ogólnym systemie struktury wojsk i strukturę tego systemu, przedstawia cybernetyczny model struktury SZT, jego opis, graf i macierz sprzężeń oraz analizę podstawowych /wyróżnionych/ sprzężeń tego modelu w aspekcie oceny funkcjonowania poszczególnych jego elementów i ogniw. Do oceny zastosowano metodę wskaźnikową, przy czym dla każdego z ocenianych systemów przyjęto trzy wskaźniki, określające zajętość i przestój środków zabezpieczenia technicznego oraz liczbę pojazdów generatora strumienia zgłoszeń przypadających na jeden środek. Przy analizie systemu remontów dokonany został podział funduszu remontowego na pięć klas /stosownie do czasów dyspozycyjnych poszczególnych ogniw systemu/ i wyznaczona adekwatna do tej klasyfikacji struktura funduszu, której wskaźniki pozwoliły na oszacowanie rzeczywistej wielkości funduszu remontowego i określenie zadań remontowych dla poszczególnych ogniw zabezpieczenia technicznego. Rozdział zawiera 7 tablic i 10 rysunków.

R o z d z i a ł 9 - Rekapitulacja wyników pracy i próba ich uogólnienia. Obejmuje rozważania w przedmiocie możliwości wykorzysta-

nia wyników pracy w praktyce zabezpieczenia technicznego wojsk operacyjnych, próbę uogólnienia modelu struktury systemu zabezpieczenia technicznego marszu dla potrzeb innych rodzajów działań bojowych oraz krytykę proponowanego modelu z punktu widzenia przyjętych założeń oraz aktualnego stanu zaplecza technicznego ZT.

**R o z d z i a ł 10 -** Propozycje w zakresie dalszych badań. Przedstawia kierunki ewentualnych dalszych prac z zakresu usprawnień struktury systemu i zasad organizacji zabezpieczenia technicznego działań bojowych wojsk operacyjnych, ze szczególnym podkreśleniem problematyki występującej na stykach poszczególnych dyscyplin naukowych.

**Z a ł ą c z n i k 1 -** Organizacja zabezpieczenia technicznego marszu DZ na dużą odległość. Stanowi przykład klasycznego rozwiązania zadania organizacji zabezpieczenia technicznego marszu, w którym w porównaniu z obowiązującymi i stosowanymi na szkoleniach i ćwiczeniach zasadami zabezpieczenia technicznego wprowadzono pewne modyfikacje - np. w sposobie określania możliwości remontowych etatowych środków zabezpieczenia technicznego. Ponieważ potrzeba opracowania załącznika wynikała już przy opracowywaniu rozdziału 4 rozprawy, nie uwzględnia on wyników analiz przeprowadzonych w tej rozprawie i bazuje na danych normatywnych z cytowanych źródeł literatury. Odległość rozpatrywanego wariantu marszu przyjęto na ok. 700 km, ogólny czas marszu 3 doby. W założeniach ogólnych m.in. przyjęto, że przegrupowanie DZ odbywa się po dwóch marszrutach na własnym terytorium, w okresie bezpośredniego zagrożenia po ogłoszeniu stanu podwyższonej gotowości bojowej. Ugrupowanie marszowe oddziałów i związku taktycznego odpowiada warunkom ich natychmiastowego wejścia do walki. W zakresie zabezpieczenia technicznego marszu założono, że służby techniczne DZ są zdane wyłącznie na własne /etatowe/ siły i środki. Materiał zawarty w załączniku został wykorzystany do analiz porównawczych w poszczególnych rozdziałach rozprawy.

**Z a ł ą c z n i k 2 -** Analiza sieciowa czasów obsługiwaniania technicznego czołgów średnich. Potrzeba opracowania załącznika wynikała w związku z analizami, przeprowadzonymi w podrozdziale 6.3. rozprawy. Wyniki analiz sieciowych przeglądu kontrolnego oraz obsługiwań technicznych nr 1, 2 i 3 czołgów średnich pozwoliły przede wszystkim na

określenie struktury procentowego udziału wyróżnionych grup czynności w obsługiwaniach technicznych oraz ustalenie racjonalnych kierunków dalszych prac w zakresie usprawnienia systemu obsługi technicznego pojazdów mechanicznych.

Z a ł ą c z n i k 3 - Niektóre wyniki obliczeń numerycznych. Zawiera tablice zestawień wyników obliczeń według zależności przedstawionych w rozdziałach 6 i 8 rozprawy. Materiały te zostały włączone z powyższych rozdziałów w oddzielny załącznik głównie ze względu na dążność do zmniejszenia objętości rozprawy. Ilustracje graficzne poszczególnych zestawień załącznika znajdują się w w/wym. rozdziałach.

## 2. CZYNNIKI DETERMINUJĄCE MARSZ KOLUMNY WOJSKOWEJ

Przewidywany charakter współczesnych działań bojowych może być tak różnorodny, że na tle tej różnorodności wyłania się cały szereg czynników mających istotny wpływ na przebieg poszczególnych rodzajów działań wojsk /w tym również marszu/. W niniejszym rozdziale rozpatrzono tylko niektóre z czynników determinujących marsz kolumny wojskowej z preferencją tych, które mają bezpośredni wpływ na kształtowanie podstawowych norm taktyczno-technicznych marszu. Ich doboru dokonano z punktu widzenia praktycznych potrzeb i doświadczeń z ćwiczeń wojskowych.

### 2.1. Charakterystyka czynników determinujących przebieg marszu

Przebieg marszu można rozpatrywać w różnych aspektach, w zależności od interesujących nas problemów. Dla każdego z tych aspektów z kolei można wyróżnić inną grupę czynników, mających wpływ na proces marszu.

Dla przykładu odległość marszu w ciągu doby i szybkość posuwania się wojsk mogą zależeć od:

- zadania na marsz;
- umiejętności dowódców w zakresie organizowania i prowadzenia kolumn marszowych;
- przygotowania kierowców;
- stanu technicznego pojazdów mechanicznych biorących udział w marszu;
- ilości i stanu dróg;
- pogody, pory roku i doby;
- organizacji wszechstronnego zabezpieczenia marszu itd.

Ponadto, przy wykonywaniu marszu w warunkach oddziaływania nieprzyjaciela, do powyższej listy można dodać m.in. następujące elementy:

- natężenie i siła uderzeń lotnictwa środkami konwencjonalnymi;
- natężenie, moc i sposób użycia broni jądrowej.

Z drugiej strony oczywistym jest, że powodzenie marszu zależy od przeprowadzenia szeregu przedsięwzięć.

Do nich m.in. można zaliczyć [18] :

- stażą gotowość techniki i stanu osobowego do wykonania marszu;
- niezwłoczne wydanie zarządzeń wstępnych dla wojsk w celu ich wcześniejszego zorientowania w charakterze przewidywanych /planowanych/ działań /możliwość równoległej pracy w zakresie organizacji wymarszu jednocześnie przez kilka szczebli dowodzenia/;
- wydzielenie pododdziałom i oddziałom możliwie dużej części czasu z ogólnego czasu przeznaczanego na przygotowanie do marszu;
- stażą kontrolę przez przełożonego stanu prac wykonywanych przez podwładnych w zakresie przygotowania do marszu oraz udzielenie im czynnej pomocy przy rozwiązywaniu bardziej złożonych problemów, związanych z organizacją marszu.

Powyższe wyszczególnienia mogą być podstawą do sporządzenia listy czynników determinujących przebieg marszu, odpowiednio z punktu widzenia odległości i szybkości marszu oraz jego przygotowania.

W niniejszym opracowaniu chodzi jednak o wyróżnienie i scharakteryzowanie tej grupy czynników, które mają lub mogą mieć wpływ na marsz na dowolnym etapie jego wykonywania oraz oddziałują na podstawowe normy taktyczno-techniczne.

✓ Do takich, w pewnym sensie uogólnionych czynników można zaliczyć:

- zadanie na marsz, jego treść i stopień sprecyzowania /zarządzenie wstępne lub rozkaz bojowy do marszu/;
- skład i strukturę wojsk wykonujących marsz;
- nakazane lub przyjęte ugrupowanie marszowe;
- rodzaj i stan techniczny etatowych i przydzielonych pojazdów mechanicznych;
- warunki drogowe;
- stopień i sposoby oddziaływania nieprzyjaciela na wojska /kolumny marszowe/ i trasy marszu;
- możliwości własne i pomoc wyższego szczebla w zakresie wszechstronnego zabezpieczenia marszu;

- warunki atmosferyczne, pora roku i doby.

Łatwo zauważyć, że wymienione czynniki posiadają wzajemne sprzężenia - przenikają się, a nawet w pewnym stopniu wynikają jedno z drugich. Ta strona zagadnienia będzie jednak przedmiotem oddzielnych analiz; w niniejszym podrozdziale ograniczę się do ogólnego opisu tych czynników. W celu uproszczenia zapisu wprowadzam następujące, skrótowe określenia w/wym. czynników: zadanie; wojska maszerujące; ugrupowanie marszowe; pojazdy mechaniczne; warunki drogowe; oddziaływanie nieprzyjaciela; zabezpieczenie marszu; warunki atmosferyczne.

**Z a d a n i e** jest podstawowym czynnikiem determinującym przebieg marszu, ponieważ jego treść określa większość podstawowych norm na marsz oraz zawiera szereg istotnych informacji, rzutujących na organizację marszu.

**W o j s k a m a s z e r u j ą c e** można scharakteryzować stanem liczebnym, stanem moralno-politycznym, wyposażeniem i systemem dowodzenia. Niezależnie od tego, z punktu widzenia sprawnego przeprowadzenia marszu, można wyróżnić takie elementy jak system łączności, stan wyszkolenia kierowców, stopień przygotowania sprzętu i stanu osobowego do marszu, ciągły i terminowy dopływ informacji do systemu dowodzenia itd.

**U g r u p o w a n i e m a r s z o w e** zależy przede wszystkim od postawionego zadania i sytuacji w jakiej wykonywany jest marsz, ilości pojazdów mechanicznych biorących udział w marszu, rodzaju tych pojazdów oraz ilości wydzielonych dróg marszu. Pochodnymi elementami są m.in. odległości między kolumnami i pojazdami, długość /głębokość/ ugrupowania oraz średnie prędkości ruchu kolumn i średnia prędkość marszu.

**P o j a z d y m e c h a n i c z n e**, w szczególności ich ilość, rodzaj i stan techniczny, również wywierają określony wpływ na przebieg marszu.

O przydatności pojazdów do wykonania marszu w określonych warunkach decyduje ich charakterystyka techniczna. Spośród elementów składających się na tą charakterystykę, pod względem ich wpływu na przebieg marszu, można wyróżnić następujące: ciężar bojowy, prędkość, zasięg, przekraczalność terenu, własności trakcyjne, wymiary gabarytowe, nie-

zawodność i potrzeby w zakresie obsługi technicznej.

W a r u n k i   d r o g o w e   charakteryzują m.in. następujące elementy:

- ilość i rodzaj przeszkód wodnych /mosty, brody itd/;
- ilość i rodzaj dróg, stan nawierzchni, ilość podjazdów i zakrętów, widoczność itp;
- przepustowość dróg oraz rodzaj dopuszczalnego ruchu /wyprzedzanie, mijanie/;
- ilość, stan i typ wiaduktów i tuneli;
- skrzyżowania oraz przejazdy przez miasta i osiedla;
- ilość i rozmieszczenie rokad oraz możliwości objazdów;
- stopień przygotowania tras marszu.

O d d z i a ł y w a n i e   n i e p r z y j a c i e l a   może się przejawiać m.in. w następujących postaciach:

- uderzenia na trasy marszu;
- uderzenia w kolumny ugrupowania marszowego;
- skażenia, zakażenia i zatopienia terenu;
- wywoływanie pożarów, wykonywanie zawałów leśnych itp;
- działanie grup desantowych, dywersyjnych itp;
- oddziaływanie psychologiczne.

Z a b e z p i e c z e n i e   m a r s z u, podobnie jak zabezpieczenie innych rodzajów działań bojowych wojsk, obejmuje następujące elementy [30] :

- rozpoznanie;
- obrona wojsk przed bronią masowego rażenia;
- obrona przeciwlotnicza;
- zabezpieczenie inżynieryjne;
- maskowanie;
- przeciwdziałanie radioelektroniczne;
- zabezpieczenie tyłowe.

Do listy tych elementów można m.in. dodać jeszcze ubezpieczenie [25] . Z zabezpieczenia tyłowego, z punktu widzenia wpływu na przebieg marszu, celowym wydaje się wyróżnienie zabezpieczenia materiało-

wego, zabezpieczenia technicznego i zabezpieczenia medycznego.

W a r u n k i   a t m o s f e r y c z n e   charakteryzują przede wszystkim takie elementy, jak:

- pora roku /lato, zima/;
- pora dnia /dzień, noc/;
- warunki atmosferyczne sensu stricto.

Z drugiej strony warunki atmosferyczne charakteryzują takie elementy, jak: opady, mgła, zachmurzenie, temperatura, ciśnienie atmosferyczne, wiatry itp.

## 2.2. Analiza czynników determinujących marsz

Opisane w poprzednim podrozdziale czynniki w różnym stopniu oddziałują na przebieg marszu. Ponadto, niektóre z elementów składających się na wymienione czynniki występują na listach kilku z nich, co wskazuje na celowość przeanalizowania właśnie tych elementów /zamiast samych czynników/ w aspekcie ich wpływu na poszczególne czynniki oraz wzajemnych sprzężeń /powiązań/.

Ze względu na powyższe oraz z uwagi na potrzeby w zakresie opracowań dalszych rozdziałów niniejszej pracy, analizie zostaną podane następujące czynniki i ich elementy:

- 1/ prędkość ruchu kolumn, prędkość marszowa, odległość i czas marszu;
- 2/ ugrupowanie marszowe;
- 3/ oddziaływanie nieprzyjaciela;
- 4/ wybrane elementy zabezpieczenia marszu.

### 2.2.1. Prędkość ruchu kolumn, prędkość marszowa, odległość i czas marszu

O d l e g ł o ś ć   i   c z a s   m a r s z u   są elementami ściśle współzależnymi, a przy dodatkowym uwzględnieniu prędkości marszu - wzajemnie się wyznaczają. Elementy te decydują o możliwościach marszowych wojsk. Ich wartości liczbowe wyznaczane są z kolei na podstawie analiz możliwości stanu osobowego /szczególnie kierowców/ i pojazdów mechanicznych. Ponieważ, przewidywany charakter współczesnych

działań bojowych, preferuje marsz na duże odległości, czas marszu określa się na kilka dób, a jego odległość wyraża się odległościami /zasięgami/ dobowymi. Obowiązujące w tej mierze normy zestawiono w tabelicy 2.3.

Średnią prędkość ruchu kolumny marszowej można określić jako iloraz przebytej /zaplanowanej/ drogi w km przez czas zużyty na marsz, bez uwzględnienia czasu zużytego na wyciąganie kolumny, odpoczynki i ześrodkowanie w nakazanym /docelowym/ rejonie. Czas ten umownie nazwę „czystym” czasem ruchu i oznaczę przez  $t_r$ . Jeżeli dodatkowo przebytą drogę oznaczymy przez  $S$ , a średnią prędkość ruchu kolumny przez  $V$ , to powyższe określenie, według znanego w fizyce wzoru na drogę w ruchu jednostajnym, można zapisać następującą zależnością:

$$V = \frac{S}{t_r} \quad /2.1/$$

Oczywistym jednak jest, że  $V$  zależy od chwilowych prędkości ruchu na poszczególnych odcinkach pokonywanej drogi. Jeżeli wyznaczona na marsz droga składa się z odcinków, różniących się dopuszczalnymi prędkościami ruchu /rodzaj nawierzchni, ukształtowanie drogi itp/, to na każdym z tych odcinków ruch będzie się odbywał z inną prędkością  $V_i$ , przy czym

$$V_i = \frac{S_i}{t_i},$$

gdzie:  $S_i$  - długość drogi na  $i$ -tym odcinku,  
 $t_i$  - czas jazdy na  $i$ -tym odcinku.

Średnią prędkość ruchu kolumny określa w takich przypadkach stosunek sumy długości wszystkich przebytych odcinków drogi  $\sum S$  do sumy czasów trwania ruchu na tych odcinkach  $\sum t$ . Można to zapisać w postaci:

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \quad /2.2/$$

Z drugiej strony oczywistym jest również, że średnia prędkość ruchu kolumny  $V$ , na danym odcinku drogi, jest uzależniona od średniej prędkości ruchu pojedynczego pojazdu  $V_p$  na tym odcinku. W praktyce z reguły określa się właśnie średnie prędkości ruchu pojedynczego pojazdu i dopiero na tej podstawie - średnie prędkości ruchu kolumn. Literatura podaje wiele teoretycznych i eksperymentalnych metod określania tych prędkości. Między innymi teoretyczne metody określania średnich prędkości, z wykorzystaniem rachunku prawdopodobieństwa, podane są w [6] i [20]. Dla zobrazowania odchylenia wartości  $V$  od  $V_p$ , w tabelicy 2.1. przedstawiono wyniki badań opisane w [6]. Obserwacje przeprowadzone na odcinkach dróg w dwóch etapach:

- w pierwszym, na podstawie przejazdu samochodem ciężarowym, określono  $V_p$ ;
- w drugim formowano kolumnę, która odbywała marsz na tym samym odcinku drogi i określono  $V$ .

Kolumny składały się z 28-42 samochodów ciężarowych.

Tablica 2.1

$V_p$	15	17	22	23	25	26	29
$V$	11	12	18	19	19	21	23
$V_p$	35	37	42	48	50	52	55
$V$	30	30	32	35	36	36	35

Przedstawione wyniki obejmują średnie liczbowe wartości prędkości otrzymanych w udanych obserwacjach, które uporządkowano według wzrastających wartości  $V_p$ . Charakterystycznym jest, że w trakcie badań dla  $15 > V_p > 50$  występowały trudności w utrzymaniu zwartości szerek kolumny.

W celu przedstawienia tych zależności w postaci graficznej /rys. 2.1/, w tabelicy 2.2 podano wyniki obliczeń teoretycznych tegoż autora [6].

Tablica 2.2

$V_p$	V	$V_p$	V	$V_p$	V
10	7,0	24	19,0	38	30,5
11	8,0	25	20,0	39	31,0
12	8,5	26	21,0	40	31,5
13	9,5	27	22,0	41	32,0
14	10,5	28	22,5	42	32,5
15	11,0	29	23,5	43	33,0
16	12,0	30	24,5	44	33,5
17	13,0	31	25,5	45	34,0
18	14,0	32	26,5	46	34,5
19	14,5	33	27,0	47	35,0
20	15,5	34	28,0	48	35,0
21	16,5	35	29,0	49	36,0
22	17,5	36	29,5	50	36,0
23	18	37	30,0	-	-

Wartości V zestawione w tablicy 2.2 obliczono według następujących zależności:

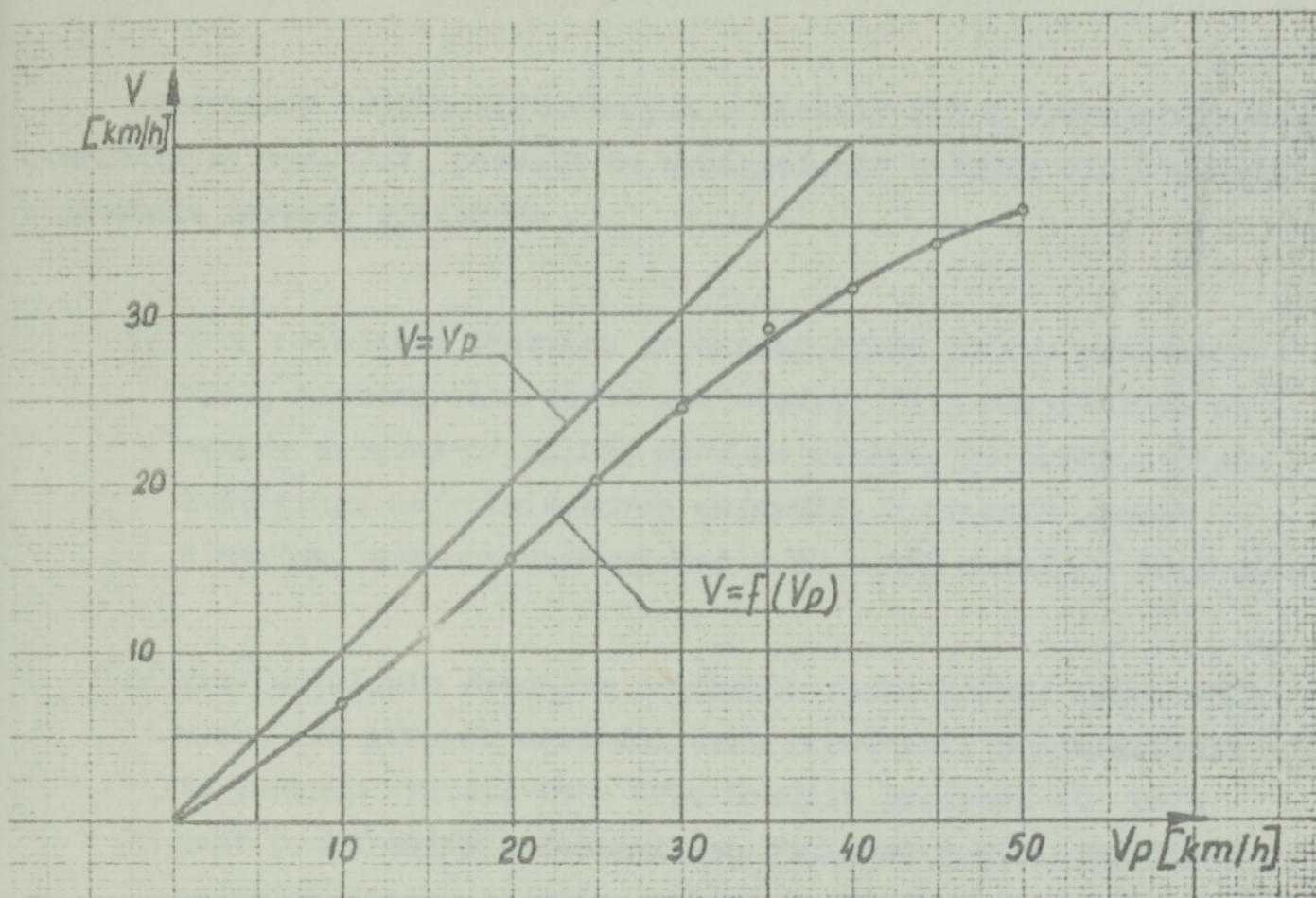
- dla  $10 \leq V_p < 35$

$$V = V_p - \sqrt{V_p} \quad /2.3/$$

- dla  $V_p = 50$

$$V = V_p - 2\sqrt{V_p} \quad /2.4/$$

- dla  $35 \leq V_p < 50$  - wartości V obliczono drogą interpolacji liniowej.



Rys. 2.1. Wykres zależności średniej prędkości ruchu kolumny od średniej prędkości pojazdu

Dla wojskowych kolumn marszowych przyjmuje się średnie prędkości ruchu kolumn określone w odpowiednich regulaminach i instrukcjach. Obowiązujące w tym zakresie dane normatywne zestawiono w tabelicy 2.3.

Średnie prędkości ruchu kolumn i dobowe odległości marszu [2.3]

Tablica 2.3

Wyszczególnienie	Prędkość w km/h		Odległość marszu w km/dobę	Uwagi
	w dzień	w nocy		
Kolumny gąsienicowe, mieszane i wojsk raketowych	20 - 30	15 - 20	200-250 i więcej	Prędkości marszu po drogach
Kolumny samochodowe	30 - 40	25 - 30	300 - 350	

Porównanie danych, zestawionych w tabelicy 2.3 z wykresem przedstawionym na rys. 2.1, pozwala na wyciągnięcie ważnych dla praktyki planowania marszów wniosków:

- 1/ Przy ustalaniu średnich prędkości ruchu kolumn gąsienicowych, mieszanych i wojsk raketowych /dla określonych warunków drogowych/ należy mieć na uwadze, że średnia prędkość grupy najwolniejszych pojazdów, biorących udział w marszu, powinna przewyższać o 20 - 25% ustaloną prędkość.
- 2/ Przy ustalaniu średnich prędkości ruchu kolumn samochodowych, dla górnych wartości tych prędkości, przewyższenie to powinno wynosić 35 - 40%; średnia prędkość 40 km/h jest praktycznie nieosiągalna, ponieważ średnia prędkość najwolniejszego pojazdu, obliczona według zależności /2.4/, musi w tym przypadku przekroczyć wartość 55 km/h.

Prędkość marszową określam jako stosunek przebytej /zaplanowanej/ drogi w km do ogólnego /całkowitego/ czasu marszu w godz., liczonego od chwili przekroczenia linii wyjściowej przez czoło pierwszej kolumny sił głównych do momentu wejścia w rejon docelowy /ześrodkowania/ ogona ostatniej kolumny sił głównych.

Z określenia tego wynika, że ogólny czas marszu jest sumą „czystego” czasu ruchu i czasu zużytego na wszystkie przerwy w ruchu /zaplanowane i wymuszone/. Rodzaje i czas trwania odpoczynków /zaplanowane przerwy w ruchu/ przedstawiono w tabelicy 2.4. W tabelicy tej dodatkowo podano normy w zakresie wyznaczania linii wyrównania, które zabezpieczają planowe i zorganizowane przemieszczenie wojsk, regulując czas ich przekroczenia przez poszczególne elementy ugrupowania marszowego.

Odpoczynki i linie wyrównania w marszu [23]

Tablica 2.4

Rodzaje odpo			Wyznacza się linie wyrównania	U w a g i
krótkie	długie	dzienne /nocne/		
Co 2-3 godz marszu na 20-30 min.	W początku drugiej połowy marszu na 2-4 godz.	Po marszu nocnym /dziennym/	Co 2-3 godz. marszu	Podczas odpo

Stosunek czasu bezpośredniego ruchu do ogólnego czasu marszu zależy od wielu czynników, a przede wszystkim od założonego wysiłku marszowego i kalkulacji czasu.

Według [30], ogólna kalkulacja czasu dobowego marszu może być następująca:

- a/ 12 godzin na „czysty” ruch;
- b/ 12 godzin na odpo

  - jeden długi trwający 3-4 godzin;
  - dwa krótkie po 30 minut;
  - dzienny /nocny/, trwający 7-8 godzin.

Zgodnie z taką kalkulacją czasu, przy założeniu średniej prędkości ruchu kolumn 20-25 km/h, w ciągu jednej doby wojska mogą przejść odległość 240-300 km. W kalkulacji tej przewidziano czas na przeglądy i obsługiwanie techniczne pojazdów mechanicznych, spożycie strawy i krótki odpo

Przy wykonywaniu marszu na duże odległości, końcowe odcinki przemarszów mogą być krótsze, co zwiększy gotowość bojową związku taktycznego i oddziałów. Efektywność marszu, mierzona stosunkiem „czystego” czasu ruchu do ogólnego czasu marszu, wyniesie w tym przypadku 0,5.

Analiza danych z kalkulacji czasu marszu, wykonanych w załączniku 1 do niniejszej pracy, wykazuje następującą efektywność marszu

/w założonych warunkach jego wykonywania/:

- dla pierwszej i drugiej doby marszu - ok. 0,42;
- dla trzeciej doby marszu - ok. 0,33;
- łącznie za cały czas marszu - ok. 0,39.

Do obliczenia prędkości marszowych, należy jeszcze określić drogę przebytą na rozpatrywanym etapie marszu lub w określonym czasie.

[30] podaje, że dywizja może wykonać marsz na odległość 1000 km w ciągu 4-5 dób, przy średniej prędkości ruchu kolumn 20-25 km/h. Według źródeł radzieckich [18, 21 i 31], marsze na duże odległości mogą być wykonywane na odległość 1500-2000 i więcej km. Dla naszych warunków, z punktu widzenia położenia geograficznego można przyjąć, że marsze będą się odbywały na odległości do 1000 km.

Biorąc powyższe pod uwagę, można obliczyć przybliżone wartości prędkości marszowej dla poszczególnych wariantów kalkulacji ogólnej czasu marszu.

Prędkości te wyrażają się wielkościami:

- dla kalkulacji wg [30]:

prędkość marszowa na dobowym odcinku marszu

$$\frac{240-300}{24} = 10 - 12,5 \text{ km/h;}$$

prędkość marszowa na całej odległości marszu

$$\frac{1000}{96-120} = 10,4 - 8,3 \text{ km/h;}$$

- dla kalkulacji wg załącznika 1:

prędkości marszowe w pierwszym i drugim dniu marszu

$$\frac{250}{24} = 10,4 \text{ km/h;}$$

prędkość marszowa w trzecim dniu marszu

$$\frac{200}{24} \approx 8,3 \text{ km/h;}$$

prędkość marszowa w całym cyklu

$$\frac{100}{72} \approx 9,7 \text{ km/h.}$$

W świetle powyższych wartości na prędkość marszową, ciekawie przedstawia się zestawienie analogicznych danych, przyjmowanych do kalkulacji marszu przez amerykańskich specjalistów wojskowych. Otóż wg [14], przy wykonywaniu marszu przez dywizję w warunkach normalnych, po jednej drodze na odległość 190 km, „pierwsze pododdziały dywizji powinny osiągnąć punkt docelowy po upływie 10 godzin, ostatnie zaś - po - upływie 20 godzin, jeśli marsz odbywa się po drodze utrzymanej - i po upływie 28 godzin 40 min., jeśli marsz odbywa się po drodze bitej”. Daje to, w zależności od rodzaju drogi, odpowiednio prędkości marszowe: 9,5 i ok. 6,6 km/h.

Przy określaniu odległości marszu na podstawie mapy, należy dodatkowo uwzględnić poprawkę na profil i krzywiznę dróg.

Ponadto, przy prognozowaniu rzeczywistego przebiegu pojazdów mechanicznych /do planowania zabezpieczenia technicznego/, należy uwzględnić współczynnik manewru sprzętem /wyciąganie i zjeżdżanie kolumn z tras marszu/. Według [2] współczynnik ten, dla przegrupowania związku taktycznego na duże odległości, wynosi 1,4 - 1,5. Według przebiegów pojazdów mechanicznych uzyskanych w załączniku 1, współczynnik ten ma następujące wartości: dla pierwszej i drugiej doby marszu - ok. 1,41, dla trzeciej doby marszu - ok. 1,75 i dla całego zadania - ok. 1,46.

O g ó l n y c z a s m a r s z u, jak już wspomniano wyżej, określa się na kilka dób /przy marszach na duże odległości/. Bardzo ważnym, z punktu widzenia organizacji marszu, jest podział tego czasu na przygotowanie do marszu, wykonanie marszu i doprowadzenie wojsk do pełnej gotowości bojowej po wykonaniu marszu /w rejonie ześrodkowania/. Szczególnie ważna jest wielkość czasu wydzielona na okres przygotowawczy. Przy odpowiednio długim czasie okresu przygotowawczego, dowódca i sztab mogą bardzo szczegółowo przygotować i przeanalizować dane do decyzji, natomiast organa zabezpieczenia technicznego będą mogły w tym czasie skrupulatnie przygotować sprzęt techniczny do wykonania marszu oraz ewentualnie przeprowadzić szkolenia techniczne, ze szczególnym uwzględnieniem szkolenia kierowców w zakresie pokonywania trudnodostępnych odcinków wyznaczonych do marszu dróg. Należy się jednak liczyć z tym, że we współczesnych warunkach działań bojowych czasy te mogą być bardzo krótkie.

Dywizje o stałej gotowości bojowej powinny być przygotowane do rozpoczęcia marszu po ogłoszeniu alarmu - według jednego z wariantów, opracowanych jeszcze w okresie pokojowym. Dowódca w tym przypadku będzie podejmował decyzję i stawiał zadania w rejonie alarmowym i udokładniał je oddziałom podczas marszu [30]. Metoda pracy dowódcy i sztabu w zakresie organizacji marszu, będzie zależała głównie od możliwości wykorzystania zawczasu opracowanych wariantów działania oraz od sytuacji. Służby techniczne z reguły będą miały trudności w zakresie zabezpieczenia materiałowo-technicznego, technicznego i drogowego. Zabiegi techniczne przy pojazdach mechanicznych, będą wykonywane w rejonie alarmowym, z konieczności w zmniejszonym zakresie.

Dywizje o zmniejszonym składzie /skadrowane/ rozpoczynają marsz po uprzednim uzupełnieniu stanów osobowych i techniki. Ich sztaby oraz dowódcy i szefowie rodzajów wojsk, wojsk specjalnych i służb będą mieli możliwości wszechstronnego zaplanowania i przygotowania marszu.

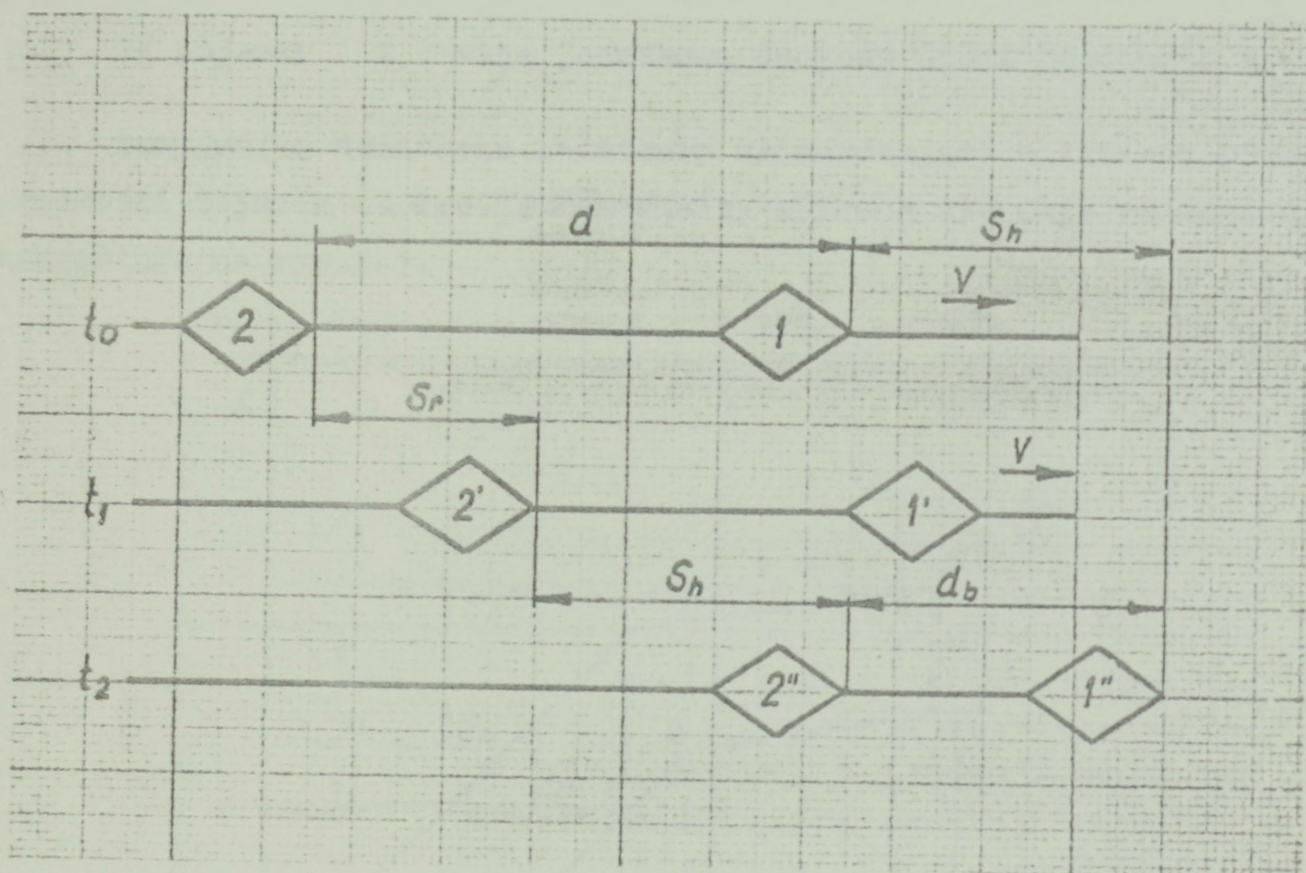
Ważne znaczenie dla organizacji marszu ma również znajomość zadań i czas ich rozpoczęcia po wykonaniu marszu. Jeżeli w rejonie docelowym /ześrodkowania/ nie przewiduje się dłuższej przerwy w działaniach na wypoczynek ludzi i obsługiwanie techniczne pojazdów mechanicznych, to końcowe odcinki przemarszu powinny być krótsze. W czasie przerw w ruchu na tych odcinkach odtwarza się gotowość bojową wojsk, m.in. przez wydzielenie czasu na odpoczynek stanu osobowego i obsługiwanie techniczne sprzętu.

### 2.2.2. Ugrupowanie marszowe

Analizę ugrupowania marszowego celowo jest poprzedzić rozpatrzeniem jej podstawowych elementów - odległości między pojazdami mechanicznymi w kolumnie marszowej i odległości między tymi kolumnami w ugrupowaniu marszowym.

Odległości między pojazdami w kolumnie marszowej ustala się w drodze praktycznych obserwacji i pomiarów lub rozważań teoretycznych [6] i [5]. W teoretycznych rozważaniach dominującą rolę spełnia warunek bezpieczeństwa ruchu, który ogólnie formułowany jest w ten sposób, że minimalna odległość dwóch pojazdów jadących jeden za drugim powinna być taka, aby przy gwałtownym zahamowaniu pojazdu pierwszego, pojazd drugi zdążył wytracić prędkość i za-

trzymać się w określonej odległości od pojazdu pierwszego. Warunek ten przedstawiono graficznie na schemacie - rys.2.2.



Rys. 2.2. Schemat zmiany odległości między dwoma pojazdami przy hamowaniu.

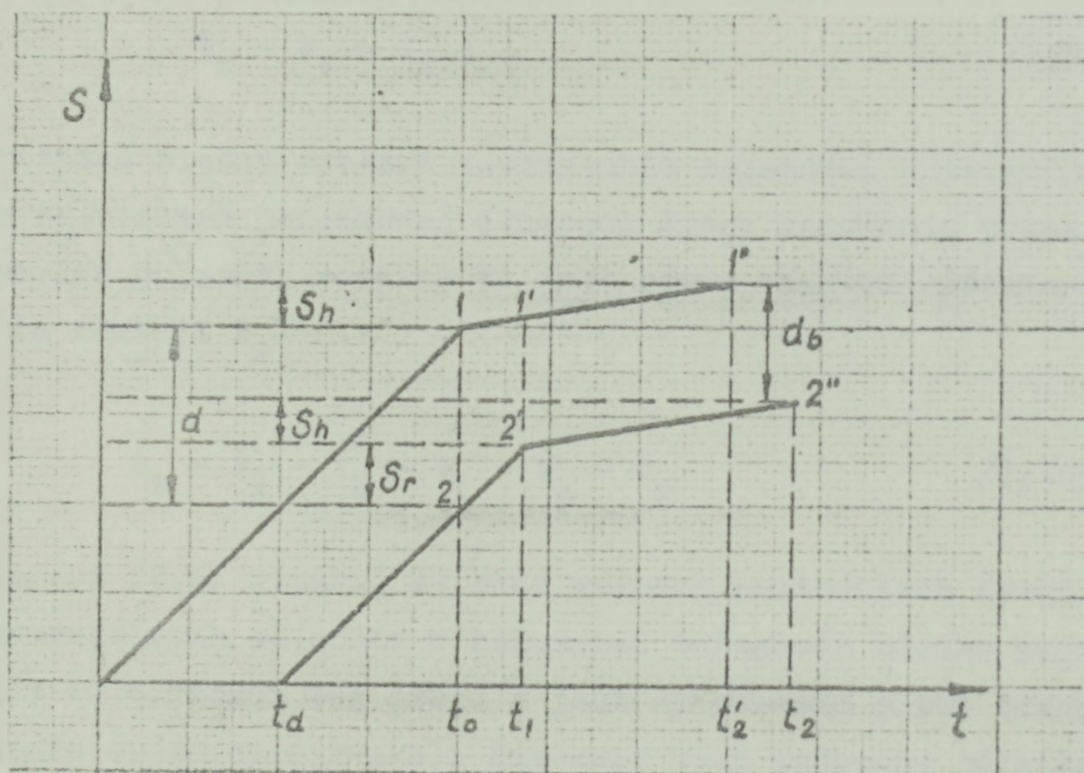
Przebieg sytuacji drogowej przedstawionej na schemacie jest następujący:

- dwa kolejne pojazdy kolumny jadą po drodze z jednakową prędkością, zachowując odległość  $d$ ;
- w chwili  $t_0$  pojazd 1 rozpoczyna hamowanie;
- w chwili  $t_1$  kierowca pojazdu 2 zauważył zmniejszanie się odległości i od położenia 2' również rozpoczyna hamowanie; czas  $t_1 - t_0 = t_r$  jest czasem opóźnienia reakcji kierowcy pojazdu 2, w przeciągu którego pojazd ten zmienia położenie z 2 na 2' przebywając drogę reakcji  $S_r = v \cdot t_r$ ; pojazd 1 znajduje się w położeniu 1' i nadal wytraca prędkość przez hamowanie;
- w chwili  $t_2$  pojazd 2, po przebyciu drogi hamowania  $S_h$ , zatrzymuje się w położeniu 2'' w odległości  $d_b$  od pojazdu 1.

W rozumowaniu tym przyjęto uproszczenia:

- 1/ na całej długości odcinka trasy  $d + S_h$  są identyczne warunki drogowe;
- 2/ pojazdy 1 i 2 mają jednakową długość drogi hamowania  $S_h$ .

Przyjmując dodatkowe założenia upraszczające - liniowy przebieg prędkości pojazdu na drodze hamowania, opisaną sytuację przedstawiono wykreślnie na rys.2.3.



Rys. 2.3. Wykres drogi hamowania w funkcji czasu dla dwóch, podążających za sobą pojazdów

Na podstawie danych z rys.2.3 można zapisać następujące zależności:

$$d + S_h = S_r + S_h + d_b \quad /2:5/$$

lub

$$t_d + t_h = t_r + t_h + t_b \quad /2:6/$$

gdzie:  $t_d$  - odcinek czasu między przejazdem dwóch kolejnych pojazdów kolumny przez określony punkt drogi /przerwa między przejazdem dwóch kolejnych pojazdów/

$$t_d = \frac{d}{v} ; \quad /2.7/$$

$t_n$  - czas hamowania

$$t_n = t_2 - t_1 = t_2' - t_0 ; \quad /2.8/$$

$t_r$  - czas opóźnienia reakcji kierowcy

$$t_r = t_1 - t_0 ; \quad /2.9/$$

$t_b$  - różnica między czasami zatrzymania pojazdów; w związku z założeniem jednakowej długości drogi hamowania przez obydwa pojazdy, różnica ta jest równa czasowi opóźnienia reakcji  $t_r$

$$t_b = t_2 - t_2' = t_1 - t_0 = t_r \quad /2.10/$$

Z zależności /2.5/ wynika, że przy różnych wartościach drogi hamowania poszczególnych pojazdów w kolumnie, odległość między pojazdami nie zależy od wartości tej drogi i jest wyznaczana przez drogę przebytą w czasie opóźnienia reakcji kierowcy oraz założoną odległość końcową między zatrzymanymi pojazdami. Analogiczny wniosek, w relacjach czasowych, można wyciągnąć z zależności /2.6/.

Przy różnych wartościach dróg hamowania dla poszczególnych pojazdów w kolumnie marszowej, można wyróżnić dwa przypadki:

1/ długość drogi hamowania pojazdu poprzedzającego

/1/ jest większa od wartości tej drogi pojazdu poprzedzanego

/2/ -

$$s_{h1} > s_{h2} \quad /2.11/$$

Na podstawie /2.5/, z uwzględnieniem /2.11/, odległość między kolejnymi pojazdami w kolumnie wyrazi się zależnością:

$$d = s_r + d_b - |s_{h1} - s_{h2}| ; \quad /2.12/$$

czyli w tym przypadku, odległość między pojazdami  $d$  można skrócić o wartość różnicy  $S_{h_1} - S_{h_2}$  ;

2/ długość drogi hamowania pojazdu poprzedzającego jest mniejsza od wartości tej drogi pojazdu poprzedzanego -

$$S_{h_1} < S_{h_2} . \quad /2.13/$$

W tym przypadku

$$d = S_r + d_0 + /S_{h_2} - S_{h_1} / ; \quad /2.14/$$

czyli odległość  $d$  należy wydłużyć o wartość  $S_{h_2} - S_{h_1}$  .

W tabelicy 2.5 zestawiono wartości  $d$  przy różnych prędkościach ruchu pojazdów, dla przypadku  $S_{h_1} = S_{h_2}$  . Do obliczenia wartości  $d$  przyjęto następujące zależności i założenia:

1/ drogę hamowania dla pojazdów gąsienicowych obliczono ze wzoru [15]:

$$S_h = \frac{v^2}{2g / f_s + \psi \cos \alpha} \quad /2.15/$$

gdzie:  $v$  - prędkość pojazdu w momencie rozpoczęcia hamowania;

$f_s$  - sumaryczny współczynnik oporu ruchu;

$\psi$  - współczynnik przyczepności;

$\alpha$  - kąt wzniesienia drogi;

$g$  - przyspieszenie ziemskie.

Założono najbardziej niesprzyjające /z punktu widzenia hamowania/ warunki drogowe:  $f_s = 0,05$ ;  $\psi = 0,2$ ;

2/ do obliczenia drogi  $S_r$  przyjęto na podstawie [15] czas opóźnienia reakcji  $t_r = 1$  sek.

Czyli  $S_r = v \cdot t_r = v \cdot 1$  ;

3/ założono, że  $S_{h_1} = 0$ , tzn., że po upływie czasu  $t_r$  kierowca pojazdu poprzedzanego zauważy stojący już pojazd poprzedzający. Przy takim założeniu, wartość  $d$  osiągnie wartość maksymalną, zgodnie z zależnością:

$$d = S_r + S_h + d_b ;$$

4/ wartość końcowej odległości między pojazdami przyjęto za równą /w przybliżeniu/ podwójnej długości pojazdu

$$d_b = 15 \text{ m.}$$

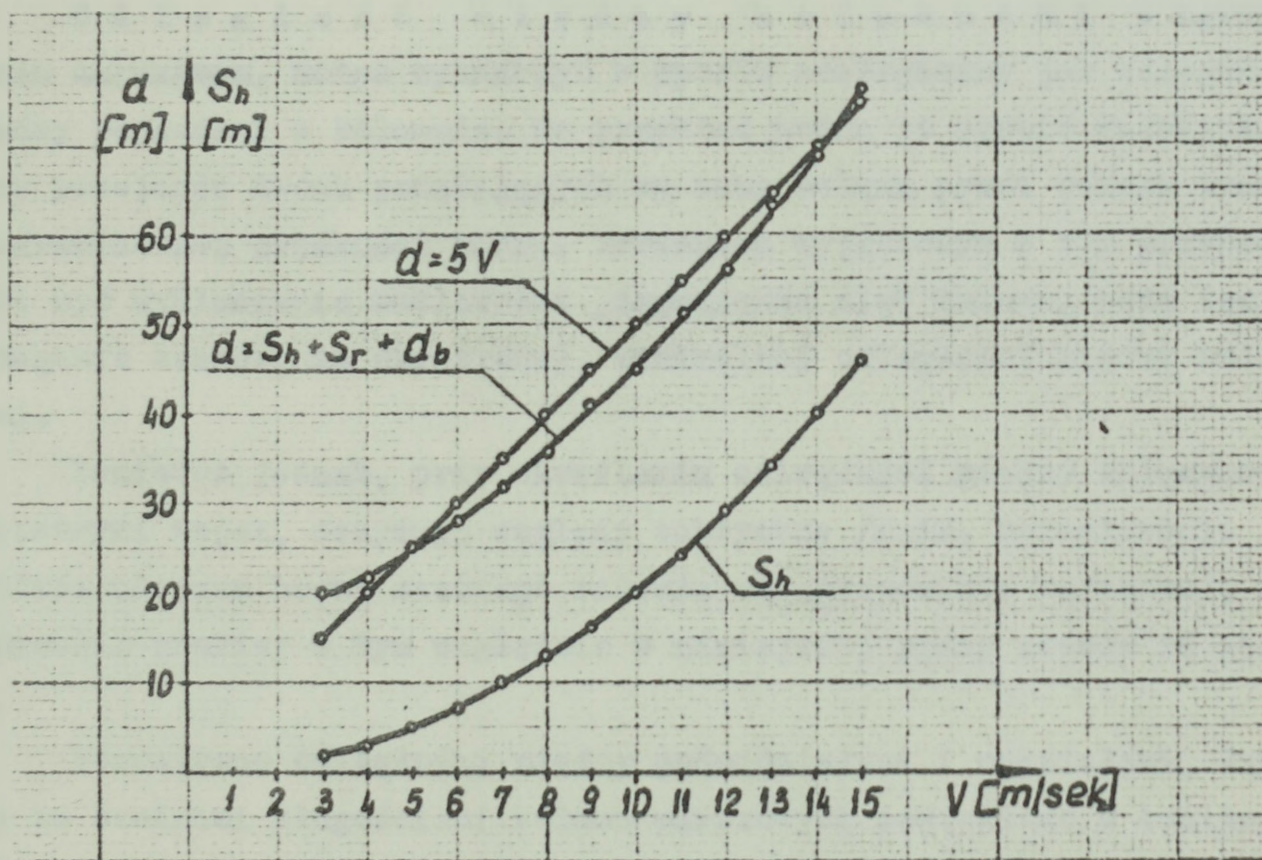
Odległości między pojazdami w kolumnie

Tablica 2.5

Prędkości V		Droga hamowania $S_h$ [m]	Droga opóźnienia reakcji $S_r$ [m]	Odległość między pojazdami $d$ [m]
m/sek	km/h			
3	10,8	1,84	3	20
4	14,4	3,26	4	22
5	18,0	5,10	5	25
6	21,6	7,34	6	28
7	25,2	10,00	7	32
8	28,8	13,05	8	36
9	32,4	16,53	9	41
10	36,0	20,40	10	45
11	39,6	24,70	11	51
12	43,2	29,40	12	56
13	46,8	34,50	13	63
14	50,4	40,00	14	69
15	54,0	46,00	15	76

Z tablicy 2.5 wynika, że obliczone wartości  $d$ , w zakresie stosowanych dla kolumn wojskowych prędkości ruchu, w przybliżeniu odpowiadają wielkościom normatywnym /25-50 m/.

W wyniku analizy zależności /2.5/ do /2.10/ można określić odległość między kolejnymi pojazdami w kolumnie w jednostkach czasu. W [15] czas ten określono na 5 sek. Istotnie, w zakresie stosowanych prędkości ruchu, takie liniowe przybliżenie może być z powodzeniem przyjęte, co uwidoczniono na rys. 2.4.



Rys. 2.4. Wykres zależności odległości między pojazdami od prędkości jazdy i długości drogi hamowania

Na zakończenie rozważań z zakresu odległości między pojazdami w kolumnie marszowej warto nadmienić, że amerykańscy specjaliści wojskowi [14] stosują do obliczania tych odległości metodę "mnożnika szybkościomierza". W artykule tym czytamy: „Zgodnie z zasadą „mnożnika szybkościomierza” pojazdy utrzymują w marszu stałą odległość jeden od drugiego, równą w jardach liczbie mil jaką wskazuje licznik pojazdu.

Odległość między pojazdami może być również obliczona przez pomnożenie przeciętnej długości pojazdu /przyjętej z nadmiarem jako równej 10 jardów/ przez każde 10 mil prędkości". i dalej „W związku z tym, że odległość zależy również od rodzaju drogi, obliczoną odległość między pojazdami w marszu mnoży się przez współczynnik rodzaju drogi, który wynosi: dla dróg utrzymanych - 2, a dla dróg bitych - 4". Po przeliczeniu na miary metryczne, na przykład dla prędkości 24 km/h odległości między pojazdami wynoszą: 27 m dla drogi „utrzymanej” i 54 m dla drogi „bitej”.

O d l e g ł o ś ć   m i ę d z y   k o l u m n a m i w ugrupowaniu marszowym, można wyznaczyć w sposób analogiczny jak odległość między pojazdami w kolumnie. Na przykład można to zrobić metodą analizy przejazdu dwóch podążających za sobą kolumn przez odcinek trasy o ograniczonej prędkości ruchu. Warunkiem wyjściowym w tym przypadku może być wykluczenie możliwości „dogonienia się” kolumn, bądź też wymaganie zachowania określonej, minimalnej odległości między kolumnami.

Ponieważ jednak, przy określaniu odległości między kolumnami marszowymi wojsk, decydują względy taktyczne /m.in. ograniczenie skutków uderzeń broni masowego rażenia na ugrupowanie marszowe/, wykonywanie analizy w tym względzie w niniejszej pracy uważam za zbędne.

Normatywne odległości między pododdziałami i oddziałami, łącznie ze średnimi długościami kolumn marszowych zestawiono w tablicy 2.6. Wartości liczbowe z zakresu średnich długości kolumn, zestawione w tej tablicy, określono przy założeniu, że odległości między pojazdami mechanicznymi w poszczególnych kolumnach marszowych wynoszą 25-50 m.

Na strukturę ugrupowania marszowego wojsk duży wpływ mają również elementy ubezpieczenia marszowego i rozpoznania, dlatego też odpowiednio w tablicach 2.7 i 2.8 podano dane normatywne z tego zakresu.

Na zakończenie powyższych rozważań należy stwierdzić, że ugrupowanie marszowe zależy w decydującym stopniu od ogólnej sytuacji, w jakiej marsz ma być wykonany, a w związku z tym zasadnicze dane, zarówno w zakresie zestawienia jak i prowadzenia kolumn marszowych, są określane w zadaniu do marszu.

Średnie długości kolumn marszowych i odległości [23]

Tablica 2.6

Ip.	Pododdziały, oddziały i związki taktyczne	Długość w km			Odległość między pododdziałami i oddziałami
		po jednej drodze	po dwóch drogach	po trzech drogach	
1	2	3	4	5	6
1	Kompania piechoty	0,3-0,7			
2	Kompania czołgów	0,8-1,0			
3	Bateria artylerii	0,4-0,8			
4	Batalion piechoty	2,5-4,0			między kompaniami 200 m
5	Dywizjon artylerii	2,0-3,5			między bateriami 200 m
6	Dywizjon rakiet taktycznych	1,5-2,0			
7	Pużk zmechanizowany	35-40	13-18		między batalionami nie mniej niż 5 km
8	Pużk czołgów	25-30	10-14		między kompaniami 2-3 km

1	2	3	4	5	6
9	Pułk artylerii	20-30			między dywizjonami nie mniej niż 5 km
10	Dywizja zmechanizowana	200-250	100-120	60-80	między pułkami 5-10 km
11	Dywizja pancerna	180-230	90-110	50-70	między pułkami 5-10 km

Normy z zakresu ubezpieczenia marszowego [23]

Tablica 2.7

Elementy ubezpieczenia	Skład	Kto wysyła /organizuje/	Sposób działania	U w a g i
Awangarda /oddział boczny, ariergarda/	Wzmocniony batalion piechoty, kompania czołgów	Pułk	Działa w odległości 20-30 km od sił głównych	
Szpica czołowa, boczna i tylna	Wzmocniona kompania piechoty, czołgów /pluton/	Awangarda, batalion piechoty, pułk czołgów	Działa w odległości 5-10 km od sił głównych lub awangardy	Szpica boczna do 5 km
Patrol czołowy boczny i tylny	Do wzmocnionego plutonu	Szpica lub kompania maszerująca samodzielnie	Działa w odległości do 3 km od szpicy, kompanii	Patrol lub szpica wysyła wozy patrolowe na odległość wzrokową, jednak nie dalej jak na 3 km

Formy z zakresu rozpoznania [23]

Tablica 2.8

Elementy rozpoznania	Skład	Kto wysyła /organizuje/	Sposób działania	U w a g i
Patrol rozpoznawczy /PR/	Wzmocniony pluton	Batalion, pułk	Otrzymuje do rozpoznania kierunek lub obiekt. Działa w odległości do 10 km od własnych pododdziałów	Wysyła wóz patrolowy na odległość do 3 km
Samodzielny patrol rozpoznawczy /SPR/	Wzmocniony pluton, kompania /pluton rozpoznawczy/	Pułk Dywizja	Otrzymuje do rozpoznania kierunek lub obiekt. Oddalenie do 20 km od własnych wojsk	Wysyła patrol na odległość 5-7 km i wozy patrolowe na odległość do 3 km
Oddział rozpoznawczy /OR/	Wzmocniona kompania /pluton rozpoznawczy/, batalion /kompania rozpoznawcza/	Pułk dywizja	Rozpoznaje w pasie 6-12 km. Oddalenie od własnych wojsk 30 km i więcej	Wysyła patrol czołgowy na odległość 5-7 km oraz patrol boczny i ubezpieczenie tylne na 3-5 km

Niemniej jednak przy organizacji marszu, w miarę możliwości, należy spełniać wnioski wynikające z analiz technicznych, co przyczyni się do zwiększenia prędkości marszu /przez pełniejsze wykorzystanie przepustowości dróg/, usprawnienia dowodzenia i organizacji zabezpieczenia technicznego marszu itp.

### 2.2.3. Oddziaływanie nieprzyjaciela

W okresie bezpośredniego zagrożenia marsze wojsk wykonywane są w zasadzie bez zakłóceń, bez niebezpieczeństwa bezpośredniego oddziaływania nieprzyjaciela. Podstawowym celem marszu w tym okresie, to terminowe osiągnięcie nakazanego rejonu w gotowości do wykonywania dalszych zadań.

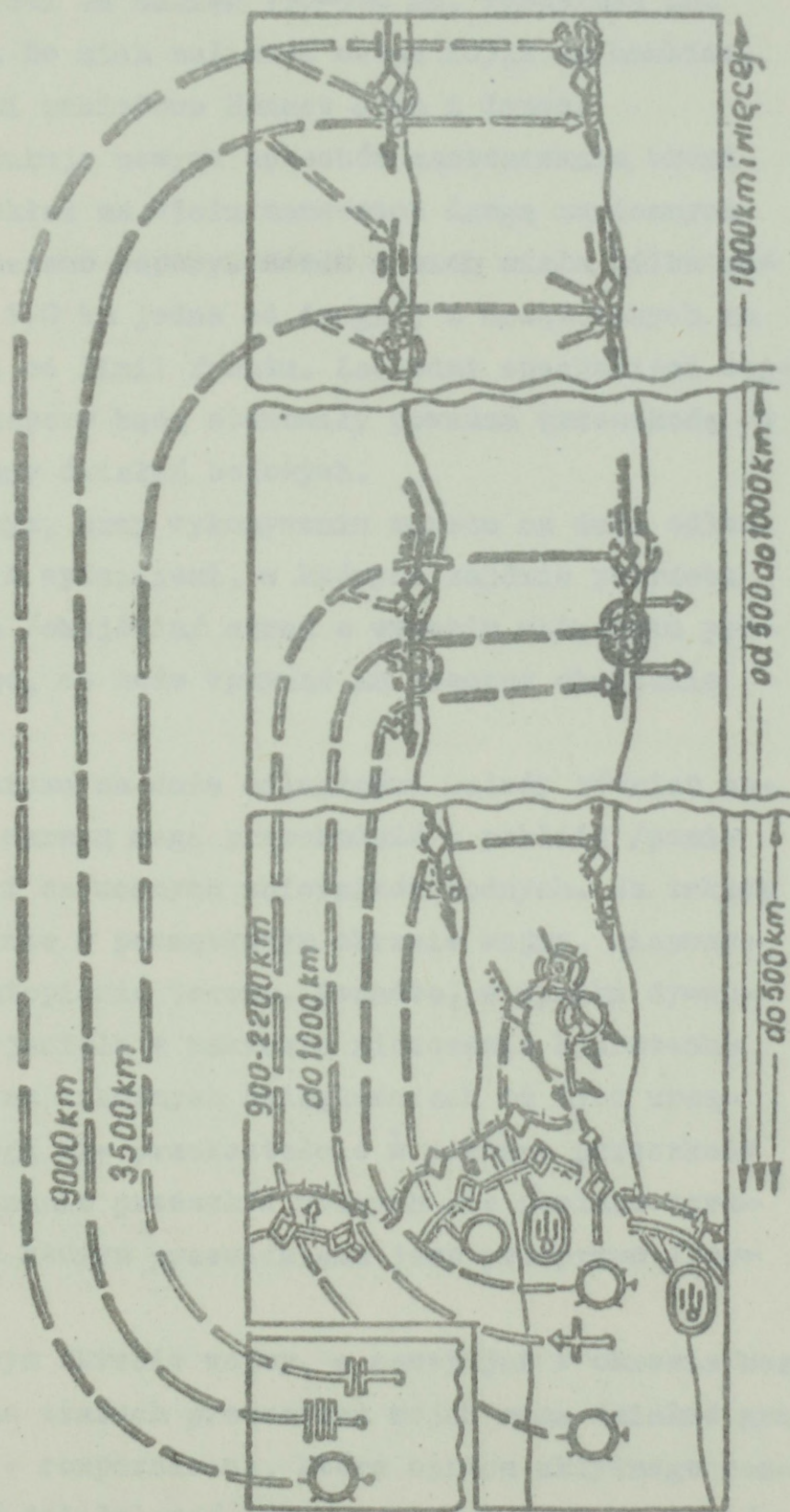
Najbardziej trudnym jest organizowanie i prowadzenie marszu w początkowym okresie wojny. W okresie tym może wystąpić na dużą skalę obustronne użycie broni masowego rażenia, w rezultacie czego na trasach przemarszu można oczekiwać poważnych zniszczeń i obszernych stref skażeń [18]. Oddziaływanie nieprzyjaciela na maszerujące wojska, jak już wspomniano w podrozdziale 2.1, może przybrać różne postaci, z których rozpatrzę tylko niektóre, mające szczególne znaczenie właśnie w początkowym okresie wojny.

Współczesne środki przenoszenia broni jądrowej umożliwiają nieprzyjacielowi na zakłócanie komunikacji praktycznie na każdej głębokości. Jednak charakter i skuteczność tego zakłócania będzie różna dla różnych odległości od linii frontu. Możliwy charakter oddziaływania nieprzyjaciela na kolumny marszowe wojsk, w zależności od odległości od linii frontu, przedstawia rys.2.5.

I tak, na odległościach ponad 1000 km /od linii frontu/ można spodziewać się uderzeń środkami strategicznymi. Do nich można zaliczyć m.in. średnie bombowce strategiczne /zasięg działania do 3000 km/, pociski raketowe średniego zasięgu /zasięg do 4600 km/ i niektóre typy bombowców lotnictwa taktycznego /zasięg powyżej 1000 km/.

Na odległościach 500-1000 km może być użyta większość lotnictwa taktycznego, samoloty - pociski typu Mayse /zasięg do 900 km na małych wysokościach/ oraz pociski raketowe typu Pershing /zasięg do 700 km/. Na odległościach mniejszych niż 500 km, można się spodziewać uderzeń jądrowych przy użyciu takich środków jak pociski rakie-

Charakter oddziaływania nieprzyjaciela  
na kolumny marszowe wojsk  
(wariant)



towe Sergeant /do 140 km/ i Honest John /do 40 km/.

Analiza, będących w uzbrojeniu armii głównych państw kapitalistycznych, środków przenoszenia broni jądrowej wykazuje, że tylko około 20% ich ogólnej ilości ma zasięg 150-500 km. Pozostała ich część ma zasięg 15-30 km. Do nich zaliczyć można 203,2 mm haubice, 175 mm armaty oraz pociski raketowe Honest John i Lance.

Dowództwo NATO poszukuje nowych sposobów zastosowania broni masowego rażenia. Na przykład na wielu manewrach drogą naziemnych wybuchów jądrowych, wytwarzano zapory. Każda z nich miała kilka rubieży w odległościach do 150 km jedna od drugiej i urzutowanych na głębokość 300 km i więcej od linii frontu. Zachodni specjaliści wojskowi uważają, że takie zapory będą stanowiły poważną przeszkodę w podciąganiu rezerw w rejony działań bojowych.

W związku z powyższym, przy wykonywaniu marszu na duże odległości należy się liczyć z sytuacjami, w których zajdzie potrzeba /konieczność/ pokonywania /obejścia/ stref o wysokim natężeniu promieniowania radioaktywnego, co może wpłynąć na znaczne obniżenie prędkości marszowej.

Przy organizacji marszu na duże odległości należy również uwzględnić fakt, że trasy marszu mogą przechodzić w pobliżu /poniżej/ zapór wodnych, śluz i sztucznych zbiorników wodnych. Na takich odcinkach trasy, szczególnie w początkowym okresie wojny, nieprzyjaciół może spowodować zatopienie terenu. Ponadto, w wyniku dywersyjnego działania nieprzyjaciela w zakresie niszczenia hydrotechnicznych urządzeń, nawet na znacznych odległościach od tych urządzeń, niewielkie rzeki mogą się przekształcić w poważne przeszkody wodne. Dlatego też rozpoznanie przeszkód wodnych nie powinno ograniczać się do odcinka, na którym przewidziana jest przeprawa /forsowanie/.

Ponadto w początkowym okresie wojny, a nawet już w okresie bezpośredniego zagrożenia, na trasach przemarszu wojsk mogą działać grupy /oddziały/ dywersyjno - rozpoznawcze, które oprócz aktywnego rozpoznania, będą przejawiać działalność dywersyjną /niszczenie mostów i przepraw, napady na sztaby i kolumny marszowe, szczególnie elementy zabezpieczenia tyłowego itp/. Jednym z głównych zadań takich grup będzie opóźnianie marszu wojsk, w celu niedopuszczenia do ich terminowego wyjścia w rejony działań bojowych. Stąd też wysokie wyma-

gania, jakie się stawia w odniesieniu do organizacji ubezpieczenia marszowego zarówno kolumn w marszu jak i ugrupowań wojsk w rejonach odpoczynków.

Z powyższego opisu oraz z rys. 2.5 wynika, że wykonujące marsz wojska są najbardziej narażone na oddziaływanie z powietrza i to nawet przy wykonywaniu marszu na znacznych odległościach od linii frontu. Stwierdzenie to jest słuszne tym bardziej, iż amerykańscy specjaliści wojskowi jednoznacznie wskazują na wojska będące w marszu, jako na jeden z głównych celów uderzeń lotniczych. I tak na przykład w [14] autor podaje przebieg i wyniki „analizy marszu kolumn wojskowych i systemu zaopatrywania z punktu widzenia opłacalności niszczenia ich środkami napadu powietrznego”, przeprowadzonej przez Instytut Badawczy RAND w Santa Monica /stan Kalifornia/.

We wnioskach sformułowanych w tym artykule, m.in. czytamy: „Z przeprowadzonej analizy Amerykanie wyciągnęli wniosek, że w sytuacji bojowej bardziej opłacalnym obiektem dla uderzeń lotnictwa będą wojska w marszu, ...” oraz „... przerzuty wojsk są dokonywane zgodnie z planem określonym potrzebami na polu walki, ... Zdaniem Amerykanów potwierdza to słuszność wyboru maszerujących wojsk ... jako głównego obiektu uderzeń dla lotnictwa w działaniach zaczepnych i jako ważnego obiektu uderzeń w obronie. Odnosi się to również do obiektów w głębi ugrupowania przeciwnika” i dalej „Działania wzbraniające lotnictwa powodują opóźnienie ruchu po drogach ...” oraz „... w Europie, głównym celem działań wzbraniających lotnictwa w warunkach współczesnej wojny konwencjonalnej powinno być zapobieganie, opóźnianie i zwalczanie wojsk znajdujących się w marszu”.

#### 2.2.4. Elementy zabezpieczenia marszu

Powodzenie marszu i terminowe przybycie wojsk w wyznaczone rejon w dużym stopniu zależy od jego ciągłego i wszechstronnego zabezpieczenia. Elementy zabezpieczenia marszu wymieniono w podrozdziale 2.1; w niniejszym punkcie omówione zostaną pokrótce tylko niektóre z nich.

R o z p o z n a n i e uważa się za jeden z najważniejszych działań zabezpieczenia marszu. Jest ono prowadzone nieprzerwanie na drogach marszu i na skrzydłach ugrupowania marszowego.

Podstawowym zadaniem rozpoznania, przy wykonywaniu marszu na duże odległości, jest ciągłe i terminowe zdobywanie aktualnych danych o stanie tras marszu, możliwościach przepraw przez przeszkody wodne, istnieniu zapór oraz odcinków /rejonów/ skażeń i zakażeń. Organa rozpoznania, przy współdziałaniu z innymi elementami zabezpieczenia marszu, powinny rozpoznać i wyznaczyć drogi obejścia takich odcinków /rejonów/ lub wskazać kierunki ich bezpiecznego pokonania.

Przy wykonywaniu marszu w warunkach możliwości zetknięcia się z nieprzyjacielem /w przewidywaniu boju spotkaniowego/, rozpoznanie powinno m.in.: zdobyć informacje o podchodzeniu nieprzyjaciela, określić jego skład i ugrupowanie, charakter jego działań i przypuszczalny zamiar, zdobyć dane o stanie dróg, określić sytuację w zakresie skażeń i zakażeń na podejściach i w rejonie prawdopodobnych działań bojowych, zdobyć dane o terenie i stanie sanitarno-epidemicznym, rozpoznać nastroje moralno-polityczne w szeregach nieprzyjaciela oraz ewentualnie rozpoznać skutki własnych uderzeń.

W marszu na duże odległości na początkowych jego etapach, gdzie nie przewiduje się możliwości zetknięcia z nieprzyjacielem, w skład organów rozpoznania wyznacza się niewiele sił i środków. W miarę podchodzenia do rejonów zagrożonych, a szczególnie na etapie ostatniego dnia /ostatniej nocy/ marszu, organa te powinny być poważnie wzmocnione.

Normy z zakresu podstawowych organów rozpoznania, ich składu i sposobów działania, zestawiono w tabelicy 2.8. W uzupełnieniu tych danych można podać [30], że grupy rozpoznawcze mogą działać na głębokość do 100 km. Ponadto dużą rolę w rozpoznaniu mogą odegrać oddziały zabezpieczenia ruchu i oficerskie patrole rozpoznawcze, które tworzy się zwykle z oficerów rodzajów wojsk i służb. Może być również zapotrzebowane rozpoznanie powietrzne na głębokość do 250 km i więcej.

O b r o n a   p r z e d   b r o n i ą   m a s o w e g o   r a -  
z e n i a /opbmar/ jest jednym z najnowszych działów zabezpieczenia działań bojowych. Opbmar organizuje się w celu zachowania gotowości bojowej maszerujących wojsk i zabezpieczenia ich terminowego wyjścia w wyznaczone rejony /rubieże/.

Obejmuje ona [18, 25 i 30]:

- ciągłe rozpoznanie skażeń i zakażeń i terminowe powiadamianie wojsk



- o sytuacji w tym zakresie na trasie marszu;
- rozśrodkowanie /rozczerkowanie/ wojsk na drogach marszu i w rejonach odpoczynków;
  - właściwe wykorzystanie indywidualnych środków ochrony oraz właściwości ochronnych czołgów i innych pojazdów mechanicznych;
  - wykorzystanie właściwości ochronnych terenu i maskowanie wojsk;
  - stosowanie właściwych sposobów pokonywania stref skażonych;
  - przygotowanie dróg do manewru i inżynieryjne przygotowanie rejonów odpoczynków;
  - kontrola dozymetryczna ludzi i sprzętu;
  - zabiegi sanitarno-higieniczne i profilaktyczne;
  - zaopatrywanie wojsk w indywidualne środki ochronne;
  - likwidację skutków napadu broni masowego rażenia nieprzyjaciela.

Z powyższej listy czynności, wchodzących w zakres opbmar wynika, że obrona ta jest realizowana zarówno przez wojska jak i przez elementy takich działów zabezpieczenia, jak: rozpoznanie, zabezpieczenie inżynieryjne, medyczne, materiałowe, techniczne itd. Stąd praktyczny wniosek, że przy planowaniu wszelkich przedsięwzięć z zakresu organizacji i prowadzenia marszu, a szczególnie poszczególnych działów jego zabezpieczenia, nieodzownym jest uwzględnienie elementów opbmar.

Obrona przeciwlotnicza, w świetle wniosków z opisu przedstawionego w punkcie 2.2.3 niniejszego rozdziału, w zabezpieczeniu marszu wojsk na duże odległości ma szczególne znaczenie.

Obrona plot marszu dywizji opiera się z zasady o rozwinięty na drogach system obrony plot armii i wojsk OTK. Częściowo rozwijane są również środki dywizyjne, które zawczasu wysyła się i rozwija w rejonach ciałnin, węzłów ważnych dróg, przepraw przez przeszkody wodne, długich i nocnych /dziennych/ odpoczynków i rubieży rozwinięcia /rejonach ześrodkowania/. Zadaniem obrony plot jest: wykrywanie we właściwym czasie środków powietrznego napadu nieprzyjaciela i powiadamianie o nich wojsk; niszczenie tych środków; zakłócanie lotniczych

środków rozpoznawania i naprowadzania; zwalczanie powietrznych desantów nieprzyjaciela w czasie ich przelotu i lądowania. Do zasadniczych przedsięwzięć, z zakresu obrony plot wykonywanych przez wojska, można zaliczyć: maskowanie, rozśrodkowanie i inżynierską rozbudowę terenu - szczególnie w rejonach odpoczynków.

Z uwagi na wymagania osłony wojsk organicznymi i przydzielonymi środkami plot, pododdziały plot rozmieszcza się w ugrupowaniu marszowym zgodnie z planem obrony plot.

Powiadamanie wojsk o niebezpieczeństwie napadu lotniczego odbywa się za pośrednictwem technicznych środków łączności i ustalonych sygnałów. Po otrzymaniu sygnału wojska kontynuują marsz. Pododdziały plot, wraz ze specjalnie wydzielonymi środkami ogniowymi, odpierają atak powietrzny ogniem z ruchu i z krótkich przystanków.

W dowolnej sytuacji, obrona plot powinna zabezpieczyć utrzymanie przez wojska nakazanego tempa marszu.

**M a s k o w a n i e** ma na celu przede wszystkim zabezpieczenie skrytości marszu /ukrycie ugrupowań wojsk przed rozpoznaniem nieprzyjaciela/. Skrytość marszu osiąga się m.in. przez:

- wykonywanie marszu w nocy i w innych warunkach ograniczonej widoczności;
- bezwzględne przestrzeganie maskowania świetlnego i dźwiękowego na marszrutach i w rejonach odpoczynków;
- wybór dróg marszu niejednokrotnie gorszych pod względem stanu i dłuższych, ale przechodzących przez zakryte lub dogodne do maskowania odcinki terenu;
- wzbranianie pracy radiostacji na nadawanie, z wyjątkiem podtrzymywania łączności krótkimi sygnałami z pododdziałami zwiadu i ubezpieczenia;
- odpowiednie rozmieszczenie wojsk i tyłów w rejonach odpoczynków.

Przy wykonywaniu marszu w nocy należy, w miarę posiadanych środków, stworzyć system zakłóceń radiolokacyjnych.

Maskowanie powinno być uwzględnione w planach wszystkich działków zabezpieczenia marszu.

Potrzeba maskowania z zasady jest przyczyną obniżenia prędkości marszowej wojsk, co powinno być uwzględnione przy planowaniu marszu.

Z a b e z p i e c z e n i e i n żyn i e r y j n e jest bardzo obszernym działem zabezpieczenia działań wojsk i wywiera wpływ praktycznie na wszystkie czynniki determinujące marsz.

Do zasadniczych zadań zabezpieczenia inżynieryjnego marszu, m. in. można zaliczyć:

- organizację i prowadzenie ciągłego rozpoznania inżynieryjnego;
- rozgradzanie zapór na trasach marszu i na drogach objazdowych;
- przygotowywanie dróg marszu i dróg objazdowych oraz utrzymywanie ich w stanie przejezdności;
- urządzenie i utrzymywanie przepraw przez przeszkody wodne;
- przygotowanie ukryć dla ludzi i sprzętu w rejonach odpoczynków;
- rozpoznanie źródeł /zbiorników/ wody i jej zabezpieczenie dla potrzeb spożywczych i technicznych;
- wykonanie prac przy likwidacji skutków uderzeń jądrowych nieprzyjaciela;
- wykonanie prac z zakresu maskowania.

W związku z w/wym. zakresem przedsięwzięć, jakie obejmuje zabezpieczenie inżynieryjne oraz z uwagi na duże głębokości kolumn marszowych i duże prędkości wykonywania marszu, zachodzi konieczność wykonywania wielu z tych czynności przez pododdziały bojowe we własnym zakresie. Pododdziały wojsk inżynieryjnych będą wykonywały z zasady tylko prace bardziej skomplikowane, do wykonania których niezbędne jest odpowiednie przygotowanie ludzi i zastosowanie sprzętu inżynieryjnego. Dlatego też pododdziały i oddziały bojowe wojsk będą, w miarę możliwości i potrzeb, wzmacniane siłami i środkami inżynieryjnymi, co dodatkowo zapewni im samodzielność w zakresie zabezpieczenia inżynieryjnego, wykonanie szybkich manewrów w przypadkach konieczności obejść przeszkód na trasach itp.

Z a b e z p i e c z e n i e t y ł o w e obejmuje kilka działań zabezpieczenia marszu, spośród których, z punktu widzenia wpływu na przebieg marszu, na szczególne wyróżnienie zasługuje zabezpieczenie materiałowe, medyczne i techniczne. Właściwa organizacja tych działań zabezpieczenia marszu, w decydującym stopniu warunkuje terminowe przybycie wojsk w nakazany rejon w gotowości do dalszych działań

bojowych.

Właściwe i terminowe wykonanie przedsięwzięć, wchodzących w zakres zabezpieczenia tyłowego, zależy w dużym stopniu od właściwego rozmieszczenia pododdziałów tyłowych w ugrupowaniu marszowym. Obowiązujące w tym względzie normy zestawiono w tabelicy 2.9.

Normy taktyczne tyłów w marszu 23

Tablica 2.9

Szczebel dowodzenia	Miejsce w ugrupowaniu marszowym	Długość kolumn w km
Tyły batalionowe	Przed zamykaniem technicznym batalionu	0,2
Tyły pułkowe	Za siłami głównymi w odległości 5 km	3 - 4
Tyły dywizyjne	Za siłami głównymi w odległości 5-10 km	20 - 25

Z a b e z p i e c z e n i e m a t e r i a ł o w e marszu zaczyna się już w okresie przygotowawczym, kiedy uzupełnia się do normy zapasy wszystkich środków materiałowych. Samochody z częściami zamiennymi do pojazdów mechanicznych i z zapasem mpis, podążają za kolumnami marszowymi w składzie zamykania technicznego. Pozostałe zapasy środków materiałowych znajdują się w kolumnach tyłów.

Przy przegrupowaniach wojsk, w szczególności przy wykonywaniu marszów na duże odległości, zużywane są duże ilości materiałów pędnych. Zatem dużego znaczenia nabiera uzupełnianie tych materiałów.

Uzupełnianie paliwa w pojazdach mechanicznych odbywa się w rejonach długich i nocnych /dziennych/ odpoczynków oraz w rejonie docelowym /ześrodkowania/. Przy marszu w przewidywaniem boju spotkaniowego, uzupełnianie paliwa w pojazdach należy przeprowadzać przed zużyciem przez nie połowy jednostki napełnienia.

Niemniej ważnym zagadnieniem jest dowóz w określone rejony kompletów gaśnic dla pojazdów gaśnicowych, celem odtworzenia ich zapasu przebiegu. W tym celu już w okresie przygotowawczym należy dokładnie przeanalizować planowany przebieg pojazdów i zapas przebiegu

poszczególnych grup pojazdów gasienicowych i na tej podstawie zestawień potrzeby w zakresie kompletów gasienic, określając rejony ich wymiany.

Ważne jest również zabezpieczenie wojsk w inne środki materiałowe, przy czym przy jego organizowaniu uwzględnia się specyfikę zaopatrywania, wynikającą z marszu i warunków w jakich jest on wykonywany.

Z a b e z p i e c z e n i e m e d y c z n e ma na celu zachowanie zdolności bojowej wojsk drogą ich utrzymania w odpowiednim stanie zdrowotnym. Do szczegółowych zadań służby zdrowia w zabezpieczeniu marszu, m.in. można zaliczyć:

- udzielanie we właściwym czasie pomocy medycznej;
- ewakuacja rannych i chorych, szybkie ich wyleczenie i umożliwienie powrotu do macierzystych pododdziałów;
- zapobieganie powstawaniu i szerzeniu się chorób zakaźnych;
- obserwacja medyczna ludzi napromieniowanych i skażonych środkami promieniotwórczymi i trującymi oraz zakażonych środkami biologicznymi;
- przeprowadzanie zabiegów sanitarno-profilaktycznych;
- prowadzenie ciągłego rozpoznania zakażeń;
- udział w likwidacji skutków uderzeń broni masowego rażenia nieprzyjaciela.

Przy wykonywaniu marszów w przewidywaniu użycia przez nieprzyjaciela broni masowego rażenia, podstawowym zadaniem zabezpieczenia medycznego staje się udział w szybkiej likwidacji skutków uderzeń tej broni. W tym celu stan osobowy służby zdrowia jest przydzielany do zabezpieczenia poszczególnych kolumn marszowych i podąża z reguły w składzie ich zamykania technicznego. Pozwala to na szybkie dotarcie personelu medycznego w rejony ewentualnych uderzeń nieprzyjaciela.

Z a b e z p i e c z e n i e t e c h n i c z n e jest przedmiotem szczegółowych analiz w dalszej części pracy, w związku z czym pomija się jego opis w niniejszym rozdziale.

### 3. WIELKOŚĆ I STRUKTURA GENERATORA

#### STRUMIENIA ZGŁOSZEŃ

##### 3.1. Opis zestawień tablicowych i schematów

Struktury przyjętych do analiz organizacji związków taktycznych /DZ i DPanc/ przedstawiono na schematach - rys. 3.1 i 3.2. Na schematach tych nie uwzględniono struktur organizacyjnych poszczególnych oddziałów i pododdziałów oraz nie podano ich stanów osobowych, ponieważ dane te nie są przedmiotem analiz wykonywanych w ramach niniejszej pracy. Rodzaje pojazdów mechanicznych na schematach oznaczono umówionymi znakami taktycznymi [13 i 27], przy czym liczby podane przy tych znakach oznaczają stany ilościowe pojazdów w poszczególnych oddziałach i pododdziałach.

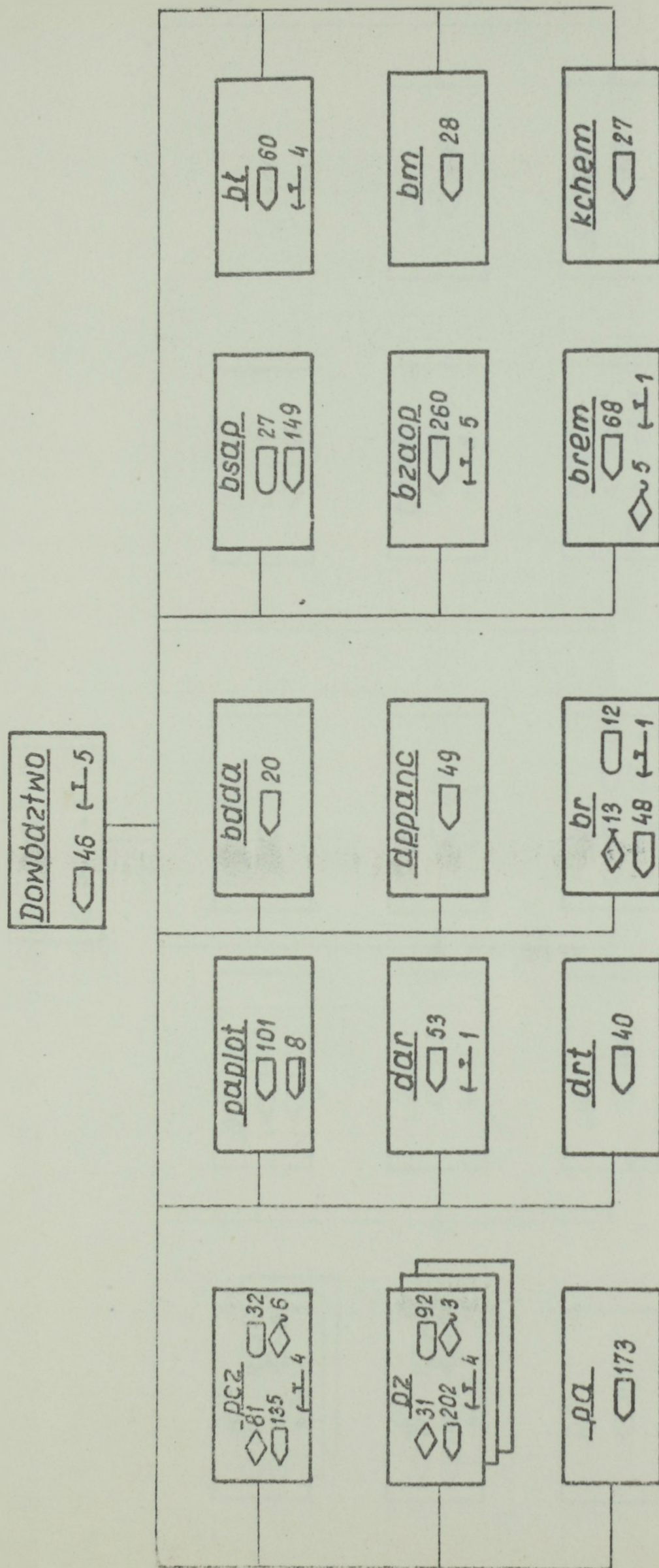
Stany liczebne poszczególnych rodzajów pojazdów mechanicznych, z uwzględnieniem ich podziału organizacyjnego w związkach taktycznych, zestawiono w tabelicy 3.1. W ostatnim wierszu tej tabelicy podano strukturę procentową w zakresie liczby pojazdów w poszczególnych oddziałach i pododdziałach ZT, zaś w kolumnie 20 - strukturę procentową ogólnego parku pojazdów mechanicznych ZT w zakresie ich rodzajów.

W tabelicy 3.2 przedstawiono podział strukturalny pojazdów mechanicznych w ZT pod względem przydziału do oddziałów i pododdziałów, przy rozbióru ogólnego parku pojazdów na trzy grupy: czołgi i inne pojazdy gąsienicowe, transportery i samochody opancerzone oraz samochody i motocykle.

Tablica 3.3 przedstawia sumaryczne zestawienie struktury etatowych pojazdów mechanicznych ZT, w którym wydzielono samochody specjalne.

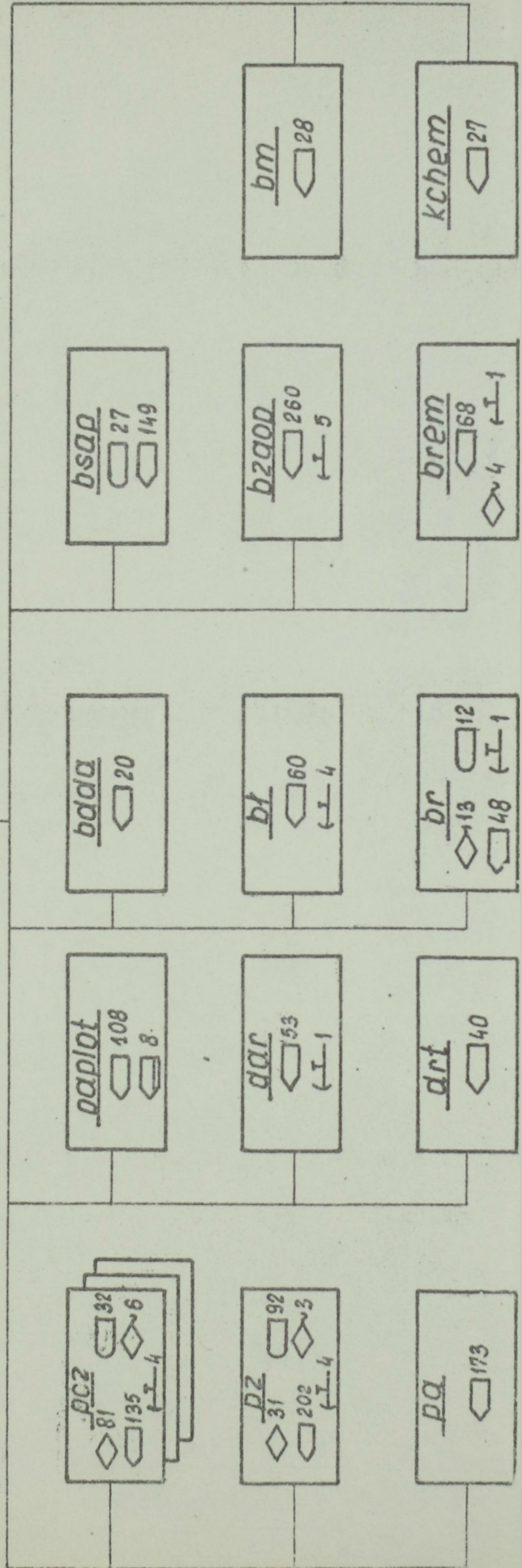
W sumie, przedstawione poniżej schematy i tablice, przedstawiają w dostatecznym dla potrzeb niniejszej pracy stopniu, strukturę generatora strumienia zgłoszeń.

Organizacja DZ z uwzględnieniem liczby pojazdów mechanicznych  
(wariant)



Organizacja DPanc z uwzględnieniem liczby pojazdów mechanicznych  
(wariant)

Dowództwo  
◻ 46 ← I-4



Zestawienie stanów liczebnych i podziału organizacyjnego  
statowych pojazdów mechanicznych w DZ/DPanc.

Tablica 3.1

Lp.	Wyszczególnienie	D-two	poz	pz	pa	paplot	dar	drf	bdda	br	bz	bsap	bzasp.	bren	bn	kchem	dapanc	Razem	% stanu ogólnego
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Czołgi średnie		81/81	31/31														174/274	7,1/12,1
2	Czołgi pływające									13/13								13/13	0,5/0,6
3	Pływające transportery opancerzone											13/13						13/13	0,5/0,6
4	Kołowe transportery opancerzone		23/23	78/78						2/2		11/11						270/160	11,0/7,1
5	Samochody opancerzone		9/9	11/11						10/10		3/3						55/51	2,2/2,2
6	Ciągniki gąsienicowe					8/8												8/8	0,3/0,3
7	Ciągniki pancerne WPT/WZT/		5/5	2/2										4/3				15/20	0,6/0,9
8	Ciągniki pancerne CW		1/1	1/1										1/1				5/5	0,2/0,2
9	Pojazdy WPT-SKOT			3/3														9/3	0,4/0,1
	Razem:	-	119/ 119	126/ 126	-	8/8	-	-	-	25/25	-	27/27	-	5/4	-	-	-	562/547	22,8/24,1
10	Samochody do 1,5 t	5/5	7/7	35/35	35/35	6/6	3/3		4/4	2/2	3/3	7/7			6/6	2/2	10/-	195/129	7,9/5,7
11	Samochody do 4 t	10/10	68/68	90/90	101/ 101	70/70	27/ 27	15/15	3/3	10/10	15/15	55/55	186/ 186	9/9	9/9	4/4	30/-	882/808	35,9/35,8
12	Samochody 7-10 t								1/1			3/3		4/4				8/8	0,3/0,4
13	Samochody osobowo-terenowe	19/19	9/9	11/11	15/15	3/3	2/2	5/5	2/2	9/9	6/6	4/4	2/2	4/4	1/1	4/4	2/-	120/114	4,9/5,0
14	Motocykle	5/4	4/4	4/4			1/1			1/1	4/4		5/5	1/1				33/32	1,3/1,4
15	Samochody spec.służby czołg.sam.	7/7	21/21	16/16	8/8	10/10	4/4	3/3	1/1	6/6	3/3	7/7	14/14	37/37	1/1	1/1	2/-	173/181	7,1/8,0
16	Samochody spec.służby uszbr. i elektr.		2/2	8/8	3/3	8/15	14/ 14	11/11	2/2	5/5				7/7			2/-	78/71	3,2/3,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
17	Samochody spec.wojsk int.		3/3	6/6	1/1		1/1	1/1			2/2	66/66	1/1	2/2				95/89	3,9/3,9
18	Samochody spec.wojsk żelazności	3/3	3/3	10/10	3/3			3/3	7/7	13/13	27/27	1/1		2/2			2/-	94/78	3,8/3,4
19	Samochody spec.wojsk chem.	1/1	7/7	7/7	1/1											16/16		46/46	1,9/2,0
20	Samochody spec.służb kwaterm.	1/1	15/15	19/19	6/6	4/4	2/2	2/2		3/3	4/4	6/6	57/57	3/3	11/11		1/-	172/163	7,0/7,2
21	Razem samochodów:	51/51	139/ 139	206/ 206	173/ 173	101/ 108	54/54	40/40	20/20	49/49	64/64	149/ 149	265/ 265	69/69	28/28	27/27	49/-	1896/ 1719	77,2/ 75,9
	Ogółem pojazdów mechanicznych	51/50	258/ 258	332/ 332	173/ 173	109/ 116	54/54	40/40	20/20	74/74	64/64	176/ 176	265/ 265	74/73	28/28	27/27	49/-	2458/ 2266	
	% od stanu ogólnego w ZT	2,1/2,2	10,5/ 11,4	13,5/ 14,6	7,0/ 7,6	4,4/ 5,1	2,2/ 2,4	1,6/ 1,8	0,9/ 0,9	3,0/ 3,3	2,6/ 2,8	7,2/ 7,8	10,8/ 11,7	3,0/ 3,2	1,2/ 1,2	1,1/ 1,2	2,0/-		

Podział struktury pojazdów mechanicznych  
w oddziałach i pododdziałach DZ/DPanc  
/ w a r i a n t /

Tablica 3.2

lp.	Wyszczególnienie	D-two	pca	pa	pa	paplot	dar	drt	bda	br	bł	bsap	bzaop	brem	bm	kolem	dappanc	Razem	% stanu ogólnego
1	Czołgi i inne pojazdy gasienicowe		87/87	34/34		8/8				13/13				5/4				215/320	8,7/14,1
2	Transportery i samochody opancerzone		32/32	92/92						12/12		27/27						347/227	14,1/10,0
3	Samochody i motocykle	51/50	139/139	206/206	173/173	101/108	54/54	40/40	20/20	49/49	64/64	149/149	265/265	69/69	28/28	27/27	49/-	1896/1719	77,2/75,9
	<b>Razem:</b>	51/60	258/258	332/332	173/173	109/116	54/54	40/40	20/20	74/74	64/64	176/176	265/265	74/73	28/28	27/27	49/-	2458/2266	

Restawienie numeryczne struktury etatowych pojazdów  
mechanicznych związków taktycznych  
/ w a r i a n t /

Tablica 3.3

lp.	Wyszczególnienie	DZ		DPanc	
		Ilość	%	Ilość	%
1	Czołgi i inne pojazdy gasienicowe	215	8,7	320	14,1
2	Transportery i samochody opancerzone	347	14,1	227	10,0
3	Samochody i motocykle	1896	77,2	1719	75,9
4	Samochody spec. /z poz.5/	658	26,8	628	27,7

#### 4. STRUKTURA SYSTEMU ZABEZPIECZENIA TECHNICZNEGO MARSZU

##### 4.1. Zasady ogólne organizacji zabezpieczenia technicznego marszu

Przez zabezpieczenie techniczne marszu rozumiemy zaopatrzenie wojsk w sprzęt i materiały techniczne przed rozpoczęciem marszu, przygotowanie pojazdów mechanicznych do marszu oraz ich obsługę techniczną w czasie marszu. Ze względu na trudne warunki ogólne i duży wysiłek wojsk w czasie ich przegrupowania, zabezpieczenie techniczne wojsk w tym okresie, nabiera szczególnego znaczenia. Ważność problemu wynika przede wszystkim z konieczności zapewnienia wojskom operacyjnym możliwości szybkiego przegrupowania i wejścia do walki z wozami bojowymi i innymi pojazdami mechanicznymi, będącymi w pełnej sprawności technicznej.

Potrzeba zabezpieczenia technicznego wojsk operacyjnych w czasie przegrupowania, wynika z następujących względów:

- a/ wskutek dużego wysiłku sprzętu technicznego /przebieg 250 km i więcej w ciągu 1 doby - patrz tablica 2.3/ w czasie przegrupowania, wynika nieuchronna konieczność udzielania doraźnej pomocy technicznej załogom i kierowcom pojazdów mechanicznych, przeprowadzenia obsługiwań technicznych tych pojazdów oraz wykonania pewnej liczby remontów bieżących i zabiegów ewakuacyjnych;
- b/ część pojazdów mechanicznych wskutek uszkodzeń i zużycia, powstałych zarówno przed marszem jak i w czasie jego trwania, będzie podlegać przekazaniu lub odpowiedniemu zabezpieczeniu;
- c/ w czasie przegrupowania wojsk może wyniknąć potrzeba uzupełnień w zakresie części zamiennych i materiałów technicznych, materiałów eksploatacyjnych a nawet pojazdów mechanicznych, załóg i kierowców.

W zakres pomocy technicznej w czasie marszu, wchodzi wszelkiego rodzaju przedsięwzięcia eksploatacyjne i organizacyjno-techniczne, mające na celu utrzymanie lub odtworzenie utraconej sprawności i go-

towości technicznej pojazdów mechanicznych, jak również przedsięwzięcia umożliwiające ich wykorzystanie w zadanych warunkach wykonywania marszu.

Pomoc techniczna w czasie marszu może obejmować:

- doraźną pomoc techniczno-eksploatacyjną;
- obsługiwanie techniczne;
- remonty bieżące;
- ewakuację;
- zaopatrzenie materiałowo-techniczne.

W zależności od rodzaju /zakresu/ pomocy technicznej i ogólnych warunków w jakich odbywa się marsz, pomoc ta może być udzielana:

- w miejscach, w których wynikła potrzeba jej udzielenia;
- w rejonach przerw w ruchu kolumn /w rejonach odpoczynków/;
- w rejonach rozmieszczenia stacjonarnych środków obsługowych przy trasach marszu.

W miejscu, w którym wynikła potrzeba udzielenia pomocy technicznej udzielana jest ona wówczas, gdy dalszy ruch pojazdu jest niemożliwy. Wyniknąć to może zarówno z powodu utraty przez pojazd sprawności technicznej jak i z powodu powstałych niekorzystnych warunków użytkowania pojazdu albo braku materiałów eksploatacyjnych.

Pomoc techniczna w rejonach przerw w ruchu udzielana jest w przypadkach, kiedy istnieje możliwość dojścia niesprawnych pojazdów o własnym napędzie albo dostarczenia ich przez przewóz lub holowanie do tych rejonów.

Pomoc techniczna w rejonach rozmieszczenia stacjonarnych środków obsługowych /garnizonowe stacje obsługi, stacjonarne punkty pomocy technicznej itp/ może być udzielana wówczas, gdy przy drogach /na kierunkach, w pasach/ przemarszu wojsk są one zorganizowane przez szczebel operacyjny lub odpowiednie organa OTK.

Pomocy technicznej w czasie marszu udzielają przede wszystkim siły i środki wydzielone w skład zamykania technicznego kolumn marszowych. Mogą tej pomocy udzielać również punkty pomocy technicznej.

Zamykanie techniczne kolumny jest elementem kolumny marszowej, przemieszczającym się na jej końcu /w ogonie/. Organizuje się je z etatowych środków remontowo-obsługowych,

ewakuacyjnych i zaopatrywania materiałowo-technicznego. Ponadto w skład zamykania technicznego kolumn, w zależności od warunków wykonywania marszu, mogą wchodzić sanitarki z personelem zabezpieczenia medycznego, chemicy dozymetryści, saperzy, cysterny z paliwem, pojazdy rezerwowe, rezerwowe czołgi i kierowcy itd. Na drogach przemarszu sił głównych, zamykanie techniczne kolumn czołowych pododdziałów i oddziałów może być wzmacniane siłami i środkami szczebla wyższego.

Punkty pomocy technicznej /PPT/ są nieruchomymi elementami zabezpieczenia technicznego marszu, organizowanymi w określonych rejonach /punktach/ przy drogach przemarszu wojsk. PPT organizuje się w miejscach, w których pomoc techniczna może być najbardziej potrzebna, a przede wszystkim: przy przeprawach przez przeszkody wodne, mostach, wiaduktach, skrzyżowaniach głównych dróg, w osiedlach i miasteczkach, przed wjazdami i przy wyjazdach z większych miast itp.

Ilość i wyposażenie PPT każdorazowo zależy od potrzeb, możliwości i ogólnej sytuacji bojowej. PPT mogą być organizowane przez różne szczeble dowodzenia. W przypadku przemarszu wojsk na duże odległości, oddziały i związki taktyczne organizują PPT własnymi siłami i środkami w zasadzie tylko w rejonach seśrodkowania, pośrednich i wyjściowych.

Ponieważ w założeniach do niniejszej pracy przyjęto, że w zakresie zabezpieczenia technicznego marszu służba techniczna związku taktycznego jest zdana wyłącznie na własne /organiczne/ siły i środki, w dalszych rozważaniach nie bierze się pod uwagę możliwości i warunków korzystania z pomocy technicznej sił i środków szczebla operacyjnego i OTK.

W następnych podrozdziałach bardziej szczegółowo rozpatrzono wyżej opisane zasady zabezpieczenia technicznego marszu, oddzielnie dla poszczególnych działów tego zabezpieczenia.

#### 4.2. Obsługiwanie techniczne pojazdów mechanicznych

Przy rozpatrywaniu zagadnienia organizacji prac z zakresu obsługi technicznego /OT/ pojazdów mechanicznych przyjęto, że

obowiązują w tym względzie następujące zasady ogólne:

- obsługiwane przeprowadza się systemem planowo-zapobiegawczym;
- prace wchodzące w zakres OT wykonuje się siłami i środkami załóg /kierowców/, z wykorzystaniem, w miarę potrzeb i możliwości, środków obsługowo-remontowych pododdziałów i oddziałów remontowych;
- środki obsługowe wysyłane są do obsługiwanych pojazdów mechanicznych /pododdziałów/;
- OT przeprowadzane jest w pełnym, przewidzianym odpowiednimi instrukcjami zakresie;
- bardziej pracochłonne rodzaje OT mogą być wykonywane etapami, przy czym w pierwszej kolejności wykonywane są czynności determinujące gotowość bojową pojazdów;
- prace obsługowe przeprowadzane są w taki sposób i w takim czasie, aby zachować pełną gotowość bojową pododdziałów /oddziałów/.

Ogólnie, w zakres obsługiwanego technicznego wchodzi:

- sprawdzenie stanu technicznego i pracy zespołów i mechanizmów oraz w miarę potrzeby ich regulacja;
- uzupełnienie /wymiana/ materiałów eksploatacyjnych /paliwo, oleje, smary, płyny specjalne/;
- konserwacja bieżąca;
- mycie i czyszczenie.

Rodzaje obsługiwanego technicznego pojazdów mechanicznych oraz normy obowiązujące w tym zakresie przedstawiono w tablicach 4.1 i 4.2.

Przy planowaniu zakresu prac obsługowych bierze się pod uwagę przebieg pojazdu w km od ostatniego obsługiwanego technicznego oraz przewidywany przebieg w planowanym działaniu, uwzględniając głębokość działań i czas ich trwania, miejsca i czasy trwania przerw w działaniach itp.

Rodzaje i normy obsługi technicznego czółgów

Tablica 4.1

Rodzaj obsługi technicznego	Częstotliwość przeprowadzania obsługi	Kto wykonuje prace obsługowe	Pracochłonność	Czas trwania	U w a g i
Przeгляд kontrolny /PK/	Przed każdym wyjazdem i na krótkich przystankach w marszu	Załoga	129/40 rob.min.	32/10 minut	W mianowniku podano wartości dla prac wykonywanych na krótkich przystankach
Obsługiwanie techniczne nr 1 /OT-1/	Po zakończeniu użytkowania pojazdu w danym dniu niezależnie od przebiegu w km, jednak nie rzadziej niż co 100-150 km przebiegu	Załoga	14-16 rob.godz.	3,5-4 godz.	W czasie marszu na duże odległości, OT-1 wykonuje się podczas długich odpoczynków
Obsługiwanie techniczne nr 2 /OT-2/	Po przebiegu 1000 km	Załoga przy użyciu urządzeń parkowych	27-30 rob.godz.	6-8 godz.	
Obsługiwanie techniczne nr 3 /OT-3/	Po przebiegu 2000 km	J.w.	60-90 rob.godz.	14-24 godz.	
Obsługiwanie okresowe	W okresie przygotowania pojazdów do eksploatacji w okresie letnim lub zimowym	J.w.			Można wykonywać łącznie z kolejnym OT-2 lub OT-3 - jeżeli zbiegają się one w czasie

Uwaga: W tablicy nie uwzględniono czasu na obsługiwanie urządzeń specjalnych, ponieważ są one różne dla różnych marek /typów/ pojazdów. Dane obliczono na podstawie czasów podanych w [12].

Rodzaje i normy obsługi technicznego innych  
pojazdów mechanicznych [1]

Tablica 4.2

Rodzaj obsługi technicznej	Częstotliwość przeprowadzenia obsługi	Kto wykonuje prace obsługowe	Pracochłonność w rob.godz.	Czas trwania w godz.
Przeгляд przed wyjazdem /PW/	Przed każdym wyjazdem z miejsca dłuższego /dziennego, dobowego/ postoju	Kierowca	0,2-0,25	0,2-0,25
Przeгляд w drodze /PD/	Podczas odpoczynków w czasie wykonywania marszu	Kierowca	0,25-0,35	0,25-0,35
Obsługa codzienna /OC/	Po zakończeniu użytkowania pojazdu w danym dniu	Kierowca	1-2	1-2
Pierwsza obsługa techniczna /OT-1/	Po przebiegu: samochody - 1000-2000 km ciąg.gąsien. - 500-600 km traktory gąs. - 50-60 mtg traktory kołowe - 80-100 mtg motocykle - 400-500 km	Kierowca przy pomocy parkowej stacji obsługi		6-8
Druża obsługa techniczna /OT-2/	Po przebiegu: samochody - 5000-6000 km ciąg.gąsien. - 1000-1200 km traktory gąs. - 100-120 mtg traktory kołowe - 240-300 mtg motocykle - 2000-2500 km	Kierowca przy pomocy parkowej stacji obsługi		10-12
Obsługa sezonowa /OL, OZ/	W okresie przygotowania pojazdów do eksploatacji w okresie letnim lub zimowym	Kierowca przy pomocy parkowej stacji obsługi		

Z zestawień danych przytoczonych w tablicach 4.1 i 4.2 wynika, że najbardziej czasochłonne i pracochłonne są obsługiwanie techniczne czołgów, w związku z czym w rozliczeniach czasu niezbędnego na obsługiwane techniczne, wzięto pod uwagę tylko normy dotyczące tych pojazdów.

W okresie przygotowania do marszu zakres prac obsługowych ustala się wychodząc z czasu jakim jednostka dysponuje na przygotowanie sprzętu, przebiegu od ostatniego OT poszczególnych grup pojazdów, przewidywanego przebiegu, stanu technicznego pojazdów, przewidywanych warunków użytkowania sprzętu i charakteru działań.

W przypadku marszu na duże odległości, przewidywane przebiegi są duże i mogą wynosić ponad 1000 km, w związku z czym wszystkie pojazdy mechaniczne podlegają obsługiwaniom technicznym o szerokim zakresie prac. Czołgom wykonuje się OT-2 lub OT-3, samochodom OT-1 lub OT-2. W kompaniach remontowych oddziałów i w batalionie remontowym dywizji dokonuje się ponadto skrupulatnego przygotowania do marszu ruchomych warsztatów i ciągników, jak również sprawdzenia stanu i ukończenia zestawów remontowych itp.

Czas niezbędny na wykonanie tych obsługowań średnio może wynosić:

- dla czołgów - 10-16 godzin;
- dla innych pojazdów - 8-10 godzin.

Z uwagi na to, że kalkulację marszu rozpoczyna się z reguły od linii wyjściowej nr 1 /patrz schemat 1 załącznika 1/, wyżej podanych czasów nie wlicza się do ogólnej kalkulacji czasu, niezbędnego na obsługiwane techniczne pojazdów w marszu.

W czasie trwania marszu, na obsługiwane techniczne czołgów w przybliżeniu niezbędne są następujące ilości czasu /w ciągu każdej doby/:

- przegląd kontrolny przed wyjazdem - 0,5 h;
- dwa przeglądy kontrolne w rejonach krótkich odpoczynków - 0,4 h;

- dwa OT-1<sup>x</sup> w rejonach długiego  
i nocnego /dziennego/ odpoczynku - 6,0 h.

Ponadto, po wykonaniu marszu /w rejonie ześrodkowania/, z uwagi na łączny przebieg pojazdów, zajdzie potrzeba wykonania obsługiwań o szerokim zakresie prac - dla czołgów OT-3 lub OT-2, dla samochodów OT-2 lub OT-1.

Obsługiwanie te mogą trwać 10 - 16 h.

#### 4.3. Remont pojazdów mechanicznych

Podstawowym zadaniem etatowych środków remontowych oddziałów i związku taktycznego w czasie marszu, jest wyremontowanie w przybliżeniu tylu pojazdów mechanicznych, ile ubywa ich z szyków wskutek uszkodzeń kwalifikujących je do remontu bieżącego.

Źródła radzieckie [21 i 31] podają, że podczas kilkudniowego marszu bez przewidywania boju spotkaniowego, środki remontowe pułków mogą przeprowadzać remonty bieżące o czasie trwania do 6 godzin, natomiast dywizyjne do 10 godzin z tym, że dla ostatniej doby marszu czasu te są odpowiednio krótsze.

Polska literatura wojskowa w zasadzie nie określa liczbowo zadań remontowych na okres marszu dla poszczególnych szczebli zabezpieczenia technicznego, niemniej jednak wyraźnie podkreśla, że powstałe wskutek uszkodzeń eksploatacyjnych remonty bieżące pojazdów mechanicznych, powinny być wykonane do czasu osiągnięcia przez wojska rejonu docelowego /ześrodkowania/. Na przykład w Biuletynie Informacyjnym Sztabu Generalnego [4] czytamy: „Podczas przegrupowania uszkodzenia eksploatacyjne pojazdów mechanicznych w ciągu doby mogą wynosić 2 i więcej procent ogólnego stanu, z czego 80% sprzętu wymagać będzie remontu bieżącego. Ćwiczenia z wojskami dowodzą, że sprzęt wymagający remontu bieżącego powinien być naprawiony do czasu osiągnięcia przez jednostki rejonu wyjściowego. Wykonywanie tego rodzaju napraw nie trwa bowiem dłużej niż odpoczynek wojsk podczas marszu”.

- - - - -

<sup>x</sup> Przy założeniu, że dobowy przebieg pojazdów wynosi ponad 150 km.

W czasie wykonywania marszu na duże odległości, podstawową częścią strumienia zgłoszeń będzie fundusz remontowy od uszkodzeń eksploatacyjnych, który będzie rozmieszczony wzdłuż tras przemarszu. Przy takim rozmieszczeniu funduszu remontowego, najbardziej celowe jest przeprowadzanie remontów bezpośrednio w miejscach powstawania uszkodzeń /niesprawności/. Z drugiej jednak strony, przy zastosowaniu takiej organizacji remontu, napotykamy na pewno ograniczenia, ponieważ czas pracy środków remontowych wchodzących w skład zamykania technicznego danej kolumny marszowej zależy od:

- czasu jakim dysponuje zamykanie techniczne kolumny do chwili nadejścia czoła kolumny następnej;
- tempa wykonywania marszu przez wojska i prędkości jaką mogą rozwinąć środki remontowe w danych warunkach drogowych.

Przy ustalaniu czasu dyspozycyjnego środków remontowych poszczególnych szczebli, wydzielonych w skład zamykania technicznego kolumn, można się kierować następującymi, ogólnymi zasadami [35]:

- 1/ Pomoc techniczna powinna być udzielana w granicach ugrupowania tego szczebla, którego środki udzielają pomocy. Chodzi o to, że środek nie może pozostać /wyjść/ poza ugrupowaniem wojsk, ponieważ grozi mu to pozostaniem /oderwaniem się/ za wojskami i późniejszymi trudnościami dojścia do wojsk.
- 2/ Sprzęt, któremu nie są w stanie udzielić pomocy technicznej siły i środki danego szczebla i musi pozostać na trasie, powinien być przekazany odpowiednim organom szczebla wyższego.
- 3/ Czas udzielania pomocy technicznej przez środki zamykania technicznego danego szczebla, nie powinien być dłuższy niż czas przemarszu zabezpieczanej kolumny. Środki zamykania technicznego jednej kolumny nie powinny pozostać w ugrupowaniu innej kolumny i w żadnym wypadku nie mogą być wyprzedzone przez środki zamykania technicznego szczebla wyższego. W przypadkach gdy zachodzi potrzeba pozostawiania środków zamykania technicznego przez czas dłuższy od dopuszczalnego, uszkodzony sprzęt należy pozostawić do czasu podejścia środków zamykania technicznego szczebla wyższego.

Przy organizowaniu zabezpieczenia technicznego marszu nie zawsze jednak uwzględnia się te ogólne zasady, ponieważ jest to uzależnione od konkretnych warunków wykonywania marszu oraz zadań, jakie mają wojska do wykonania po zakończeniu marszu.

#### 4.4. Ewakuacja pojazdów mechanicznych

W czasie marszu wojsk ewakuacji podlegają te wszystkie pojazdy mechaniczne, które nie są zdolne do poruszania się o własnym napędzie, a pomoc techniczna lub remont nie może być im udzielona /przeprowadzony/ w miejscu powstania awaryjnego położenia /uszkodzenia/.

Celem ogólnym ewakuacji jest zapewnienie wojskom nakazanego tempa marszu, co jest realizowane głównie przez:

- oczyszczanie dróg ze zniszczonego i uszkodzonego sprzętu;
- wyciąganie sprzętu uwięźniętego;
- zabezpieczenie pokonywania przez wojska przeszkód wodnych, odcinków dróg trudnych do przebycia, wiaduktów itp.

Niezależnie od powyższego, celem ewakuacji jest również dostarczenie uszkodzonych /niesprawnych/ pojazdów do miejsc przeprowadzania ich remontów /PZSU, rejon odпочынок, rejon ześrodkowania/.

Potrzeby ilościowe, w zakresie ewakuacji pojazdów mechanicznych, zależą głównie od rozmiarów strat. Jednak nie wszystkie uszkodzone w czasie marszu pojazdy będą wymagały ewakuacji, ponieważ:

- większość uszkodzeń może być usunięta w miejscach ich powstania;
- część uszkodzonych pojazdów, ze względu na charakter uszkodzeń, będzie w stanie dojechać do miejsc przeprowadzania remontów o własnym napędzie.

W związku z powyższym, najczęściej przy określaniu funduszu ewakuacyjnego na ćwiczeniach i w procesie szkolenia przyjmuje się, że ewakuacji podlega około 30% funduszu remontu bieżącego oraz wszystkie pojazdy wymagające remontów o większym zakresie.

Do ewakuacji pojazdów mechanicznych wykorzystuje się etatowe środki ewakuacyjne, do których zaliczamy specjalnie do tego celu przystosowane pojazdy /ciągniki/. Środkiem ewakuacyjnym może być rów-

niez każdy inny nieobciążony pojazd mechaniczny, tak gąsienicowy jak i kołowy, jeżeli tylko jego użycie do tego celu nie jest sprzeczne z treścią wykonywanego w danej chwili zadania i jeżeli jego charakterystyka techniczna odpowiada wymaganiom w tym zakresie. Są to tzw. nieetatowe środki ewakuacyjne. Z nieetatowych środków ewakuacyjnych korzysta się w przypadkach pilnej potrzeby ewakuacji, przy braku środków etatowych. Ewakuacja taka jest zwykle jednorazowa, krótkotrwała i prowadzona na małą odległość.

Przy ustalaniu olegkości i czasu ewakuacji, należy się kierować możliwą do osiągnięcia prędkością ewakuacji i dopuszczalnym czasem jej trwania, uwzględniając możliwości techniczne środków ewakuacyjnych i ogólną sytuację, w jakiej ta ewakuacja się odbywa.

W przybliżeniu przyjmuje się [3] następujące, średnie prędkości ewakuacji przy holowaniu:

- |                          |   |             |
|--------------------------|---|-------------|
| - pojazdów gąsienicowych | - | 5-8 km/h;   |
| - pojazdów kołowych      | - | 15-20 km/h. |

We wszystkich przypadkach ewakuacji w czasie ruchu kolumn, może się ona odbywać tylko w kierunku ruchu. Tylko taka bowiem ewakuacja nie stwarza większych przeszkód w utrzymaniu nakazanego tempa marszu. W przypadkach ewakuacji uszkodzonych pojazdów w rejon najbliższego odpoczynku lub PZSU, ewakuacja ta nie powinna trwać dłużej niż godzinę, aby nie ograniczać prędkości ruchu wojsk.

#### 4.5. Zaopatrywanie materiałowo-techniczne w czasie marszu

Zabezpieczenie materiałowe wojsk w czasie wykonywania marszu odbywa się z zasady z ruchomych zapasów dywizji. W czasie marszu na duże odległości, celowym jest przygotować zapasy doraźne m.in. materiałów pędnych i smarów, przewożonych na pojazdach mechanicznych.

Przy dużym wysiłku marszowym, materiały pędne w pojazdach mechanicznych powinny być uzupełniane dwa razy w ciągu doby - w rejonach długich i nocnych /dziennych/ odpoczynków. Wynika to z porównania jednostek napełnienia z normami zużycia dla poszczególnych typów pojazdów, przy uwzględnieniu konieczności zachowania ciągłej gotowości bojowej wojsk. Na przykład czołgi podczas marszu w kolumnach po

drogach gruntowych, przy jednorazowym napełnieniu zbiorników zasadniczych, zapasowych i dodatkowych, mogą pokonać odległość 400-500 km, a po szosach 650-700 km. Przy założeniu, że ze względu na konieczność zachowania gotowości bojowej zapas nienaruszalny materiałów pędnych w zbiornikach powinien wynosić  $0,75^x$  jednostki napełniania, otrzymamy następujące graniczne odległości marszu:

- po drogach gruntowych - 100 - 125 km.
- po szosach - 160 - 175 km.

Ponieważ wysiłek marszowy w ciągu doby może być obliczony na osiągnięcie rejonu w odległości 200-250 km, uzupełnienie paliwa powinno się odbywać w połowie i w końcu dziennego /dobowego/ przebiegu.

Dla transporterów opancerzonych i samochodów rozliczenie odległości marszu jest analogiczne, a wielkości granicznych przebiegów bez uzupełniania paliwa są zbliżone do wielkości przebiegów dla czołgów lub nieco większe.

Przy wykonywaniu marszu na własnym terytorium, zapasy materiałów pędnych mogą być zawczasu dowieszone transporterem armijnym lub frontowym w rejonu planowanych długich i nocnych odpoczynków, tworząc tak zwane grupy napełniania.

Drugim, bardzo ważnym z punktu widzenia zabezpieczenia technicznego problemem z zakresu materiałowego zabezpieczenia marszu na duże odległości, jest potrzeba wymiany taśm gąsienicowych w pojazdach gąsienicowych. Przebieg międzyremontowy silnika w czołgu 2-3 krotnie przewyższa dopuszczalny przebieg gąsienic, w związku z czym przy marszu na duże odległości, należy się liczyć z koniecznością wymiany w pewnej części pojazdów taśm gąsienicowych. Ilość pojazdów wymagająca wymiany taśm gąsienicowych każdorazowo zależy od zapasu przebiegu gąsienic na poszczególnych pojazdach. Niemniej jednak można przyjąć, że przy wykonywaniu marszu na duże odległości, przy planowanym przebiegu około 1000 km, w przybliżeniu 50% pojazdów gąsienicowych może wymagać tej wymiany. Na przykład dla DZ wyniesie to ponad 100 kompletów taśm gąsienicowych, co w przeliczeniu na ciężar

- - - - -  
x

Wg źródeł radzieckich, m.in. [18], ta graniczna wartość powinna wynosić 0,5 j.n.

ładunku daje ponad 250 ton. Do przewiezienia takiego zapasu należałoby wydzielić np. ponad 100 samochodów o nośności 2,5 ton.

Kolejnym z ważnych problemów materiałowo-technicznego zabezpieczenia wojsk w marszu, jest zaopatrzenie środków remontowo-obsługowych w części zamienne i materiały techniczne, niezbędne do zabezpieczenia wykonywanych remontów i obsługiwań technicznych.

#### 4.6. Zestawienia liczbowe oraz struktura sił i środków zabezpieczenia technicznego ZT

Stany liczebne poszczególnych rodzajów środków zabezpieczenia technicznego oraz ilości drużyn remontowych, z uwzględnieniem ich podziału organizacyjnego w związkach taktycznych, przedstawiono w tabelicy 4.3. W kolumnie 20 tej tabelicy wprowadzono symbole literowo-cyfrowe, które odzwierciedlają podział środków pod względem ich przydatności /sastosowania/ remontowej i zdolności do pokonywania terenu.

## Zestawienie sił i środków zabezpieczenia technicznego

DZ/DPanc

/ w a r i a n t /

Tablica 4.3

Ip.	Wyszczególnienie	D-two	pe	poz	pa	paplot	drt	dar	bdda	bl	bsap	br	bn	bzap	brem	kchem	deppanc	Razem	Uwagi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Ruchomy warsztat A/Panc		3/3	6/6								1/1						16/22	A-1
2	Ruchomy warsztat A-2/Panc														6/9			6/9	A-1
3	Ruchomy warsztat B/Panc		1/1	1/1														4/4	A1C-2
4	Ruchomy warsztat EM-2/Panc														1/1			1/1	B-1
5	Ruchomy warsztat MOC/Panc		2/2	2/2														8/8	A-1
6	Ruchomy warsztat LA/Panc		1/1	1/1								1/1		1/1	1/1			7/7	B-2
7	Ruchomy warsztat A/Sam		1/1	1/1	3/3	1/1	1/1				1/1		1/1	1/1		1/1		13/13	A-2
8	Ruchomy warsztat B/Sam	1/1	2/2	2/2	2/2	2/2	1/1			1/1	2/2	1/1		4/4	7/5			29/27	A1C-2
9	Ruchomy warsztat B-1/Sam						1/1								1/1		1/-	3/2	A-1
10	Ruchomy warsztat B-2/Sam														1/1			1/1	C-1
11	Ruchomy warsztat LA/Sam		1/1	1/1	1/1	1/1	1/1			1/1	1/1			1/1				10/10	B-2
12	Ruchomy warsztat MI/Panc														2/1			2/1	C-2
13	Ruchomy warsztat BL/Panc														1/1			1/1	C-2
14	Ruchomy warsztat SP/W		1/1	1/1											2/1			6/5	C-2
15	Ruchomy warsztat SRG														1/1			1/1	B-2
16	Ruchomy warsztat S-IX														1/1			1/1	B-2
17	Ruchomy warsztat M-VIII														1/1			1/1	C-2
18	Wóz pogotowia techn. WPT-34		2/2	5/5											3/4			14/21	A-3
19	Wóz pogotowia tech. WPT-SKOT		3/3															9/3	A-3
20	Ciągnik ewakuacyjny CW		1/1	1/1											1/1			5/5	A-3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	Samochód spec. US/Panc		1/1	2/2										5/5	5/5			15/17	C=2
22	Ciągnik kołowy ciężki														4/4			4/4	C=1
23	Ciągnik kołowy średni														1/1			1/1	C=1
	Razem środków zab.tech.	1/1	19/19	23/23	6/6	4/4	1/1	3/3		2/2	4/4	3/3	1/1	12/12	39/39	1/1	1/-	158/165	
24	D-na remontu pojazdów gąsien.		3/3	6/6											7/9			22/30	
25	D-na remontu pojazdów kołowych	1/1	7/7	3/3	5/5	3/3	1/1	1/1	-	1/1	3/3	1/1	1/1	5/5	10/10	1/1	1/-	58/49	

Uwagi: W kolumnie 20 symbole literowo-cyfrowe oznaczają:

- A - środek z wyposażeniem umożliwiającym wykonywanie remontów i obsługiwania technicznych bezpośrednio przy pojazdach;
- B - środek z wyposażeniem umożliwiającym remont zespołów po ich wymontowaniu z pojazdów;
- C - środek z wyposażeniem do prac pomocniczych;
- 1 - środek zbudowany na podwoziu pojazdu terenowego;
- 2 - środek zbudowany na podwoziu pojazdu szosowego;
- 3 - środek zbudowany na bazie pojazdu opancerzonego.

## B. CZĘŚĆ ZASADNICZA

### 3. MODEL MARSZU KOLUMNY WOJSKOWEJ

#### 5.1. Ogólne zasady organizacji marszu

Nie wnikając w szczegóły problemu można przyjąć, że organizacja marszu obejmuje [30]:

- ustalenie zasadniczych przedsięwzięć w zakresie jego przygotowania i przeprowadzenia;
- organizację rozpoznania;
- zebranie danych do podjęcia decyzji przez dowódcę;
- podjęcie decyzji;
- postawienie zadań oddziałom /pododdziałom/ i kontrolę ich wykonania;
- organizację dowodzenia;
- organizację wszechstronnego zabezpieczenia;
- organizację służby porządkowo-ochronnej.

O k r e s p r z y g o t o w a w c z y do marszu rozpoczyna się w zasadzie od momentu otrzymania z wyższego sztabu /od przełożonego/ zarządzenia wstępnego lub rozkazu bojowego do marszu. Treść czynności przygotowawczych wynika z planów wyprowadzenia wojsk na alarm, z rozkazów o rozmieszczeniu wojsk w określonym rejonie /podczas działań bojowych/ lub z zarządzeń wstępnych do marszu.

Do zasadniczych przedsięwzięć, wykonywanych w okresie przygotowawczym, można zaliczyć:

- ocenę nieprzyjaciela;
- określenie prawdopodobnych kierunków jego posuwania się;
- rozpoznanie terenu i dróg na prawdopodobnych kierunkach marszu;
- dowóz mpis oraz innych środków materiałowych;
- przygotowanie dróg do marszu z rejonów rozmieszczenia;

- remont i obsługiwanie pojazdów mechanicznych i innej techniki bojowej;
- ewakuacja chorych i rannych;
- przygotowanie środków zabezpieczenia technicznego;
- udokładnienie kalkulacji poszczególnych wariantów marszu.

Do najważniejszych przedsięwzięć w zakresie organizacji marszu można zaliczyć: podjęcie przez dowódcę decyzji, wraz z wszystkimi czynnościami z nią związanymi oraz postawienie zadań oddziałom /pododdziałom/.

Dla uniknięcia werbalnego opisu przedsięwzięć związanych z podejmowaniem decyzji przez dowódcę i wykonaniem innych przedsięwzięć z zakresu organizacji marszu, przedstawiłem ten problem graficznie na rys. 5.1. Celem zachowania przejrzystości schematu, pominąłem w nim wiele mniej istotnych sprzężeń /zależności/ oraz szereg innych danych pochodnych, jak na przykład wnioski z poszczególnych elementów oceny położenia itp.

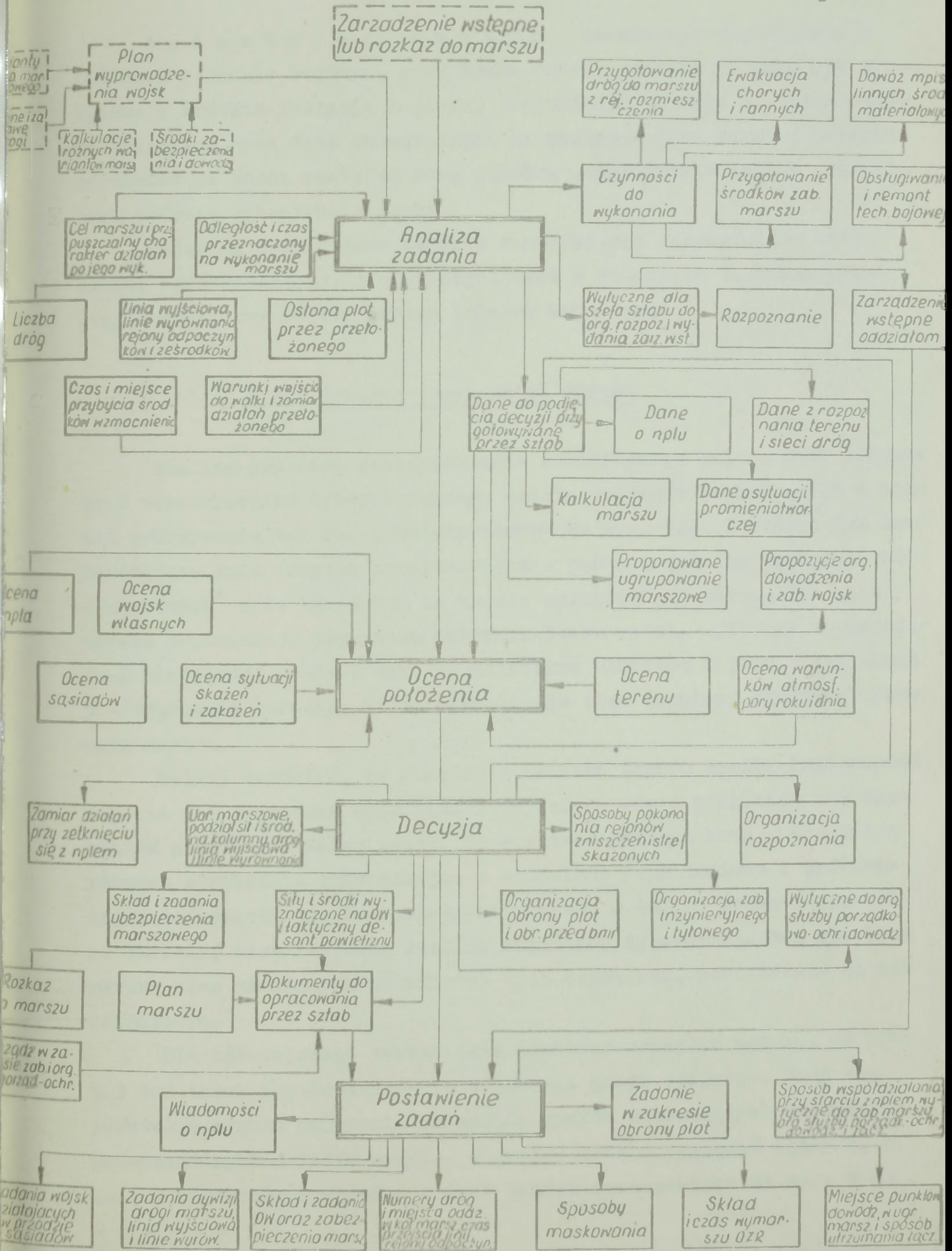
Uproszczenia te nie mają jednak wpływu na istotę problemu. Powodują jedynie niewielkie spłycczenie niektórych zagadnień, które w miarę potrzeb będzie uwzględniane w dalszych rozdziałach /podrozdziałach/ niniejszej pracy.

Przy organizacji marszu na duże odległości metoda pracy dowódcy i sztabu zależy głównie od możliwości wykorzystania zawczasu opracowanych wariantów działania oraz od sytuacji ogólnej, w jakiej organizowany jest marsz.

W decyzji do marszu na duże odległości dowódca określa: myśl przewodnią marszu, jego cel i odległość /zasięg/, rejon ześrodkowania po wykonaniu marszu, czas rozpoczęcia i zakończenia marszu; drogi marszu, linię wyjści<sup>ową</sup> i linię wyrównania; ugrupowanie marszowe; sposób rozwinięcia i działania wojsk w razie zetknięcia się z nieprzyjacielem; zadania oddziałów /pododdziałów/; skład i zadania ubezpieczenia marszowego; zasadnicze czynności w zakresie zabezpieczenia marszu; organizację dowodzenia i służby porządkowo-ochronnej.

# Schemat organizacji marszu

Rys. 5.1



Z a d a n i a d o m a r s z u przekazuje się wojskom w pisemnym rozkazie bojowym; przy braku czasu, zadania te mogą być przekazane w krótkim rozkazie bojowym, obejmującym zadania na jeden dobowy przemarsz oraz dane orientacyjne na następne doby marszu. Zadania oddziałów na każdą następną dobę dowódca udokładnia w takich przypadkach podczas wykonywania marszu.

Mając na uwadze dane zawarte w niniejszym podrozdziale oraz w części wprowadzającej, a w szczególności w rozdziale 2, można przystąpić do budowy modelu marszu kolumny wojskowej.

## 5.2. Cybernetyczny model marszu

Analizę problemu zabezpieczenia technicznego celowo jest poprzedzić rozpatrzeniem cybernetycznego modelu procesów zachodzących w czasie wykonywania marszu, przedstawionego na rys. 5.2. W modelu tym interesujące mnie procesy przedstawiłem w postaci układów względnie odosobnionych<sup>x</sup> oraz łączących te układy sprzężeń<sup>x</sup>. Poszczególne układy modelu odpowiadają czynnikom determinującym marsz, opisanym w rozdziale 2 niniejszej pracy z tym, że dodatkowo włączono w jego skład układ 9 - wykonanie zadania, który symbolizuje stan docelowy /końcowy/ procesu marszu.

Należy zauważyć, że chociaż z zakresu tematu wynika konieczność zajęcia się wyłącznie wejściami i wyjściami /do i z układów lub elementów układów/ zasileniowymi, to w przedstawionym modelu występują również sprzężenia informacyjne i zespolone /zasileniowe i informacyjne jednocześnie/. Przedstawienie modelu w takiej postaci pozwala na bardziej wszechstronną analizę czynników determinujących przebieg marszu oraz wzajemnych zależności tych czynników, niezależnie od ich charakteru.

Dla łatwiejszego zestawienia macierzy sprzężeń modelu, na rys. 5.3 dodatkowo przedstawiono go w postaci grafu spójnego. Graf ten powstał w wyniku nałożenia na siebie grafów obrazujących sprzężenia poszczególnych układów modelu. W grafie modelu sprzężeń węzły 1, 2, ..., 9 odpowiadają układom o tych samych oznaczeniach na rys. 5.2,

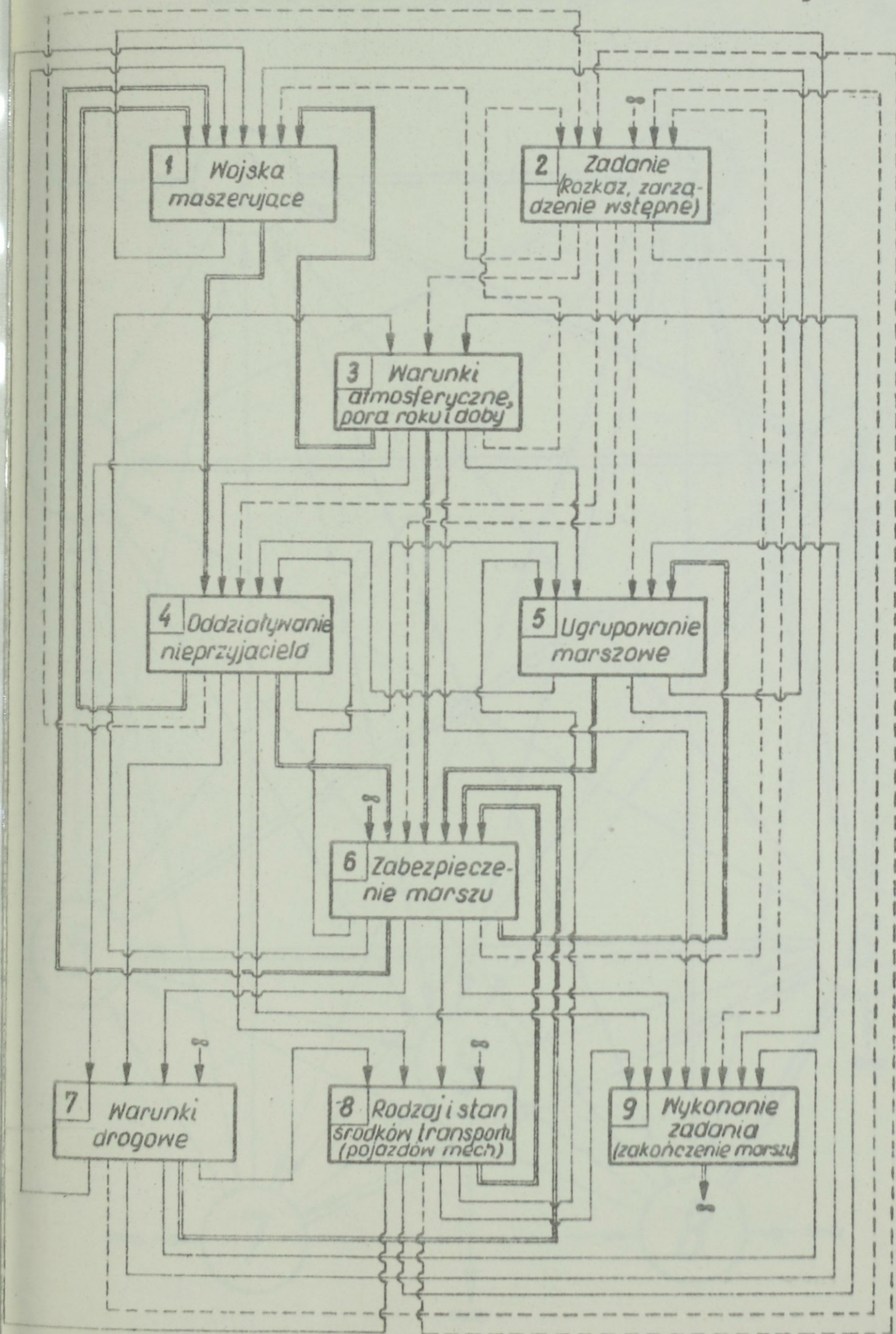
- - - - -

x

Wszystkie terminy cybernetyczne zaczerpnięto z [9] i [10].

Cybernetyczny model marszu

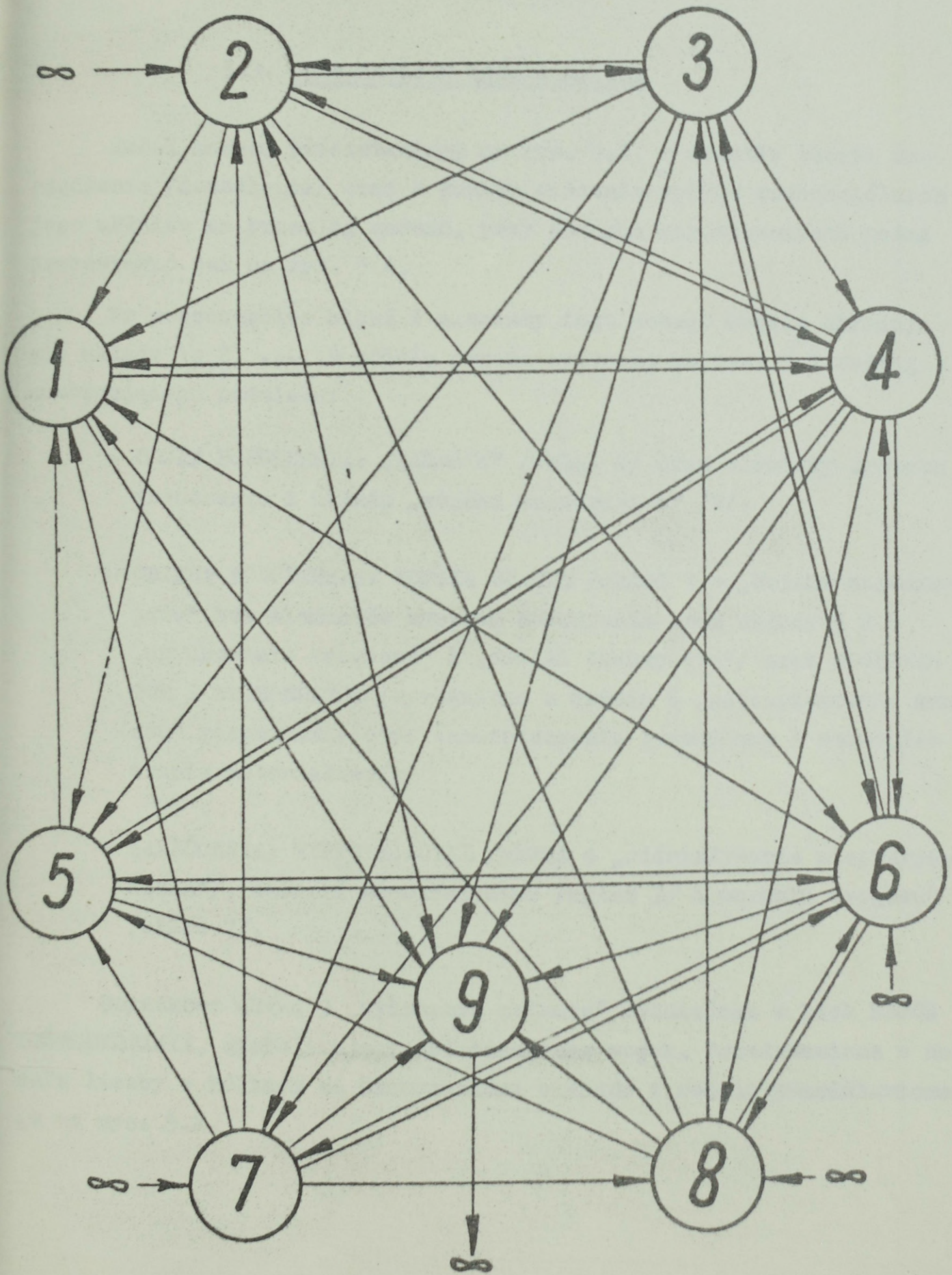
Rys 5.2



Legenda: — sprężenie zasileniowe  
- - - sprężenie informacyjne  
= = = sprężenie zespolone

Graf modelu marszu

Rys. 5.3



natomiast skierowane krawędzie odpowiadają połączeniom sprzęgającym poszczególne układy modelu.

### 5.3. Opis układów modelu marszu

Model marszu przedstawiony na rys. 5.2, w świetle teorii zarządzania /dowodzenia/ oraz z punktu widzenia wpływu poszczególnych jego układów na przebieg marszu, przy pewnych uproszczeniach można przedstawić jak na rys. 5.4.

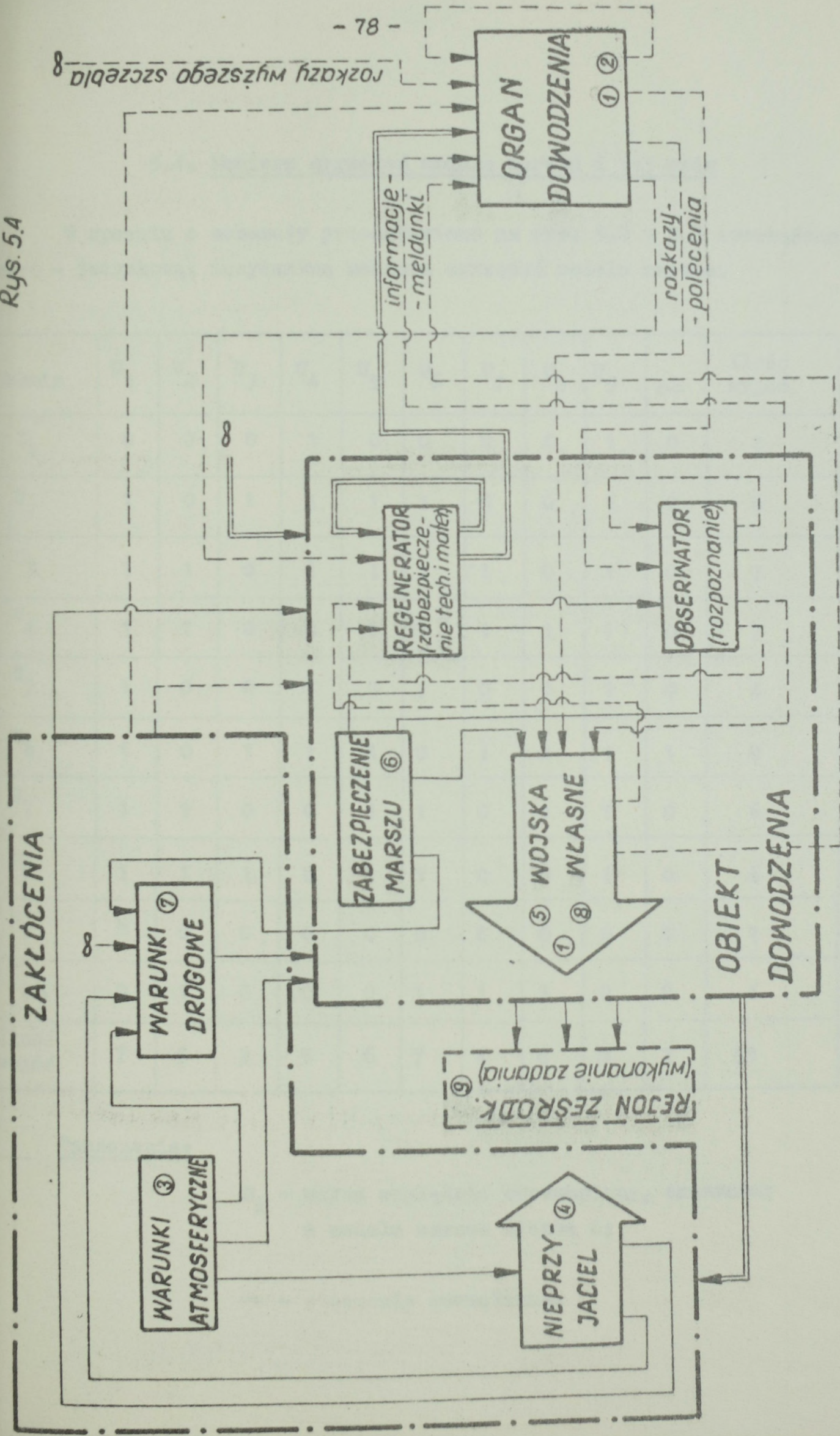
Na poszczególne bloki i elementy tego nowego modelu składają się układy 1, 2, ..., 9 modelu przedstawionego na rys. 5.2 według następującego podziału:

- ORGAN DOWODZENIA: „Zadanie” /układ 2/ oraz elementy systemu dowodzenia z układu „wojska maszerujące” /1/;
- OBIEKT DOWODZENIA: WOJSKA WŁASNE /układ 1 - „Wojska maszerujące” bez elementów systemu dowodzenia oraz układy 5 i 8 „ugrupowanie marszowe” i „środki transportu”/ oraz OBSERWATOR I REGENERATOR /wyróżnione z układu 6 „zabezpieczenie marszu” rozpoznanie oraz zabezpieczenie techniczne i zabezpieczenie materiałowe/;
- ZAKŁÓCENIA: NIEPRZYJACIEL /układ 4 „oddziaływanie nieprzyjaciela”/, warunki atmosferyczne /układ 3/ i warunki drogowe /układ 7/.

Dodatkowo układ 9 „wykonanie zadania” wydzielono w blok REJON ZEŚRODKOWANIA, symbolizujący cel działania wojsk. Przedstawione w modelu liczby w kółkach są oznaczeniami układów z modelu przedstawionego na rys. 5.2.

# Funkcjonalny model marszu

Rys. 5.4



rozkaży wyższego szczebla

Uwaga: oznaczenie sprzężeń jak na rys. 5.2

5.4. Macierz sprzężeń modelu marszu i jej opis

W oparciu o schematy przedstawione na rys. 5.2 i 5.3 sporządza zero - jedynkową, incydentną macierz sprzężeń modelu marszu.

Układy	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	$U_5$	$U_6$	$U_7$	$U_8$	$U_9$	$\infty$	Ilość wyjść
$U_1$	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
$U_2$	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	6
$U_3$	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	7
$U_4$	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	7
$U_5$	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	4
$U_6$	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	8
$U_7$	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	6
$U_8$	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	6
$U_9$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
$\infty$	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	4
Ilość wejść	7	5	3	5	6	7	4	4	8	2	51

Oznaczenia:

$U_1$  - układ względnie odosobniony, oznaczony w modelu marszu liczbą 1;

$\infty$  - otoczenie zewnętrzne.

Do opisu macierzy sprzężeń wprowadzam oznaczenia  $S_{1-j}$ , symbolizujące sprzężenie układów i-tego i j-tym.

$S_{1-4}$ : wojska maszerujące - oddziaływanie npla

Odpowiednie przygotowanie marszu, wyposażenie wojsk, stan ich wyszkolenia, ciągła znajomość aktualnej sytuacji oraz właściwe dowodzenie wojskami - mogą mieć wpływ na ograniczenie możliwości oddziaływania nieprzyjaciela, a nawet na wyeliminowanie niektórych form tego oddziaływania.

$S_{1-9}$ : wojska maszerujące - wykonanie zadania

Z analizy schematów wynika, że niemal wszystkie elementy układu 1 mają zasadniczy wpływ na wykonanie zadania /układ 9/.

$S_{2-1}$ : zadanie - wojska maszerujące

Zadanie /rozkaz do marszu, zarządzenie wstępne/ jest podstawą dla wojsk do przygotowania i wykonania marszu.

$S_{2-3}$ : zadanie - warunki atmosferyczne, pora roku i doby

Pozornie wydawałoby się, że zadanie, podobnie zresztą jak i inne układy modelu, nie może mieć wpływu na warunki atmosferyczne. W rzeczywistości jednak, określane w zadaniu takie elementy, jak: czas marszu, drogi marszu, prędkość ruchu kolumn, organizacja zabezpieczenia marszu, organizacja służby porządkowo-ochronnej itp. mogą bardzo poważnie wpływać na ograniczenie oddziaływania warunków atmosferycznych, pory roku i doby na przebieg marszu.

$S_{2-4}$ : zadanie - oddziaływanie nieprzyjaciela

Właściwie postawione zadanie, uwzględniające sytuację ogólną, możliwości wojsk własnych i nieprzyjaciela, zasady maskowania wojsk oraz skrytości marszu itp., w pewnym stopniu ogranicza, a w niektórych przypadkach eliminuje możliwości oddziaływania nieprzyjaciela.

S<sub>2-5</sub>: zadanie - ugrupowanie marszowe

Zadanie określa niemal wszystkie elementy wchodzące w skład układu 5 - ugrupowanie marszowe.

S<sub>2-6</sub>: zadanie - zabezpieczenie marszu

Zadanie zawiera wytyczne do organizacji zabezpieczenia marszu, będące podstawą działania wszystkich elementów układu 6.

S<sub>2-9</sub>: zadanie - wykonanie zadania

Zadanie określa cel marszu, czas w jakim powinien być osiągnięty ten cel oraz warunki wykonywania marszu. Ogólnie, zadanie określa sposób osiągnięcia stanu docelowego zarówno w aspekcie translokacyjnym jak i transchronacyjnym.

S<sub>3-1</sub>: warunki atmosferyczne, pora roku i doby - wojska maszerujące

Wpływ pogody oraz pory doby na wojska maszerujące jest oczywisty. W szczególności, od czynników tych zależy stan fizyczny kierowców, organizacja służby porządkowo-ochronnej, dopływ informacji, sprawność działania systemu łączności i organizacja dowodzenia.

S<sub>3-2</sub>: warunki atmosferyczne, pora roku i doby - zadanie

Przy stawianiu zadania poszczególne jego elementy uwzględniają istniejący lub prognozowany stan pogody i przyjętą na wykonanie poszczególnych etapów marszu porę doby. W szczególności, czynniki te mogą rzutować na organizację zabezpieczenia, strukturę kolumn, organizację odpoczynków, prędkość ruchu kolumn itp.

S<sub>3-4</sub>: warunki atmosferyczne, pora roku i doby - oddziaływanie nieprzyjaciela

Warunki klimatyczne, pora roku i doby mogą sprzyjać, zakłócać lub eliminować możliwość użycia przez npla określonych środków. W szczególności, od warunków atmosferycznych jest uzależnione użycie lotnictwa, działanie grup desantowych itp.

S<sub>3-5</sub>: warunki atmosferyczne, pora roku i doby - ugrupowanie marszowe

Warunki atmosferyczne, pora roku i doby wpływają przede wszystkim na odległość między pojazdami i odległości między kolumnami, a tym samym na ogólną długość ugrupowania marszowego oraz na organizację i skład ubezpieczenia marszu.

S<sub>3-6</sub>: warunki atmosferyczne, pora roku i doby - zabezpieczenie marszu

W zasadzie wszystkie elementy składające się na zabezpieczenie marszu są wrażliwe na oddziaływanie warunków atmosferycznych, a sposoby ich organizacji w znacznym stopniu uzależnione są od pory roku i doby, w jakich odbywa się marsz. Szczególnie wrażliwe na oddziaływanie tych czynników jest rozpoznanie, obrona plot oraz zabezpieczenie techniczne i inżynierskie.

S<sub>3-7</sub>: warunki atmosferyczne, pora roku i dnia - warunki drogowe

Warunki atmosferyczne mają wpływ na widoczność, przepustowość ciągów drogowych, stan dróg - szczególnie dróg gruntowych /objazdów, dróg na przełaj .../ oraz na stan przeszkód wodnych /rozmycia brzegów, rozlewiska itp/ i warunki wykonywania prac przygotowawczych. Pora roku, niezależnie od bezpośredniego wpływu na warunki atmosferyczne, może polepszać lub pogarszać warunki drogowe, a więc np. suche nawierzchnie dróg, zamrożone drogi gruntowe i dobra widoczność z jednej, a możliwość wystąpienia zarideci i zasp śnieżnych, kurzu i zamgleń z drugiej strony. Pora doby wpływa głównie na widoczność i przepustowość dróg.

S<sub>3-9</sub>: warunki atmosferyczne, pora roku i doby - wykonanie zadania

Warunki atmosferyczne, pora roku i doby mają wpływ na stan fizyczny i psychiczny załóg /kierowców/ pojazdów mechanicznych, na potrzeby w zakresie obsługi pojazdów oraz na czas niezbędny na odtworzenie gotowości bojowej wojska, a tym samym na gotowość wojska do dalszych działań. Ponadto, oddziaływanie tych czynników może mieć również wpływ na stan ukończenia w pojazdy mechaniczne, ponieważ przy niesprzyjających warunkach część z nich może być pozostawiona na trasach przemarszu.

S<sub>4-1</sub>: oddziaływanie nieprzyjaciela - wojska maszerujące

Oddziaływanie nieprzyjaciela będzie skierowane przede wszystkim właśnie na wojska maszerujące, przy czym oddziaływanie to może obejmować niemal wszystkie elementy układu 1. Głównym celem oddziaływania będzie z reguły system dowodzenia wojskami.

S<sub>4-2</sub>: oddziaływanie nieprzyjaciela - zadanie

Oddziaływanie nieprzyjaciela może mieć wpływ na zadanie w tym sensie, że przy wypracowywaniu czy ustalaniu poszczególnych elementów zadania, mogą być uwzględnione przewidywane sposoby oddziaływania nieprzyjaciela na etapach przygotowywania i wykonywania marszu. Może to dotyczyć na przykład maskowania i skrytości marszu, odpowiedniej organizacji dowodzenia i łączności, sposobów współdziałania itd.

S<sub>4-5</sub>: oddziaływanie nieprzyjaciela - ugrupowanie marszowe

Ugrupowanie marszowe w głównej mierze zależy od przewidywanych sposobów oddziaływania nieprzyjaciela. Możliwe sposoby oddziaływania nieprzyjaciela mają wpływ przede wszystkim na odległość między kolumnami oraz na organizację ubezpieczenia marszu i maskowanie.

S<sub>4-6</sub>: oddziaływanie nieprzyjaciela - zabezpieczenie marszu

Wszystkie działy zabezpieczenia marszu pod względem organizacji, potrzeb i skuteczności zależą od sposobów oddziaływania nieprzyjaciela. Ponadto, sposoby oddziaływania nieprzyjaciela kształtują warunki, w jakich są przeprowadzane przedsięwzięcia z zakresu zabezpieczenia marszu /możliwość oderwania się od ugrupowania marszowego, maskowanie i skrytość działania itp./.

S<sub>4-7</sub>: oddziaływanie nieprzyjaciela - warunki drogowe

Oddziaływanie nieprzyjaciela na warunki drogowe, może polegać na: uderzeniach na trasy marszu, w tym głównie na mosty, wiadukty, skrzyżowania dróg itp., co spowoduje z kolei konieczność przepraw przez przeszkody wodne i objazdów; skażeniach, zakażeniach i zatopieniach terenów, przez które przechodzą trasy marszu; wznieceniach

pożarów lub wykonaniu zawałów leśnych na trasach marszu itp. Wszystkie wymienione sposoby oddziaływania nieprzyjaciela na warunki drogowe pociągają za sobą wydłużenie czasu marszu /objazdy, przeprawy, przerwy w ruchu w oczekiwaniu na spadek natężenia promieniowania, gaszenie pożarów, usuwanie zawałów itp./.

S<sub>4-8</sub>: oddziaływanie nieprzyjaciela - stan środków transportu

Oddziaływanie nieprzyjaciela, szczególnie jego uderzenia na kolumny marszowe, może mieć wpływ zarówno na stan liczebny pojazdów mechanicznych /konieczność pozostawienia na trasach marszu lub w rejonach organizowanych PZSU uszkodzonych przez npla pojazdów, których nie można wyremontować w dysponowanym czasie przy użyciu etatowych środków remontowych/, jak i na ich stan jakościowy /fundusz remontowy od uszkodzeń bojowych w rejonie ześrodkowania/ po wykonaniu marszu.

S<sub>4-9</sub>: oddziaływanie nieprzyjaciela - wykonanie zadania

Oddziaływanie nieprzyjaciela może znacznie utrudniać wykonanie zadania, może spowodować jego niepełne wykonanie /osiągnięcie nakazanego rejonu w niepełnej gotowości bojowej/, a w skrajnych przypadkach - może uniemożliwić wykonanie zadania /po osiągnięciu nakazanego rejonu wojska niezdolne do dalszych działań lub niemożliwość osiągnięcia rejonu wyjściowego w nakazanym czasie/.

S<sub>5-1</sub>: ugrupowanie marszowe - wojska maszerujące

Przyjęcie odpowiedniego ugrupowania marszowego wojsk w znacznym stopniu ułatwia organizację dowodzenia oraz organizację służby porządkowo-ochronnej, a także wpływa na stan fizyczny /zmęczenie/ załóg /kierowców/.

S<sub>5-4</sub>: ugrupowanie marszowe - oddziaływanie nieprzyjaciela

Odpowiednio przyjęte ugrupowanie marszowe wojsk może w znacznym stopniu zmniejszyć możliwości bezpośredniego oddziaływania nieprzyjaciela na maszerujące wojska, a przynajmniej ograniczyć niektóre sposoby jego oddziaływania i zmniejszyć skuteczność tego oddziaływania.

S<sub>5-6</sub>: ugrupowanie marszowe - zabezpieczenie marszu

Przyjęte ugrupowanie marszowe rzutuje na potrzeby poszczególnych rodzajów zabezpieczenia, a więc rozpoznania, odpowiedniej organizacji obrony plot i przed bronią masowego rażenia, odpowiedniego ubezpieczenia, maskowania itd.

S<sub>5-9</sub>: ugrupowanie marszowe - wykonanie zadania

Przyjęte ugrupowanie marszowe może zdecydować o wykonaniu lub nie wykonaniu postawionego zadania. W szczególności, przyjęte odległości między pojazdami w kolumnach oraz odległości między kolumnami mogą zdecydować o końcowym /docelowym/ stanie gotowości wojsk do dalszych działań /zmęczenie kierowców, stan ilościowy i jakościowy pojazdów mechanicznych itd/.

S<sub>6-1</sub>: zabezpieczenie marszu - wojska maszerujące

Każdy z działów zabezpieczenia marszu wpływa w określony sposób na jeden lub kilka elementów przedstawionych w układzie 1. i tak na przykład: właściwie zorganizowane rozpoznanie jest podstawowym źródłem ciągłego i terminowego dopływu wiarygodnych informacji, co bezpośrednio rzutuje na sprawność systemu dowodzenia; obrona plot., obrona wojsk przed bmr oraz ubezpieczenie wojsk w warunkach oddziaływania npla, ma decydujący wpływ na organizację systemu dowodzenia, stan liczebny i stan moralno-polityczny wojsk oraz organizację służby porządkowo-ochronnej itd.

S<sub>6-3</sub>: zabezpieczenie marszu - warunki atmosferyczne, pory roku i doby

Sprzężenie to ma charakter pośredni, bowiem zabezpieczenie marszu nie może mieć wpływu na przykład na zmianę warunków atmosferycznych. Niemniej jednak odpowiednia organizacja tego zabezpieczenia, a przynajmniej niektórych jego działów, może mieć wpływ na znaczne zmniejszenie oddziaływania warunków atmosferycznych, pory roku i doby na przebieg marszu. Przykładowo zabezpieczenie inżynieryjne, drogą odpowiedniego przygotowania i utrzymania dróg, może ograniczyć wpływ warunków atmosferycznych na warunki drogowe; zabezpieczenie

techniczne i zabezpieczenie materiałowe, poprzez odpowiednie przygotowanie pojazdów mechanicznych, może ograniczyć wpływ warunków złej widoczności /noc, mgła/ na prędkość ruchu kolumn itd.

S<sub>6-4</sub>: zabezpieczenie marszu - oddziaływanie nieprzyjaciela

Właściwie zorganizowane zabezpieczenie marszu może w znacznym stopniu ograniczyć możliwości oddziaływania nieprzyjaciela /np. obrona plot., rozpoznanie, maskowanie, ubezpieczenie/ oraz zmniejszyć skutki tego oddziaływania /obrona wojsk przez bmr, zabezpieczenie inżynieryjne, zabezpieczenie techniczne, zabezpieczenie medyczne.../.

S<sub>6-5</sub>: zabezpieczenie marszu - ugrupowanie marszowe

Struktura ugrupowania marszowego powinna uwzględniać, i z zasady uwzględnia, potrzeby wynikające z organizacji poszczególnych działań zabezpieczenia marszu. Dla przykładu można podać, że odległości między kolumnami marszowymi w sposób decydujący zależą od potrzeb organizacji obrony wojsk przez bmr.

S<sub>6-7</sub>: zabezpieczenie marszu - warunki drogowe

Oddziaływanie zabezpieczenia marszu na warunki drogowe jest oczywiste. Szczególnie wyraźna w tym względzie jest rola zabezpieczenia inżynieryjnego, w zakres którego wchodzi m.in. przygotowanie i utrzymanie dróg do marszu oraz zabezpieczenie ich odpowiedniej przepustowości, przygotowanie objazdów, przepraw przez przeszkody wodne itd.

S<sub>6-8</sub>: zabezpieczenie marszu - stan środków transportu

Zabezpieczenie marszu może mieć duży wpływ zarówno na stan ilościowy jak i na stan techniczny pojazdów mechanicznych. Właściwa organizacja zabezpieczenia marszu zmniejsza procentowy współczynnik strat bojowych i eksploatacyjnych w pojazdach mechanicznych /obrona plot, rozpoznanie, ubezpieczenie, zabezpieczenie inżynieryjne, maskowanie, zabezpieczenie techniczne itd/ oraz zwiększa współczynnik odzysku uszkodzonych pojazdów mechanicznych /zabezpieczenie techniczne i zabezpieczenie materiałowe/.

S<sub>6-9</sub>: zabezpieczenie marszu - wykonanie zadania

Każdy z działów zabezpieczenia marszu jest organizowany w celu umożliwienia wykonania zadania, z kolei każdy z elementów składających się na wykonanie zadania jest uzależniony od zabezpieczenia marszu, a ściślej, od organizacji określonego działu tego zabezpieczenia.

S<sub>6-∞</sub>: zabezpieczenie marszu - otoczenie zewnętrzne

Uwzględnienie tego sprzężenia w modelu marszu ma odzwierciedlać przede wszystkim połączenie zabezpieczenia technicznego z otoczeniem zewnętrznym, polegające m.in. na konieczności przekazywania uszkodzonych /zniszczonych/ pojazdów mechanicznych, które z różnych względów nie mogą być wyremontowane przez etatowe środki remontowe związku taktycznego.

S<sub>7-1</sub>: warunki drogowe - wojska maszerujące

Warunki drogowe oddziałują przede wszystkim na potrzeby w zakresie przygotowania marszu i na stan fizyczny kierowców /załóg/ oraz w pewnym stopniu na organizację łączności i służby porządkowo-ochronnej.

S<sub>7-2</sub>: warunki drogowe - zadanie

Warunki drogowe mają wpływ na zadanie w tym sensie, że przy opracowywaniu /ustalaniu/ poszczególnych jego elementów, uwzględnia się w jakich warunkach ma się odbywać marsz oraz w jakim stopniu warunki te sprzyjają wykonaniu zadania. W szczególności, warunki drogowe uwzględnia się przy określaniu prędkości ruchu kolumn i czasu marszu, przy ustalaniu rejonów i czasu trwania odpoczynków itp.

S<sub>7-5</sub>: warunki drogowe - ugrupowanie marszowe

Warunki drogowe rzutują na wszystkie elementy, składające się na układ 5 - ugrupowanie marszowe.

S<sub>7-6</sub>: warunki drogowe - zabezpieczenie marszu

Oddziaływanie warunków drogowych na zabezpieczenie marszu jest oczywiste, w szczególności zaś na warunki, w jakich to zabezpieczenie jest organizowane.

S<sub>7-8</sub>: warunki drogowe - stan środków transportu

Wpływ warunków drogowych na pojazdy mechaniczne wyraża się zależnością ich stanu technicznego od stanu dróg. Od stanu dróg zależne są przede wszystkim takie elementy jak potrzeby w zakresie obsługi technicznej, współczynnik strat eksploatacyjnych, a tym samym potrzeby w zakresie remontów itd.

S<sub>7-9</sub>: warunki drogowe - wykonanie zadania

Warunki drogowe mogą mieć wpływ na każdy z elementów, składających się na układ 9 - wykonanie zadania i w ten sposób zdecydować o stopniu wykonania zadania /osiągnięcie nakazanego rejonu w określonym czasie i w gotowości do dalszych działań/.

S<sub>8-1</sub>: rodzaj i stan środków transportu - wojska maszerujące

Rodzaj oraz stan ilościowy i techniczny pojazdów mechanicznych wpływa na stan fizyczny kierowców /załóg/, na potrzeby w zakresie organizacji służby porządkowo-ochronnej, na zakres prac niezbędnych do wykonania w okresie przygotowania do marszu, na sprawność działania systemu łączności itd.

S<sub>8-2</sub>: rodzaj i stan środków transportu - zadanie

Rodzaj i stan środków transportu /pojazdów mechanicznych/ oddziałuje na zadanie w tym sensie, że czynnik ten powinien być uwzględniony przy ustalaniu /określaniu/ danych do zadania. W szczególności, dotyczy to takich elementów zadania, jak: prędkość ruchu kolumn i czas marszu, rejon i czas trwania odpoczynków, struktura kolumn marszowych, wytyczne do organizacji zabezpieczenia marszu itd.

S<sub>8-3</sub>: rodzaj i stan środków transportu - warunki atmosferyczne, pora roku i doby

Pojazdy mechaniczne nie mogą mieć bezpośredniego wpływu na warunki atmosferyczne, porę roku czy doby. Jednak sprzężenie to ma sens o tyle, że rodzaj i stan pojazdów może decydować o ich wrażliwości /odporności/ na oddziaływanie tych czynników. Na przykład wyposażenie pojazdów w urządzenia noktowizyjne, indywidualne podgrzewacze, urządzenia przeciwślizgowe itp. - w znacznym stopniu uniezależniają kolumny marszowe od wpływu na ich ruch warunków złej widoczności, niskich temperatur, gołoledzi itp.

S<sub>8-5</sub>: rodzaj i stan środków transportu - ugrupowanie marszowe

Ugrupowanie marszowe w decydujący sposób zależy od rodzaju i ilości pojazdów mechanicznych biorących udział w marszu. W szczególności, od czynnika tego zależą odległości między pojazdami oraz struktura i głębokość ugrupowania marszowego.

S<sub>8-6</sub>: rodzaj i stan środków transportu - zabezpieczenie marszu

Organizacja wszystkich działań zabezpieczenia marszu w większym, lub mniejszym stopniu zależy od rodzaju i ilości pojazdów mechanicznych. Dotyczy to zarówno pojazdów wojsk maszerujących /zabezpieczanych/, jak i pojazdów będących w dyspozycji organów zabezpieczenia marszu.

S<sub>8-9</sub>: rodzaj i stan środków transportu - wykonanie zadania

Rodzaj i stan pojazdów mechanicznych może mieć decydujący wpływ na każdy z elementów składających się na układ 9 - wykonanie zadania, a tym samym na wykonanie zadania w całości.

S<sub>9-00</sub>: wykonanie zadania - otoczenie zewnętrzne

Uwzględnienie tego sprzężenia w modelu marszu ma wskazywać na fakt, że wykonanie zadania służy jakimś celom nie objętym modelem, że po osiągnięciu nakazanego rejonu wojska powinny być w gotowości do wykonania dalszych działań, również nie objętych analizowanym modelem itd.

S<sub>∞-2</sub>: otoczenie zewnętrzne - zadanie

Sprzężenie to przede wszystkim odzwierciedla fakt, że jakkolwiek układ 2 - zadanie, zostało włączone do modelu, to pochodzi ono z otoczenia zewnętrznego /z wyższego szczebla dowodzenia/ i tylko część jego elementów wynika z układów /czynników/ objętych modelem. Pozostała część tych elementów uzależniona jest od sytuacji ogólnej, zamiaru wyższego przełożonego itd.

S<sub>∞-6</sub>: otoczenie zewnętrzne - zabezpieczenie marszu

Wszystkie działy zabezpieczenia marszu uzależnione są od otoczenia zewnętrznego. Po pierwsze wynika to z tego, że przy organizacji poszczególnych rodzajów zabezpieczenia bierze się pod uwagę, oprócz danych wynikających z zadania, również wytyczne i dane przekazywane od wyższych przełożonych po linii rodzaju służby /z zewnątrz/, a po drugie dlatego, że w modelu nie uwzględniono wszystkich czynników, jakie mogą oddziaływać na organizację zabezpieczenia marszu.

S<sub>∞-7</sub>: otoczenie zewnętrzne - warunki drogowe

Sprzężenie odzwierciedla fakt, że warunki drogowe mogą być zmienione przez organa /czynniki/ nie objęte modelem /przygotowanie dróg lub ich „rozjeżdżenie” przez wojska maszerujące przed nami, przygotowanie dróg przez organa wyższych przełożonych itp/.

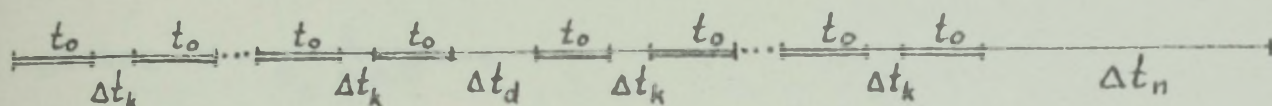
S<sub>∞-8</sub>: otoczenie zewnętrzne - rodzaj i stan środków transportu

Sprzężenie odzwierciedla możliwość ewentualnej kompensacji strat w pojazdach mechanicznych przez organa szczebla wyższego, możliwość zdobycia zastępczych środków transportu itp.

5.5. Równanie ruchu kolumny marszowej

Jak już wspomniano wyżej, w niniejszej pracy marsz jest rozumiany jako przesunięcie niezaangażowanych bezpośrednio w walce z nieprzyjacielem wojsk, na etatowych środkach transportowych, z jednego rejonu /rubieży/ do drugiego.

W czasie trwania marszu mogą być organizowane krótkie, długie i nocne /dzienne/ odpoczynki. Przy jedno lub kilkudniowym marszu, jego dobowy przebieg graficznie można przedstawić następująco:



gdzie wprowadzono następujące oznaczenia:

$t_0 = \text{const}$  - czas trwania marszu pomiędzy kolejnymi odpocznkami;

$\Delta t_k$  - czas trwania krótkiego odpoczynku;

$\Delta t_d$  - czas trwania długiego odpoczynku;

$\Delta t_n$  - czas trwania nocnego /dziennego/ odpoczynku.

Oznaczając dodatkowo przez  $V$  - założoną średnią prędkość ruchu kolumn, przez  $t$ -bieżący czas wykonywania marszu oraz przez  $X/t/$  - drogę przebytą w czasie  $t$ , można przystąpić do określenia ogólnych, podstawowych zależności analitycznych dynamiki marszu.

Przy rozpatrywaniu marszu, najczęściej interesuje nas w jakim czasie wojska znajdą się w określonym rejonie, bądź też jaką odległość przebędą w określonym czasie. Rozpatrzmy zależności, określające drogę przebytą w zadanym czasie.

Ponieważ wartości  $\Delta t_k$ ,  $\Delta t_d$  i  $\Delta t_n$  nie są jednakowe, zagadnienie należy rozpatrywać dla poszczególnych odcinków drogi /trasy marszu/ oddzielnie. Dla oznaczenia tych odcinków, wygodniej będzie posługiwać się przedziałami czasów niezbędnych na ich przebycie.

1/ Dla przedziału  $0 < t \leq t_0$  zachodzi prosta zależność wg równania  
-----  
na drogę w ruchu jednostajnym

$$X/t/ = V \cdot t. \quad /5.5.1/$$

Dla  $t > t_0$  zapis ten komplikuje się o tyle, że należy w nim uwzględnić czasy trwania odpoczynków  $\Delta t_i$ , które mają różne wartości w zależności od ich rodzaju.

Gdyby  $a_i = \text{const}$ , to moglibyśmy zapisać dla całej trasy marszu:

$$X/t/ = V/t - a \cdot \Delta t/,$$

gdzie:  $a = \frac{t}{t_0 + \Delta t}$ ,

przy czym wartość współczynnika  $a$  należałoby zaokrąglić do najbliższej mniejszej liczby całkowitej. Ponieważ jednak ta nie jest, następnym rozpatrywanym odcinkiem trasy będzie marsz do osiągnięcia rejonu długiego odpoczynku.

2/ Dla przedziału  $t_0 < t \leq a/t_0 + \Delta t_k/$  możemy zatem zapisać

$$X/t/ = V/t - a \Delta t_k/, \quad /5.5.2/$$

gdzie

$$a = \frac{t}{t_0 + \Delta t_k} \quad /5.5.3/$$

przy czym, jak już wspomniano wyżej, wartość współczynnika  $a$  zaokrąglamy do najbliższej mniejszej liczby całkowitej.

Łatwo zauważyć, że dla  $t < t_0$  wartość współczynnika  $a$  jest mniejsza od jedności, a zatem przy przyjętej zasadzie zaokrąglania tej wartości do najbliższej mniejszej liczby całkowitej -  $a = 0$ . Stąd wniosek, że powyższa zależność jest również prawdziwa dla całego przedziału  $0 < t \leq a/t_0 + \Delta t_k/$ .

3/ Dla przedziału  $a/t_0 + \Delta t_k/ < t \leq 24 - \Delta t_d/$ , oznaczając współczynnik określający ilość krótkich przystanków przez  $b$ , można zapisać

$$X/t/ = V/t - b \cdot \Delta t_k - \Delta t_d/ \quad /5.5.4/$$

gdzie

$$b = \frac{t - t_0 - \Delta t_d}{t_0 + \Delta t_k} \quad /5.5.5/$$

Wyrażenie /5.5.5/ określono z zależności:

$$t = /b+1/t_0 + b \cdot \Delta t_k + \Delta t_d$$

Wartość współczynnika b, podobnie jak wartość współczynnika a, zaokrągla się do najbliższej mniejszej liczby całkowitej.

4/ Dla przedziału czasu  $24 - \Delta t_n < t \leq 24$  trwa przerwa w ruchu, zatem można zastosować zależności /5.5.4/ i /5.5.5/ dla przedziału  $a/t_0 + \Delta t_k / < t \leq 24 - \Delta t_n$ .

5/ Dla przedziału  $t \geq 24$ , czyli dla przypadków marszu trwającego dłużej niż dobę lub kilka dób, można stosować zależności:

a/ dla pełnych dób

$$X_n/t/ = n \cdot v / t - c \Delta t_k - \Delta t_d - \Delta t_n /, \quad /5.5.6/$$

gdzie

$$c = \frac{t - \Delta t_d - \Delta t_n - 2t_0}{t_0 + \Delta t_k}, \quad /5.5.7/$$

$$n = \frac{t}{24} - \text{najbliższa mniejsza liczba całkowita};$$

b/ dla pozostałego czasu  $t' = t - n \cdot 24$  przy  $n = 1, 2, \dots$ , w zależności od jego wielkości, można odpowiednio zastosować przypadek 2/ lub 3/.

W powyższych zależnościach nie uwzględniono czasu na wyciąganie kolumn i ich zjazd w rejony długich i nocnych /dziemnych/ odpoczynków przyjmując, że wchodzi on w czas przeznaczony na odpoczynki. Przy założeniu, że wyciąganie kolumn odbywa się w czasie przeznaczonym na ruch /marsz/, można ten czas uwzględnić w równaniach marszu w postaci czasu traconego na wykonanie tych czynności:

$$\Delta t_w = \frac{2/n_p d_p + d_k /}{v}, \quad /5.5.8/$$

gdzie  $n_p$  - ilość pojazdów na rozpatrywanej marszrucie;

$d_p$  - odległość pomiędzy pojazdami;

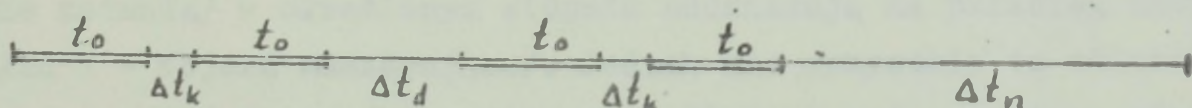
$d_k$  - suma odległości pomiędzy pododdziałami /kolumnami/ na danej marszrucie.

Wprowadzając wyrażenie /5.5.8/ do równań /5.5.2/, /5.5.4/ i /5.5.6/, otrzymujemy układ równań opisujący marsz kolumny:

$$X/t/ = \begin{cases} V/t - a \Delta t_k / & \text{dla } t \leq a/t_0 + \Delta t_k /; \\ V/t - b \Delta t_k - \Delta t_d - \Delta t_w / & \text{dla } a/t_0 + \Delta t_k / < t \leq 24 - \Delta t_n; \\ n \cdot V/t - c \Delta t_k - \Delta t_d - \Delta t_n - 2 \Delta t_w / + \dots & \text{dla } t > 24, \text{ przy } n = \frac{t}{24}. \end{cases} \quad /5.5.9/$$

Powyższe równania wprowadzono przy założeniach, że  $\Delta t_k = \text{const}$  i  $t_0 = \text{const}$ . W praktyce jednak wielkości te są przyjmowane w oparciu o obowiązujące normy /tablica 2.4/ i mogą mieć różne wartości, co znacznie komplikuje analityczny zapis ruchu kolumny marszowej. W tym przypadku przerwy w ruchu przeznaczone na odpoczynki, najłatwiej jest obliczyć z planu marszu i potraktować je jako sumaryczny czas nieefektywny dla ruchu kolumny marszowej.

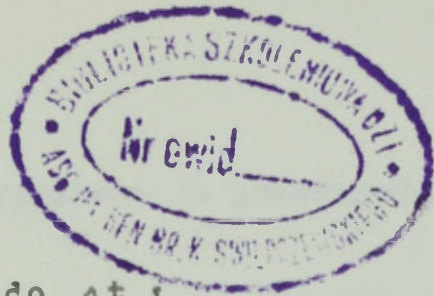
W świetle obowiązujących norm, najbardziej prawdopodobnym będzie przedstawiony na poniższym schemacie wariant dobowego przebiegu marszu.



W związku z powyższym, dobowy czas nieefektywny dla ruchu kolumny marszowej można zapisać w postaci

$$t_{od} = \sum \Delta t_i = 2 \Delta t_k + \Delta t_d + \Delta t_n \quad /5.5.10/$$

Wprowadzając wyrażenie /5.5.10/ do układu równań /5.5.9/ ostatecznie otrzymujemy



$$x/t/ = \begin{cases} v/t - \sum \Delta t_i / & \text{dla przedziału czasu do } \Delta t_d; \\ v/t - \sum \Delta t_i - \Delta t_w / & \text{dla } a/t_0 + \Delta t_k < t \leq 24 - \Delta t_n; \\ n \cdot v/t - \sum \Delta t_i - 2 \Delta t_w / + \dots & \text{dla przedziału czasu } t > 24 \end{cases} \quad /5.5.11/$$

Powyższy układ równań nie uwzględnia jednak zakłóceń, które na rys. 5.4 przedstawiono w bloku czynników oddziałujących, co w znacznym stopniu ogranicza możliwości praktycznego wykorzystania tych równań do określania położenia maszerujących wojsk w danym czasie. Dlatego też, celowym wydaje się przeanalizowanie modelu marszu /rys. 5.2 i 5.4/ pod kątem oddziaływania poszczególnych jego układów na przebieg marszu kolumny i ewentualne uwzględnienie przynajmniej niektórych z czynników oddziałujących w zależnościach /5.5.11/.

### 5.6. Wpływ czynników zakłócających ruch kolumny marszowej

Z analizy modelu marszu przedstawionego na schemacie 5.2 wynika, że właściwie wszystkie jego układy /z wyjątkiem układu 9 - wykonanie zadania/ w określonym stopniu oddziałują na przebieg marszu /układ 1 - wojska maszerujące/. Jednak nie wszystkie te oddziaływania można ująć w sposób analityczny. Dlatego też ograniczę się do uwzględnienia dwóch czynników oddziałujących, z podziału przyjętego w uproszczonym modelu funkcjonalnym, przedstawionym w podrozdziale 5.3 /patrz rys. 5.4 i jego opis/, a mianowicie warunki atmosferyczne /układ 3 z rys. 5.2/ oraz oddziaływanie nieprzyjaciela /układ 4/. Takie uproszczenie jest do przyjęcia tambardziej, że pozostałe układy modelu przedstawionego na rys. 5.2 /za wyjątkiem układów 7 i 9/ w funkcjonalnym modelu /rys. 5.4/ symbolizują podmiot działania /„organ dowodzenia” i „obiekt dowodzenia”/.

W celu uwzględnienia wpływu oddziaływania nieprzyjaciela i warunków atmosferycznych na przebieg marszu, należy rozpatrzeć dodatkowo trzy następujące przypadki:

- marsz opóźniany działaniami nieprzyjaciela /z prawdopodobieństwem  $p_{ni}$ /;
- marsz opóźniony w wyniku niekorzystnych warunków atmosferycznych /z prawdopodobieństwem  $p_{ai}$ /;
- marsz opóźniany działaniami nieprzyjaciela i niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi /z prawdopodobieństwami  $p_{ni}$  i  $p_{ai}$ /.

W wymienionych przypadkach może występować zarówno wydłużenie drogi marszu jak i przedłużenie czasu jego trwania.

Oddziaływanie nieprzyjaciela może m.in. spowodować :

- konieczność pokonania przez wojska dodatkowej drogi  $\Delta X_n$ , z prawdopodobieństwem  $p_{n1}$ , w przypadkach uderzeń na trasy przemarszu /np. obejścia przy zniszczeniach przepraw, skażeniach, zatopieniu terenu itp/;
- przedłużenie czasu marszu o  $\Delta t$ , z prawdopodobieństwem  $p_{n2}$ , w przypadkach uderzeń bezpośrednio w kolumny wojsk /odtworzenie systemu dowodzenia, usunięcie zawałów i uszkodzonego sprzętu z dróg itp/;
- przedłużenie czasu marszu o  $\Delta t_0$ , z prawdopodobieństwem  $p_{n3}$ , w przypadkach zniszczenia naszych wojsk do rozwinięcia się i prowadzenia walki z grupami desantowymi.

Niekorzystne warunki atmosferyczne mogą spowodować:

- konieczność pokonania dodatkowej drogi  $\Delta X_a$ , z prawdopodobieństwem  $p_{a1}$  /np. przy roztopach, wylewach rzek itp/;
- przedłużenie czasu marszu<sup>x</sup> o  $\Delta t_a$ , z prawdopodobieństwem  $p_{a2}$  /np. przy mgle, gołoledzi, opadach, wysokiej temperaturze itp./.

-----  
<sup>x</sup> W rzeczywistości w tym przypadku oddziaływania warunków atmosferycznych, nastąpi zmniejszenie prędkości ruchu kolumny marszowej. Oczywiście jest jednak, że przyjęcie  $\Delta t$  zamiast  $\Delta V$  nie wpłynie na wynik rozpatrywanej wartości  $X/t$ .

Wartość oczekiwaną drogi  $X/t$  przebytej przez wojska w określonym czasie, dla najbardziej niekorzystnego z w/wym. przypadków, można obliczyć wychodząc z wartości oczekiwanej efektywnego czasu marszu

$$T = t' - p_{n2} \Delta t - p_{n3} \Delta t_b - p_{a2} \Delta t_a, \quad /5.5.12/$$

gdzie:  $t'$  zgodnie z /5.5.11/, można wyrazić zależnościami:

$$t' = \begin{cases} t - \sum \Delta t_1 & \text{dla } t < /t_0 + \Delta t_k/; \\ t - \sum \Delta t_1 - \Delta t_w & \text{dla } a/t_0 + \Delta t_k / < t \leq 24 - \Delta t_n; \\ t - \sum \Delta t_1 - 2 \Delta t_w & \text{dla } t = 24, \end{cases}$$

przy uwzględnieniu wartości oczekiwanej dodatkowej drogi

$$X' = p_{n1} \cdot \Delta X_n + p_{a1} \cdot \Delta X_a. \quad /5.5.13/$$

Wprowadzając wyrażenia /5.5.12/ i /5.5.13/ do układu /5.5.11/, dla najbardziej złożonego z omówionych przypadków marszu, otrzymujemy następującą postać równania marszu:

$$X = V/t' - p_{n2} \Delta t - p_{n3} \Delta t_b - p_{a2} \Delta t_a / - \\ - p_{n1} \cdot \Delta X_n - p_{a1} \Delta X_a. \quad /5.5.14/$$

Oczywiście poszczególne czynniki tego równania, można zmieniać odpowiednio do warunków w jakich wykonywany jest marsz.

Wartość oczekiwaną drogi przebytej w określonym czasie według /5.5.14/ i parametry rozrzutu tej wartości, można obliczyć m.in. stosując statystyczną metodę badawczą /Monte Carlo/.

## 6. STRUMIEN ZGŁOSZEŃ GENEROWANY W CZASIE MARSZU ZT

### 6.1. Ogólny opis strumienia zgłoszeń

Strumień zgłoszeń /strumień wchodzący/ jest jednym z podstawowych pojęć teorii masowej obsługi, której elementy mogą być z powodzeniem zastosowane do badania i projektowania systemów zabezpieczenia technicznego wojsk. Obsługę w tym przypadku rozumie się w szerokim tego słowa znaczeniu. W rozpatrywanym w niniejszej rozprawie problemie, przez obsługę /w odróżnieniu od obsługiwaniania/ rozumie się wszystkie zabiegi techniczne i organizacyjno-techniczne, wchodzące w zakres obsługiwaniania technicznego, pomocy technicznej, rozpoznania technicznego, ewakuacji i remontów pojazdów mechanicznych.

Jednym z pierwszych i zasadniczych etapów pracy - zarówno przy teoretycznym opracowywaniu problemów masowej obsługi jak i przy praktycznym zastosowaniu jej metod - jest możliwie dokładne zbadanie strumienia zgłoszeń na obsługę, nadchodzących do systemu obsługi. Proces nadchodzenia zgłoszeń do obsługi jest procesem stochastycznym, w związku z czym jego zbadanie jest zadaniem złożonym - szczególnie w przypadku potrzeby liczbowego opisu tego strumienia. Trudności w tym zakresie można sprowadzić w zasadzie do trudności określenia /liczbowego przedstawienia/ dwóch funkcji zmiennych losowych, wyrażających chwile nadejścia poszczególnych zgłoszeń oraz liczby tych zgłoszeń w zadanym przedziale czasu, lub odpowiadającym mu przebiegu w km.

Ponieważ źródłem danych do określania parametrów strumienia zgłoszeń są badania niezawodnościowe, w dalszych rozważaniach nad strumieniem zgłoszeń przyjmuje za podstawę jego opisy podane w [8, 16, 19, 20 i 26] z wprowadzeniem modyfikacji w dalszych podrozdziałach, stosownie do szczególnych własności jego części składowych.

Praktycznie, prawie wszystkie publikowane zadania teorii masowej obsługi, jakie doprowadzono do końcowych wzorów obliczeniowych znajdujących praktyczne zastosowanie, wychodzą z założenia, że strumień zgłoszeń jest strumieniem najprostszym.

Strumieniem najprostszym nazywamy strumień zgłoszeń posiadający własności strumienia stacjonarnego, zwykłego i bez następstw.

Strumień zgłoszeń jest stacjonarny wówczas, gdy prawdopodobieństwo nadejścia określonej liczby zgłoszeń w ciągu określonego przedziału czasu nie zależy od tego, który moment przyjęto za moment początkowy odczytu czasu, a zależy od długości przedziału.

Własność zwykłości strumienia oznacza, że praktycznie jest niemożliwe lub prawie niemożliwe, aby w dowolnej chwili mogło nadejść do systemu więcej niż jedno zgłoszenie.

Strumieniem bez następstw przyjęto nazywać taki strumień zgłoszeń, którego charakter jest niezależny od liczby wcześniej nadchodzących zgłoszeń.

Powszechne stosowanie założenia, że strumień zgłoszeń jest strumieniem najprostszym, uzasadnia się następująco [19]:

- 1/ dla innych strumieni nie otrzymano dotychczas prostych zależności, umożliwiających ilościową ocenę funkcjonowania systemów masowej obsługi;
- 2/ najprostszy strumień jest trudniejszy do obsługi przez systemy masowej obsługi, w związku z czym obliczone ilości środków obsługi i ich przepustowość /wydajność/ sprostą zadaniom przy każdym innym strumieniu zgłoszeń;
- 3/ najprostszy strumień w teorii masowej obsługi odgrywa taką rolę, jak rozkład normalny w teorii rachunku prawdopodobieństwa. Przy złożeniu kilku losowych strumieni tworzy się strumień sumaryczny /globalny/, który pod względem swej charakterystyki zbliżony jest do strumienia najprostszego.

Dla strumienia najprostszego liczba zgłoszeń w przedziale czasu  $t$  przebiega zgodnie z rozkładem Poissona, czyli strumień ten jest w pełni określony układem funkcji

$$P_k/t/ = \frac{(\lambda \cdot t)^k}{k!} e^{-\lambda \cdot t} \quad /6.1.1/$$

$$/k = 0, 1, 2, \dots./$$

gdzie:  $P_k/t/$  - prawdopodobieństwo nadejścia dokładnie  $k$  zgłoszeń w czasie  $/0, t/$ ;

$\lambda$  - wskaźnik intensywności /parametr/ strumienia zgłoszeń.  
Parametr  $\lambda$  równy jest /dla strumienia najprostszego/ wartości przeciętnej liczby zgłoszeń nadchodzących do systemu obsługi w jednostce czasu. Można to zapisać w postaci

$$\lambda = \frac{1}{t_p}, \quad /6.1.2/$$

gdzie:  $t_p$  - średni czas pracy pojazdu między kolejnymi uszkodzeniami.

Przy obliczaniu strumienia zgłoszeń dla pojazdów mechanicznych, wygodniej jest operować wielkościami przebiegu niż czasu.

W takim układzie intensywność strumienia można wyrazić zależnością:

$$\lambda = \frac{1}{S_p}, \quad /6.1.3/$$

gdzie:  $S_p$  - średni przebieg pojazdu między kolejnymi uszkodzeniami.

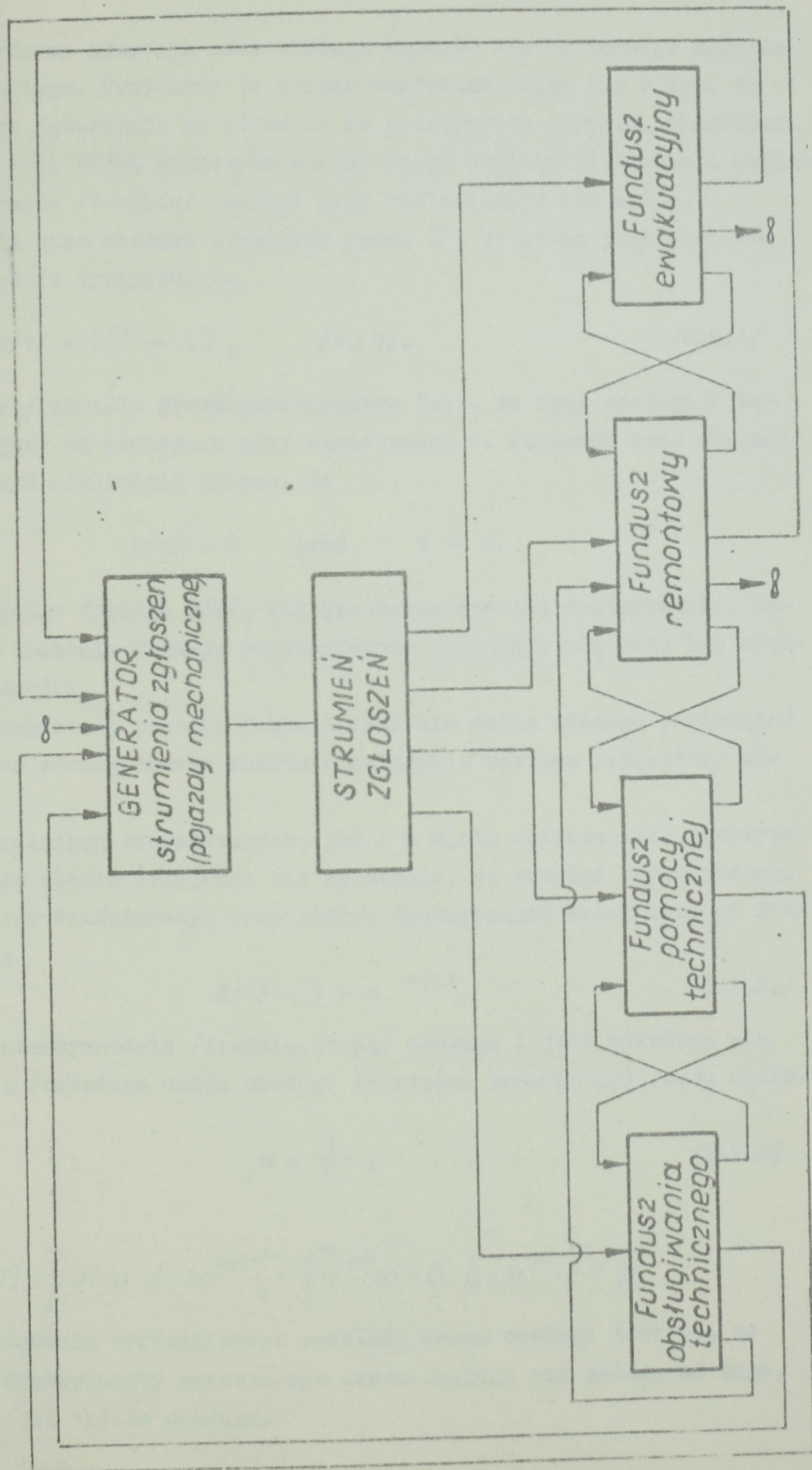
Generowany w czasie wykonywania marszu na duże odległości strumień zgłoszeń, podobnie zresztą jak i w innych rodzajach działań wojsk, można podzielić na następujące części składowe:

- fundusz obsługiwanania technicznego;
- fundusz pomocy technicznej;
- fundusz remontowy;
- fundusz ewakuacyjny.

Każda z wymienionych części składowych strumienia zgłoszeń posiada różne właściwości i wymaga innego zakresu zaangażowania sił i środków zabezpieczenia technicznego. Ogólne zależności zachodzące pomiędzy poszczególnymi funduszami przedstawiono na rys.6.1, natomiast ich dokładniejsza analiza będzie przeprowadzona w rozdziale 8.

## 6.2. Ogólny opis czasu obsługi

Czas obsługi, obok strumienia zgłoszeń, jest fundamentalnym pojęciem teorii masowej obsługi, które odgrywa dużą rolę przy analizie, formułowaniu i rozwiązywaniu zadań masowej obsługi.



Z różnych przyczyn czas obsługi zmienia się od jednego zgłoszenia do drugiego. Przyczyny te przede wszystkim wiążą się z tym, że nadchodzące zgłoszenia są różne co do asortymentu sprzętu, charakteru uszkodzeń itd. Drugą przyczyną zmiany czasu obsługi jest stan i możliwości aparatów /środków/ obsługi oraz kwalifikacje ich załóg.

Jeśli czas obsługi oznaczymy przez  $T$ , to pełną jego charakterystyką będzie dystrybuanta

$$F/t/ = P[T < t], \quad /t \geq 0/. \quad /6.2.1/$$

Funkcja  $F/t/$  określa prawdopodobieństwo tego, że czas obsługi  $T$  będzie mniejszy od pewnego z góry określonego  $t$ . Ponieważ czas obsługi nie może być wielkością ujemną, to

$$F/t/ = 0 \quad \text{przy} \quad t < 0.$$

Inaczej mówiąc funkcja  $F/t/$ , tak jak każda dowolna dystrybuanta, powinna być dodatnią funkcją monotonicznie rosnącą i nie może być większa od jedności.

O konkretnej postaci funkcji  $F/t/$  nie można niczego powiedzieć z góry, bez szczegółowego zbadania działania systemu /aparatów/ obsługi.

W badaniach teoretycznych, jak i w wielu obliczeniach praktycznych bardzo często przyjmuje się założenie, że rozkład czasu obsługi ma charakter wykładniczy, przy którym dystrybuanta czasu obsługi  $F/t/$  ma postać:

$$F/t/ = 1 - e^{-\mu t}, \quad /6.2.2./$$

$\mu$  jest intensywnością /średnią stopą/ obsługi i jest wyrażana odwrotnością średniego czasu obsługi /wartości przeciętnej czasu obsługi/

$$\mu = \frac{1}{T}, \quad /6.2.3/$$

czyli

$$E[T] = \int_0^{\infty} t dF(t) = [-te^{-\mu t}]_0^{\infty} + \int_0^{\infty} e^{-\mu t} dt = 0 - \frac{1}{\mu} [e^{-\mu t}]_0^{\infty} = \frac{1}{\mu}.$$

Ważną własnością wykładniczego rozkładu czasu obsługi jest to, że przebieg dystrybuanty pozostałego czasu obsługi nie zależy od tego, jak długo już trwała obsługa.

### 6.3. Fundusz obsługiwanie technicznego

Na podstawie opisu zasad obsługiwanie technicznego pojazdów mechanicznych, zawartego w przedziale 4.2 oraz obowiązujących w tej mierze norm technicznych przedstawionych w tablicach 4.1 i 4.2 można stwierdzić, że w czasie wykonywania marszu na duże odległości każdy pojazd mechaniczny podlega kilkukrotnym zabiegom obsługiwanie technicznego.

W związku z powyższym oraz z uwagi na charakter przedstawionych w podrozdziałach 6.1 i 6.2 zależności nasuwa się wniosek, że elementy teorii masowej obsługi w odniesieniu do funduszu obsługiwanie technicznego pojazdów mechanicznych mogą być zastosowane tylko w przypadkach, kiedy proces użytkowania tych pojazdów jest względnie ustabilizowany i równomierny.

W ramach zabezpieczenia technicznego działań wojsk, w tym również marszu na duże odległości, zgłoszenia potrzeb w obsługiwanie technicznym pojawiają się falowo, w ściśle określonych przedziałach czasu /etapach działań/. I tak, w procesie zabezpieczenia technicznego marszu na duże odległości, potrzeby te przedstawiają się następująco:

a/ w okresie przygotowawczym:

- czołgi i inne pojazdy na ich bazie oraz transportery opancerzone podlegają: użytkowane - OT-3 lub OT-2; nowe i zdjęte z konserwacji OT-1 + czynności kontrolno-regulacyjne z zakresu OT-3 [21];
- pojazdy samochodowe podlegają OT-2 lub OT-1.

b/ w toku wykonywania marszu:

- wszystkie pojazdy mechaniczne wymagają OT-1 /OC/ w końcu każdego dnia marszu, a czołgi dodatkowo OT-1 w połowie każdego dnia marszu;
- wszystkie pojazdy mechaniczne wymagają PK /PW/ przed rozpoczęciem marszu w danym dniu oraz PK /PD/ w rejonach krótkich odpoczynków.

c/ po wykonaniu zadania:

- czołgi i inne pojazdy na ich bazie oraz transportery opancerzone

podlegają OT-2 /OT-3/;

- pojazdy samochodowe wymagają OT-1 /OT-2/.

Powyższy fundusz obsługiwania technicznego oraz jego dyrektywny rozkład w czasie wynika przede wszystkim z wymagań taktycznych, wpływających z postawionego zadania, a mianowicie:

- a/ w okresie przygotowawczym wszystkie pojazdy mechaniczne powinny mieć odtworzony zapas przebiegu międzyobsługowego, zabezpieczający wykonanie zadania na całą jego głębokość;
- b/ w toku wykonywania marszu należy podtrzymywać stan techniczny pojazdów w stopniu zapewniającym ciągłą gotowość bojową wojsk oraz możliwość prowadzenia walki przez 3-5 godzin bez potrzeby zabiegów technicznych /np. uzupełniania materiałów pędnych/;
- c/ po wykonaniu zadania należy odtworzyć zapas przebiegu międzyobsługowego we wszystkich pojazdach mechanicznych, co jest jednym z niezbędnych warunków odtworzenia gotowości wojsk do wykonywania dalszych zadań bojowych.

Bardziej szczegółowa analiza funduszu obsługiwania technicznego pojazdów mechanicznych zostanie przeprowadzona w rozdziale 8, niemniej jednak z uwagi na niekorzystne wyniki rozliczania czasu obsługi technicznego przedstawione w załączniku 1 /podrozdział 4.1/ oraz ze względu na brak bardziej szczegółowych danych z tego zakresu w literaturze, korzystnym wydaje się rozpatrzenie przynajmniej niektórych czynników i danych kształtujących parametry tego funduszu.

Z przedstawionych w tablicach 4.1. i 4.2 norm z zakresu obsługi technicznego pojazdów mechanicznych wynika, że najbardziej pracochłonne i czasochłonne obsługiwanie wymagają czołgi, w związku z czym one limitują czas wydzielany na obsługiwane wszystkie pojazdy mechaniczne. Dlatego też w dalszych rozważaniach preferencje ma sprzęt pancerny.

### 6.3.1. Normy obsługi technicznego sprzętu pancernego

W tablicy 4.1. podano normy dotyczące obsługi technicznego czołgów średnich. Są to jednak normy ogólne, nie uwzględniające różnic w danych z tego zakresu dla poszczególnych marek czołgów. W celu uwidocznienia tych różnic oraz dla ich uwzględnienia w analizach

liczbowych i graficznych, w tabelicy 6.1 zestawiono wg [21] normy obsługi technicznego dla różnych marek sprzętu pancernego, w tym również dla transporterów opancerzonych.

U w a g i: 1/ poz.9 tabelicy wypełniono na podstawie [32].

2/ PK dla wszystkich marek pojazdów trwa ok. 15-20 min.

Z zestawienia danych przedstawionych w tabelicy 6.1 wynika, że w miarę wprowadzania nowych marek sprzętu pancernego, zwiększają się okresy /przebiegi/ międzyobsługowe, przy jednoczesnym zmniejszaniu się czasu trwania obsługiwania technicznych. Niemniej jednak w dalszym ciągu czasy niezbędne na obsługiwanie techniczne są stosunkowo duże i stanowią poważny problem przy rozliczaniu ogólnego czasu, wydzielanego na wykonanie zadań bojowych przez wojska, w szczególności zadań, w ramach których zachodzi potrzeba przegrupowania wojsk. Dla przykładu można podać, że wg [21] przy przemarszu na odległość 1000 km, średnio na obsługiwanie techniczne i remonty bieżące zużywa się na każdy czołg T-54A - 25-30 h, a na każdy BWP-765 - ok. 11 h.

Ponieważ w uzbrojeniu WP przeważają czołgi marki T-54A i T-55A, a czasy trwania ich obsługiwania podane w tabelicy 4.1 różnią się od czasów przedstawionych w tabelicy 6.1, dla sprawdzenia nominalnych wartości tych czasów oraz uzyskania materiałów do ich bardziej szczegółowego rozpatrzenia, w załączniku 2 do niniejszej pracy przeprowadzam analizę sieciową procesów obsługiwania technicznego czołgu T-54A, z uwzględnieniem czynności wchodzących w zakres poszczególnych rodzajów tych obsługiwania i normatywnych czasów ich trwania.

### 6.3.2. Analiza czasów obsługiwania technicznych

Wyniki analiz sieciowych procesów obsługiwania technicznego czołgów przeprowadzone w załączniku 2 dowodzą, że najbardziej kontrowersyjne są normy czasowe przedstawione w tabelicy 4.1 w odniesieniu do OT-3. Porównanie wyników tych analiz z danymi normatywnymi przedstawiono w tabelicy 6.2 i na rys. 6.2.

Okresowość i normy czasowe obsługiwań technicznych  
sprzętu pancernego

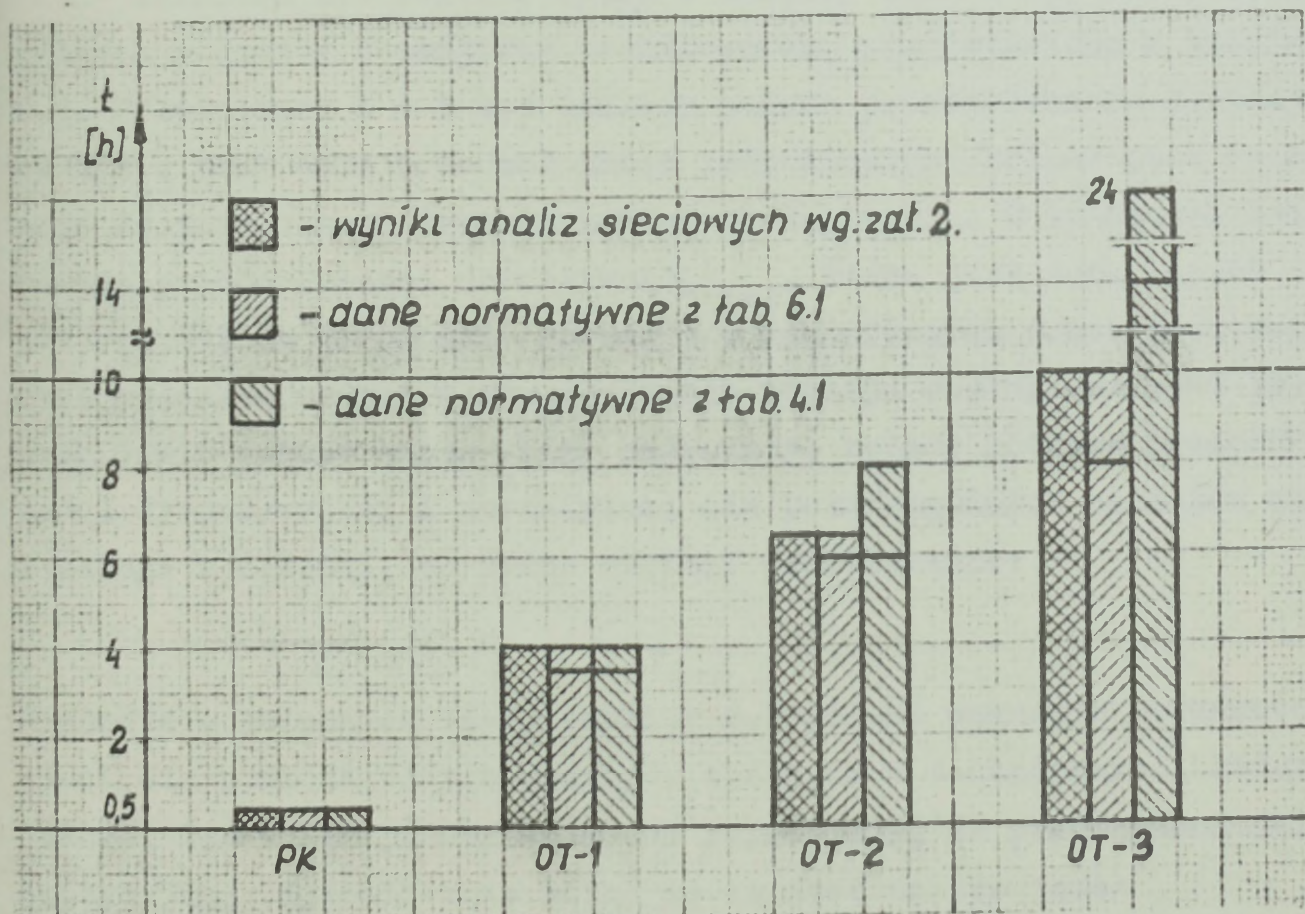
Tablica 6.1

Ip.	Marka pojazdu	OT-1			OT-2		OT-3	
		Okresowość [km]	Czas trwania [h]	Okresowość [km]	Czas trwania [h]	Okresowość [km]	Czas trwania [h]	
1	T-34/85	Po każdorazowym użytkowaniu	2,5-4	500-600	8-9	1000-1100	10-12	
2	T-54A i T-55	J.w.	3,5-4	1000	6-6,5	2000	8-12	
3	PT-76	J.w.	4-4,5	1000-1100	8-10	2000-2200	10,5-13	
4	ZSU-57-2	J.w.	3,5-4	1000	6-6,5	2000	8-12	
5	BWP-765	J.w.	1,5-2	2400-2500	4-5,5	4800-5000	10-10,5	
6	BTR-40	J.w.	1,5-2	1000	4-5	2000/6000	6-7/19-20	
7	BTR-152	J.w.	2-3	1000	6-8	2000/6000	8-10/19-20	
8	BTR-50P	J.w.	4-4,5	1000-1100	8-10	2000-2200	10,5-13	
9	SKOT	J.w.	4+2	1500	8,2	6000	17,2	

Zestawienie porównawcze czasów obsłużyć  
technicznych

Tablica 6.2

Rodzaj OT	PK	OT-1	OT-2	OT-3
Źródło danych				
Analiza sieciowa /zał.2/	35 min.	4,0 h	6,5 h	ok. 10 h
Tablica 6.1	ok. 30 min.	3,5-4 h	6-6,5 h	8-10 h
Tablica 4.1	32 min.	3,5-4 h	6-8 h	14-24 h



Rys. 6.2. Histogram czasów obsłużyć technicznych

Z powyższych zestawień porównawczych wynika, że podawane w naszej literaturze fachowo-wojskowej normy czasowe na OT-2 i OT-3 są zawyżone. Jest to o tyle oczywiste, że nie były one zmieniane od wielu lat, w czasie których prowadzono w czołgach wiele istotnych - z punktu widzenia technologii i zakresu obsługiwanego technicznego - zmian modernizacyjnych oraz zmieniono wiele gatunków materiałów eksploatacyjnych na bardziej trwałe. Z drugiej jednak strony, analizę sieciową procesów obsługiwanego wykonano również na starych normach czasów dla poszczególnych czynności /operacji/, a mimo to łączny czas trwania OT-2 i OT-3 wypadł znacznie korzystniej niż wg tablicy 4.1.

Charakterystycznym jest fakt, że wyniki analiz sieciowych pokrywają się z danymi normatywnymi wg źródeł radzieckich i to w odniesieniu do wszystkich rodzajów obsługiwań.

Zbiorcze zestawienie wyników analizy sieciowej, dla poszczególnych rodzajów obsługiwań technicznych, przedstawiono w tablicy 6.3. W kolumnach 4 i 5 tej tablicy podano pracochłonność dyspozycyjną  $\sum T_i$ , przy czym pracochłonność indywidualna /kol.4/ jest jednocześnie łącznym czasem trwania danego obsługiwanego. W kolumnach 6-10 podano pracochłonność normatywną  $\sum t_{i-j}$ , która jest sumą czasów trwania wszystkich czynności /operacji/, wykonywanych przez poszczególnych członków załogi w ramach danego rodzaju obsługiwanego. W kolumnach 11-15 podano zapas /luz/ całkowity, będący różnicą pracochłonności dyspozycyjnej i normatywnej dla poszczególnych członków załogi i załogi w całości, co można zapisać symbolicznie:

$$\sum Z_i^c = \sum T_i - \sum t_{i-j}$$

Wreszcie w kolumnach 16-20 tablicy 6.3 podano wskaźnik sprawności sieci dla poszczególnych rodzajów obsługiwań technicznych, który wyrażono stosunkiem pracochłonności normatywnej do pracochłonności dyspozycyjnej. Symbolicznie można to zapisać następująco:

$$\eta_0 = \frac{\sum t_{i-j}}{\sum T_i}$$

Wskaźnik sprawności pozwala w sposób wymierny oceniać organizację prac przy poszczególnych rodzajach obsługiwań technicznych. Wartości podane w kolumnie 20 tablicy 6.3 dowodzą, że zmiany organizacji pracy mogą spowodować zmniejszenie czasów trwania poszczególnych OT, jednak w bardzo małym stopniu.

Zbiorecze\_zestawienie\_wynikow\_analiz\_sieciovych\_procesow  
 obslugiwani\_technicznych\_czołgów\_średnich\_

Tablica 6.3

Lp	Rodzaj obsługiwania technicznego	Ilość czynności /operacji/	Pracochłon- ność dy- spozycyjna $\sum T_{1-i}$		Pracochłonność normatywna $\sum t_{1-j}$					Zapas /luz/ całkowity $\sum Z_i^c = \sum T_i - \sum t_{i-j}$					Wskaźnik sprawności sieci $\eta_0 = \frac{\sum t_{i-j}}{\sum T_i}$				
			Indywi- dualna 4	Zakłogi 5	D 6	Dz 7	Mk 8	Ł 9	Razem 10	D 11	Dz 12	Mk 13	Ł 14	Razem 15	D 16	Dz 17	Mk 18	Ł 19	Razem 20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Przeгляд kontrolny /PK/	18	35	140	32	34	35	30	131	3	1	0	5	9	0,91	0,97	1,00	0,86	0,93
2	Obsługiwanie techniczne nr 1 /OT-1/	31	240	960	225	236	240	236	937	15	4	0	4	23	0,94	0,98	1,00	0,98	0,97
3	Obsługiwanie techniczne nr 2 /OT-2/	64	390	1560	369	375	377	362	1483	21	15	13	28	77	0,95	0,96	0,97	0,93	0,95
4	Obsługiwanie techniczne nr 3 /OT-3/	88	594	2376	530	571	516	505	2122	64	23	78	89	254	0,89	0,96	0,87	0,85	0,89

W związku z powyższym należy szukać innych źródeł zmniejszenia czasów trwania obsługiwania technicznych. Uważam, że obok takich przedsięwzięć, jak: mechanizacja prac /czynności/ obsługowych, modernizacja pojazdów mechanicznych, doskonalenie materiałów eksploatacyjnych itp. - duże rezerwy czasu można wykryć drogą badań w zakresie:

- obowiązujących norm czasów wydzielanych na poszczególne czynności obsługowe;
- racjonalności zakresu prac obsługowych w określonych warunkach użytkowania pojazdów mechanicznych.

Badania takie są czasochłonne i wymagają pewnych nakładów finansowych, ale ich wyniki mogą być bardzo przydatne. W szczególności, na ich podstawie może być opracowany zakres i technologia obsługiwania technicznych na okres „W”.

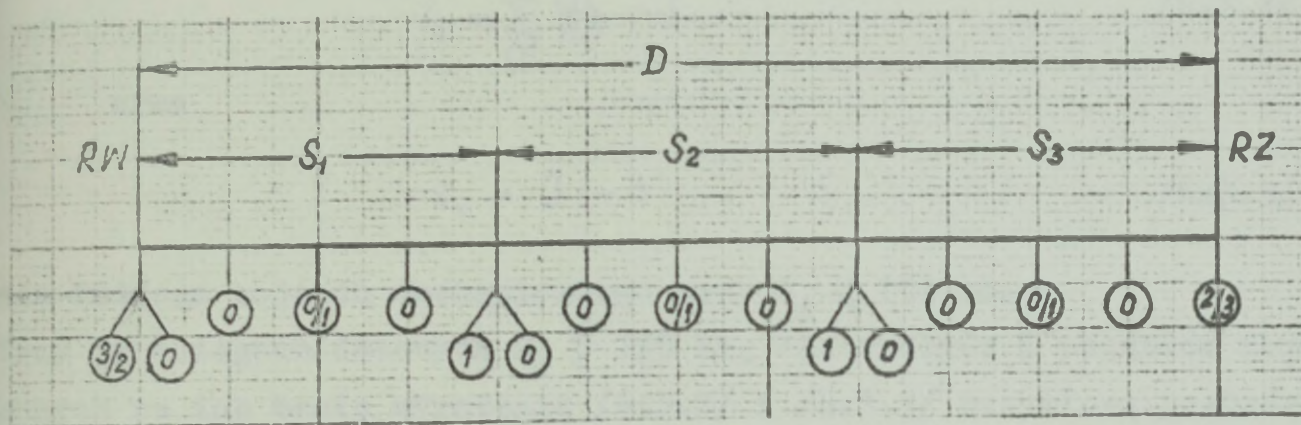
### 6.3.3. Wielkość funduszu obsługiwania technicznego

Strumień zgłoszeń w zakresie funduszu obsługiwania technicznego jest procesem zdeterminowanym i - jak już wspomniano na początku niniejszego podrozdziału - powstaje falowo w określonych przedziałach czasu /etapach działań/, obejmując wszystkie pojazdy mechaniczne.

Jeżeli wprowadzimy oznaczenia:

- 0 - obsługiwanie techniczne stopnia zerowego /PK dla pojazdów gaśnicowych i transporterów opancerzonych oraz PW i PD dla pojazdów samochodowych/;
- 1 - obsługiwanie techniczne stopnia pierwszego /odpowiednio OT-1 i OC/;
- 2 - obsługiwanie techniczne stopnia drugiego /odpowiednio OT-2 i OT-1/;
- 3 - obsługiwanie techniczne stopnia trzeciego /odpowiednio OT-3 i OT-2/;
- $S_i$  - odległość marszu w i-tej dobie;
- D - głębokość zadania na marsz /całkowita odległość marszu/;

to - według obowiązujących norm - rozkład funduszu obsługiwań w funkcji przebiegu, dla trzydniowego marszu, może przedstawiać się jak na rys.6.3.



Rys. 6.3. Schemat rozkładu funduszu obsługiwań technicznych na trasie marszu /wariant/

Z powyższego schematu wynika, że w ciągu doby marszu może być generowany następujący fundusz obsługiwań technicznego:

- cztery obsługiwań stopnia zerowego i jedno stopnia pierwszego dla każdego pojazdu samochodowego;
- jak wyżej, albo trzy obsługiwań stopnia zerowego i dwa stopnia pierwszego /przy  $S_1 > 150$  km/, dla pojazdów gąsienicowych i transporterów opancerzonych.

Niezależnie od powyższego, w rejonie wyjściowym - RW /w okresie przygotowawczym/ oraz w rejonie ześrodkowania - RZ /po wykonaniu marszu/, wszystkie pojazdy podlegają obsługiwanom stopnia trzeciego lub drugiego /w zależności od przebiegu od ostatniego obsługiwań i stopnia tego obsługiwań/.

Symbolicznie można zapisać, że jednostkowy fundusz OT /liczba obsługiwań pojedynczego pojazdu/ wyrazi się zależnością:

$$f_j = \langle S_1, \sum S_i, \Delta S, J \rangle. \quad /6.3.1/$$

gdzie  $\Delta S$  - średni przebieg pojazdu między kolejnymi rejonami odpoczynków;

$i = 1, 2, \dots, J$  - wskaźnik numeru kolejnej doby marszu;

$j = 0, 1, 2, 3$  - wskaźnik stopnia OT.

Bardziej szczegółowo, dla poszczególnych stopni OT, jednostkowy fundusz OT można wyrazić zależnościami:

$$f_0 = \sum_{i=1}^J \frac{S_i}{\Delta S} - J \quad /6.3.2/$$

oraz

$$f_1 = J - 1 \quad /6.3.3/$$

dla każdego pojazdu mechanicznego przy  $S_1 \leq 150$  km.

Przy przebiegach dobowych  $S_1 > 150$  km, dla czołgów i pojazdów zbudowanych na ich bazie, wyrażenia /6.3.2/ i /6.3.3/ przybiorą postać:

$$f_0 = \sum_{i=1}^J \frac{S_i}{\Delta S} - 2J \quad /6.3.4/$$

oraz

$$f_1 = 2J - 1. \quad /6.3.5/$$

Przy wykonywaniu marszu na duże odległości zachodzi bezwzględna konieczność przeprowadzenia obsługiwan drugiego lub trzeciego stopnia i to zarówno w RW jak i w RZ, w związku z czym można zapisać, że:

$$f_{2/3} = f_{3/2} = 1. \quad /6.3.6/$$

Traktując ogólny fundusz OT /F/ jako zbiór wszystkich obsługiwan generowanych w czasie marszu oraz w okresie przygotowawczym /RII/ i po wykonaniu marszu /RZ/, można w nim wyróżnić podzbiory w dwóch przekrojach:

- $F_j$  : fundusz OT j-ego stopnia obejmujący wszystkie pojazdy mechaniczne;
- $F_k$  : fundusz OT dla pojazdów k-tego rodzaju obejmujący wszystkie stopnie OT.

Uwzględniając poprzednio wprowadzone oznaczenia, podzbiory te można wyrazić jako sumy iloczynów liczby pojazdów  $n_k$  przez jednostkowe fundusze OT:

$$F_j = \sum_k n_k \cdot f_j \quad /6.3.7/$$

oraz

$$F_k = \sum_j n_k \cdot f_j \quad /6.3.8/$$

W takim układzie, ogólny fundusz obsługiwanego technicznego F można wyrazić jako sumę podzbiorów określonych przez /6.3.7/ lub /6.3.8/:

$$F = \bigcup_{j \in J} F_j, \quad /6.3.9/$$

lub

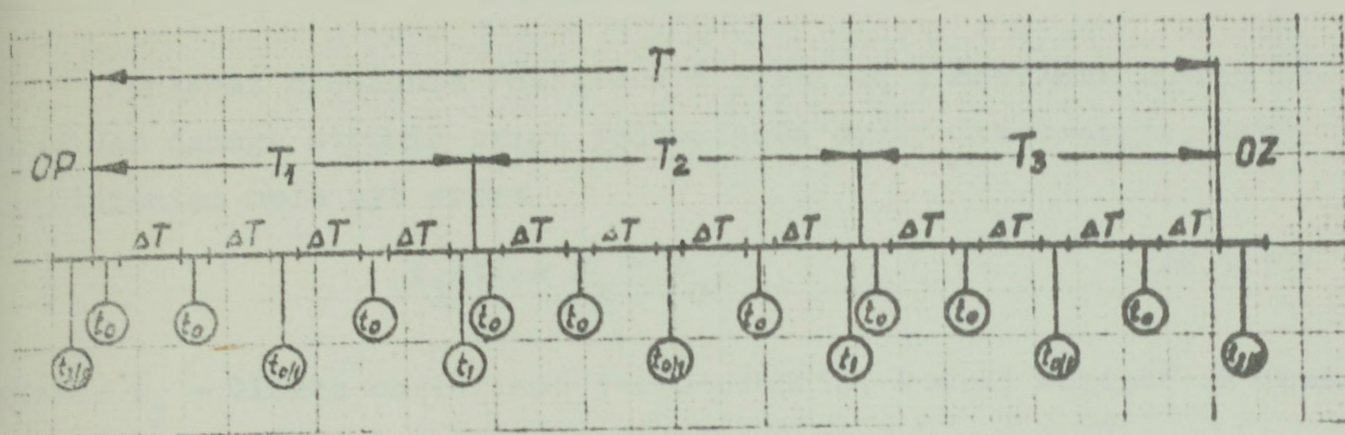
$$F = \bigcup_{k \in K} F_k. \quad /6.3.10/$$

Powyższe zależności pozwalają na określenie: liczby obsługiwanego technicznego pojedynczego pojazdu /6.3.2 - 6.3.6/, funduszu OT określonego stopnia dla wszystkich pojazdów /6.3.7/, funduszu wszystkich stopni OT dla poszczególnych rodzajów pojazdów mechanicznych /6.3.8/ oraz ogólny fundusz OT /6.3.9 lub 6.3.10/.

Z punktu widzenia organizacji marszu i jego zabezpieczenia technicznego, ważniejszą od liczby obsługiwanego jest miara, wyrażająca czas jaki należy wydzielić na obsługiwane technicznie /z ogólnego czasu przeznaczonego na wykonanie marszu/.

Fundusz OT wyrażony w jednostkach czasu można przedstawić przyjmując tok rozumowania podobny jak przy jego określaniu liczbą obsługiwanego; w tym przypadku należy tylko zamienić poszczególne odcinki drogi /przebiegu/ odpowiadającym im odcinkom czasu.

Przyjmując tą drogę przejścia z P/s/ do P/t/, przez analogię do rys. 6.3, na rys. 6.4 przedstawiono jeden z możliwych wariantów rozkładu funduszu OT w funkcji czasu trwania marszu.



Rys. 6.4. Schemat rozkładu funduszu obsługiwań technicznych w funkcji czasu marszu /wariant/

Na schemacie tym wprowadzono następujące oznaczenia:

- $t_j$  - czas trwania OT  $j$ -ego stopnia;
- $\Delta T$  - średni czas trwania marszu między kolejnymi odpoczynkami;
- $T_1$  - długość cyklu marszowego /patrz tablica 2.5/ w 1-tej dobie marszu /suma czasu ruchu kolumn i wszystkich odpoczynków/;
- $T = \sum_1^j T_1$  - ogólny czas marszu na całą głębokość zadania;
- OP - okres przygotowawczy;
- OZ - okres po wykonaniu marszu /„okres ześrodkowania“/.

Pomijając werbalną stronę zagadnienia, przez analogię do wyrażeń /6.3.1 - 6.3.6/ w poniższych wyrażeniach /6.3.11 - 6.3.16/ przedstawiam poszczególne fundusze OT, wyrażone w jednostkach czasu ich trwania:

$$f_j(t) = \langle T_1, T, \Delta T, t_j, I \rangle ; \quad /6.3.11/$$

$$f_0(t) = \left[ \sum_{i=1}^j \frac{T_i}{\Delta T} - J \right] \cdot t_0 \quad /6.3.12/$$

1

$$f_1(t) = [J - 1] \cdot t_1 \quad \text{dla } S_i < 150 \text{ km.} \quad /6.3.13/$$

lub

$$f_0(t) = \left[ \sum_{i=1}^j \frac{T_i}{\Delta T} - 2J \right] \cdot t_0 \quad /6.3.14/$$

1

$$f_1(t) = [2J - 1] \cdot t_1 \quad \text{dla } S_i > 150 \text{ km;} \quad /6.3.15/$$

$$f_2 /t/ = t_2 \text{ oraz } f_3 /t/ = t_3 \quad /6.3.16/$$

Ponieważ wyrażenia /6.3.12 - 6.3.16/ są iloczynami liczby obsługiwania danego stopnia przez jednostkowe czasy ich trwania, ich uogólnieniem może być wzór:

$$f_j /t/ = f_j \cdot t_j \quad /6.3.17/$$

gdzie  $f_j$  - liczba obsługiwania j-ego stopnia, której wartość oblicza się odpowiednio z zależności /6.3.2 - 6.3.6/.

Przy przejściu na jednostki czasu wyrażenia /6.3.7/ i /6.3.8/ tracą sens, ponieważ wyrażałyby sumy prędkości, a nie czasów trwania OT. Można jednak zapisać te wyrażenia w następującej postaci:

$$\bigvee_k F_j /t/ = \max_f \{ f_{j,k} /t/ \} \quad /6.3.18/$$

oraz

$$F_k /t/ = \sum_j f_{j,k} /t/, \quad /6.3.19/$$

gdzie  $f_{j,k} /t/$  - czas trwania wszystkich OT j-ego stopnia dla pojazdu k-tego rodzaju.

Uwzględniając /6.3.18/ i /6.3.19/, wyrażenia /6.3.9/ i /6.3.10/ na ogólny fundusz OT można przedstawić następująco:

$$\bigwedge_{t \in T} F /t/ = \bigcup_j F_j /t/ \quad /6.3.20/$$

oraz

$$\bigwedge_{t \in T} \bigvee_k F_k /t/ = \max_f \{ F_k /t/ \} \quad /6.3.21/$$

Powyższe zależności pozwalają na pełne określenie funduszu obsługiwanego technicznego na dowolnym etapie realizacji marszu /t ∈ T lub s ∈ S/, a zatem również na określenie czasu, jaki należy wydzielić /z ogólnego czasu marszu/ na obsługiwania techniczne.

Ponadto, dla założonych warunków wykonywania marszu i przyjętych norm taktyczno-technicznych, odpowiednie relacje danych obliczonych na podstawie zależności /6.3.2 - 6.3.10/ i /6.3.12 - 6.3.21/ pozwalają na wyróżnienie szeregu wskaźników, charakteryzujących po-

szczególne rodzaje pojazdów mechanicznych pod względem ich potrzeb w zakresie OT. Jednym z takich wskaźników może być na przykład relacja, wyrażona stosunkiem czasu jaki należy wydzielić na OT  $[F(t)]$  do ogólnego czasu wykonywania marszu  $[T]$ .

#### 6.4. Fundusz pomocy technicznej

Pojęcie „pomoc techniczna” nie zostało dotychczas zdefiniowane w odniesieniu do roli, jaką spełnia w systemie zabezpieczenia technicznego wojsk. Mimo to w potocznej terminologii pojęcie to jest często używane, a jego treść intuicyjnie wydaje się oczywista. W rzeczywistości jednak w różnych źródłach literatury pojęciu „pomoc techniczna” nadaje się różną treść. I tak na przykład wg [2] pomoc techniczna jest pomocą doraźną, jednorazową, trwającą zwykle krótki okres czasu i może obejmować następujące czynności:

- „- naprawy bieżące w małym zakresie;
- wymianę poszczególnych części bez demontażu zespołów;
- uzupełnienie lub dodatkowe zaopatrzenie względnie wyposażenie pojazdów w materiały techniczne, urządzenia i sprzęt, które zostały zużyte, uszkodzone, zniszczone, zgubione lub też niezbędne np. do zwiększenia zdolności poruszania się w terenie trudnym itp.;
- holowanie pojazdów przez teren lub odcinki drogi, których nie są one w stanie pokonać /.../ o własnym napędzie;
- wyciąganie ugrzęźniętego wozu bojowego lub pojazdu mechanicznego /np. w terenie bagnistym, piaszczystym itp/”.

Z powyższej listy czynności wynika, że pomoc techniczna obejmuje dziedzinę remontu, zaopatrywania materiałowo-technicznego i ewakuacji. Wg [30] natomiast, zadaniem zamykania technicznego jest udzielenie „pomocy technicznej niesprawnym wozom oraz ich ewakuacja i uzupełnianie mpis...” Wprawdzie w cytacie tym nie określa się treści pomocy technicznej, ale wyraźnie wyłącza się z niej dziedzinę ewakuacji i uzupełnianie mpis /dziedzina zaopatrywania lub obsługiwanie technicznego/.

Również w niniejszej pracy kilkakrotnie użyłem tego terminu w znaczeniu intuicyjnym, w szczególności w rozdziale 4, jednak z mniej lub bardziej wyraźnym wskazaniem na dziedzinę obsługiwaną technicznego. W celu jednoznacznej interpretacji pojęcia "pomoc techniczna" w dalszych rozważaniach, dla potrzeb niniejszej pracy określam je następująco:

Pomoc techniczna jest to wsparcie organów /środków/ zabezpieczenia technicznego bezpośrednio na rzecz załóg /kierowców/ pojazdów mechanicznych, bądź też wsparcie elementów tych organów przez organa innych systemów zabezpieczenia technicznego w zakresie:

- obsługiwaną technicznego pojazdów mechanicznych;
- udostępnienia korzystania z urządzeń i narzędzi specjalnych do obsługiwaną technicznego, remontu i ewakuacji;
- pomocy fachowej przy lokalizacji /wykrywaniu/ uszkodzeń oraz określaniu ich charakteru, zakresu i technologii wymaganego remontu;
- zaopatrywania pojazdów mechanicznych w elementy wyposażenia specjalnego, części zamienne do zabezpieczenia remontów bieżących itp.;

Z powyższego określenia wynika, że pomoc techniczna może objąć całą dziedzinę obsługiwaną technicznego oraz świadczenia na korzyść pozostałych dziedzin zabezpieczenia technicznego wojsk.

Zatem fundusz pomocy technicznej jest determinowany głównie przez fundusz obsługiwaną technicznego i czas, jaki na to obsługiwaną może być wydzielony. Jego wielkość może być określana w przybliżeniu i to dla konkretnych warunków wykonywania zadania.

Przy wykonywaniu marszu na duże odległości pomoc techniczna będzie obejmować przede wszystkim obsługiwaną techniczne drugiego i trzeciego stopnia, wykonywane w rejonach wyjściowych i ześrodkowania..

#### 6.5. Fundusz remontowy

Fundusz remontowy można zdefiniować jako sumę ciągu takich zdarzeń, jakie powodują częściową lub pełną utratę, bądź zmianę tych własności pojazdów, które w istotny sposób obniżają sprawność lub też prowadzą do jej pełnej utraty. Takie zdarzenia z kolei są określone jako uszkodzenia[8] .

Nie wnikając w szczegóły zagadnienia należy zauważyć, że zwrot „w istotny sposób obniżają sprawność” w określaniu uszkodzenia, z wojskowego punktu widzenia, a w szczególności w powiązaniu z pojęciem gotowości technicznej do wykonania określonego zadania - nie jest oczywisty. Można bowiem wyobrazić sobie wiele sytuacji, w których tylko niektóre, ściśle określone grupy /klasy/ uszkodzeń mają istotny wpływ na wykonanie zadania. Na przykład przy wykonywaniu marszu w ramach szkolenia może nas nie obchodzić stan techniczny uzbrojenia pokładowego, ale istotny wpływ na wykonanie tego zadania będą miały takie uszkodzenia, które spowodują konieczność zmniejszenia prędkości ruchu lub zatrzymania.

Ogólnie jednak można powiedzieć, że fundusz remontowy jest zbiorem wszystkich uszkodzeń pojazdów, jakie pojawiają się w rozpatrywanym okresie czasu lub po określonym przebiegu w km.

Uszkodzenia powstają w wyniku określonego stanu niezawodnościowego pojazdów - są to tzw. uszkodzenia eksploatacyjne albo od strat eksploatacyjnych oraz w wyniku oddziaływania nieprzyjaciela, które przyjęto nazywać uszkodzeniami bojowymi albo od strat bojowych. Udział procentowy tych dwóch grup uszkodzeń w funduszu remontowym jest uzależniony od rodzaju /charakteru/ wykonywanego przez wojska zadania. W działaniach bojowych o wielkości funduszu remontowego z zasady decyduje wielkość strat bojowych, a uszkodzenia eksploatacyjne stanowią tylko niewielką jego część, w związku z czym przy określaniu tego funduszu często są pomijane. Przy wykonywaniu przez wojska zadań, w których mamy do czynienia z dużymi przebiegami pojazdów /marsze, przegupowania, pościgi/ oraz ograniczonym oddziaływaniem nieprzyjaciela lub brakiem tego oddziaływania, skład funduszu remontowego kształtuje się wręcz odwrotnie - podstawową jego część stanowią uszkodzenia eksploatacyjne.

Wielkość funduszu remontowego przyjęto określać iloczynem wyjściowej liczby pojazdów mechanicznych /danego rodzaju/ przez średnie procentowe wskaźniki strat, określane dla różnych szczebli organizacyjnych oraz różnych rodzajów działań bojowych i ich etapów. Należy zauważyć, że przyjmowane w praktyce ćwiczeń oszacowania tych wskaźników mają wyraźnie intuicyjny charakter, podczas gdy ich rzeczywiste wielkości mają charakter probabilistyczny. Oszacowanie współczyn-

ników strat bojowych jest bardzo trudne, ponieważ w warunkach pokojowych może być określone np. na drodze matematycznego modelowania wielu wariantów sytuacji konfliktowych /pojedyneków/. Według [21] matematyczny model walki pułku czołgów, zbudowany dla określenia strat tylko wozów bojowych, zawiera prawie 300 zmiennych, w związku z czym do przewariantowania tego modelu na elektronicznej maszynie cyfrowej niezbędna jest taka pojemność pamięci, która znacznie przekracza pojemność maszyn dotychczas zbudowanych.

Można natomiast z powodzeniem oszacować wielkości współczynników strat eksploatacyjnych, które wprawdzie również mają charakter probabilistyczny, ale w głównej mierze są określane przez stan niezawodnościowy pojazdów mechanicznych. W niniejszym podrozdziale, w oparciu o dostępne mi materiały ze statystycznych badań niezawodnościowych i ćwiczeń oraz pewne interpolacje tych materiałów, podejmę próbę oszacowania tych współczynników.

Jak już było powiedziane w podrozdziałach 6.1 i 6.2 - przy obliczaniu funduszu remontowego /strumienia zgłoszeń/ będę korzystał z elementów teorii masowej obsługi, w związku z czym zadaniem pierwszoplanowym jest określenie współczynnika intensywności strumienia zgłoszeń -  $\lambda$  oraz współczynnika intensywności obsługi -  $\mu$ .

Ponieważ wartości tych współczynników są różne dla różnych rodzajów pojazdów mechanicznych, zagadnienie wielkości funduszu remontowego rozpatrzę oddzielnie dla czołgów, transporterów opancerzonych i samochodów.

Rozważania w tym zakresie poprzedzę jednak analizą funduszu remontowego z akcji „DUNAJ”, która dla szeregu przypadków będzie stanowiła swego rodzaju bazę wyjściową, pozwalającą na porównywanie rzędu wielkości wyników obliczeń /poniekąd teoretycznych/ z rzędem wielkości tychże danych, obliczonych na podstawie materiałów z konkretnych działań wojsk.

#### 6.5.1. Analiza funduszu remontowego z akcji „DUNAJ”

Niniejsza analiza została opracowana w oparciu o dostępne materiały z akcji „Dunaj”, będące w posiadaniu Szefostwa Służby Czołgowo-Samochodowej MDN /meldunki o ilości i stanie technicznym wozów bojowych i pojazdów mechanicznych, wyniki kontroli zabezpieczenia tech-

niemnego Armii przeprowadzonej w dniach 8-14.09, sprawozdania itp/.

Na wstępie należy stwierdzić, że etatowe ruchome środki remontowe oddziałów i związków taktycznych w pełni zabezpieczyły wykonanie wynikających ze strat eksploatacyjnych remontów bieżących czołgów i samochodów. Pewne zakłócenia wystąpiły w zakresie remontów transporterów opancerzonych, co spowodowane było głównie brakiem odpowiednich środków remontowych dla tej grupy pojazdów.

Przeciętnie w czasie trwania akcji było niesprawnych:

- około 0,5% czołgów;
- około 2% transporterów opancerzonych;
- około 1% pojazdów samochodowych.

W celu analizy poziomu strat eksploatacyjnych, tworzących fundusz remontowy, wprowadzam pojęcie współczynnika gotowości technicznej dla poszczególnych grup pojazdów, wyrażonego jako stosunek ilości pojazdów sprawnych technicznie do ogólnego stanu ilościowego tych pojazdów w danym dniu. Wartości liczbowe tych współczynników dla trzech wybranych związków taktycznych zestawiono w tabelicy 6.4.

Z zestawienia tego wynika, że procentowo, w stosunku do ogólnej ilości pojazdów mechanicznych w danych grupach, jednorazowo było niesprawnych:

a/ w związku taktycznym nr 1:

- |                               |            |
|-------------------------------|------------|
| - czołgów                     | - 0 - 1,6; |
| - transporterów opancerzonych | - 0 - 2,2; |
| - samochodów                  | - 0 - 1,7; |

b/ w związku taktycznym nr 2:

- |                               |            |
|-------------------------------|------------|
| - czołgów                     | - 0 - 3,9; |
| - transporterów opancerzonych | - 0 - 1,7; |
| - samochodów                  | - 0 - 1,7; |

c/ w związku taktycznym nr 3:

- |                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| - czołgów                     | - 0 - 0,9;   |
| - transporterów opancerzonych | - 0,7 - 2,9; |
| - samochodów                  | - 0 - 1,5.   |

Zestawienie współczynników gotowości technicznej pojazdów mechanicznych w poszczególnych dniach operacji

Tablica 6.4

Date	Wyszczególnienie	ZT-1			ZT-2			ZT-3		
		Czołgi	Trans- portery	Samochody	Czołgi	Trans- portery	Samochody	Czołgi	Trans- portery	Samochody
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
22.08.	ilość pojazdów sprawnych	17	293	982	256	121	1171	220	131	1128
	ilość pojazdów niesprawnych	-	-	-	10	-	2	2	1	-
	współczynnik	1,00	1,00	1,00	0,961	1,00	0,998	0,991	0,992	1,00
23.08	ilość pojazdów sprawnych	17	293	982	246	121	1169	218	131	1128
	ilość pojazdów niesprawnych	-	-	-	5	-	-	-	1	1
	współczynnik	1,00	1,00	1,00	0,982	1,00	1,00	1,00	0,992	0,999
26.08	ilość pojazdów sprawnych	109	299	1003	254	121	1169	218	131	1128
	ilość pojazdów niesprawnych	-	-	-	8	-	-	1	1	1
	współczynnik	1,00	1,00	1,00	0,968	1,00	1,00	0,995	0,992	0,999
6.09	ilość pojazdów sprawnych	188	312	1305	179	116	1115	287	143	1263
	ilość pojazdów niesprawnych	2	7	18	-	2	12	-	3	15
	współczynnik	0,989	0,978	0,986	1,00	0,983	0,989	1,00	0,979	0,988
20.09	ilość pojazdów sprawnych	188	312	1357	179	116	1122	287	138	1268
	ilość pojazdów niesprawnych	-	2	12	2	2	13	-	4	19
	współczynnik	1,00	0,981	0,991	0,989	0,983	0,988	1,00	0,971	0,985

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
30.09	ilość pojazdów sprawnych ilość pojazdów niesprawnych współczynnik	188 3 0,984	313 5 0,984	1370 16 0,988	177 - 1,00	116 1 0,991	1125 19 0,983	287 - 1,00	138 4 0,971	1280 15 0,988
10.10	ilość pojazdów sprawnych ilość pojazdów niesprawnych współczynnik	188 2 0,984	312 4 0,987	1371 23 0,983	177 - 1,00	116 1 0,983	1110 12 0,988	287 - 1,00	138 2 0,985	1280 16 0,987
20.10	ilość pojazdów sprawnych ilość pojazdów niesprawnych współczynnik	188 - 1,00	312 2 0,993	1389 7 0,995	177 - 1,00	115 1 0,991	1108 8 0,993	287 - 1,00	138 1 0,993	1282 9 0,993

Dla określenia średniego poziomu strat eksploatacyjnych pojazdów mechanicznych powstałych w akcji „Dunaj”, przeliczam średnią ilość przebytych kilometrów na jedno uszkodzenie. Ponieważ w materiałach z akcji „Dunaj” brak jest dostatecznej ilości danych z zakresu strat w transporterach opancerzonych, zagadnienie to rozpatruję tylko w odniesieniu do czołgów i samochodów.

Łączny przebieg pojazdów mechanicznych w ciągu całej akcji „DUNAJ” i poprzedzających ją ćwiczeń wynosił:

- czołgów - ok. 260.000 km;
- samochodów - ok. 11.320.000 km.

W tym czasie wystąpiły następujące potrzeby remontowe:

- czołgów - 108 rb + 10 rs + 2 rk = 120;
- samochodów - ok. 1200.

Wskaźnik średniego przebiegu w tych grupach pojazdów na jedno uszkodzenie /jeden remont/ wyraża się wartościami:

- dla czołgów

$$\frac{260.000}{120} \approx \underline{\underline{2160 \text{ km/1 uszk.}}}$$

- dla samochodów

$$\frac{11.320.000}{1200} \approx \underline{\underline{9430 \text{ km/1 uszk.}}}$$

Znając wskaźniki średniego bezawaryjnego przebiegu dla danych grup pojazdów, można obliczyć współczynniki średnich dobowych strat eksploatacyjnych dla tych grup, oczywiście przy założonych dobowych odległościach marszu.

Analitycznie zależności te przedstawiają się następująco:

$$n = \frac{k}{m} \cdot 100,$$

/6.5.1/

gdzie:  $n$  - procentowy współczynnik średnich dobowych strat eksploatacyjnych;

$m$  - wyjściowa ilość pojazdów danej grupy w rozpatrywanym dniu marszu;

$k$  - ilość uszkodzeń pojazdów powstałych w ciągu doby marszu.

Oznaczając dodatkowo przez  $D$  - założony dobowy przebieg pojazdów w km/dobę oraz przez  $d$  - średni bezawaryjny przebieg w km/1 uszkodzenie, można zapisać, że

$$k = \frac{m \cdot D}{d} \quad /6.5.2/$$

Podstawiając wyrażenie /6.5.2/ do wzoru /6.5.1/ otrzymamy:

$$n = \frac{m \cdot D}{d \cdot m} \cdot 100 = \frac{D}{d} \cdot 100 \quad \% \quad /6.5.3/$$

Na podstawie powyższych zależności obliczyłem współczynniki średnich dobowych strat eksploatacyjnych dla różnych wartości średniego bezawaryjnego przebiegu pojazdów, przy wysiłku marzowym 50-350 km/dobę. Wyniki obliczeń zostały zestawione w tabelicy 6.5. oraz przedstawione graficznie na rys. 6.5.

Zestawienie współczynników średnich dobowych  
strat eksploatacyjnych

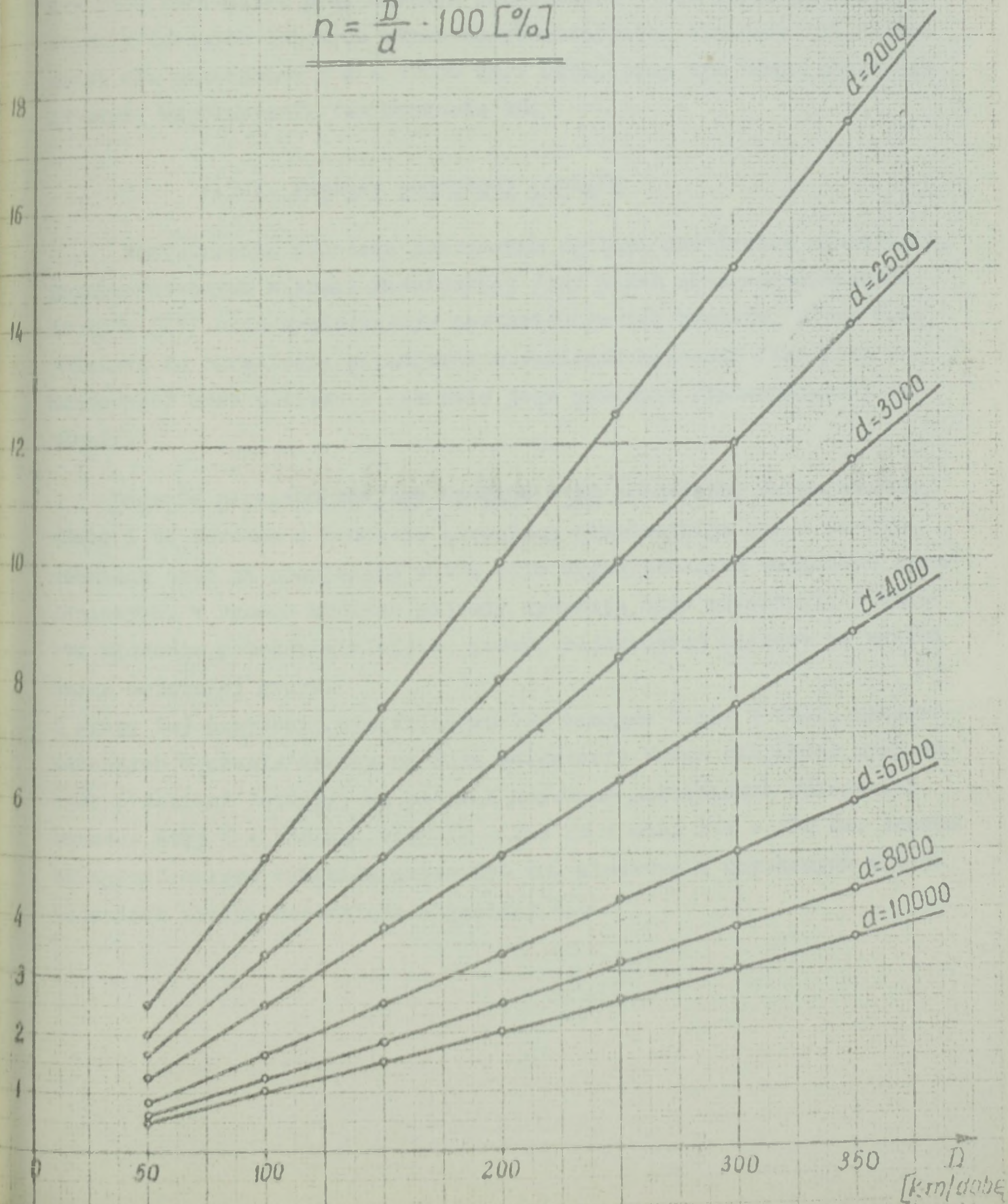
Tablica 6.5

Średni bezawaryjny przebieg w km/1 uszk.	Dobowy przebieg w km						
	50	100	150	200	250	300	350
2000	2,50	5,00	7,50	10,00	12,50	15,00	17,50
2500	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00
3000	1,66	3,33	5,00	6,67	8,32	10,00	11,66
3500	1,43	2,86	4,28	5,72	7,15	8,57	10,00
4000	1,25	2,50	3,75	5,00	6,25	7,50	8,75
4500	1,11	2,22	3,33	4,44	5,55	6,66	7,77
5000	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00
5500	0,91	1,82	2,72	3,64	4,54	5,45	6,36
6000	0,83	1,67	2,50	3,33	4,17	5,00	5,83
6500	0,77	1,54	2,31	3,08	3,85	4,62	5,38
7000	0,71	1,43	2,14	2,86	3,57	4,28	5,00
7500	0,67	1,33	2,00	2,67	3,33	4,00	4,67
8000	0,63	1,25	1,88	2,50	3,13	3,75	4,38
9000	0,53	1,11	1,67	2,22	2,78	3,34	3,89
10000	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,60

# Wykres współczynników średnich dobowych strat eksploatacyjnych

[%]

$$n = \frac{D}{d} \cdot 100 [\%]$$



Z rys. 6.5 wynika, że dla stosunkowo dokładnego prognozowania strat eksploatacyjnych wystarczy znać wartość średniego bezawaryjnego przebiegu rozpatrywanej grupy pojazdów oraz założyć /obliczyć/ dobowy przebieg tych pojazdów.

Na przykład dla czołgów o średnim bezawaryjnym przebiegu  $d = 2500$  km/1 uszk. przy dobowym przebiegu  $D = 300$  km/dobę, współczynnik średnich dobowych strat eksploatacyjnych wyniesie 12%, natomiast dla samochodów o  $d = 10000$  km/1 uszk. przy tym samym przebiegu dobowym, współczynnik ten wyniesie 3%.

#### 6.5.2. Fundusz remontowy czołgów

Rozpatrzenie problemu poprzedzam ogólnym omówieniem niektórych, przeprowadzonych w Armii Radzieckiej /AR/ badań niezawodnościowych czołgów [21] oraz syntetycznym zestawieniem ich wyników, które będą podstawą do określenia parametrów strumienia zgłoszeń /funduszu remontowego/ oraz potrzeb w zakresie jego gaszenia /intensywności obsługi/.

Badania niezawodnościowe czołgów w AR prowadzone są na szeroka skalę i to zarówno w procesie normalnej eksploatacji jak i na ćwiczeniach oraz na specjalnie w tym celu organizowanych zajęciach szkoleniowych, w ramach których pojazdy wykonują duże przebiegi. Z punktu widzenia potrzeb niniejszej pracy, najbardziej ciekawe są wyniki badań ostatniej grupy.

Z grupy tej przytoczę wyniki badań 100 czołgów T-55A i T-62, przeprowadzonych w czasie marszu na dużą odległość. Marsz obejmował trzy dobowe przebiegi /etapy/, na których uzyskano następujące odległości marszu: etap I - 180 km. etap II - 250 km i etap III - 220 km. łączna odległość marszu wynosiła zatem 650 km. Niektóre z uzyskanych w tych badaniach wyniki zestawiono w tabelicy 6.6.

Charakterystyka niezawodności i czas trwania  
remontów części w marszu

Tablica 6.6

Lp.	W s k a ź n i k	Etapy marszu			Wartość średnia na 1000 km prze- biegi:
		I	II	III	
1	Liczba uszkodzeń przypadają- cych na 1 pojazd, w tym:	1,6	1,2	2,0	7,4
	- uszkodzeń pełnych <sup>x/</sup>	0,2	0,16	0,24	0,92
	- uszkodzeń częściowych	1,4	1,04	1,76	6,48
2	Czas trwania usunięcia jednego uszkodzenia w godz. , w tym:	1,3	1,2	1,4	1,3
	- pełnego	3,5	4,0	3,0	3,5
	- częściowego	0,2	0,4	0,3	0,3
3	Czas trwania usunięcia uszko- dzeń w jednym pojeździe w godz.	2,08	1,44	2,8	9,7
	- przez załogi przy użyciu WOCz	1,28	0,84	2,0	6,2
	- przez środki zamykania technicznego	0,8	0,6	0,8	3,4
4	Liczba wymuszonych zatrzymań	10	8	12	46
5	Liczba pojazdów przybyłych w rejonu nocnych odpoczynków:				
	- w kolumnach marszowych	94	93	90	
	- do rozpoczęcia następnego etapu	97	95	93	

x/  
Uszkodzenie pełne oznacza takie uszkodzenie, które uniemożliwia  
dalejsze użytkowanie pojazdu bez przeprowadzenia remontu.

Powyższe zestawienie wyników badań niezawodnościowych czołgów, warto uzupełnić jeszcze wynikami obserwacji pracochłonności remontów wykonywanych w czasie marszu i po jego zakończeniu. W ramach tych badań zorganizowano marsz na odległość 1840 km, w których brało udział 31 czołgów T-55A /bcz/. Na usunięcie powstałych w czasie marszu uszkodzeń wykonano prace o łącznej pracochłonności 711 rbh, z czego 55% wykonano w czasie ruchu kolumn, 17% w rejonach odpoczynków oraz pozostałe 28% - po wykonaniu marszu. W przeliczeniu daje to ok. 12,5 rbh na 1 czołg i 1000 km przebiegu, z czego ok. 6,9 rbh przypada do wykonania w czasie marszu, ok. 2,1 rbh w rejonach odpoczynków i ok. 3,5 po zakończeniu marszu.

Bazując na wyżej przedstawionych charakterystykach niezawodnościowych czołgów, można przystąpić do określenia wielkości funduszu remontowego.

Parametr strumienia zgłoszeń obliczam zgodnie z założeniami przyjętymi w podrozdziale 6.1, wykorzystując dane z tablicy 6.6.

W przeliczeniu na 1 km przebiegu, parametr ten wyrazi się wartością

$$\lambda = 7,4 \cdot 10^{-3} \text{ uszk/km,}$$

a średni przebieg pojazdu między kolejnymi uszkodzeniami wyniesie

$$S_p = \frac{1000}{7,4} \approx 135 \text{ km}$$

Mając wartość  $\lambda$  można obliczyć prawdopodobieństwo nadejścia dokładnie  $k$  zgłoszeń po przebiegu  $/0, S/$ . Wyniki obliczeń dla  $k=0, 1, \dots, 10$  oraz wyróżnionych wartości  $S$  zestawiono w tablicy 3.6.1 załącznika 3. Przy obliczeniach korzystałem z zależności przedstawionych w podrozdziale 6.1 dla rozkładu Poissona, a mianowicie:

$$P_k / S / = \frac{(\lambda \cdot S)^k}{k!} e^{-\lambda S} = \frac{a^k}{k!} e^{-a}$$

Na podstawie danych zestawionych w w/wym. tablicy można sporządzić wykresy, które scharakteryzują przebieg procesu tworzenia się funduszu remontowego.

Przed sporządzeniem tych wykresów wyznaczę wartości przebiegów, przy których funkcja  $p_k/S$  osiąga maksymalne wartości przy określonym  $k$ . W tym celu obliczam pochodną  $p_k/S$  i porównuję do zera:

$$\begin{aligned} \frac{d p_k/S}{dS} &= \frac{d}{dS} \left[ \frac{(\lambda S)^k}{k!} \cdot e^{-\lambda S} \right] = \\ &= \frac{(\lambda S)^k}{k!} \cdot e^{-\lambda S} \cdot (-\lambda) + e^{-\lambda S} \cdot \frac{\lambda k (\lambda S)^{k-1}}{k!} = \\ &= \frac{(\lambda S)^k}{k!} \cdot e^{-\lambda S} \left[ -\frac{k}{S} - \lambda \right] = p_k/S \cdot \left[ -\frac{k}{S} - \lambda \right] \end{aligned}$$

$$p_k/S \cdot \left[ -\frac{k}{S} - \lambda \right] = 0$$

Wyrażenie to przyjmuje wartość zerową dla dowolnego  $k$  wówczas, gdy

$$\frac{k}{S} - \lambda = 0,$$

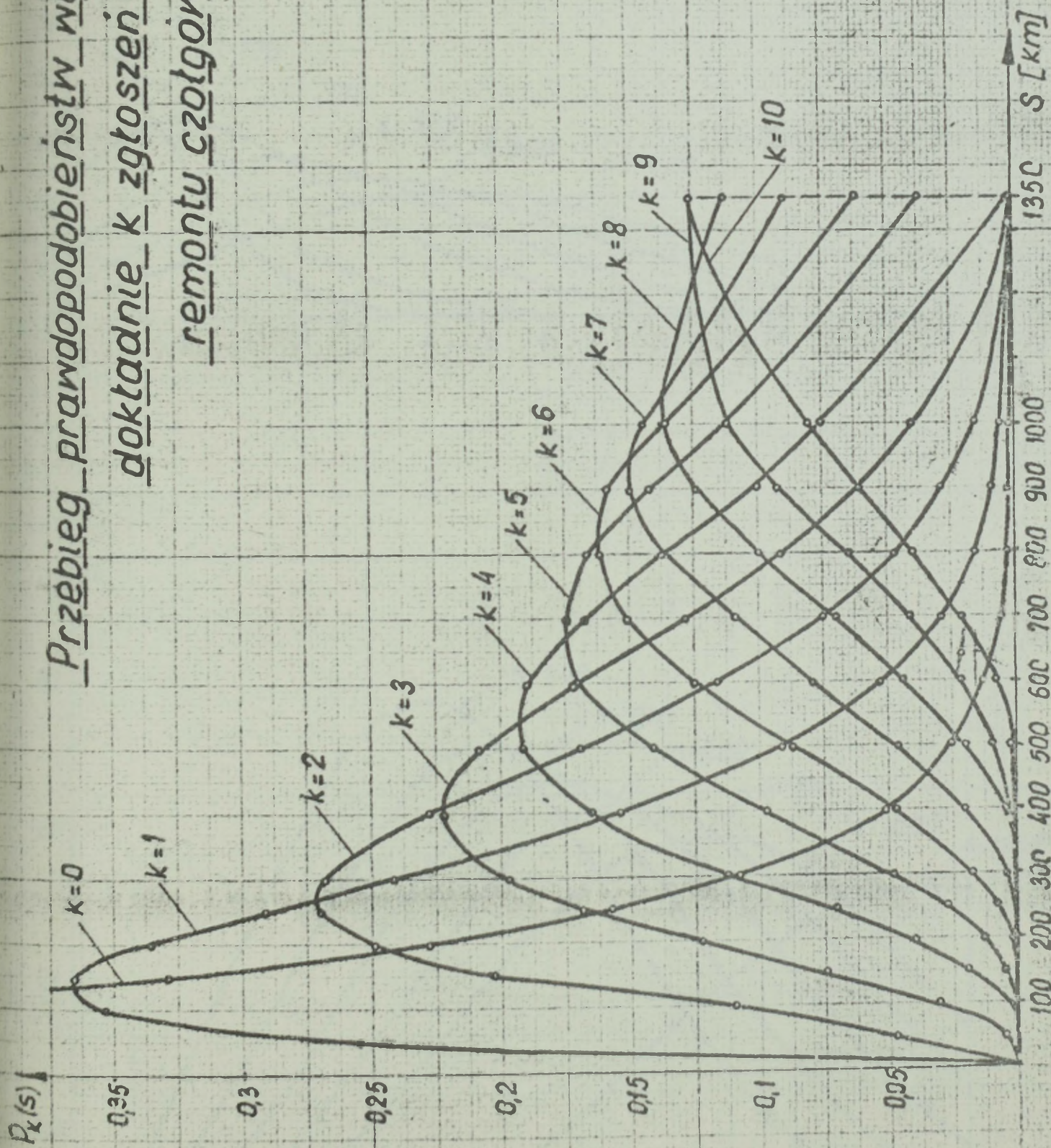
skąd

$$S_k = \frac{k}{\lambda} = \frac{k}{\frac{1}{S_p}} = k \cdot S_p$$

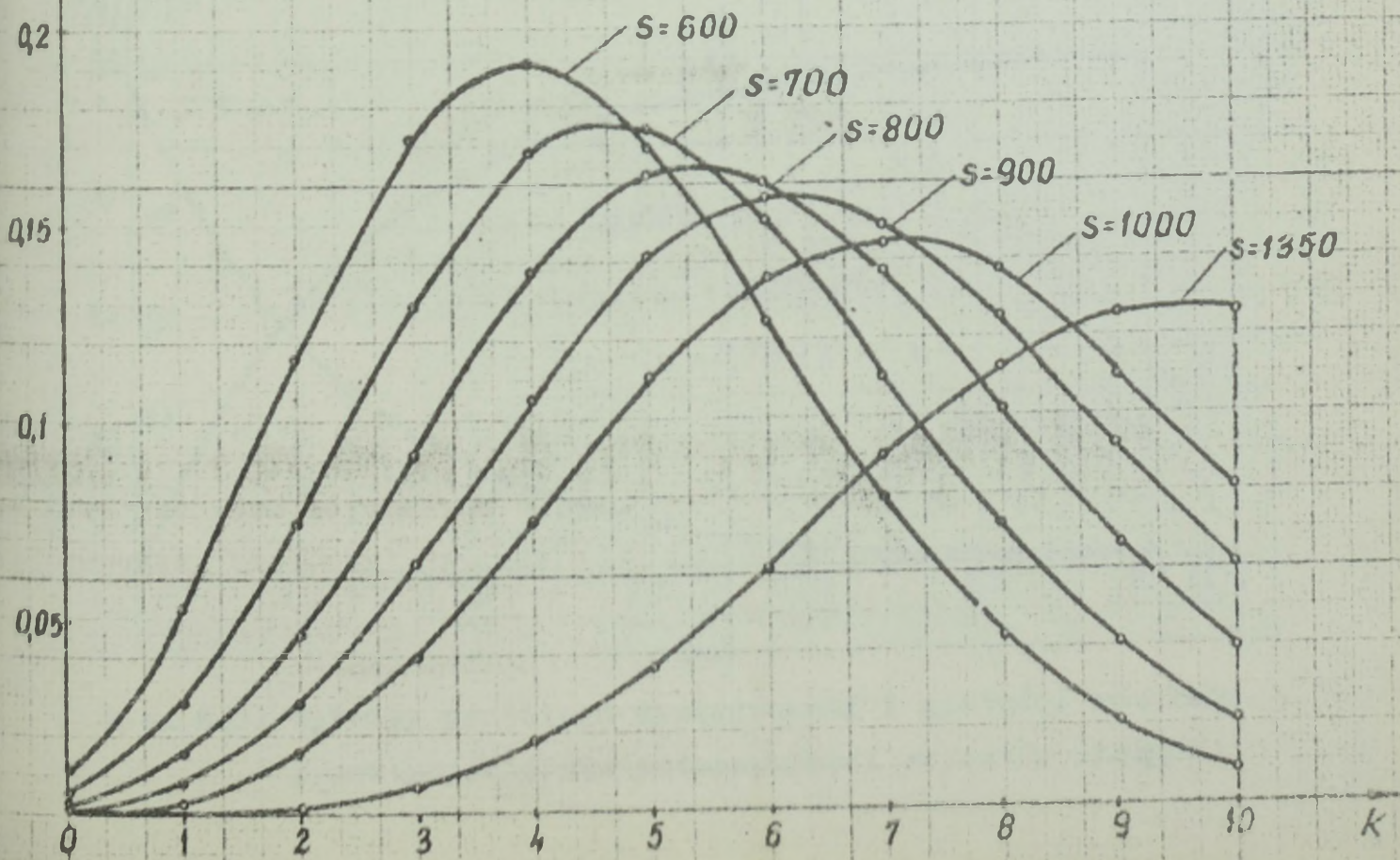
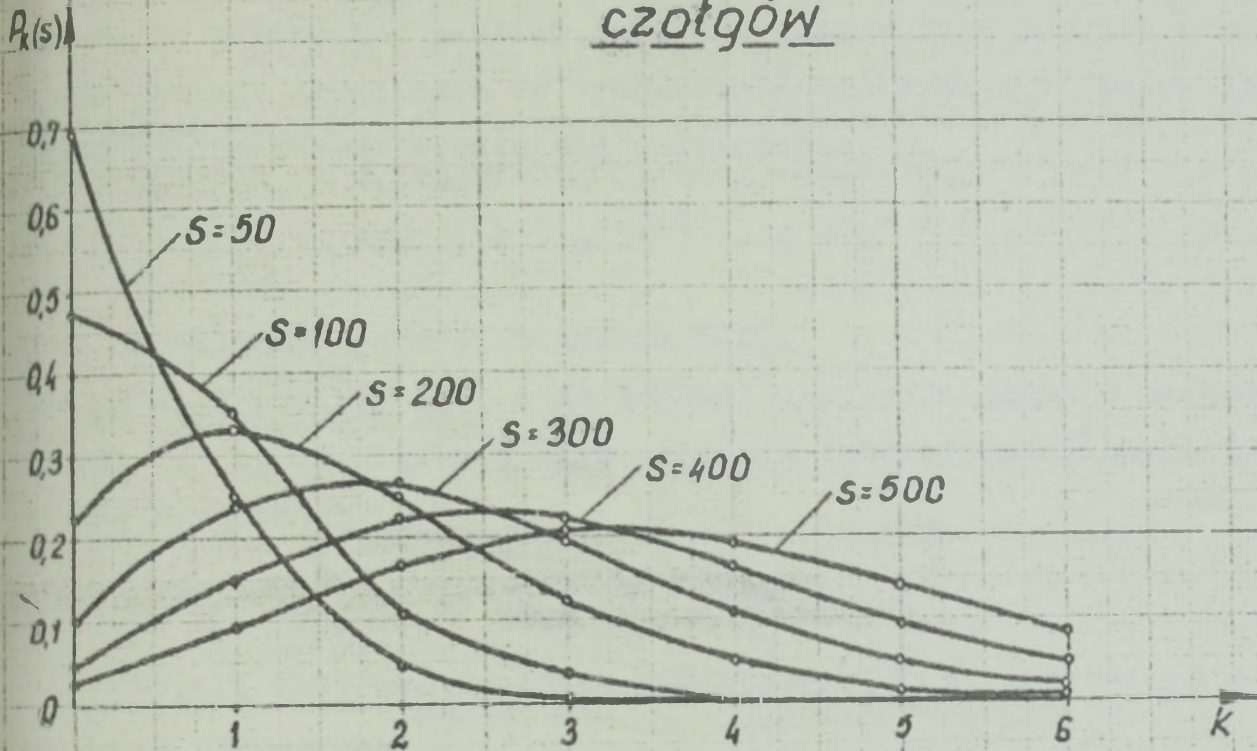
Zatem liczbowo wartości przebiegów, przy których funkcja  $p_k/S$  przyjmuje maksymalne wartości dla  $k = 1, 2, \dots, 10$  wynoszą odpowiednio 135, 270, 405, 540, 675, 810, 945, 1080, 1215 i 1350 km.

Przebieg funkcji  $p_k/S$  w zależności od  $S$  dla określonych  $k$  przedstawiono na rys. 6.6, natomiast w funkcji  $k$  dla określonych  $S$  - na rys. 6.7.

Przebieg prawdopodobieństw wystąpienia  
dokładnie k zgłoszeń z funduszu  
remontu czotgów



Przebieg prawdopodobieństw wystąpienia  
k zgłoszeń dla różnych przebiegów  
czotgów



Wskaznik intensywności obsługi obliczam zgodnie z założeniami przyjętymi w podrozdziale 6.2, wykorzystując wartości z tablicy 6.6. Charakterystykę potrzeb w zakresie czasu obsługi ograniczam do wyznaczenia dystrybuanty, która dla rozkładu wykładniczego wyraża się zależnością:

$$F(t) = 1 - e^{-\mu t} = 1 - e^{-a}$$

oraz określenia gęstości rozkładu  $f(t)$ .

Według lp.2 tablicy 6.6, czas trwania usunięcia jednego uszkodzenia wynosi 1,3 h, w związku z czym wskaźnik intensywności obsługi wyrazi się wartością:

$$\mu = \frac{1}{1,3} \approx 0,7692.$$

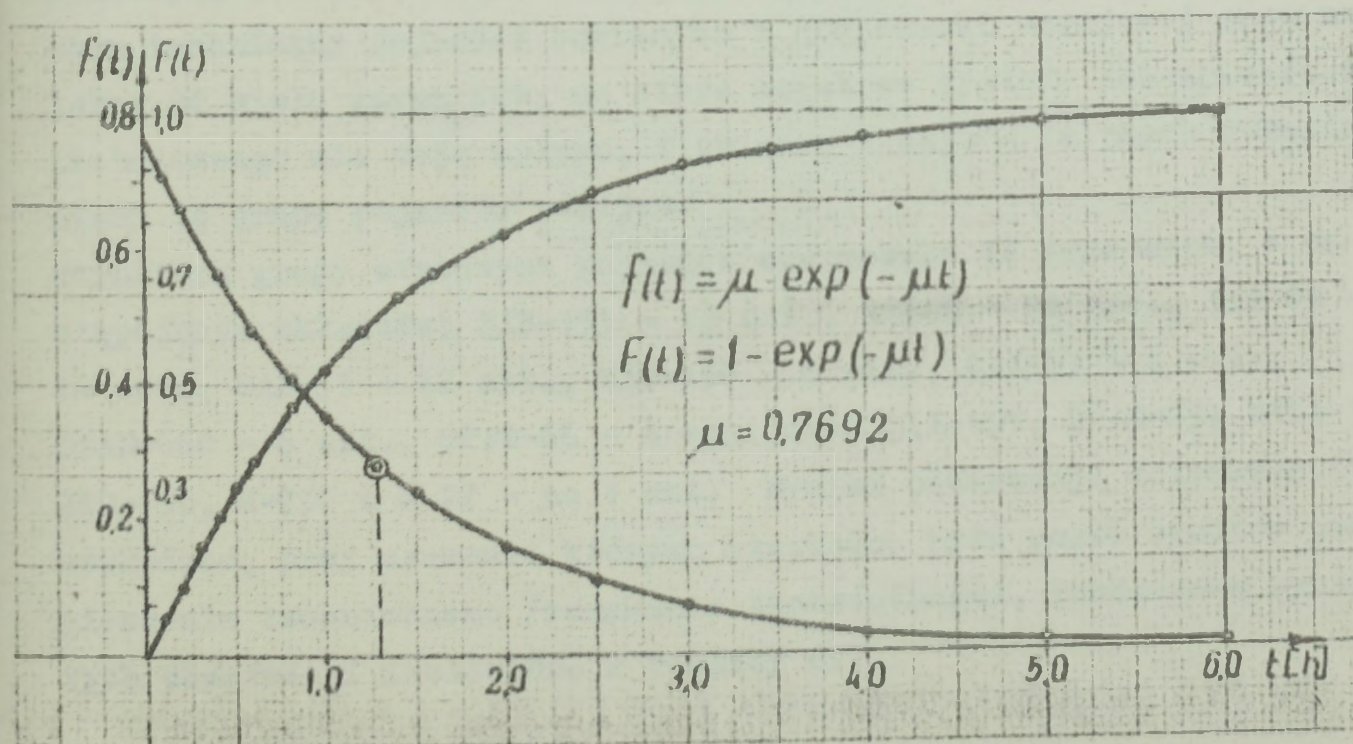
Wyniki obliczeń dystrybuanty czasu obsługi zestawiono w tablicy 3.6.2 załącznika 3.

Gęstość rozkładu prawdopodobieństwa, dla przyjętego rozkładu wykładniczego, wyraża się zależnością:

$$f(t) = \mu \cdot \exp(-\mu t).$$

Wyniki obliczeń wartości tej funkcji zestawiono w tablicy 3.6.3.

załącznika 3. Graficzny przebieg  $F(t)$  i  $f(t)$  przedstawiono na rys. 6.8.



Rys. 6.8. Wykresy przebiegu dystrybuanty i gęstości rozkładu prawdopodobieństw intensywności remontów czołgów

### 6.5.3. Fundusz remontowy samochodów

W celu dokładnego opisu funduszu remontowego samochodów, należałoby rozpatrzyć tyle strumieni zgłoszeń, ile występuje w rozpatrywanym związku taktycznym /oddziale/ typomarek tych pojazdów. Wynika to stąd, że każda z grup pojazdów ma inną charakterystykę niezawodnościową, a zatem występują różne wartości parametru strumienia zgłoszeń. Z drugiej strony, aktualny stan prac w zakresie badania niezawodności samochodów nie pozwala na określenie charakterystyk niezawodnościowych występujących w wojsku typomarek pojazdów.

W tej sytuacji, za podstawę do określenia parametru strumienia zgłoszeń przyjmuje wyniki obserwacji stanu technicznego samochodów w czasie marszu 8 pz, bez wyróżniania wartości tego parametru dla poszczególnych grup pojazdów. Jest to niewątpliwie duże uproszczenie, ale z drugiej strony takie podejście pozwala na określenie stanu niezawodnościowego całego parku samochodowego pz - oczywiście przy założeniu, że jego struktura jest typowa, tzn. występuje również w innych tego rodzaju jednostkach wojskowych.

W czasie przedmiotowych badań /ćwiczeń/ rzut kołowy 8 pz /bez bcz/, na trasie Hrubieszów-Biedrusko, wykonał marsz na odległość 762 km [29]. W marszu wzięło udział 238 pojazdów mechanicznych, w tym 93 etatowych i 145 pobranych z gospodarki narodowej.

Stan techniczny pojazdów pobranych z gospodarki narodowej jest zależny od wielu czynników, na które wojskowe systemy zabezpieczenia technicznego nie mają wpływu, w związku z czym w dalszych rozważaniach tę grupę pojazdów pomijam.

Struktura grupy etatowych pojazdów obejmowała 14 typomarek, w następującym składzie: ZIS-151 - 19 szt., ROBUR - 18 szt., GAZ-69 - 14 szt., GAZ-51 - 12 szt., ZIS-150 - 8 szt., GAZ-63 - 6 szt., STAR-660 - 6 szt., STAR-66 - 4 szt. oraz ZIL-157, STAR-25, NYSA-59, BTR-152, K-750 i M-72 - po 1 szt. Wyniki obserwacji dotyczyły tylko uszkodzeń, przy zauwaniu których niezbędna była pomoc środków zabezpieczenia technicznego /zamykania technicznego/. Podstawowe wyniki tych obserwacji zestawiono w tabelicy 6.7.

Zbiorne zestawienie wyników obserwacji  
marszu 8 pz 3 DZ

Tablica 6.7

Marka pojazdu	Liczba pojazdów /szt/	Łączny przebieg w czasie ćwiczeń /km/	Liczba stwierdzonych uszkodzeń /szt/
ZIS-151	19	20.670	4
ROBUR	18	21.650	8
GAZ-69	14	17.431	5
GAZ-51	12	14.165	4
ZIS-150	8	7.781	2
GAZ-63	6	6.038	1
STAR-660	6	5.293	2
STAR-66	4	4.271	2
Pozostałe	6	5.606	2
Razem:	93	102.905	30

Z zestawienia wartości w powyższej tabeli wyraźnie widać różny stan niezawodnościowy dla poszczególnych marek pojazdów, ale jak już wspomniałem - nie uwzględniam tych różnic i do obliczenia parametru strumienia zgłoszeń przyjmuję ostatnią pozycję tabeli. Obliczam z niej następujące wielkości:

a/ średni przebieg jednego pojazdu:

$$102.905 : 93 \approx 1.100 \text{ km};$$

b/ średnia liczba uszkodzeń na 1 pojazd:

$$30 : 93 \approx 0,3229;$$

c/ średnia liczba uszkodzeń jednego pojazdu na 1000 km przebiegu:

$$0,3229 : 1,1 \approx 0,2936;$$

d/ średni przebieg pojazdu między kolejnymi uszkodzeniami:

$$1000 : 0,2936 \approx 3.400 \text{ km.}$$

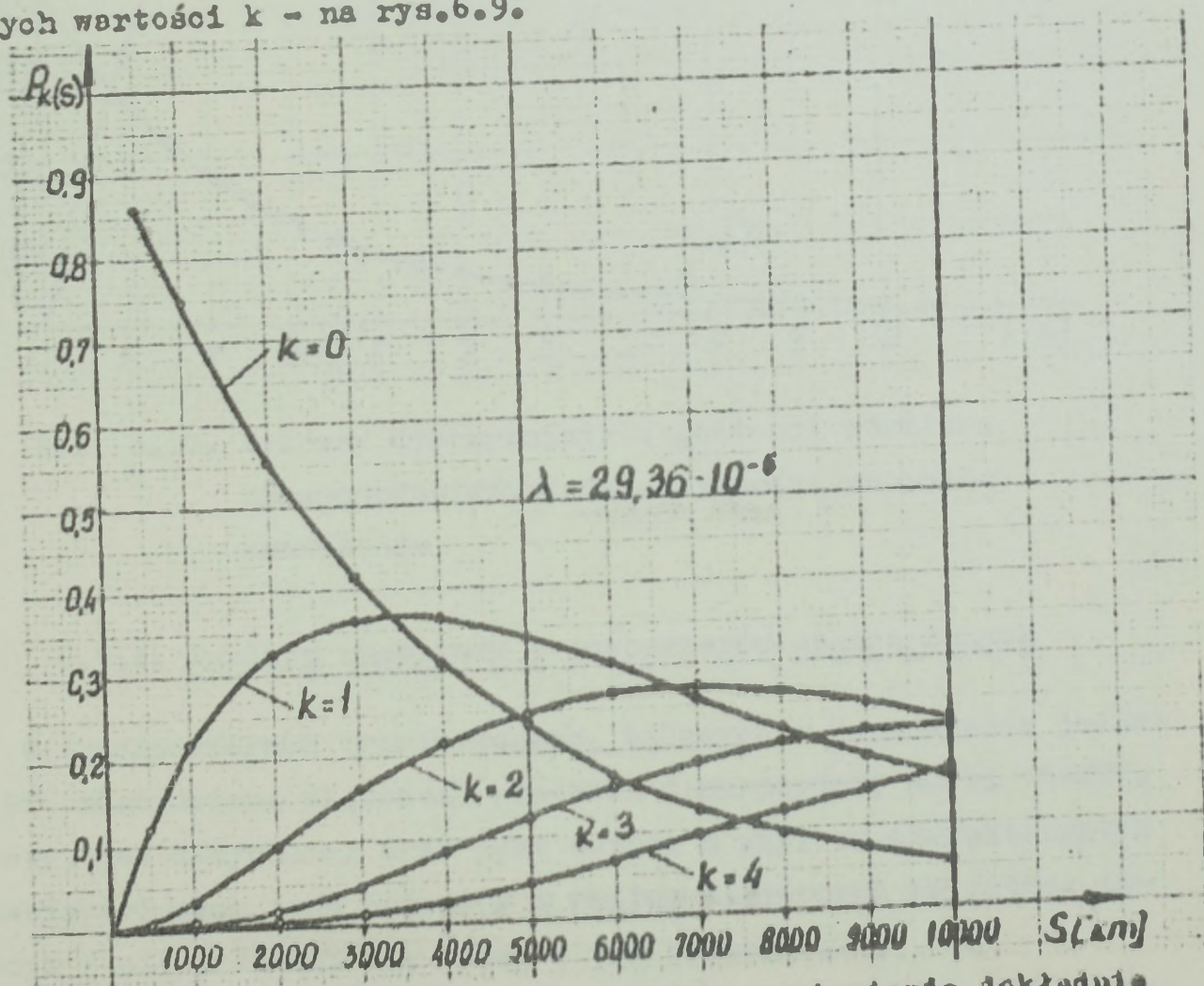
Do pełnej charakterystyki funduszu remontowego brakuje jeszcze wartości średniego czasu remontu, który w wyżej opisanych badaniach nie był rejestrowany. Na podstawie analizy radzieckich publikacji z tego zakresu [16, 19 i 20] z uwzględnieniem faktu, że zestawienia danych w tabelicy 6.7 nie obejmują uszkodzeń o małej pracochłonności, szacuję wartość tego czasu na 2,5 h.

Mając powyższe dane, przystępuję do opisu funduszu remontowego w sposób analogiczny jak w punkcie 6.5.2

Intensywność strumienia zgłoszeń na 1 km przebiegu wyniesie;

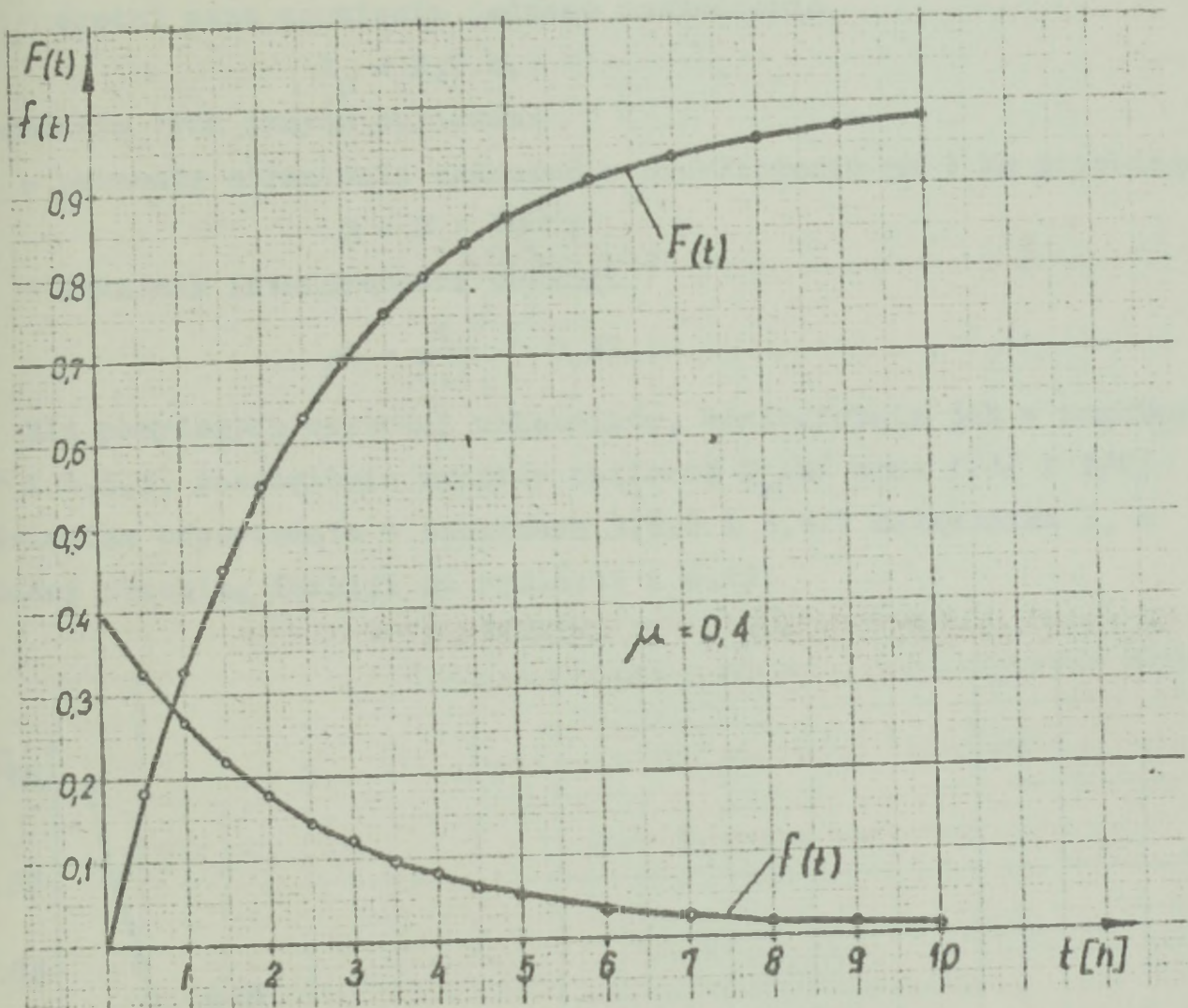
$$\lambda = 29,36 \cdot 10^{-5}$$

Wyniki obliczeń  $P_k / S /$  dla rozkładu Poissona zestawiono w tabelicy 3.6.4 załącznika 3, a graficzny przebieg prawdopodobieństw dla różnych wartości  $k$  - na rys.6.9.



Rys. 6.9. Przebieg prawdopodobieństw wystąpienia dokładnie  $k$  zgłoszeń dla samochodów

Intensywność obsługi charakteryzującą dystrybuantą  $F(t)$  i gęstością rozkładu  $f(t)$ , wyniki obliczeń których zestawiono w tabelicy 3.6.5 załącznika 3, a wykresy przebiegu krzywych na rys.6.10.



Rys. 6.10. Wykresy dystrybuanty i gęstości rozkładu prawdopodobieństw intensywności remontów samochodów

#### 6.5.4. Fundusz remontowy transporterów opancerzonych

W transporterach opancerzonych, będących w wyposażeniu jednostek WP, zdecydowaną większość stanowią transportery marki "SKOT". Niestety, jak dotychczas brak jest danych z zakresu charakterystyk niezawodnościowych tych pojazdów i według dostępnych mi źródeł informacji - nie prowadzi się badań w tym przedmiocie.

W tej sytuacji, do opisu funduszu remontowego transporterów opancerzonych, przyjmuję końcowe wyniki badań transporterów typu BTR

i BRDM, przeprowadzonych w Armii Radzieckiej. Według [21] wyniki te są następujące:

- średni przebieg pojazdu między kolejnymi uszkodzeniami

$$S_p = 500 \text{ km};$$

- średni czas usunięcia jednego uszkodzenia

$$t_p = 2,7 \text{ h.}$$

Na podstawie tych danych obliczam:

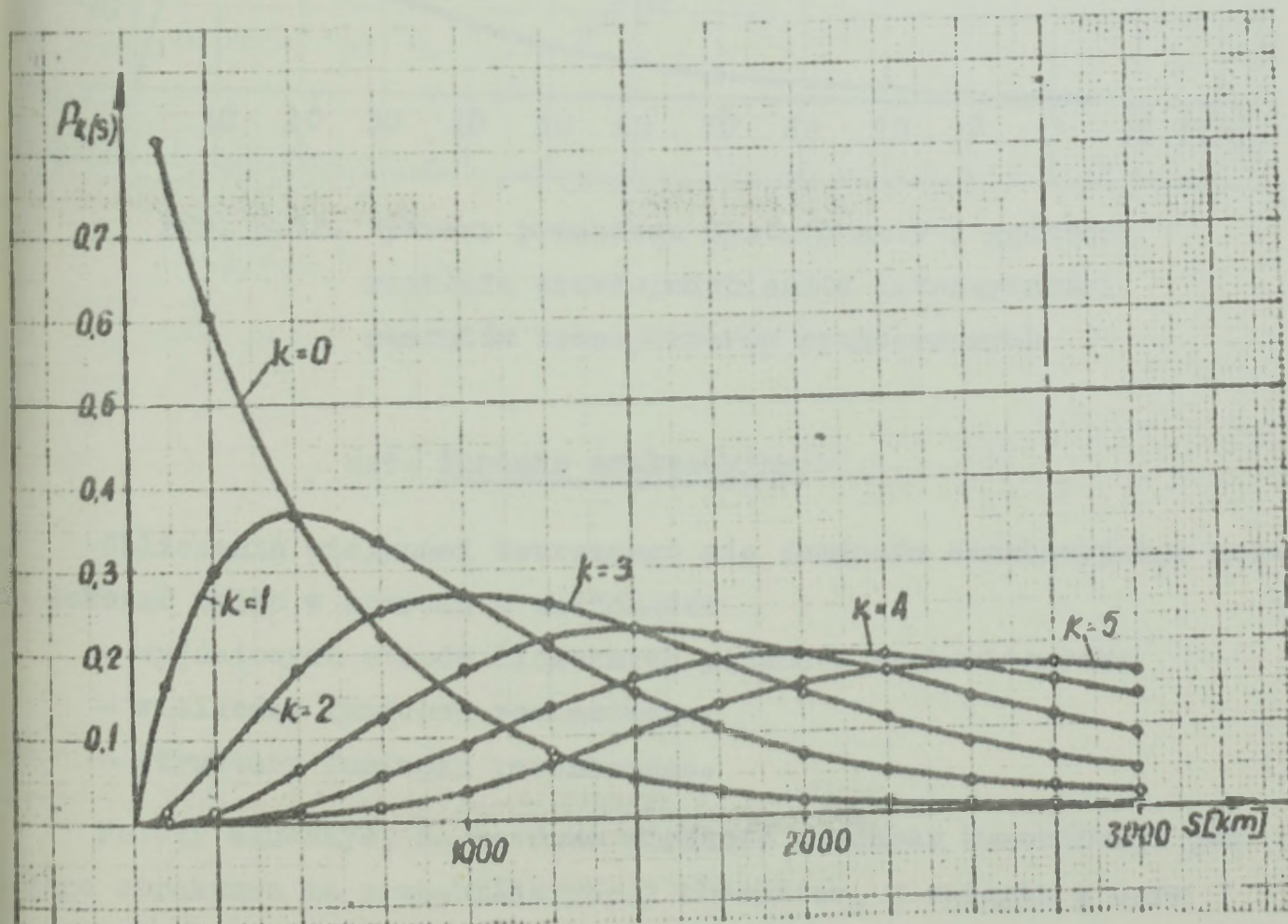
- parametr strumienia zgłoszeń w przeliczeniu na 1 km przebiegu

$$\lambda = 2 \cdot 10^{-3};$$

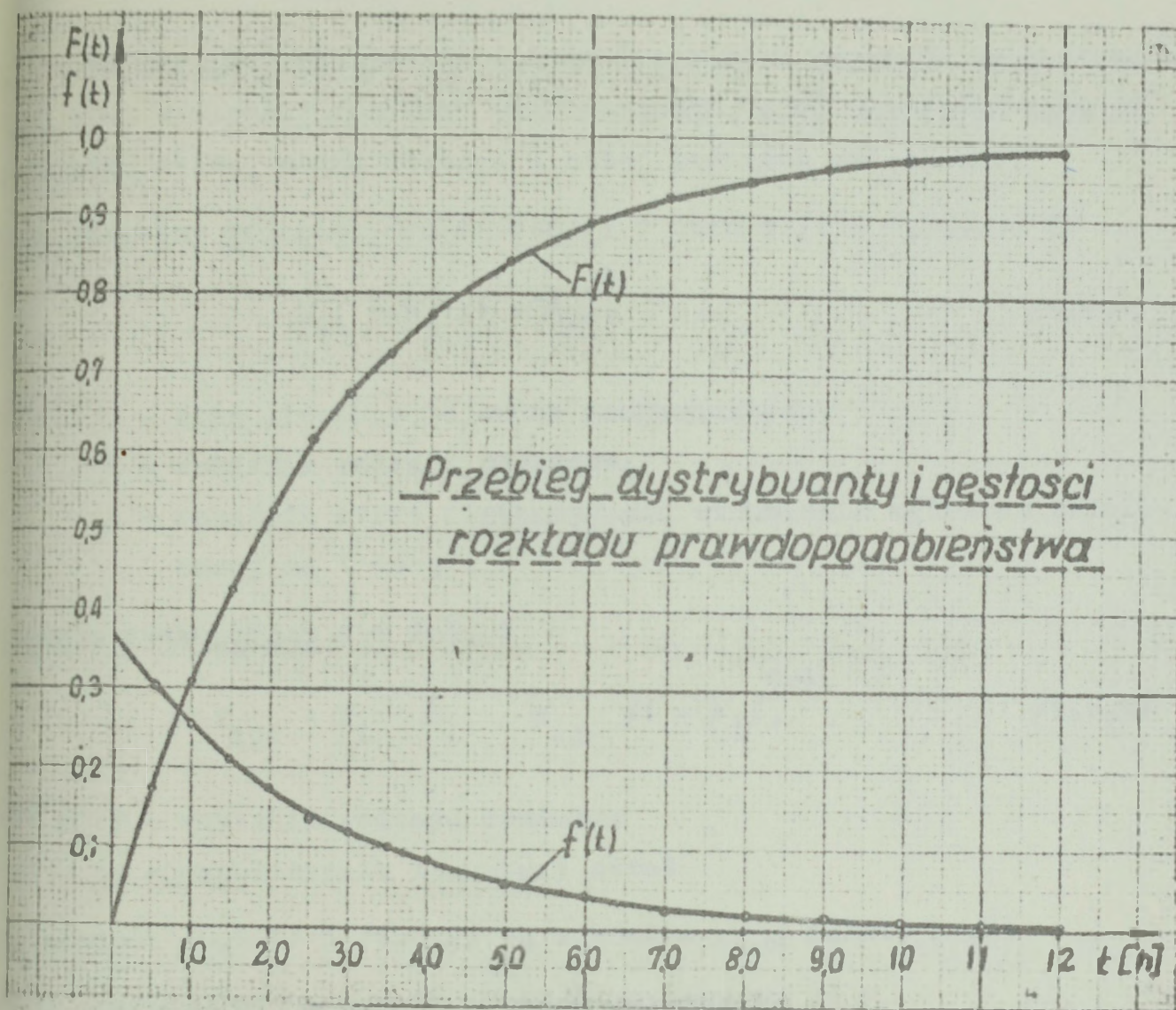
- wskaźnik intensywności obsługi

$$\mu = \frac{1}{2,7} = 0,37.$$

Dla powyższych wartości wskaźników, analogicznie jak w punktach 6.5.2 i 6.5.3, zestawienia wyników obliczeń  $P_k/S/$  oraz  $f/S/$  i  $F/S/$  przedstawiam odpowiednio w tablicach 3.6.6 i 3.6.7 załącznika 3, a graficzny przebieg funkcji na rys.6.11 i 6.12.



Rys. 6.11. Przebieg prawdopodobieństw wystąpienia dokładnie k zgłoszeń dla transporterów opancerzonych



Rys. 6.12. Wykresy przebiegu dystrybuanty i gęstości rozkładu prawdopodobieństw intensywności remontów transporterów opancerzonych

### 6.6. Fundusz ewakuacyjny

Obliczenia wielkości tworzącego się funduszu ewakuacyjnego można dokonać tylko w oparciu o znajomość:

- wyjściowych stanów liczebnych pojazdów mechanicznych;
- wielkości funduszu remontowego;
- struktury funduszu remontowego.

Należy zauważyć, że zarówno wielkość funduszu remontowego jak i jego struktura ma probabilistyczny charakter, w związku z czym tworzenie się funduszu ewakuacyjnego będzie miało również charakter probabilistyczny.

Według [24] obliczenia stanów liczebnych pojazdów mechanicznych oraz wielkości funduszu ewakuacyjnego, przy przyjęciu doby za jednostkę czasu, można dokonać z niżej podanych zależności.

Stan liczebny pojazdów mechanicznych w dniu  $t$  /  $t = 1, 2, \dots, T$

$$N_{it} = N_1 / 1 - \lambda_1 /, \quad /6.6.1/$$

gdzie:  $N$  - stan liczebny pojazdów mechanicznych;  
 $i$  - wskaźnik rodzaju pojazdów;  
 $\lambda$  - wskaźnik strat /intensywność strumienia zgłoszeń przeliczony na 1 dobę/.

Fundusz ewakuacyjny  $f$  w dniu  $t$

$$f_{ijt} = N_1 \cdot \lambda_i \cdot p_{ij} / 1 - \lambda_1 /, \quad /6.6.2/$$

gdzie:  $j$  - wskaźnik rodzaju remontu;  
 $p$  - współczynnik struktury strat

Zależności /6.6.1/ i /6.6.2/ są właściwe przy założeniach:

1/  $\lambda_i, p_{ij} = \text{const.}$  w całym okresie  $T$ ;

2/ brak uzupełnień w całym okresie  $T$ .

Jeżeli  $\lambda_1 = \text{var}$  oraz określone są podokresy operacji  $t_1, t_2$  i  $t_3$ , to:

$$N_{it} = N_1 [1 - \lambda_i(t_1)]^{t_1} [1 - \lambda_i(t_2)]^{t_2} [1 - \lambda_i(t_3)]^{t_3} \quad /6.6.3/$$

i

$$f_{ijt} = N_1 \lambda_i p_{ij} [1 - \lambda_i(t_1)]^{t_1} [1 - \lambda_i(t_2)]^{t_2} [1 - \lambda_i(t_3)]^{t_3 - 1} \quad /6.6.4/$$

w tym przypadku  $p_{ij} = \text{const.}$

Oslabieniem założenia 2/ będzie uwzględnienie uzupełnień w postaci wyremontowanych pojazdów, wielkość których oznaczymy przez  $n$ . W pierwszym przybliżeniu, bez podziału na rodzaje remontów  $j$ , można przyjąć:

$$\lambda_i: n_{it} = \text{const.}$$

Wówczas

$$N_{it} = N_i [1 - \lambda_i(t_1)]^{t_1} [1 - \lambda_i(t_2)]^{t_2} [1 - \lambda_i(t_3)]^{t_3} + \\ + \frac{n_i}{\lambda_i(t_1)} [1 - (1 - \lambda_i(t_1))^{t_1}] + \frac{n_i}{\lambda_i(t_2)} [1 - (1 - \lambda_i(t_2))^{t_2}] + \\ + \frac{n_i}{\lambda_i(t_3)} [1 - (1 - \lambda_i(t_3))^{t_3}]. \quad /6.6.5/$$

Oznaczając średnie straty dobowe ważone czasem trwania podokresu operacji przez:

$$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i(t_1) \cdot t_1 + \lambda_i(t_2) \cdot t_2 + \lambda_i(t_3) \cdot t_3}{t_1 + t_2 + t_3}, \quad /6.6.6/$$

otrzymujemy:

$$f_{ijt} = N_i \bar{\lambda}_i \cdot \rho_{ij} [1 - \lambda_i(t_1)]^{t_1} [1 - \lambda_i(t_2)]^{t_2} [1 - \lambda_i(t_3)]^{t_3} + \\ + n_i \rho_{ij} \left\{ [1 - (1 - \lambda_i(t_1))^{t_1}] + [1 - (1 - \lambda_i(t_2))^{t_2}] + [1 - (1 - \lambda_i(t_3))^{t_3 - 1}] \right\}. \quad /6.6.7/$$

Wyrażenie /6.6.7/ określa wielkość funduszu ewakuacyjnego określonej klasy remontu  $j$  dla pojazdów  $i$ -tego rodzaju w dniu  $t$  operacji.

W przypadku, gdy wskaźnik strat dobowych będzie zadany w postaci rozkładu dla kolejnych operacji  $[\lambda_i/t/, t=1, 2, \dots, t]$ , wyrażenia /6.6.5/ i /6.6.7/ przyjmą postać:

$$N_{it} = N_i \prod_{l=1}^t [1 - \lambda_i(l)] + n_i \sum_{l=1}^t [1 - \lambda_i(l)] [1 - \lambda_i(l-1)] \cdots [1 - \lambda_i(1)] \quad /6.6.8/$$

oraz

$$f_{ijt} = N_i \rho_{ij} \prod_{l=1}^{t-1} \lambda_i(l) [1 - \lambda_i(t)] + n_i \rho_{ij} \sum_{l=1}^{t-1} [1 - \lambda_i(l)] [1 - \lambda_i(l-1)] \cdots [1 - \lambda_i(1)]. \quad /6.6.9/$$

Jeżeli w ten sam sposób zadamy strukturę funduszu remontowego  $[\rho_{ij}/t/, t=1, 2, \dots, t]$ , to wyrażenie na fundusz remontowy przyjmie postać:

$$f_{ijt} = N_i \prod_{l=1}^{t-1} \rho_{ij}(l) \lambda_i(l) [1 - \lambda_i(t)] + \\ + n_i \sum_{l=1}^{t-1} \rho_{ij}(l) [1 - \lambda_i(l)] [1 - \lambda_i(l-1)] \cdots [1 - \lambda_i(1)]. \quad /6.6.10/$$

Wyrażenie /6.6.10/ jest pełnym opisem funduszu ewakuacyjnego. Należy zwrócić uwagę na uniwersalność tego wyrażenia, pozwalającą na opis funduszu ewakuacyjnego przy dowolnym rodzaju działań bojowych wojsk dla wszystkich rodzajów pojazdów mechanicznych i dla dowolnie zadanej struktury funduszu remontowego /strat/.

Z praktycznego jednak punktu widzenia, dla potrzeb niniejszej pracy, wygodniej będzie opisać fundusz ewakuacyjny w sposób zbliżony do opisu funduszu remontowego. Dlatego w drugim wariantcie opiszę ten fundusz stosując elementy rachunku prawdopodobieństwa i teorii niezawodności, przy czym bazą odniesienia będzie przebieg pojazdów w /km/.

Za podstawę toku rozumowania przyjmuję zmodyfikowaną metodę określania procesu wymuszonych zatrzymań pojazdu [20], przyjmując następujące założenia:

- 1/ każde uszkodzenie pełne jest zgłoszeniem na ewakuację;
- 2/ uszkodzenia częściowe są usuwane siłami załóg /kierowców/ w miejscach ich powstania, bądź też w rejonach odpoczynków - po dojściu pojazdów w te rejon o własnym napędzie;
- 3/ w dowolnym przekroju trasy marszu stan pojazdu może być określony dwupunktowo:
  - jest w ruchu o własnym napędzie /sprawny/ albo jest remontowany siłami załogi /kierowcy/;
  - jest holowany przez środek ewakuacyjny albo remontowany przy zaangażowaniu tego środka /uszkodzenie pełne/;
- 4/ średnia odległość holowania wynosi 25 km.

Na podstawie założenia 3/ wprowadzam oznaczenia:

$P_0/S/$  - prawdopodobieństwo tego, że w przekroju trasy S pojazd jest sprawny albo ma częściowe uszkodzenie /brak zgłoszenia na ewakuację/;

$P_1/S/$  - prawdopodobieństwo tego, że w przekroju trasy S pojazd ma pełne uszkodzenie i jest holowany.

Biorąc pod uwagę niezależność powyższych prawdopodobieństw, można wyprowadzić zależności na określenie ich wielkości dla różnych wartości S.

Prawdopodobieństwo tego, że pojazd jest sprawny w przekroju  $S + \Delta S$  jest równe sumie prawdopodobieństw:

- prawdopodobieństwa tego, że w przekroju  $S$  pojazd był sprawny i w czasie przebiegu  $\Delta S$  nie nastąpiło jego pełne uszkodzenie

$$/1 - \lambda \Delta S/ \cdot P_0/S/;$$

- prawdopodobieństwa tego, że w przekroju  $S$  pojazd był holowany i w czasie przebiegu  $\Delta S$  proces ewakuacji został zakończony

$$\mu \cdot \Delta S \cdot P_1(S),$$

czyli

$$P_0(S + \Delta S) = (1 - \lambda \Delta S) P_0(S) + \mu \Delta S P_1(S), \quad /6.6.11/$$

gdzie:  $\lambda$  - intensywność strumienia zgłoszeń w zakresie pełnych uszkodzeń;

$\mu$  - intensywność obsługi w zakresie ewakuacji.

Po przekształceniach i podzieleniu obydwu stron równania przez  $\Delta S$  otrzymuję

$$\frac{P_0(S + \Delta S) - P_0(S)}{\Delta S} = -\lambda P_0(S) + \mu P_1(S) \quad /6.6.12/$$

Przechodząc do granicy, przy  $\Delta S \rightarrow 0$ , otrzymuję równanie różniczkowe

$$P_0'/S/ = -\lambda P_0/S/ + \mu P_1/S/. \quad /6.6.13/$$

Prawdopodobieństwo tego, że w przekroju trasy  $S + \Delta S$  pojazd był holowany jest równa sumie prawdopodobieństw:

- prawdopodobieństwa tego, że w przekroju  $S$  pojazd był sprawny i w czasie przebiegu  $\Delta S$  nastąpiło jego pełne uszkodzenie

$$\lambda \cdot \Delta S \cdot P_0/S/;$$

- prawdopodobieństwa tego, że w przekroju  $S$  pojazd był holowany i w czasie przebiegu  $\Delta S$  proces ewakuacji nie został zakończony

$$/1 - \mu \Delta S/ P_1/S/;$$

czyli

$$P_1/S + \Delta S = \lambda \Delta S \cdot P_0/S + (1 - \mu \Delta S) P_1/S. \quad /6.6.14/$$

Po przekształceniach i przejściu do granicy otrzymujemy drugie równanie różniczkowe

$$P_1'/S = -\mu P_1/S + \lambda P_0/S. \quad /6.6.15/$$

Normujący warunek można zapisać w postaci

$$P_0/S + P_1/S = 1. \quad /6.6.16/$$

Podstawiając do równania /6.6.15/ wyrażenie na  $P_0/S$  z /6.6.16/, otrzymujemy

$$P_1'/S = \lambda - (\lambda + \mu) P_1/S. \quad /6.6.17/$$

Warunki początkowe można określić wychodząc z fizycznego sensu procesu, mianowicie w przekroju trasy  $S=0$  prawdopodobieństwo tego, że pojazd uległ pełnemu uszkodzeniu jest równe zero, czyli

$$P_1/0 = 0. \quad /6.6.18/$$

Rozwiązanie równania /6.6.17/ z uwzględnieniem /6.6.18/ przybiera postać

$$P_1(S) = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} [1 - e^{-(\lambda + \mu)S}]. \quad /6.6.19/$$

Na podstawie /6.6.16/ z równania /6.6.19/ otrzymujemy wyrażenie na  $P_0/S$  w postaci

$$P_0(S) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} e^{-(\lambda + \mu)S}. \quad /6.6.20/$$

Wyrażenia /6.6.19/ i /6.6.20/ opisują prawdopodobne stany pojazdu po przebiegu  $S$ , zgodnie z założeniem 3/. Sens fizyczny tych wyrażeń jest oczywisty. Jeżeli rozpatrujemy określony odcinek trasy /przebieg/  $S$ , to na pewnej części tej trasy pojazd porusza się o własnym napędzie, a na pozostałej części - jest holowany. Wielkości  $P_0/S$  i  $P_1/S$  określają właśnie średnią część trasy odpowiednio dla ruchu o własnym napędzie i dla holowania.

Wyniki obliczeń  $P_0/S$  i  $P_1/S$  zestawilem w tabelicy 3.6.8 załącznika 3, a ich graficzny przebieg zilustrowany został na rys.6.13.

Do obliczeń przyjęłem następujące dane wyjściowe:

a/ wskaźnik intensywności strumienia zgłoszeń:

- dla czołgów - wg poz.1 tablicy 6.6 dla pełnych uszkodzeń
- 0,92 na 1000 km, czyli

$$\lambda_1 = 9,2 \cdot 10^{-4} \text{ uszk/km ;}$$

- dla samochodów /w tablicy 6.7 odnotowano tylko uszkodzenia pełne/

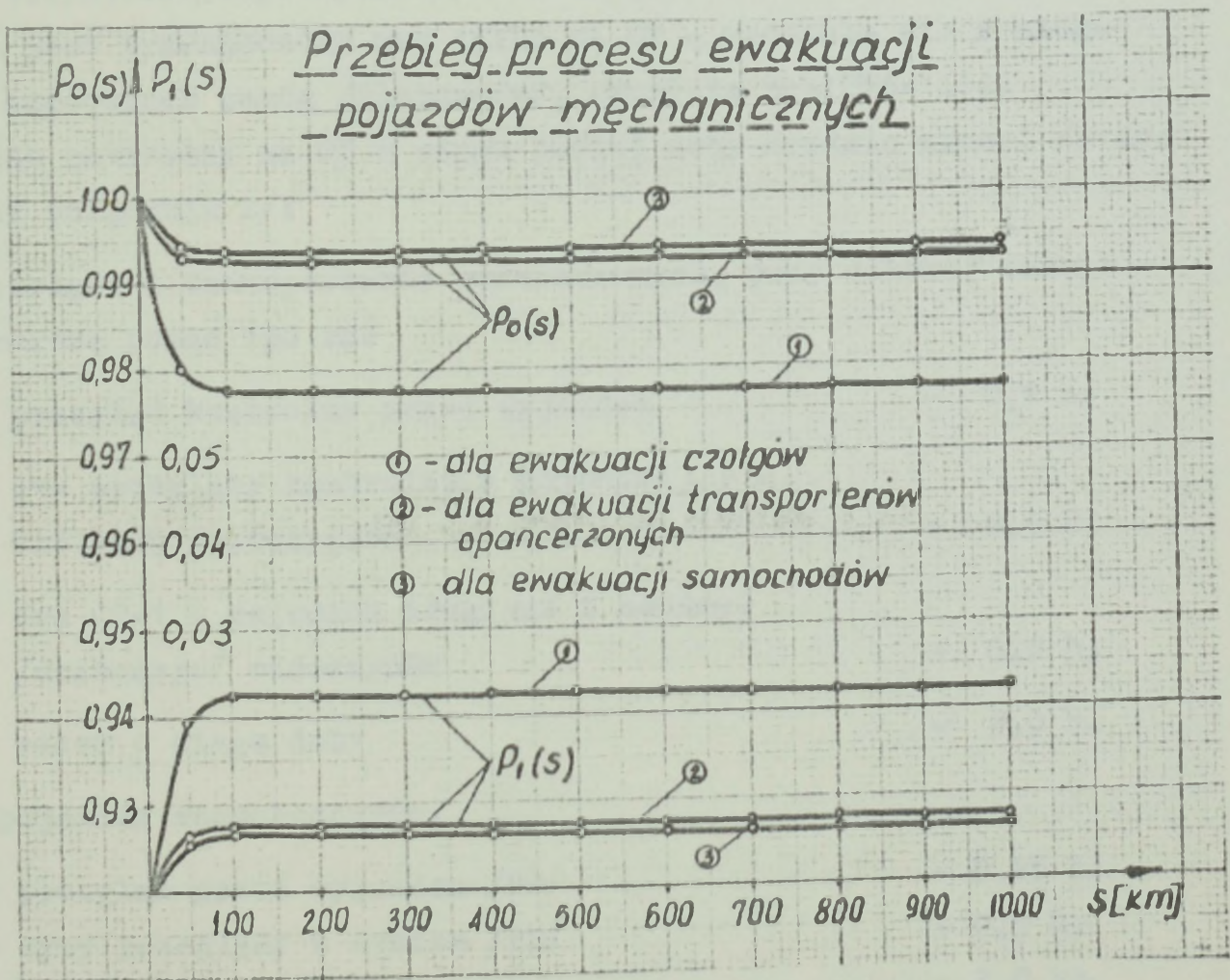
$$\lambda_2 = 2,94 \cdot 10^{-4} \text{ uszk/km ;}$$

- dla transporterów opancerzonych, procentowo od ogólnego wskaźnika /jak dla czołgów/

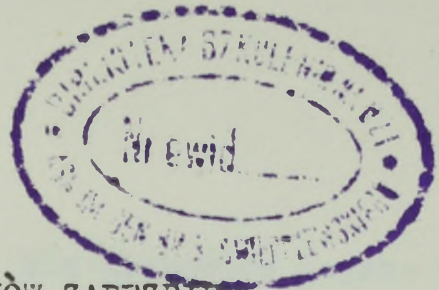
$$\frac{0,92}{7,4} = 0,124; \lambda_3 = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,124 = 2,48 \cdot 10^{-4} \text{ uszk/km ;}$$

b/ wskaźnik intensywności obsługi ewakuacyjnej - jednakowy dla wszystkich rodzajów pojazdów mechanicznych /założenie 4/:

$$\mu = \frac{1}{25} = 0,04$$



Rys. 6.13. Wykresy przebiegu procesów ewakuacji pojazdów mechanicznych



7. ANALIZA MOŻLIWOŚCI ETATOWYCH ŚRODKÓW ZABEZPIECZENIA TECHNICZNEGO ZT W ZAKRESIE GASZENIA STRUMIENIA ZGŁOSZEŃ

7.1. Możliwości w zakresie obsługiwaniania technicznego

Obsługiwaniania techniczne pojazdów mechanicznych są wykonywane z zasady przez załogi /kierowców/ tych pojazdów, przy ewentualnej pomocy środków zabezpieczenia technicznego, szczególnie przy wykonywaniu OT o dużym zakresie prac oraz w przypadkach potrzeby skrócenia czasu ich trwania. Możliwości obsługowe można zatem określić czasem, jaki może być w danych warunkach wydzielony na OT.

Podczas wykonywania marszu na duże odległości, czas dyspozycyjny w przeliczeniu na jedną dobę /patrz podrozdział 4.1 załącznika 1 oraz podrozdział 4.2 niniejszej pracy/, w ramach którego wykonywane są OT, średnio może wynieść około 14 godzin /suma czasów trwania wszystkich odpoczynków/. Należy jednak mieć na uwadze, że czas ten jest przeznaczony nie tylko na OT - wydziela się z niego czas na odpoczynek załóg /kierowców/, spożycie posiłków itd.

Czas potrzebny na OT w ciągu jednej doby średnio wynosi /patrz j.w. oraz załącznik 2/:

a/ dla czołgów i transporterów opancerzonych, przy dobowej odległości marszu ponad 150 km:

- |   |          |
|---|----------|
| - przegląd kontrolny przed wyjazdem                             | - 0,5 h; |
| - dwa przeglądy kontrolne w rejonach krótkich odpoczynków       | - 0,4 h; |
| - dwa OT-1 w rejonach długiego i nocnego /dziennego/ odpoczynku | - 8,0 h; |
| - razem w ciągu doby  | - 9,0 h. |

b/ dla pojazdów samochodowych:

- |                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| - przegląd przed wyjazdem /PW/ | - 0,25 h; |
| - trzy przeglądy w drodze /PD/ | - 0,9 h;  |
| - obsługiwanie codzienne /OC/  | - 2,0 h;  |
| - razem w ciągu doby           | - 3 h.    |

Z powyższego zestawienia wynika, że o ile dla kierowców pojazdów samochodowych 11 godzin jest czasem wystarczającym na sen, odpoczynek, spożycie posiłków itp, o tyle 5 godzin na te same czynności dla załóg wozów bojowych, jest czasem stanowczo niewystarczającym. Stąd oczywisty wniosek, że chcąc zachować sprawność fizyczną załóg wozów bojowych, należy zapewnić im pomoc techniczną w procesie OT szczególnie przy wykonywaniu OT-1, względnie zmniejszyć zakres czynności tego obsługiwanie albo też wydłużyć przebieg między kolejnymi OT-1 np. do 250 km, tzn. do normy przebiegu dobowego.

Pomocy technicznej w procesie OT może udzielić w zasadzie każdy ruchomy środek zabezpieczenia technicznego, a w odniesieniu do czołgów w szczególności takie środki, jak: MOC/Panc., A i A-2/Panc. oraz w pewnym zakresie WPT i CW-34. Z tablicy 4.3 wynika, że środków tych jest łącznie w DZ - 49 a w DPanc. - 65. Uwzględniając liczbę czołgów i innych pojazdów gąsienicowych w tych związkach /tablice 3.2 i 3.3/ można obliczyć, że na jeden z wym. grupy ruchomych środków przypada: w DZ - 4,4, a w DPanc. - 4,9 wozów. Dla pcz i pz wielkość ta wynosi odpowiednio 6,2 i 4,25. Wielkości te pozwalają na zorganizowanie „gniazd obsługiwanie”, ale należy się liczyć z tym, że ruchome środki zabezpieczenia będą mogły udzielić pomocy technicznej przy OT-1 tylko wówczas, gdy nie będą zajęte wykonywaniem remontów bieżących uszkodzonych pojazdów.

Zmniejszenie zakresu OT-1 jest możliwe, podobnie zresztą jak i innych rodzajów OT, na co wyraźnie wskazuje struktura procentowego udziału poszczególnych grup czynności OT. Na przykład grupa czynności związanych z myciem i czyszczeniem przy OT-1 stanowi aż 66,8% ogólnego zakresu prac, co wobec dalszego użytkowania pojazdu najpóźniej po 6 godzinach od zakończenia prac obsługowych, wydaje się wielkością zbyt dużą, która może być poważnie zmniejszona. Wymaga to jednak szczegółowego zbadania wpływu poszczególnych czynności na stan techniczny pojazdu.

Wydłużenie przebiegu między kolejnymi OT-1 jest również realne, o czym najlepiej świadczy wyżej podana już norma 250 km obowiązująca w Armii Radzieckiej [21 i 31], wobec obowiązującej u nas - 150 km. Przebieg 250 km w przybliżeniu odpowiada normie dobowego przebiegu i przy jej wprowadzeniu można byłoby zyskać dodatkowe 4 godz. w ciągu

doby marszu na wypoczynek załóg wozów bojowych. Wprowadzenie tej normy wymagałoby jednak również dokładnego przeanalizowania czynności wchodzących w zakres OT-1 i ewentualnego porównania ich z obowiązującymi w tej mierze normami w Armii Radzieckiej.

Obsługiwanie techniczne o dużym zakresie prac /wyższych klas/, wykonywane przed rozpoczęciem i po zakończeniu marszu, wymagają również - jak już wspomniano w podrozdziale 6.3 - modyfikacji, szczególnie co do zakresu prac i norm czasowych. Odnośnie możliwości w tym zakresie ogólnie można stwierdzić, że zarówno w okresie przygotowawczym /w RW/ jak i po zakończeniu marszu /w RZ/, należy się liczyć z koniecznością poważnego zaangażowania środków zabezpieczenia technicznego w procesie obsługiwań technicznych. Stopień ich zaangażowania w tym względzie będzie tym większy, im mniej czasu będzie można wydzielić na wykonanie obsługiwań technicznych.

## 7.2. Możliwości w zakresie remontów

Różne źródła literatury fachowo-wojskowej podają różne sposoby podejścia do problemu obliczenia możliwości remontowych organów zabezpieczenia technicznego poszczególnych szczebli organizacyjnych. Najczęściej za bazę wyjściową do tych obliczeń przyjmowane są szacunkowe normy pracochłonności poszczególnych klas remontu oraz dyspozycyjny fundusz w roboczogodzinach dla rozpatrywanych ogniw zabezpieczenia technicznego. Na przykład [21], do obliczenia możliwości remontowych, zaleca stosowanie następujących zależności:

a/ fundusz dyspozycyjny

$$T = d \cdot c \cdot M_c \cdot \beta, \quad /7.2.1/$$

gdzie:  $d$  - ilość dni rozpatrywanego etapu operacji;

$c$  - długość dnia pracy;

$M$  - produkcyjny stan osobowy rozpatrywanego ogniwa remontowego;

$\beta$  - współczynnik nieprodukcyjności;

b/ możliwości remontowe

$$n = \frac{d \cdot c \cdot M_c \cdot \beta}{t_n} = \frac{T}{t_n}, \quad /7.2.2/$$

gdzie:  $t_n$  - norma pracochłonności dla danej klasy remontu.

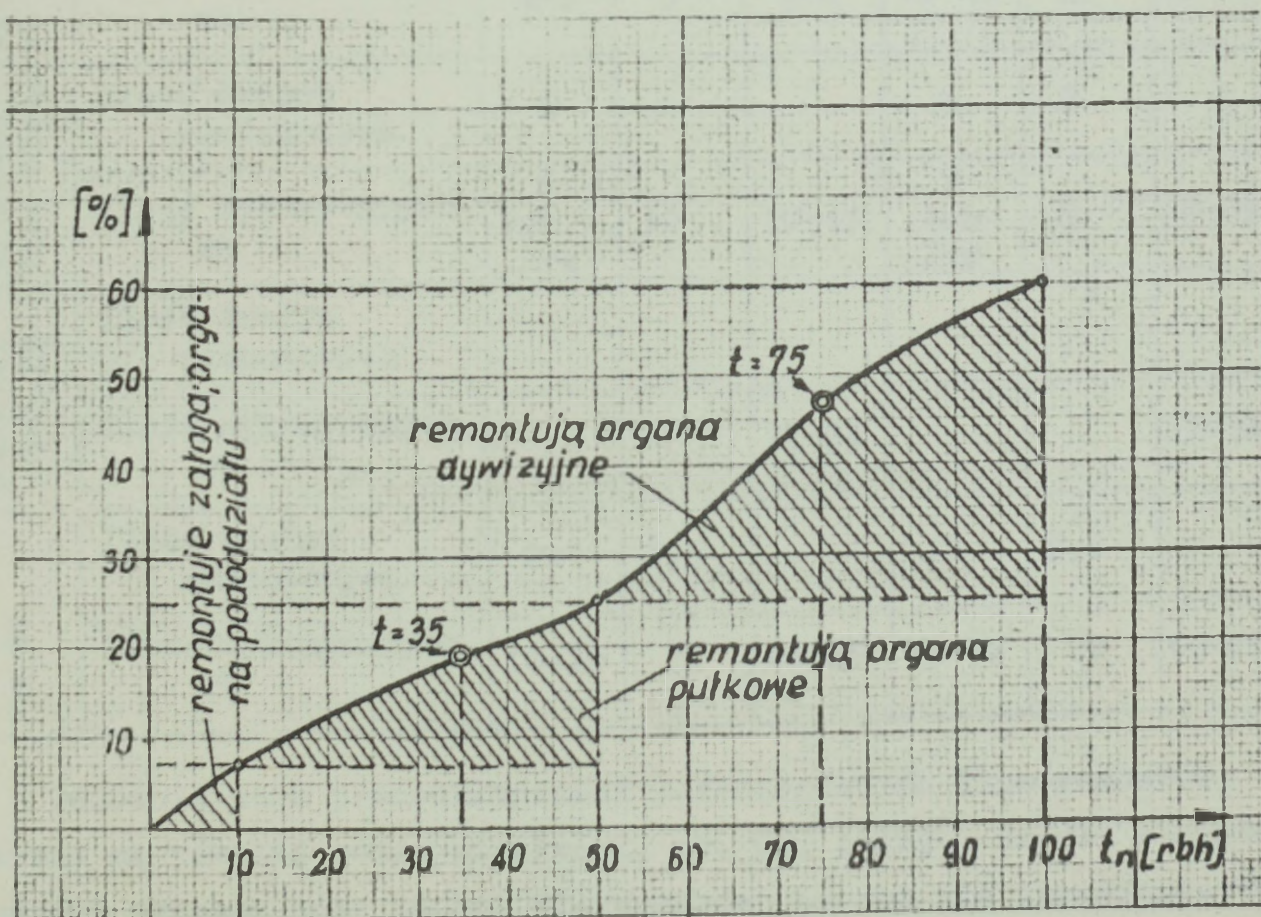
Obliczone na podstawie powyższych zależności możliwości remontowe dla szczebla pułku i ZT wynoszą odpowiednio:

- 3-4 rb/dobę pojazdów gąsienicowych i kołowych;
- 6 rb lub 2 rs/dobę pojazdów gąsienicowych i 20 rb lub 4 rs/dobę pojazdów kołowych.

To samo źródło przedstawia bardzo ciekawy, z punktu widzenia praktycznego zastosowania, rozkład pracochłonności remontów czołgów, na który nałożono podział zadań remontowych dla poszczególnych ogniw zabezpieczenia technicznego.

Przybliżone odtworzenie charakteru tego rozkładu, przy ścisłym określeniu jego punktów charakterystycznych, przedstawiono na rys.7.1.

W tabelicy 7.1 zestawiono normatywne oszacowanie możliwości remontowych etatowych środków DZ i DPanc.



Rys. 7.1. Przybliżony przebieg rozkładu pracochłonności remontów czołgów.

Dobowe możliwości remontowe etatowych  
środków DZ i DPano [34]

/wariant/

Tablica 7.1

Rodzaj pojazdów		DZ			DPano		
		czołgi /poj. /gąs./	Transp. opanc.	Samo-chody	czołgi /poj. /gąs./	Transp. opanc.	Samo-chody
Poddziały remontowe pz x3 /x1/	Ilość drużyn remontowych	9	3		3	1	
	Ilość wykonywanych rb	6-9	18	24-30	2-3	6	8-10
Poddziały remontowe pcz /x3/ x1	Ilość drużyn remontowych	5	0,5	3	15	1,5	
	Ilość wykonywanych rb	4-5	3	5-6	12-15	9	15-18
Poddziały remontowe brem.	Ilość drużyn remontowych	6	2		9	2	
	Ilość wykonywanych rb	6 lub 2rs	10	10-15	9 lub 3rs	7	10-15
Pozostałe pododdz. rem. ZT	Ilość drużyn remontowych						
	Ilość wykonywanych rb			17-34			27-34
Razem w ZT	Ilość drużyn remontowych	20	5,5		27	9,5	
	Ilość wykonywanych rb	10-20	31	66-85	14-27	22	60-77

Odnośnie norm pracochłonności poszczególnych klas remontów, podawane są również różne wielkości; np. [4] podaje, że dla remontów bieżących wynoszą one: 70 rbh dla czołgów, 60 rbh dla transporterów opancerzonych i 40 rbh dla samochodów. Według [21], dla tej samej klasy remontu przyjmuje się „umowne pracochłonności” w wymiarze 100 rbh dla czołgów i 30 rbh dla samochodów.

Wszystkie wyżej przedstawione normy dotyczą jednak remontów pojazdów uszkodzonych w wyniku oddziaływania nieprzyjaciela /straty bojowe/. Przy wykonywaniu marszu na duże odległości, przy braku oddziaływania lub ograniczonym oddziaływaniu nieprzyjaciela, mamy do czynienia przede wszystkim z uszkodzeniami od strat eksploatacyjnych, w związku z czym normatywne pracochłonności remontów, a zatem i możliwości remontowe będą odbiegać od wyżej przedstawionych.

Z praktycznego punktu widzenia, najbardziej celowe wydaje się wyznaczenie czasów dyspozycyjnych poszczególnych ogniw zabezpieczenia technicznego /zamykania technicznego/ i obliczenie na tej podstawie możliwości remontowych tych ogniw dla różnych klas remontu, przy czym klasy te nie muszą odpowiadać ogólnie przyjętej klasyfikacji.

#### Wyznaczenie czasów dyspozycyjnych środków remontowych

Czas dyspozycyjny środków remontowych określonego ogniwa zabezpieczenia technicznego zależy przede wszystkim od miejsca tych środków w ugrupowaniu marszowym, prędkości marszu i konkretnej sytuacji, w jakiej marsz jest wykonywany. Jeden z możliwych wariantów wyznaczenia czasów dyspozycyjnych przy wykonywaniu marszu przez DZ, przykładowo przedstawiono w podrozdziale 4.2 załącznika 1. Niżej prezentowana metoda wyznaczania czasów dyspozycyjnych jest uogólnieniem ww. przykładu.

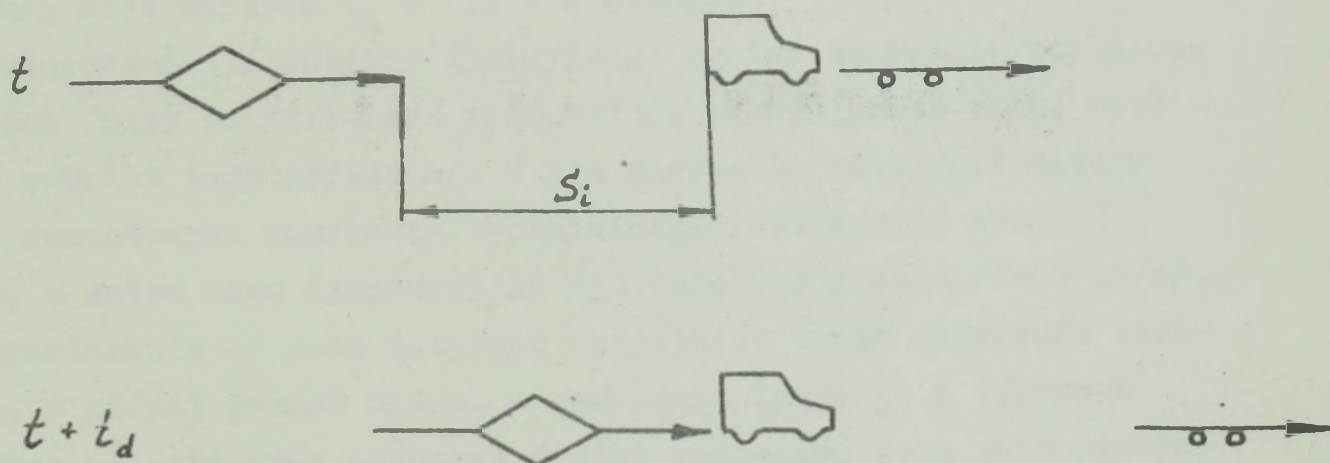
Przy wyznaczaniu czasów dyspozycyjnych, w określonych warunkach wykonywania marszu, napotykamy na szereg ograniczeń wynikających z tych warunków. Ograniczenia te mogą dotyczyć m.in.:

- 1/ wyprzedzania środków remontowych /zajętych remontem na trasie marszu/ przez kolumny marszowe wojsk maszerujących w tyle;
- 2/ wyprzedzania środków remontowych zajętych remontem przez środki remontowe szczebla bezpośrednio wyższego;
- 3/ wyprzedzania środków remontowych zabezpieczających pierwszy /drugi/ rzut danego szczebla przez środki zabezpieczenia drugiego /tyłowego/ rzutu tego samego szczebla;

4/ czasu, na jaki mogą oderwać się /pozostać/ środki remontowe od zabezpieczanych przez siebie elementów ugrupowania marszowego.

Rozpatrzmy pokrótce wpływ tych ograniczeń na wielkość czasów dyspozycyjnych.

Ograniczenie 1/ dotyczy głównie środków zamykania technicznego kolumn pododdziałów i wydaje się za słuszne przyjęcie zasady dla wszelkich warunków wykonywania marszu, że środki te nie powinny być wyprzedzane przez kolumny wojsk maszerujących w tyle. W takiej sytuacji, wielkość czasu dyspozycyjnego będzie jednoznacznie wyznaczana przez odległość między tymi kolumnami i prędkość marszu, Schemat sytuacyjny dla takiego przypadku, przedstawia się następująco:



$$t_d = \frac{S_1}{V}$$

/7.2.3/

Odległości  $S_1$ , w zależności od rodzaju wojsk tworzących kolumny marszowe, mogą wynosić 3-5 km /patrz tablica 2.6/, co np. przy prędkości  $V = 20$  km/h wyznacza czas dyspozycyjny  $t_d = 0,15 - 0,25$  h, czyli 9-15 min.

Z powyższego wynika oczywisty wniosek, że w skład zamykania technicznego pododdziałów należy wyznaczać środki, których głównym zadaniem jest udzielanie pomocy technicznej załogom /kierowcom/ uszkodzonych pojazdów mechanicznych.

Przyjęcie tego ograniczenia dla środków zamykania technicznego oddziałów byłoby niecelowe, ponieważ czas dyspozycyjny tych środków ograniczałby się do 15-30 min. /odległości 5-10 km - patrz tablica 2.6/.

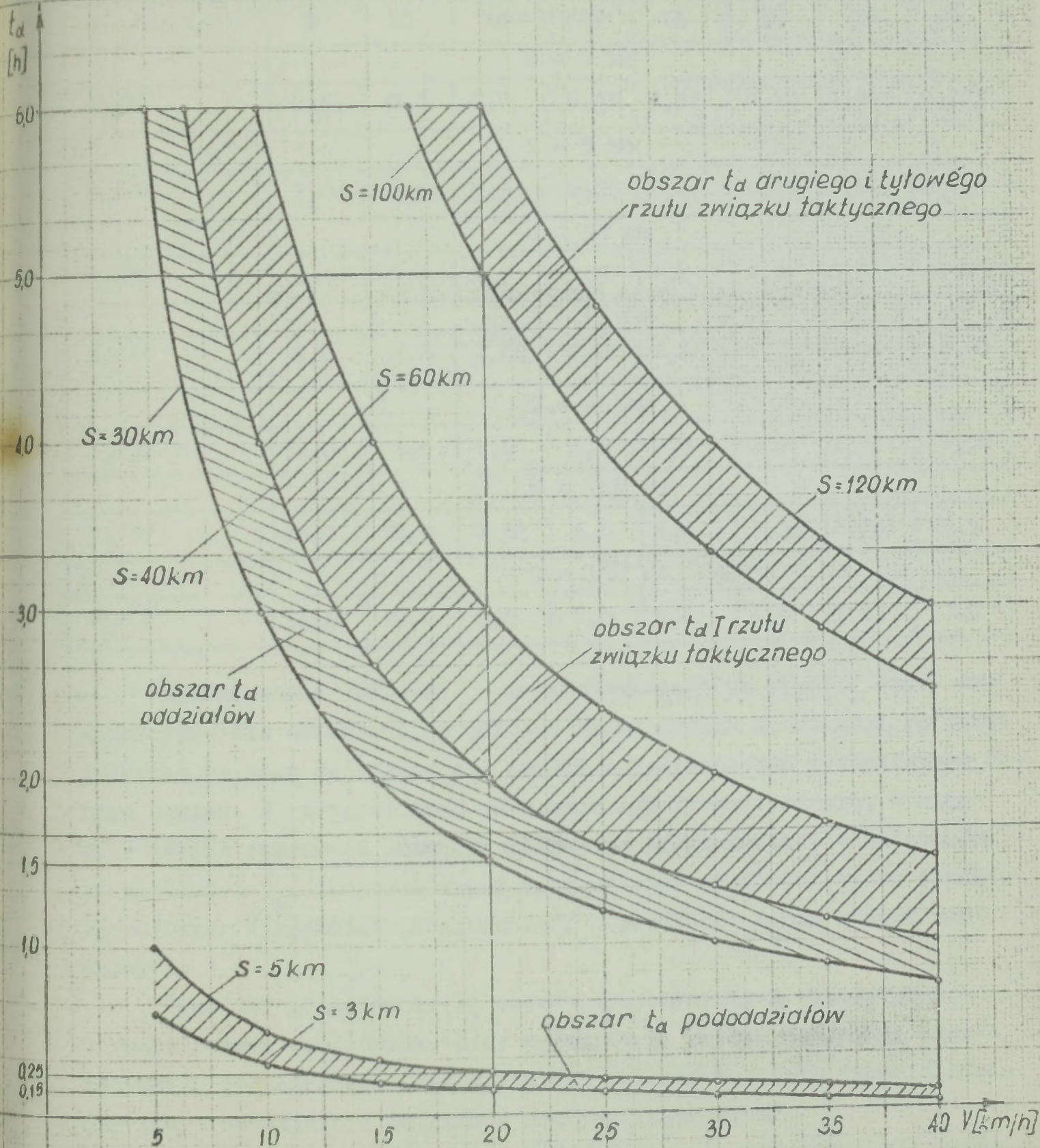
Ograniczenie 2/ wydaje się słusznym dla wszystkich ogniów zamykania technicznego marszu. W związku z tym poszczególne ogniwa powinny rozpoczynać tylko takie remonty, których czas trwania nie przekracza ich czasu dyspozycyjnego - w tym przypadku, czasu nadejścia środków remontowych szczebla bezpośrednio wyższego. Czas dyspozycyjny limitowany tym ograniczeniem można obliczyć z zależności /7.2.3/, przy czym za  $S_1$  należy podstawić odległość między rozpatrywanym ogniwem zamykania technicznego, a ogniwem tego zamykania szczebla bezpośrednio wyższego /w głąb ugrupowania marszowego na danej marszrucie/. Odległość ta dla ogniów pułk - dywizja może wynieść 30-40 km, co przy  $V = 20$  km/h daje wartość  $t_d = 1,5 - 2$  godzin.

Ograniczenie 3/ dotyczy dywizyjnego ogniwa zamykania technicznego marszu /przy samodzielnym wykonywaniu marszu przez pułk, może dotyczyć również tego szczebla/. W tym przypadku odległość między środkami remontowymi zamykania technicznego rzutów może wynosić 40-60 km, a zatem czas dyspozycyjny wyniesie 2-3 godzin / $V=20$  km/h/.

Ograniczenie 4/ może dotyczyć wszystkich ogniów zamykania technicznego, w głównej jednak mierze - zamykania drugiego i tyłowego rzutu. Czas na jaki mogą pozostać środki remontowe poza zabezpieczanymi przez siebie elementami ugrupowania marszowego, jest jednocześnie czasem dyspozycyjnym tych środków. Według [21] czas ten może wynosić 5-6 h, co odpowiada odległości 100-120 km. Oczywiście przyjęcie tych wielkości warunkowane jest dostępnością dróg po przemarszu dywizji, w przeciwnym bowiem przypadku mogłyby wystąpić trudności w dojściu /w określonym czasie/ pozostawionych środków remontowych na swoje miejsca w ugrupowaniu marszowym.

Wyżej oszacowane czasy dyspozycyjne, jak już wspomniano i jak to wynika z zależności /7.2.3/, zależą od prędkości ruchu kolumn i od odległości, na jaką mogą pozostać środki remontowe od swojego miejsca w ugrupowaniu marszowym. Zależności te przedstawiono graficznie na rys.7.2, który sporządzono na podstawie wyników obliczeń zestawionych w tablicy 7.2.

Wykres zależności czasów dyspozycyjnych  
od prędkości ruchu kolumn  
marszowych



Zestawienie danych liczbowych do wykresu 7.2

Tablica 7.2

v /km/h/	5	10	15	20	25	30	35	40
S = 3 km								
t <sub>d</sub> /h/	0,6	0,3	0,2	0,15	0,12	0,10	0,086	0,075
S = 5 km								
t <sub>d</sub> /h/	1,0	0,5	0,33	0,25	0,2	0,167	0,143	0,125
S = 30 km								
t <sub>d</sub> /h/	6,0	3,0	2,0	1,5	1,2	1,0	0,86	0,75
S = 40 km								
t <sub>d</sub> /h/	8,0	4,0	2,66	2,0	1,6	1,33	1,14	1,00
S = 60 km								
t <sub>d</sub> /h/	12,0	6,0	4,0	3,0	2,4	2,0	1,72	1,50
S = 100 km								
t <sub>d</sub> /h/	20,0	10,0	6,67	5,0	4,0	3,33	2,86	2,5
S = 120 km								
t <sub>d</sub> /h/	24,0	12,0	8,0	6,0	4,8	4,0	3,43	3,0

Wyznaczone z wykresu przedstawionego na rys.7.2 czasy dyspozycyjne dla określonej prędkości ruchu kolumn są czasami, na jakie jednorazowo mogą zatrzymać się środki zabezpieczenia technicznego danego ogniwa. W rzeczywistych warunkach wykonywania marszu, w ciągu doby takich zatrzymań może być kilka lub kilkanaście - w zależności od wielkości t<sub>d</sub>, długości trasy oraz różnicy prędkości ruchu środków remontowych /prędkości „doganiania”/ i prędkości ruchu kolumn marszowych.

Ponadto, niezależnie od czasów dyspozycyjnych występujących w ruchu kolumn marszowych, przy wykonywaniu marszu wszystkie ogniwa zamykania technicznego mogą wykonywać remonty w czasie trwania odpoczynków - szczególnie długich i nocnych /dziennych/.

Zatem teoretycznie maksymalny czas dyspozycyjny środków remontowych zamykania technicznego marszu w ciągu doby, będzie równy sumie iloczynów jednorazowych czasów dyspozycyjnych przez dopuszczalną ilość zatrzymań i czasów trwania odpoczynków. Można to zapisać nastę-

pującą zależnością:

$$T_d = n \cdot t_d + \sum_{i=1}^m t_i, \quad /7.2.4/$$

gdzie:  $T_d$  - maksymalny czas dyspozycyjny w ciągu doby;

$t_d$  - jednorazowy czas dyspozycyjny danego środka remontowego;

$t_i$  - czas trwania i-tego odpoczynku;

$n$  - liczba zatrzymań środka remontowego w celu przeprowadzenia remontów;

$m$  - liczba odpoczynków w ciągu doby.

W zależności /7.2.4/, za wyjątkiem liczby zatrzymań  $n$ , wszystkie wielkości są znane. Dla wyznaczenia wielkości  $n$  wprowadzam pojęcie jednostkowego cyklu remontowego  $t_c$ , który określam jako sumę jednostkowego czasu dyspozycyjnego  $t_d$  i czasu „doganiania”  $t_g$ , czyli:

$$t_c = t_d + t_g \quad /7.2.5/$$

Znając prędkość ruchu kolumn  $V$ , jednostkowy /jednorazowy/ czas dyspozycyjny danego środka remontowego  $t_d$  oraz prędkość „doganiania” tego środka  $V_1$ , można wyznaczyć czas jednostkowego cyklu remontowego. Zależności te przedstawiono graficznie na rys.7.3, na którym dodatkowo wprowadzono następujące oznaczenia:

$S_0$  - przebieg w km do chwili wystąpienia uszkodzenia /rozpoczęcia remontu/;

$S_1$  - przebieg w km do chwili zakończenia remontu.

Na wykresie tym wyznaczono cykle remontowe dla  $t_d = 10$  min, przy  $V = 25$  km/godz. i  $V_1 = 35$  km/h, oznaczając je kolorem zielonym. Kolorem czerownym oznaczono graniczne wartości czasów dyspozycyjnych podczas ruchu kolumn dla 75 i 50 km odcinków trasy przy założeniu, że środek remontowy powinien dopędzić ogon zabezpieczanej przez siebie kolumny w momencie zakończenia marszu na tym odcinku /przed wejściem w rejon odpoczynku/. Linie te pozwalają na wyznaczenie czasów dyspozycyjnych przy braku ograniczeń w zakresie wyprzedzania środków remontowych. I tak, przy rozpoczęciu remontu w momencie rozpoczęcia marszu, czasy dyspozycyjne, dla wyżej określonych wartości odcinków

trasy, wyniosą odpowiednio 52 i 36 min, a przy rozpoczęciu remontu po przebyciu 30 km - 31 i 14 min. /odcinki AC i AB/. Ogólną zależność na  $t_d$  - przyjmując oznaczenia z rys.7.3 - można zapisać w postaci:

$$t_d = t_c - t_g = \frac{S_1 - S_0}{V} - \frac{S_1 - S_0}{V_1}$$

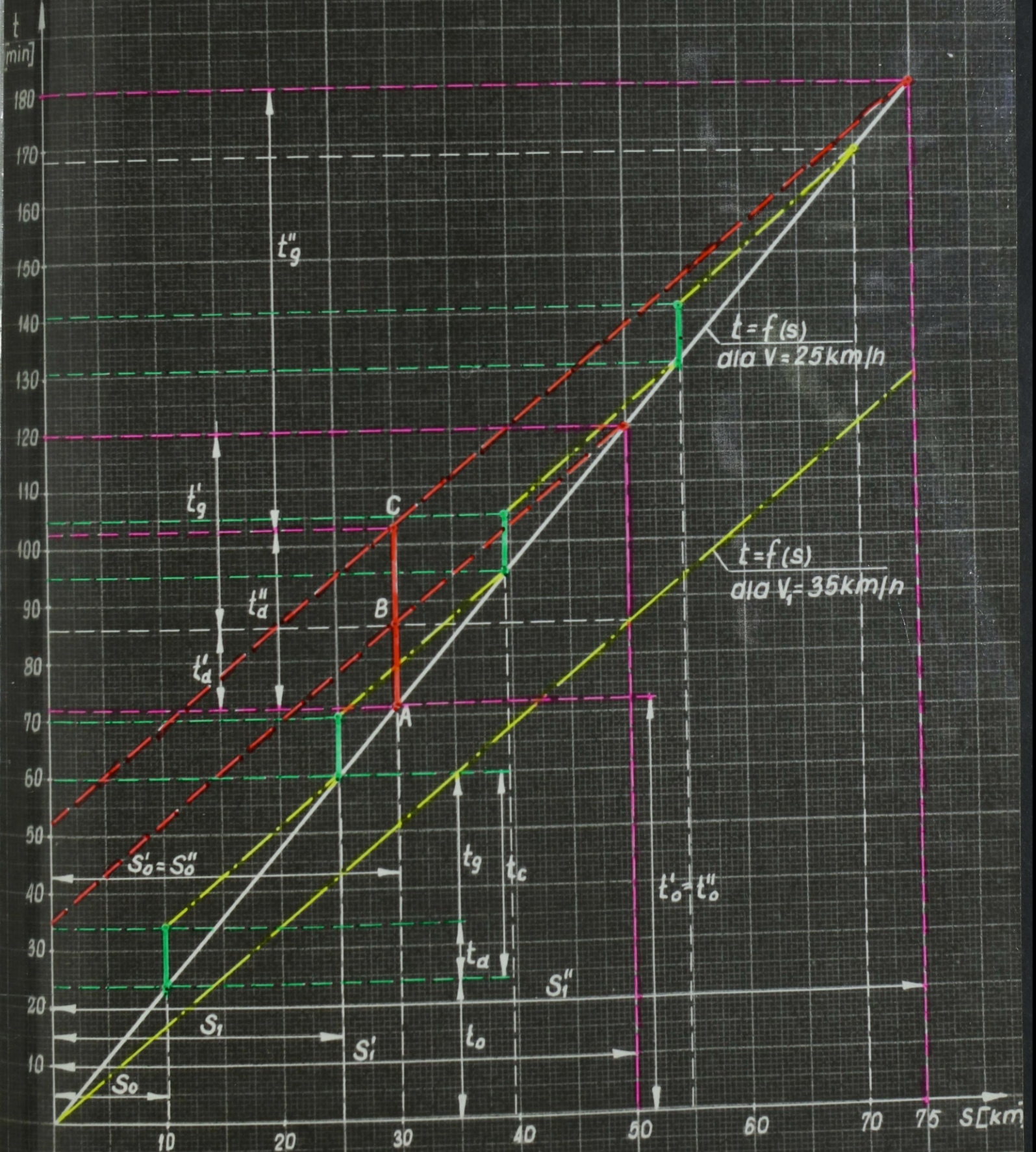
$$t_d = /S_1 - S_0/ \frac{V_1 - V}{V \cdot V_1} \quad /7.2.4/$$

Ogólny przebieg marszu w ciągu doby, z uwzględnieniem czasów trwania odpoczynków, przedstawiono na rys. 7.4, na którym kolorem zielonym wyznaczono cykle remontowe dla  $t_d = 72$  min. /ogniwo pułkowe przy  $S = 30$  km - patrz rys.7.2/. Z wykresu przedstawionego na tym rysunku wynika, że teoretycznie w ciągu doby marszu, przy przystąpieniu do pierwszego remontu po przebiegu  $S_0 = 20$  km, może wystąpić ponad 14 takich cykli remontowych. Przy praktycznych obliczeniach ilość tych cykli będzie mniejsza, ponieważ należy wydzielić czas na odpoczynek dla załóg środków remontowych a ponadto, z braku zgłoszeń na następny remont bezpośrednio po zakończeniu poprzedniego, część trasy środki remontowe przebędą w stanie „nie zajęty” /luzem/.

Na rys.7.4 przez  $S_I - S_{IV}$  oznaczono odcinki tras marszu między odpoczynkami, odpowiednio przez  $t_I - t_{IV}$  czasy marszu na tych odcinkach oraz przez  $t_1 - t_4$  - czasy trwania odpoczynków. Mając wyznaczone z rys.7.2 wartości jednostkowych cykli remontowych dla  $t_d$  oraz czasy  $t_I - t_{IV}$ , z rys.7.4 można wyznaczyć poszukiwaną liczbę  $n$  według zależności /7.2.2/, a zatem i łączne dobowe czasy dyspozycyjne środków remontowych dla poszczególnych ogniw zamykania technicznego marszu /przykład - patrz tablica 12 załącznika 1/.

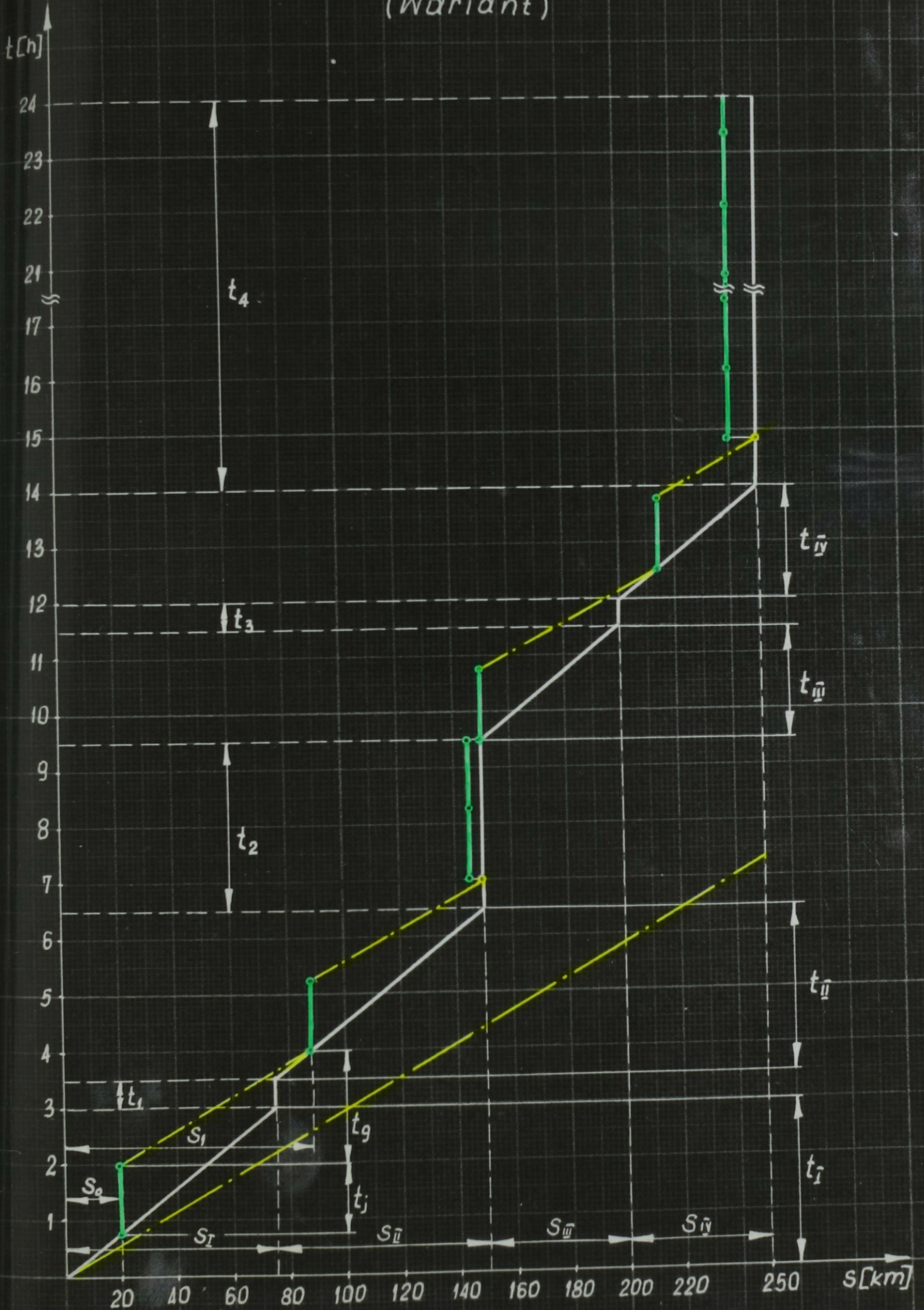
Na podstawie powyższego, uwzględniając liczbę środków remontowych wydzielonych w skład zamykania technicznego, można wyznaczyć możliwości remontowe dla wszystkich ogniw zamykania - oddzielnie dla poszczególnych rodzajów pojazdów mechanicznych i klas remontu, określonych czasem jego trwania /przykład - patrz tablica 13 załącznika 1/.

# Graficzne wyznaczanie cykli remontowych w czasie ruchu kolumn



Wykres przebiegu marszu w ciągu  
doły

(Wariant)



### 7.3. Możliwości w zakresie ewakuacji

W literaturze fachowo-wojskowej możliwości ewakuacyjne są określane ilością rejsów ewakuacyjnych przy ustalonej wartości promienia ewakuacji. I tak, na przykład [21] podaje, że możliwości ewakuacyjne szczebla pułku i dywizji wynoszą odpowiednio:

- 10 czołgów przy  $R = 5-6$  km;
- 4-5 czołgów i 8 jednostek innego sprzętu technicznego przy  $R = 12$  km.

Tak sformułowane możliwości ewakuacyjne mają jednak małą praktyczną przydatność dla przypadku zabezpieczenia technicznego marszu, w którym występuje specyfika zadań ewakuacyjnych. Ogólnie, zadania te dla poszczególnych ogniw zamykania technicznego marszu, można streścić do następujących [21]:

#### a/ zamykanie techniczne kolumn pododdziałów:

- wyciąganie pojazdów uwięzionych;
- ściąganie uszkodzonych pojazdów z trasy marszu /holowanie do 1 godz/;
- zabezpieczenie forsowania przeszkód wodnych;

#### b/ zamykanie techniczne oddziałów:

- holowanie uszkodzonych pojazdów do przodu / $t_h = 2-4$  h/;
- ewakuacja uszkodzonych pojazdów na drogi /osie/ ewakuacji i remontu ZT i armii;
- zabezpieczenie forsowania przeszkód wodnych;

#### c/ zamykanie techniczne ZT:

- ewakuacja uszkodzonych pojazdów w rejony organizacji dywizyjnych PZSU;
- ewakuacja uszkodzonych pojazdów na drogę /oś/ ewakuacji i remontu armii;
- zabezpieczenie forsowania przeszkód wodnych;
- likwidacja skutków uderzeń broni masowego rażenia.

Z powyższej listy zadań wynika, że możliwości ewakuacyjne wyrażone liczbą rejsów ewakuacyjnych, przy określonym promieniu ewakuacji, jest trudno przetransformować na możliwości w zakresie wykonania zadań ewakuacyjnych w marszu. Dlatego też w dalszych rozważaniach, za

podstawę przyjmuję możliwości zabezpieczenia wykonania zadań wymienionych w powyższej liście, przy uwzględnieniu ograniczeń wynikających z zakresu niniejszej pracy.

Wyciąganie pojazdów uwięzionych i ściąganie pojazdów uszkodzonych z trasy marszu można zaliczyć do zadań doraźnych i krótkotrwałych, w związku z czym określanie możliwości w tym zakresie wydaje się niecelowe. Ogólnie można przyjąć, bez określania wielkości i możliwości w przedmiocie ich wykonania, że środki ewakuacyjne wydzielone w skład zamykania technicznego kolumn pododdziałów, przy ewentualnym dodatkowym zaangażowaniu „nieetatowych” środków ewakuacyjnych /patrz podrozdział 4.4/, w pełni zabezpieczą potrzeby w tym zakresie.

Zagadnienie zabezpieczenia forsowania przeszkód wodnych / w odniesieniu do wszystkich ogniw zamykania technicznego marszu/, ze względu na złożoność oraz z uwagi na konieczność jego powiązania z zabezpieczeniem inżynieryjnym, w niniejszej pracy zostało całkowicie pominięte. Pomijam również problem likwidacji skutków uderzeń broni masowego rażenia, traktując go jako zadanie doraźne o charakterze specjalnym. Uważam, że obydwa wymienione problemy mogą być przedmiotem oddzielnych rozpraw doktorskich, a tym samym ich rozpatrywanie tylko z punktu widzenia potrzeb ewakuacyjnych - musiało by być poważnie spłycone, a w związku z tym kontrowersyjne.

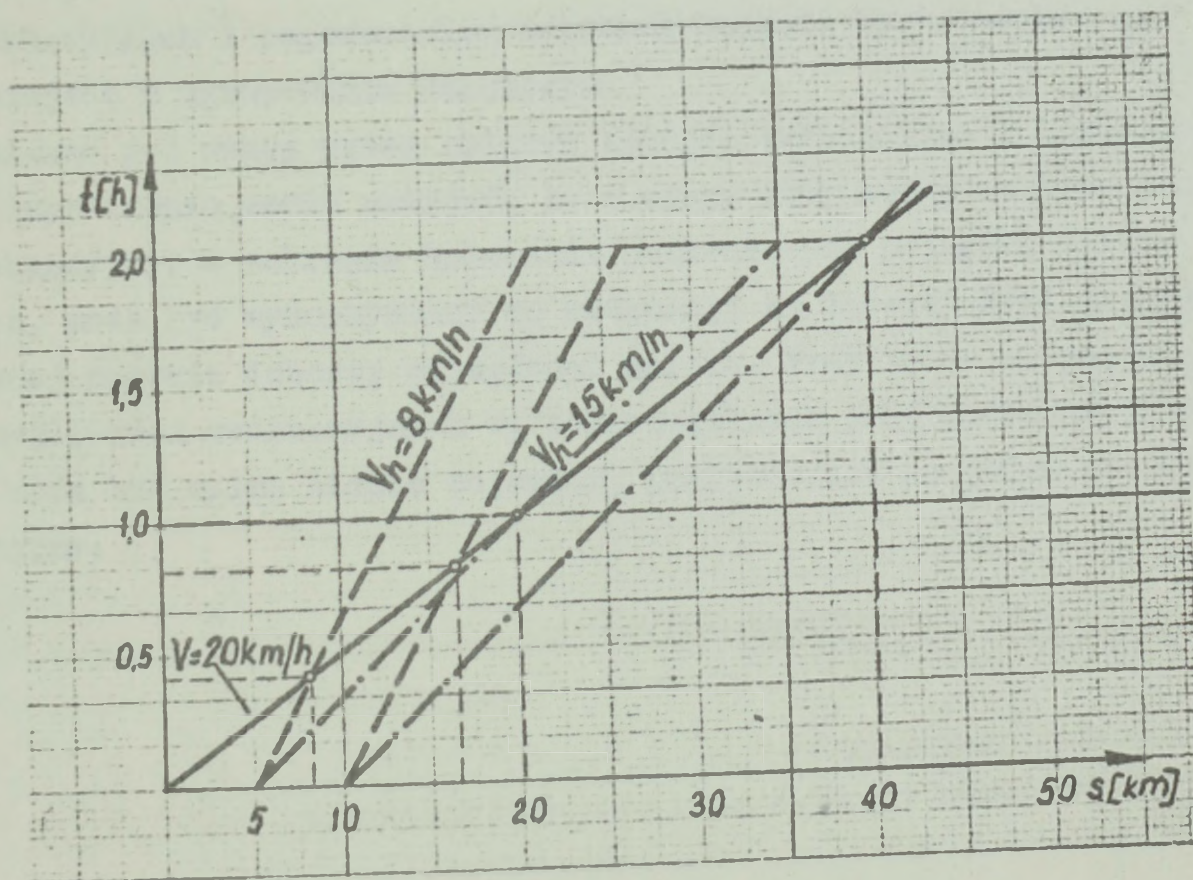
W ten sposób z przedstawionej listy zadań ewakuacyjnych pozostały tylko zadania w zakresie ewakuacji /holowania/ uszkodzonych pojazdów w rejonach odpoczynków i w rejonach organizowania PZSU oraz ewakuacji na osie ewakuacji i remontu.

Jak już wspomniano w podrozdziale 4.4, ewakuacja na trasie marszu może odbywać się tylko do przodu. Przy takiej zasadzie ewakuacji możliwości ewakuacyjne każdego ciągnika, teoretycznie są równe ilorazowi długości trasy przez średnią odległość pojedynczego rejsu ewakuacyjnego. Przy praktycznym określaniu tych możliwości należy jednak uwzględnić następujące ograniczenia:

- proces ewakuacji w żadnym przypadku nie może ograniczać tempa marszu kolumn;
- czas trwania pojedynczego rejsu ewakuacyjnego nie powinien przekroczyć określonej wielkości /grzanie się zespołów ciągnika, spadek ich niezawodnościowego stanu itp/;

- większość typów ciągników /WPT, WZT/ spełnia równoległe do funkcji ewakuacyjnych również funkcje remontowe;
- potrzeba wydzielenia czasu dla załóg środków ewakuacyjnych na sen, odpoczynek, spożycie posiłków itp.

Najpoważniejszym z powyższych ograniczeń jest potrzeba utrzymania nakazanego tempa marszu, które w zestawieniu z możliwą do osiągnięcia prędkością ewakuacji, limituje również ograniczenie drugie - czas trwania pojedynczego rejsu. Zależności te przedstawiono graficznie na rys.7.5, z którego przy określonych prędkościach marszu i ewakuacji /holowania/ można wyznaczyć długość rejsu ewakuacyjnego i czas jego trwania.



Rys. 7.5. Graficzna metoda wyznaczania długości rejsu ewakuacyjnego

Z powyższego wykresu wynika, że przy wykluczeniu możliwości wyprzedzania holującego ciągnika przez kolumny marszowe /wąska droga/ dla prędkości marszu  $V = 20$  km/h i odległości między kolumnami 5 i 10 km /pododdziałów i oddziałów/, otrzymujemy odpowiednio:

- dla czołgów: długości rejsów 3,33 km i ok.6,5 km oraz czasy ich trwania ok. 25 i 50 min. /prędkość holowania  $V_h = 8$  km/h;

- dla samochodów: długości rejsów 15 i 20 km oraz czasu ich trwania 1 i 2 godz. /prędkość holowania  $V_h = 15$  km/h/.

Takie długości rejsów, szczególnie w odniesieniu do ewakuacji czołgów, wobec potrzeb ewakuacji uszkodzonych pojazdów w rejony odpoczynków /PZSU/ - są niewystarczające. W związku z tym na odcinkach ciągów drogowych o wąskich jezdniach /bez możliwości wyprzedzania/, należy dodatkowo wyznaczać równoległe do trasy marszu ciągi drogowe przeznaczone do ewakuacji.

W odniesieniu do ewakuacji na osie ewakuacji i remontu nie przewiduje się większych trudności a zatem i ograniczeń, ponieważ będzie się ona odbywać głównie po drogach rękadowych. W związku z taką ewakuacją należy się jednak liczyć ze zwiększeniem przebiegu środków ewakuacyjnych i pogorszeniem warunków dojścia tych środków na swoje miejsca w ugrupowaniu marszowym.

Biorąc pod uwagę wyżej opisane zadania ewakuacyjne i ograniczenia w przybliżeniu można przyjąć, że w ciągu doby każdy etatowy środek ewakuacyjny, w zakresie holowania uszkodzonych pojazdów mechanicznych, może być wykorzystany do ewakuacji na łącznej długości rejsów równej połowie dobowej odległości marszu. Przy takim założeniu, miarą możliwości ewakuacyjnych wg poszczególnych grup rodzajowych pojazdów może być m.in. liczba pojazdów, przypadająca na jeden środek ewakuacyjny.

## 8. MODEL STRUKTURY SYSTEMU ZABEZPIECZENIA

### TECHNICZNEGO MARSZU ZT

#### 8.1. Miejsce systemu zabezpieczenia technicznego w ogólnym systemie struktury wojsk

Dla określenia miejsca systemu zabezpieczenia technicznego w ogólnym systemie struktury wojsk, umownie podzieliłem ten ostatni na dwie zasadnicze części: REALIZATOR ZADAŃ BOJOWYCH - obejmującą pododdziały i oddziały bojowe oraz ZABEZPIECZENIE DZIAŁAŃ BOJOWYCH WOJSK - obejmującą wszystkie elementy /działy/ tego zabezpieczenia /rys.8.1/.

Według [30] zabezpieczenie działań bojowych wojsk obejmuje:

- rozpoznanie;
- obrona wojsk przed bronią masowego rażenia;
- obrona przeciwlotnicza;
- zabezpieczenie inżynieryjne;
- maskowanie;
- przeciwdziałanie radioelektroniczne;
- zabezpieczenie tyłowe.

Regulamin walki [25] uzupełnia w/wym. elementy, następującymi:

- ubezpieczenie;
- zabezpieczenie topograficzne;
- zabezpieczenie hydrometeorologiczne.

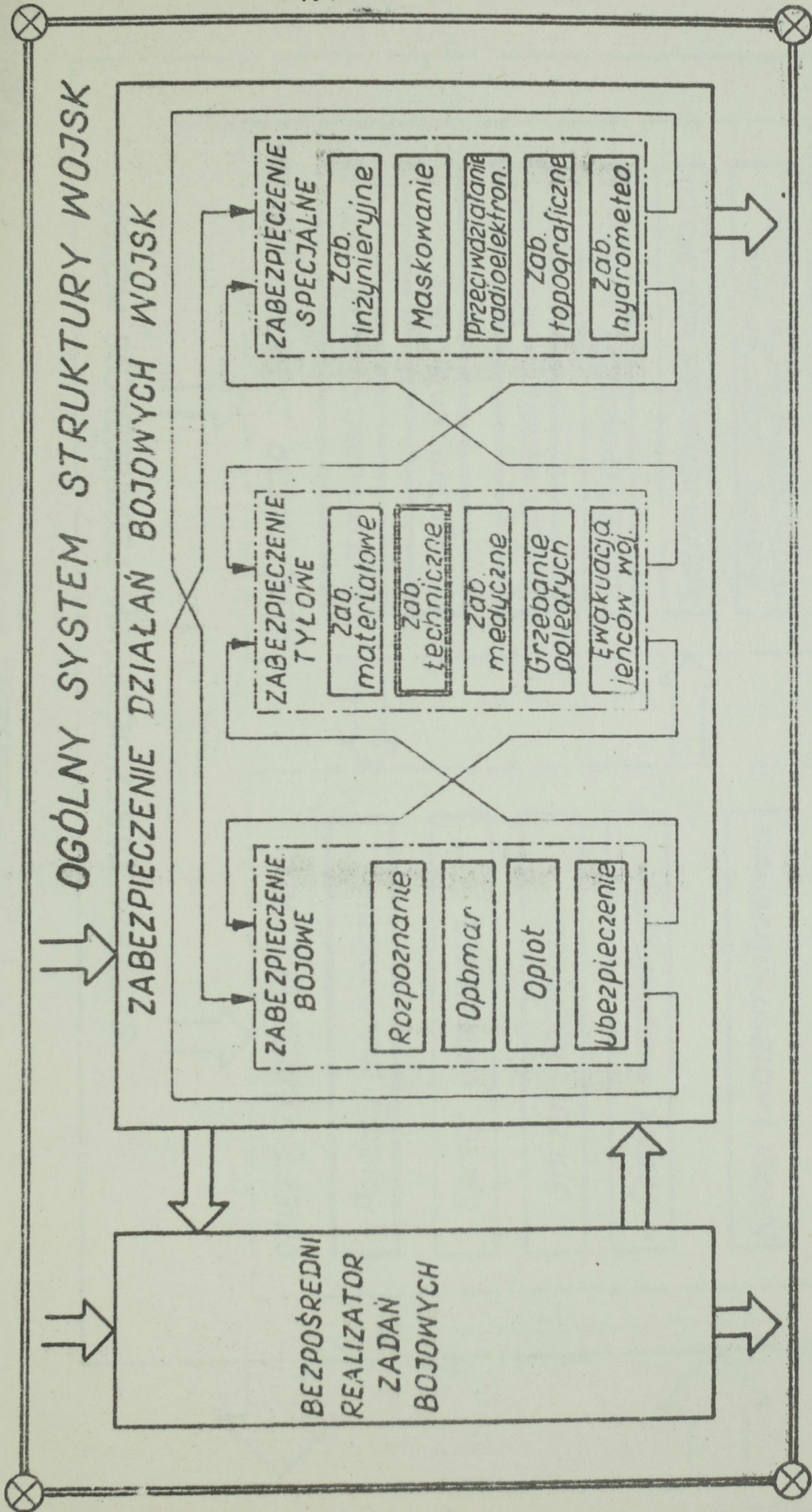
Obie wymienione pozycje literatury podają, że w skład zabezpieczenia tyłowego wchodzi:

- zabezpieczenie materiałowe;
- zabezpieczenie techniczne;
- zabezpieczenie medyczne;
- grzebanie poległych;
- ewakuacja jeńców wojennych.

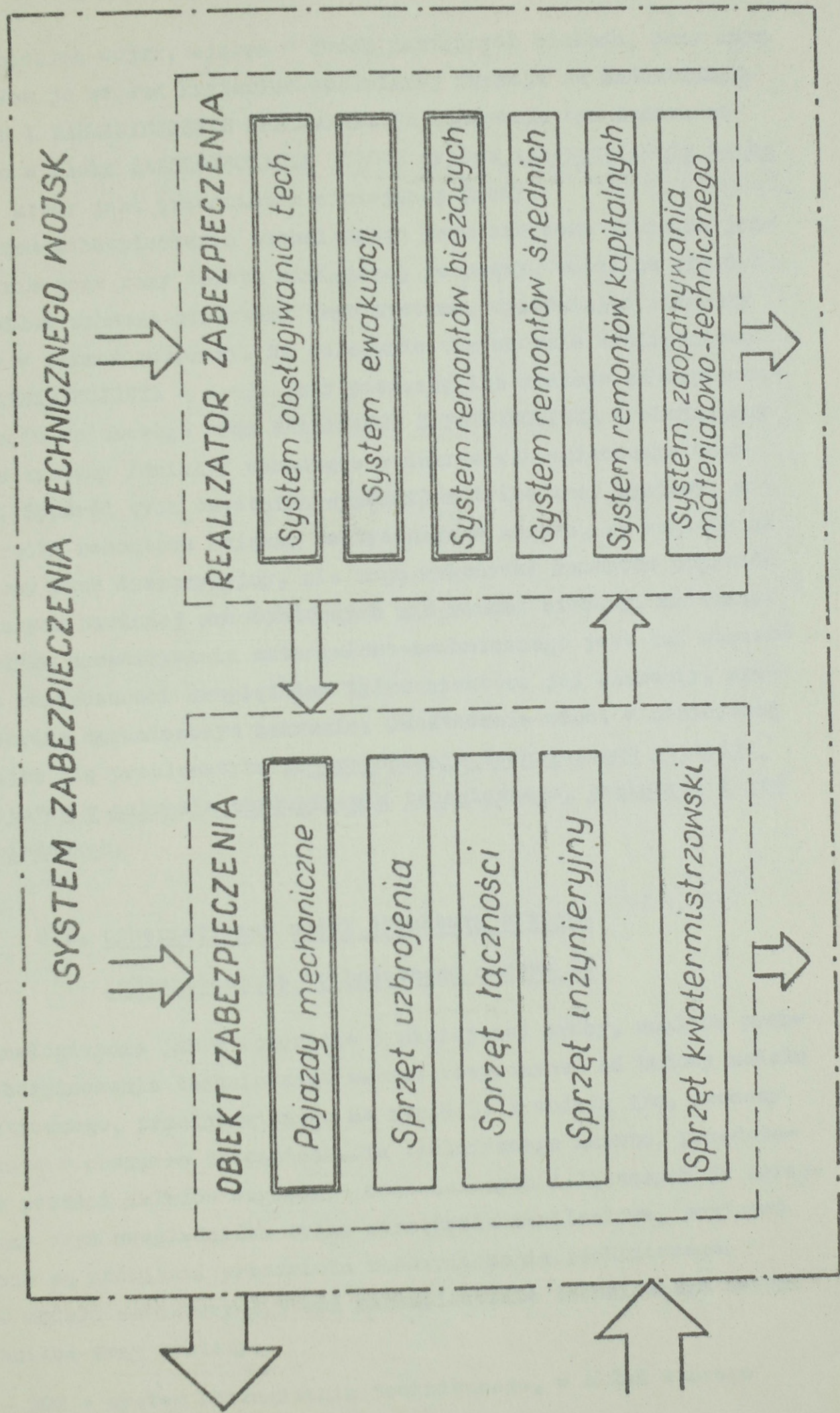
Uwzględniając powyższą klasyfikację, na rys.8.1 wyróżniłem ZABEZPIECZENIE TYŁOWE, podając w oddzielnym bloku schematu jego elementy, natomiast pozostałe elementy, wchodzące w skład zabezpieczenia

systemie struktury wojsk

Rys. 8.1



⊗ - otoczenie naturalne (warunki terenowe, meteorologiczne, pora doby itp.).



działań bojowych wojsk, ująłem w dwóch następnych blokach, przy czym rozdzieliłem je według kryterium spełnianej funkcji na ZABEZPIECZENIE BOJOWE I ZABEZPIECZENIE SPECJALNE. Na schemacie tym dodatkowo wyróżniono w bloku ZABEZPIECZENIE TYŁOWE system zabezpieczenia technicznego, który jest przedmiotem niniejszej pracy.

System zabezpieczenia technicznego swym zakresem wykracza jednak znacznie poza ramy tematu niniejszej rozprawy, toteż na rys.8.2 przedstawiłem schemat struktury tego systemu, wyróżniając elementy wchodzące w zakres rozprawy. Na schemacie tym umownie wyodrębniono OBIEKT ZABEZPIECZENIA - obejmujący poszczególne rodzaje zabezpieczanego sprzętu wojskowego oraz REALIZATOR ZABEZPIECZENIA - obejmujący wszystkie systemy /działy/ wchodzące w zakres zabezpieczenia technicznego. Spośród tych ostatnich wyróżniłem tylko trzy systemy, ponieważ środki remontowe związku taktycznego w marszu, ze względu na ograniczony czas dyspozycyjny, nie mogą wykonywać remontów pojazdów mechanicznych bardziej pracochłonnych niż remont bieżący, natomiast problematyka zaopatrywania materiałowo-technicznego jest tak obszerna, że z konieczności uwzględniam tylko niektóre jej elementy, zresztą w bardzo ograniczonym zakresie. Ostatecznie więc, w niniejszej pracy zajmę się problematyką zabezpieczenia technicznego pojazdów mechanicznych w zakresie obsługi technicznego, ewakuacji i remontów bieżących.

### 8.2. Cybernetyczny model struktury systemu zabezpieczenia technicznego marszu ZT

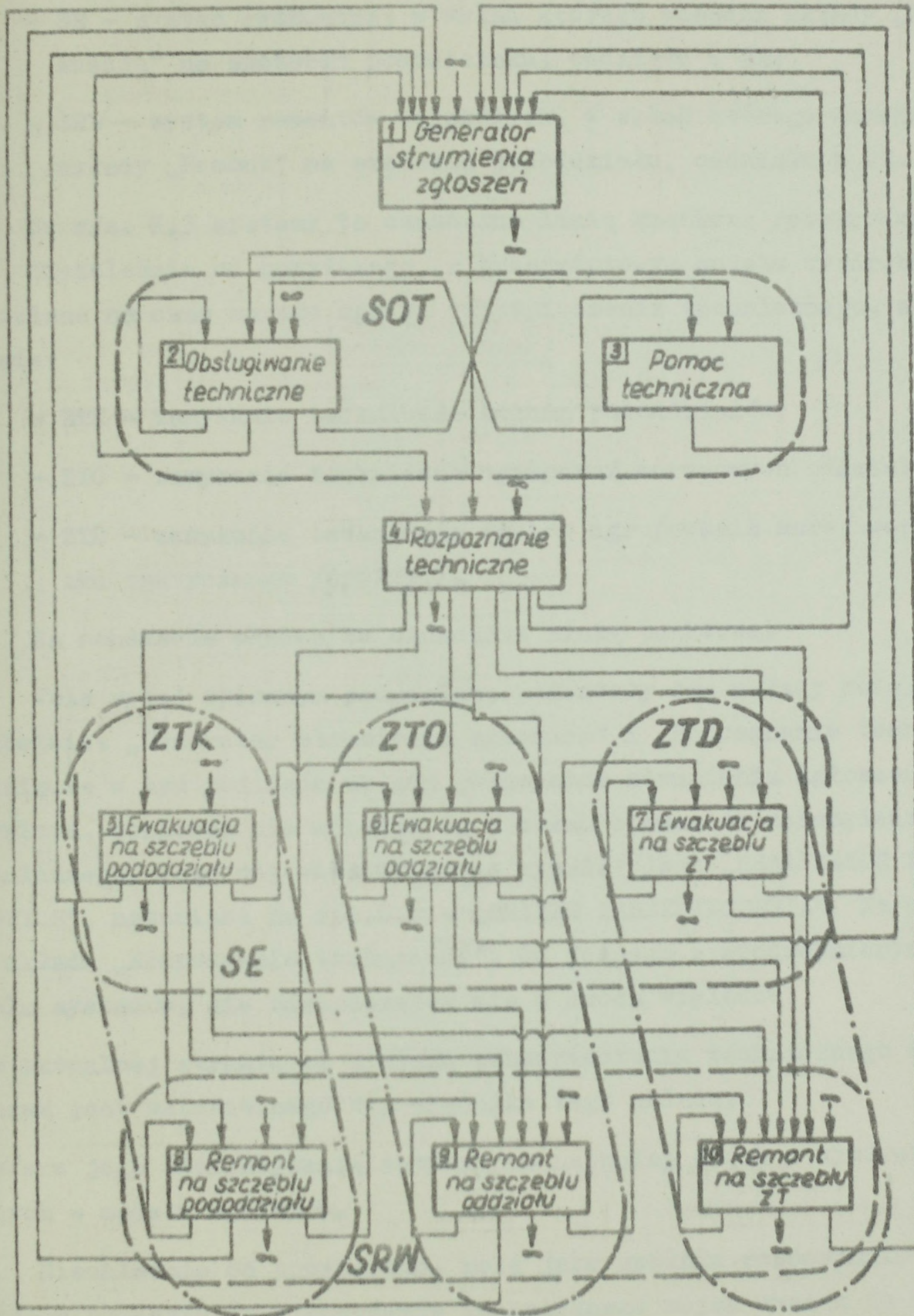
Analogicznie jak w rozdziale 5 niniejszej pracy, analizę problemu zabezpieczenia technicznego marszu rozpoczynam od budowy modelu cybernetycznego, przedstawionego na rys.8.3. W modelu tym, procesy zachodzące w obszarze zabezpieczenia technicznego marszu, przedstawiłem w postaci układów względnie odosobnionych i łączących je sprzężeń, przy czym uwzględniłem tylko sprzężenia zasileniowe, ponieważ tylko one są nośnikami przedmiotu zabezpieczenia technicznego.

W modelu struktury systemu zabezpieczenia technicznego marszu wyodrębniłem trzy systemy:

- SOT - system obsługi technicznego, w skład którego

## Model struktury systemu zabezpieczenia technicznego marszu

Rys. 8.3



Oznaczenia: SOT - system obsługiwanienia technicznego; SE - system ewakuacji; SRW - system remontów wojskowych; ZTK - zamykanie techniczne kolumn pododdziałów; ZTO - zamykanie techniczne oddziałów; ZTD - zamykanie techniczne związku taktycznego (dywizji)

wchodzi układ „Obsługiwanie techniczne” i układ „Pomoc techniczna”;

- SE - system ewakuacji, w skład którego wchodzi układy „Ewakuacja” na szczeblu pododdziału, oddziału i ZT;
- SRW - system remontów wojskowych, w skład którego wchodzi układy „Remont” na szczeblu pododdziału, oddziału i ZT.

Na rys. 8.3 systemy te oznaczono linią kreskową /przerywaną/.

Niezależnie od powyższego, w przedmiotowym modelu wyodrębnikiem wydzielane na czas marszu ogniwa zabezpieczenia technicznego, a mianowicie:

- ZTK - zamykanie techniczne kolumn pododdziałów;
- ZTO - zamykanie techniczne ugrupowań marszowych oddziałów;
- ZTD - zamykanie techniczne rzutów ugrupowania marszowego związku taktycznego /dywizji/.

Na schemacie ogniwa te oznaczono linią punktową.

Poza wyżej opisanym podziałem, pozostały dwa układy modelu, a mianowicie: „Generator strumienia zgłoszeń” i „Rozpoznanie techniczne”. Pominęcie w tym podziale układu „Generator strumienia zgłoszeń” jest oczywiste, ponieważ nie wchodzi on w skład elementów zabezpieczenia technicznego. Jego odpowiednikiem na rys.8.1 jest „REALIZATOR ZADAŃ BOJOWYCH”, natomiast na rys.8.2 - „OBIEKT ZABEZPIECZENIA”. Na włączenie układu „Rozpoznanie techniczne”, do jednego z wyodrębnionych w modelu systemów, nie zdecydowałem się z dwóch względów:

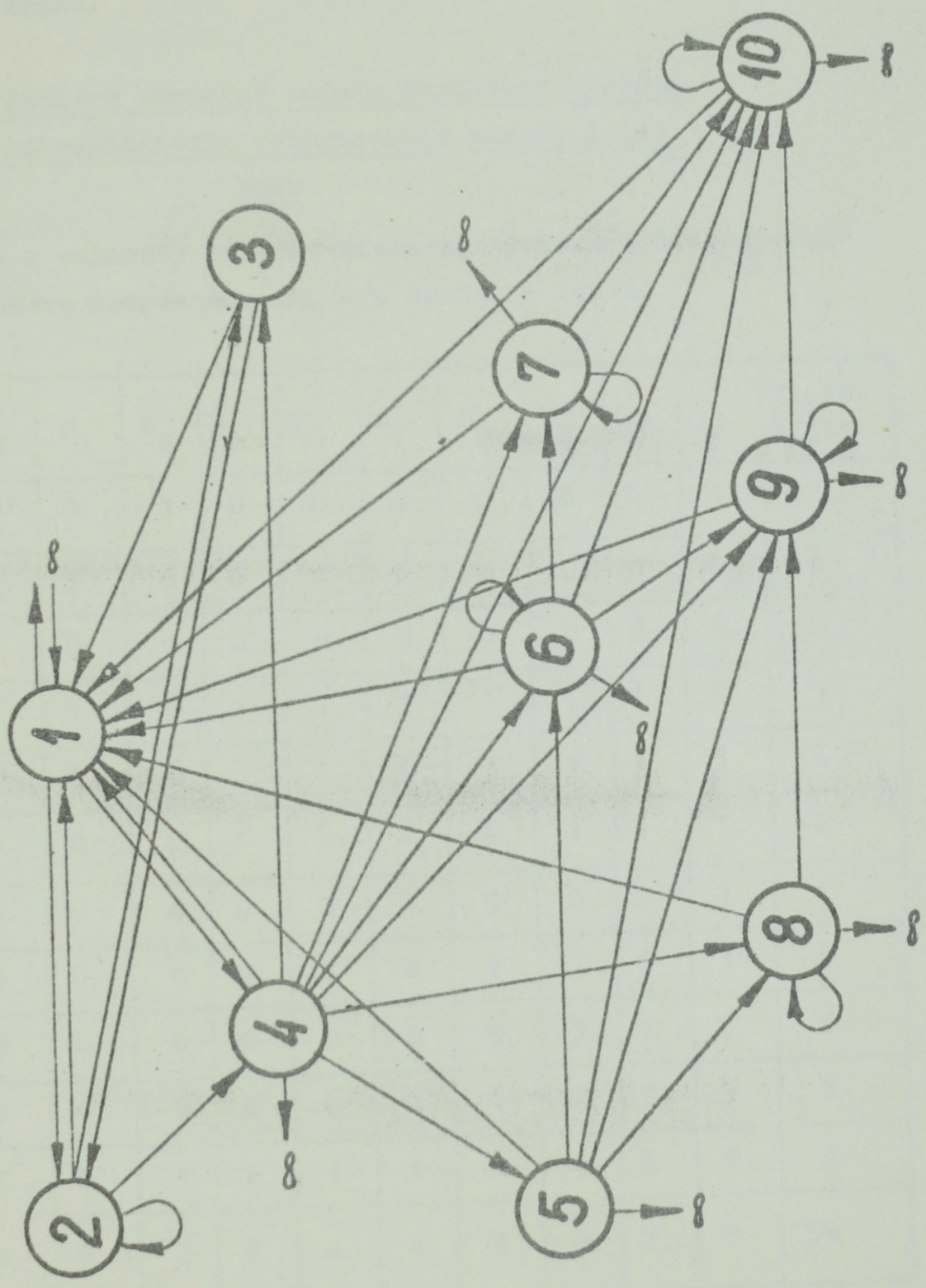
- 1/ w aktualnej strukturze systemu zabezpieczenia technicznego wojsk brak jest materialnego odpowiednika tego układu;
- 2/ sfera jego oddziaływania dotyczy co najmniej dwóch z wyodrębnionych w modelu systemów.

Niezależnie od powyższego, rolę jaką spełnia rozpoznanie techniczne w procesie zabezpieczenia technicznego wojsk uważam za bardzo ważną i na odpowiednim etapie niniejszej pracy, wróćę do tego zagadnienia.

Dla ułatwienia sporządzenia macierzy sprzężeń modelu, na rys. 8.4 przedstawiłem go w postaci grafu s<sup>p</sup>ójnego, przy czym jego budowa

Graf sprzężeń modelu struktury systemu zabezpieczenia  
technicznego marszu

Rys. 8.4



i oznaczenia są analogiczne jak w rozdziale 5 niniejszej pracy /rys. 5.3 i opis w podrozdziale 5.3/. Dodatkowo, w grafie tym pokazano samosprzężenia, przedstawione na schemacie w postaci pętli przy poszczególnych węzłach.

8.3. Macierz sprzężeń modelu struktury systemu zabezpieczenia technicznego marszu i jej opis

W oparciu o schematy przedstawione na rys.8.3 i 8.4, sporządzam zero-jedynkową incydentną macierz sprzężeń modelu.

Układy	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	$U_5$	$U_6$	$U_7$	$U_8$	$U_9$	$U_{10}$	$\infty$	Ilość wyjść
$U_1$	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3
$U_2$	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4
$U_3$	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
$U_4$	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9
$U_5$	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	6
$U_6$	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	6
$U_7$	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	4
$U_8$	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	4
$U_9$	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	4
$U_{10}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3
$\infty$	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	9
Ilość wejść	10	4	2	3	2	4	4	4	6	7	8	54

Oznaczenia:  $U_i$  - układ względnie odosobniony, oznaczony w modelu liczbą i;

$\infty$  - otoczenie zewnętrzne.

Do opisu macierzy sprzężeń wprowadzam oznaczenia  $S_{i-j}$ , symbolizujące sprzężenie układów i-tego z j-tym.

$S_{1-2}$  : część strumienia zgłoszeń - fundusz obsługowy /pojazdy mechaniczne wymagające planowych zabiegów obsługowych, wynikających z przebiegu w km/;

$S_{1-4}$  : część strumienia zgłoszeń - fundusz ewakuacyjny, remontowy i ewakuacyjno-remontowy;

$S_{1-\infty}$  : część strumienia zgłoszeń tracona przez układ z pominięciem systemu zabezpieczenia technicznego;

$S_{2-1}$  : pojazdy mechaniczne obsłużone w systemie obsługiwaniania technicznego z odtworzonym zapasem przebiegu międzyobsługowego;

$S_{2-2}$  : pojazdy mechaniczne - środki obsługowe, wymagające obsługiwaniania technicznego;

$S_{2-3}$  : pojazdy mechaniczne, przy obsługiwaniu których udzielana jest pomoc techniczna;

$S_{2-4}$  : pojazdy mechaniczne, przy obsługiwaniu których stwierdzono potrzebę zabiegów remontowych lub ewakuacyjnych;

$S_{3-1}$  : pojazdy mechaniczne, które po udzieleniu im pomocy technicznej wracają do szyków marszowych;

$S_{3-2}$  : środki remontowo-obsługowe, wydzielone do pomocy technicznej przy obsługiwaniu technicznym pojazdów mechanicznych;

$S_{4-1}$  : pojazdy mechaniczne sprawne technicznie z załogami /kierowcami/ w „niedyspozycji”;

$S_{4-3}$  : niesprawne pojazdy mechaniczne, wymagające tylko pomocy technicznej;

$S_{4-5}$  : pojazdy mechaniczne do ewakuacji przez środki wydzielone w skład zamykania technicznego kolumn pododdziałów /ZTK/;

$S_{4-6}$  : pojazdy mechaniczne do ewakuacji przez środki zamykania technicznego oddziałów /ZTO/;

$S_{4-7}$  : pojazdy mechaniczne do ewakuacji przez środki zamykania technicznego związku taktycznego /ZTD/;

$S_{4-8}$  : pojazdy mechaniczne do remontu przez środki ZTK;

- S<sub>4-9</sub> : pojazdy mechaniczne do remontu przez środki ZTO;
- S<sub>4-10</sub> : pojazdy mechaniczne do remontu przez środki ZTD;
- S<sub>4-∞</sub> : część strumienia zgłoszeń tracona przez układ po rozpoznaniu technicznym;
- S<sub>5-1</sub> : odzysk pojazdów po ewakuacji środkami ZTK;
- S<sub>5-6</sub> : pojazdy mechaniczne, które po ewakuacji środkami ZTK zostają przekazane do dalszej ewakuacji przez środki ZTO;
- S<sub>5-8</sub> : pojazdy mechaniczne, które po ewakuacji środkami ZTK podlegają remontowi przez środki ZTK;
- S<sub>5-9</sub> : pojazdy mechaniczne wyewakuowane środkami ZTK do remontu przez środki ZTO;
- S<sub>5-10</sub> : pojazdy mechaniczne wyewakuowane środkami ZTK do remontu przez środki ZTD;
- S<sub>5-∞</sub> : część strumienia zgłoszeń tracona przez układ po ewakuacji środkami ZTK;
- S<sub>6-1</sub> : odzysk pojazdów mechanicznych po ewakuacji środkami ZTO;
- S<sub>6-6</sub> : środki ewakuacyjne wymagające ewakuacji środkami ZTO;
- S<sub>6-7</sub> : pojazdy mechaniczne, które po ewakuacji środkami ZTO zostają przekazane do dalszej ewakuacji środkami ZTD;
- S<sub>6-9</sub> : pojazdy mechaniczne, które po ewakuacji środkami ZTO podlegają remontowi przez środki ZTO;
- S<sub>6-10</sub> : pojazdy mechaniczne wyewakuowane środkami ZTO do remontu przez środki ZTD;
- S<sub>6-∞</sub> : część strumienia zgłoszeń tracona przez układ po ewakuacji środkami ZTO;
- S<sub>7-1</sub> : odzysk pojazdów mechanicznych po ewakuacji środkami ZTD;
- S<sub>7-7</sub> : środki ewakuacyjne wymagające ewakuacji środkami ZTD;

- S<sub>7-10</sub> : pojazdy mechaniczne, które po ewakuacji środkami ZTD podlegają remontowi przez środki ZTD;
- S<sub>7-∞</sub> : część strumienia zgłoszeń tracona przez układ po ewakuacji środkami ZTD;
- S<sub>8-1</sub> : odzysk pojazdów mechanicznych po remoncie środkami ZTK;
- S<sub>8-8</sub> : środki zabezpieczenia technicznego wymagające remontu środkami ZTK;
- S<sub>8-9</sub> : pojazdy mechaniczne pozostawione przez ZTK do remontu środkami ZTO;
- S<sub>8-∞</sub> : część strumienia zgłoszeń tracona przez układ po zakwalifikowaniu do strat przez środki ZTK;
- S<sub>9-1</sub> : odzysk pojazdów mechanicznych po remoncie środkami ZTO;
- S<sub>9-9</sub> : środki zabezpieczenia technicznego wymagające remontu środkami ZTO;
- S<sub>9-10</sub> : pojazdy mechaniczne pozostawione przez ZTO do remontu środkami ZTD;
- S<sub>9-∞</sub> : część strumienia zgłoszeń tracona przez układ po zakwalifikowaniu do strat przez środki ZTO;
- S<sub>10-1</sub> : odzysk pojazdów mechanicznych po remoncie środkami ZTD;
- S<sub>10-10</sub> : środki zabezpieczenia technicznego wymagające remontu środkami ZTD;
- S<sub>10-∞</sub> : część strumienia zgłoszeń tracona przez układ po zakwalifikowaniu do strat przez środki ZTD;
- S<sub>∞-1</sub> : sprawne pojazdy mechaniczne, wpływające do wojsk spoza układu;
- S<sub>∞-2</sub> : materiały eksploatacyjne i drobne części zamienne, niezbędne obsługi;
- S<sub>∞-4</sub> : oprzyrządowanie diagnostyczne i drobne części zamienne;
- S<sub>∞-5</sub> : oprzyrządowanie ewakuacyjne, wyposażenie pomocnicze;

S<sub>∞-6</sub> : oprzyrządowanie ewakuacyjne, wyposażenie pomocnicze;

S<sub>∞-7</sub> : oprzyrządowanie ewakuacyjne, wyposażenie pomocnicze;

S<sub>∞-8</sub> : części zamienne, oprzyrządowanie remontowe, materiały eksploatacyjne i pomocnicze;

S<sub>∞-9</sub> : części zamienne, oprzyrządowanie remontowe, materiały eksploatacyjne i pomocnicze;

S<sub>∞-10</sub> : części zamienne, oprzyrządowanie remontowe, materiały eksploatacyjne i pomocnicze.

#### 8.4. Analiza podstawowych /wyróżnionych/ sprzężeń modelu

Większość sprzężeń występujących w modelu została określona przez opis strumienia zgłoszeń, przedstawiony w rozdziale 6. W szczególności, tą drogą zostały określone wejścia i wyjścia układu 4, za wyjątkiem jego sprzężeń z otoczeniem i sprzężenia S<sub>1-4</sub>, w którym nie uwzględniono części strumienia zgłoszeń od ewentualnych strat bojowych. Ponadto, do nieokreślonych, a istotnych z punktu widzenia efektywności funkcjonowania systemu zabezpieczenia technicznego sprzężeń, można zaliczyć następujące sprzężenia: z SOT - S<sub>2-1</sub>; z SB - S<sub>5-8</sub>, S<sub>5-9</sub>, S<sub>5-10</sub>, S<sub>6-9</sub>, S<sub>6-10</sub> i S<sub>7-10</sub> oraz z SRW - S<sub>8-1</sub>, S<sub>9-1</sub> i S<sub>10-1</sub>. W dalszej części niniejszego podrozdziału zostaną poddane analizie kolejno w/wym. sprzężenia.

##### 8.4.1. Strumień zgłoszeń od strat bojowych (część sprzężenia S<sub>1-4</sub>)

Jak wykazano w punkcie 2.2.3 niniejszej pracy, wojska wykonujące marsz w początkowym okresie wojny są najbardziej narażone na uderzenia lotnicze. Spośród arsenału broni, jak może być użyta tą drogą, na wyróżnienie - z punktu widzenia wielkości i charakteru strat bojowych w pojazdach mechanicznych - zasługuje broń jądrowa.

Różne źródła literatury podają różne zależności na obliczanie wielkości strat w wyniku uderzeń jądrowych oraz <sup>wartości</sup> promieni stref rażenia dla określonych klas uszkodzeń - m.in. problematykę tą zawierają

[13, 18, 28 i 31]. Ogólnie jednak można przyjąć, że straty te i ich charakter każdorazowo zależą od:

- mocy i rodzaju wybuchu jądrowego;
- gęstości nasycenia rejonu w rozpatrywany rodzaj sprzętu /pojazdy mechaniczne/;
- odporności konstrukcyjnej sprzętu na działania fali uderzeniowej i promieniowanie cieplne;
- ukształtowania terenu, stopnia ukrycia sprzętu itp.

Odnosnie klasyfikacji strat, pod względem stopnia uszkodzenia, najczęściej przyjmowane są cztery następujące klasy:

- A - całkowite zniszczenie - straty bezpowrotne;
- B - uszkodzenia ciężkie - w odniesieniu do pojazdów mechanicznych potrzeba remontu kapitalnego;
- C - uszkodzenia średnie - j.w. potrzeba rs;
- D - uszkodzenia lekkie - j.w. potrzeba rb.

Dla klas tych wyznaczane są strefy, określane promieniami /odległości od punktu zerowego wybuchu/ rażenia, które oznaczam odpowiednio przez  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  i  $R_4$ . Jeżeli dodatkowo gęstość nasycenia rejonu w pojazdy mechaniczne oznaczymy przez  $q$ , to wielkość strat w poszczególnych strefach rażenia, a zatem wg poszczególnych klas stopnia uszkodzenia, można obliczyć z zależności:

$$n_A = q \cdot S_A = q \cdot \pi R_1^2 ;$$

$$n_B = q \cdot S_B = q \cdot \pi(R_2^2 - R_1^2) ; \quad /8.4.1/$$

$$n_C = q \cdot S_C = q \cdot \pi(R_3^2 - R_2^2) ;$$

$$n_D = q \cdot S_D = q \cdot \pi(R_4^2 - R_3^2).$$

Dla przypadków uderzeń jądrowych na wojska będące w ugrupowaniu marzowych /cel „wstążkowy”/, powyższe zależności przybiorą postać:

$$n_A = 2q R_1 ;$$

$$n_B = 2q (R_2 - R_1) ; \quad /8.4.2/$$

$$n_C = 2q (R_3 - R_2) ;$$

$$n_D = 2q (R_4 - R_3) .$$

Szczegółowe wartości promieni rażenia pojazdów mechanicznych - w zależności od mocy i rodzaju wybuchu - zestawiono w tabelicy 3.8.1 załącznika 3.

Znając powierzchnię rozmieszczenia wojsk w rejonach odpoczynków, lub odległości między pojazdami w kolumnie marszowej - można obliczyć wartość  $q$ , a tym samym, w zestawieniu z wielkościami promieni rażenia - wielkości strat bojowych odpowiednio przy uderzeniach na wojska będące w rejonach odpoczynków lub w marszu /zależności 8.4.1 lub 8.4.2/.

Przy innych sposobach oddziaływania nieprzyjaciela, wielkość strat bojowych można obliczyć przez zastosowanie odpowiednich współczynników tych strat.

Z powyższego wynika, że strumień zgłoszeń od strat bojowych będzie się charakteryzował falowością - zgłoszenia będą napływały grupami, w odstępach czasu zależnych od intensywności oddziaływania nieprzyjaciela, przy czym liczebność zgłoszeń w poszczególnych grupach będzie zależna od charakteru i siły /mocy/ tego oddziaływania.

#### 8.4.2. Ocena funkcjonowania systemu obsługiwan

technicznego /sprzężenia  $S_{2-1}$ /  
- - - - -

Jak już wspomniano w rozdziałach 4, 6 i 7 oraz w załączniku 1, potrzeby w zakresie obsługiwan technicznego pojazdów mechanicznych są zdeterminowane ich przebiegiem w km, natomiast czas niezbędny na realizację tych potrzeb, jest wyznaczony przez normy OT tej grupy pojazdów, która wymaga najbardziej czasochłonnych zabiegów /patrz zależności 6.3.20 i 6.3.21/ - w naszym przypadku, przez normy OT czołgów.

W charakterze miary potrzeb obsługowych z jednej, a oceny systemu obsługiwan z drugiej strony, przyjmuje następujące wskaźniki:  
- stosunek czasu niezbędnego na wykonanie normatywnych obsługiwania technicznych do czasu cyklu obliczeniowego /doby,

etapu zadania lub zadania w całości/;

$$K_1^0 = \frac{F/t/}{T}, \quad /8.4.3/$$

gdzie  $F/t/$  jest ogólnym funduszem OT, obliczonym wg zależności /6.3.20/ lub 6.3.21/ ;

- stosunek normatywnej pracochłonności do przebiegu w km, wyrażony w rbh na 100 lub 1000 km:

$$K_2^0 = \frac{\sum_{j=0}^3 f_j(S) \cdot t_j'}{S} \cdot 100, \quad /8.4.4/$$

lub

$$K_2^0 = \frac{\sum_{j=0}^3 f_j(S) \cdot t_j'}{S} \cdot 1000, \quad /8.4.5/$$

gdzie  $f_j/S/$  - jednostkowy fundusz OT j-ego stopnia, obliczony wg zależności /6.3.2, 6.3.3 i 6.3.6 lub 6.3.4, 6.3.5 i 6.3.6/;

$t_j'$  - pracochłonność dyspozycyjna załogi czołgu przy OT j-ego stopnia /kolumna 5 tablicy 6.3/;

$S$  - przebieg w km od początku marszu.

Obsługiwanie techniczne są wykonywane w zasadzie przez załogi /kierowców/ pojazdów mechanicznych. Niemniej jednak - zgodnie z określeniem terminu „pomoc techniczna”, przyjętym w podrozdziale 6.4 - należy się liczyć z potrzebą udzielania pomocy technicznej przez ruchome środki obsługowo-remontowe, zwłaszcza przy wykonywaniu obsługowań wyższych stopni. Najczęściej będzie to miało miejsce przed rozpoczęciem i po zakończeniu marszu na dużą odległość. Dlatego też, za miarę efektywności systemu zabezpieczenia technicznego w zakresie obsługiwanie technicznego, przyjmuje dodatkowo wskaźnik, określający liczbę pojazdów mechanicznych, przypadających na jeden ruchomy środek, przystosowany do obsługiwanie:

$$K_3^0 = \frac{n_k}{m_k}, \quad /8.4.6/$$

gdzie  $n_k$  - liczba pojazdów k-tego rodzaju w jednostce wojskowej, zabezpieczanej przez rozpatrywany system;

$m_k$  - liczba ruchomych środków w tym systemie, przystosowanych do obsługi pojazdów k-tego rodzaju.

Wyniki obliczeń numerycznych wartości powyższych wskaźników zestawiono w tabelicy 8.1.

Zestawienie wyników obliczeń wskaźników

z zakresu OT

/wariant/

Tablica 8.1

$K_1^0$		$K_2^0$		$K_3^0$			
Doba marszu	3 doby marszu	Doba marszu	3 doby marszu	Pojazdy gąsienicowe		Pojazdy kołowe	
				DZ	DPanc	DZ	DPanc
0,375	0,486	14,5	17,75	5,67	6,27	44	45

Wartość wskaźników  $K_1^0$  i  $K_2^0$  obliczono dla cykli obliczeniowych: 1 doby i 3 dob /głębokość zadania przy marszu na dużą odległość/, przyjmując dla obydwu przypadków dobową odległość marszu  $S_i = 250$  km. Wartość wskaźnika  $K_3^0$  obliczono oddzielnie dla pojazdów gąsienicowych /czołgi i ciągniki/ i pojazdów kołowych /samochody i transportery opancerzone/ przyjmując liczby obsługiwanych pojazdów i ruchomych środków przystosowanych do obsługi, odpowiednio z tablic 3.2 i 4.3.

Obliczona wielkość wskaźnika  $K_1^0$  wydaje się zbyt duża - dla cyklu obliczeniowego na całą głębokość zadania /3 doby - 750 km/, wartość czasu trwania OT przekracza wartość czasu czystego ruchu pojazdów /35 h wobec 30 h/. Wskaźnik ten z jednej strony jest określany przez konstrukcję pojazdów, w aspekcie ich potrzeb obsługowych, z drugiej zaś - jest odbiciem stosowanej technologii OT, organizacji pracy, mechanizacji pracochłonnych czynności i systemu zabezpieczenia technicznego.

Nasz wpływ na konstrukcję pojazdów, szczególnie pojazdów będących aktualnie w wyposażeniu wojska, jest ograniczony. Można natomiast i uważam, że trzeba zmniejszyć wielkość przedmiotowego wskaźnika drogą wprowadzenia modyfikacji w systemie zabezpieczenia technicznego. Dotyczy to przede wszystkim, szczegółowo uzasadnionych w podrozdziale 6.3, propozycji w zakresie przeprowadzenia badań, w wyniku których m.in. można będzie przeanalizować celowość wprowadzenia następujących zmian do aktualnie obowiązujących norm i zasad OT:

- zwiększenie przebiegu czołgów T-54A i T-55A pomiędzy kolejnymi OT-1 ze 150 do 250 km /norma obowiązująca w Armii Radzieckiej/;
- ustalenie racjonalnego zakresu i technologii OT na okres W oraz określenie priorytetu poszczególnych czynności obsługowych dla przypadków konieczności wykonywania OT etapami;
- ustalenie adekwatnych do obowiązującej technologii OT i poziomu wyszkolenia załóg /kierowców/ normatywnych czasów wykonywania poszczególnych czynności obsługowych.

Wprowadzenie tylko pierwszej z w/wym. zmian oraz obniżenie czasu trwania OT-1 z 4 do 3h /skrócenie czasu trwania niektórych czynności mycia i czyszczenia/ spowoduje znaczne obniżenie wartości wskaźnika  $K_1^0$ , a mianowicie:

- dla doby marszu

$$K_1^0 = \frac{0.5 + 2 \cdot 0.25 + 3}{24} = 0.167;$$

- dla 3 dób marszu

$$K_1^0 = \frac{2(0.5 + 2 \cdot 0.25 + 3) + 0.5 + 2 \cdot 0.25 + 10}{72} = 0.264$$

Wprowadzenie powyższych modyfikacji obniży również wartość wskaźnika  $K_2^0$ , przy czym na wartość tą będzie miało wpływ głównie obniżenie czasów /pracochłonności/ normatywnych czynności obsługowych, przyjęta technologia i zakres OT. Oczywiście jest jednak, że wprowadzenie zmian tylko w zakresie OT-1, również zmniejszy wartość tego wskaźnika. Np. wprowadzenie norm jak przy obliczaniu nowej wartości  $K_1^0$ , spowoduje zmniejszenie  $K_2^0$  do następujących wartości:

- dla doby marszu

$$K_2^0 = \frac{2,3+2 \cdot 1+12}{250} \cdot 100 = 6,5 \frac{\text{rbh}}{100 \text{ km}}$$

- dla 3 dób marszu

$$K_2^0 = \frac{2(2,3+2+12)+2,3+2+40}{750} \cdot 100 = 10,5 \frac{\text{rbh}}{100 \text{ km}}$$

Dla celów optymalizacyjnych, pożądane jest wyrażenie wskaźnika  $K_2^0$  w postaci bezmianowej. Można to uzyskać m.in. drogą podzielenia w wyrażeniu /8.4.4/ lub /8.4.5/ wartości  $S$  przez średnią prędkość ruchu kolumny marszowej:

$$K_2^0 = \frac{\sum_{i=0}^3 f_i(S) \cdot t_i}{\frac{S}{V}} = \frac{\sum_{i=0}^3 f_i(S) \cdot t_i}{S} \cdot V \quad /8.4.7/$$

Przy ustaleniu średniej prędkości ruchu kolumn na  $V = 25 \text{ km/h}$ , wielkości tego wskaźnika - zestawione w tabelicy 8.1 i obliczone dla przypadku wprowadzenia zmian w zakresie OT-1 - po uwzględnieniu zależności /8.4.7/, przybiorą odpowiednio wartości:

- dla doby marszu - 3,63 i 1,63;
- dla 3 dób marszu - 4,43 i 2,63.

Sens fizyczny wskaźnika  $K_2^0$  w tej nowej postaci jest oczywisty - jego wielkość wyraża liczbę rbh, jaką należy zużyć na OT na każdą godzinę czystego ruchu pojazdu.

Wartości wskaźnika  $K_3^0$  zestawione w tabelicy 8.1 wykazują, że dla pojazdów kołowych jest on znacznie mniej korzystny niż dla pojazdów gąsienicowych, również przy uwzględnieniu różnic w prędkości i zakresie OT dla tych grup pojazdów. Jedyną drogą polepszenia stanu w tym zakresie, jest przeprowadzenie szczegółowych analiz w przedmiocie możliwości i celowości wprowadzenia do systemu zabezpieczenia technicznego dodatkowych lub nowych środków obsługowych - np. typu mechanicznej obsługi pojazdów.

#### 8.4.3. Ocena funkcjonowania systemu ewakuacji

/sprzężenia  $S_{5-8}$ ,  $S_{5-9}$ ,  $S_{5-10}$ ,  $S_{6-9}$ ,

$S_{6-10}$  i  $S_{7-10}$ /

Uogólniając podane w podrozdziale 4.4 i 6.6 zadania ewakuacyjne

można przyjąć, że system ewakuacji w procesie zabezpieczenia technicznego marszu spełnia dwie zasadnicze funkcje:

- zabezpieczenie utrzymania nakazanego tempa marszu;
- dostarczenie określonej części funduszu remontowego do wyznaczonych rejonów /osi, dróg/.

Syntetyczny opis dziedziny pierwszej funkcji podano w podrozdziale 4.4 i w załączniku 1. Zadania z tego zakresu są zwykle dorywcze i krótkotrwałe. Produkt ich wykonania w modelu symbolizują sprzężenia  $S_{5-1}$ ,  $S_{6-1}$  i  $S_{7-1}$  /powrót wyewakuowanych z awaryjnych położeń pojazdów mechanicznych do generatora zgłoszeń/ oraz  $S_{5-\infty}$ ,  $S_{6-\infty}$  i  $S_{7-\infty}$  /straty bezpowrotne, wychodzące poza układ - całkowite zniszczenia, zatopienia itp/. Ponadto, mogą być wykonywane zadania specjalne z tej dziedziny, które są realizowane według oddzielnych planów /zabezpieczenie forsowania przeszkód wodnych, likwidacja skutków uderzeń broni masowego rażenia itp/.

Podstawowymi jednak - z punktu widzenia intensywności i czasu trwania - są zadania wynikające z funkcji drugiej. W modelu symbolizują je sprzężenia wyszczególnione w tytule niniejszego punktu. Ogólnie, sprzężenia te symbolizują część strumienia wychodzącego z systemu ewakuacji /SE/, będącą zarazem częścią strumienia wchodzącego do systemu remontów /SRW/. Nie wnikając w szczegóły, wynikające z różnic pomiędzy przedmiotowymi sprzężeniami, funkcjonowanie SE można ocenić drogą numerycznego opisu tej części strumienia zgłoszeń, w zestawieniu z możliwościami systemu w zakresie jego gaszenia. Przyjęcie metody obliczeniowej każdorazowo zależne będzie od założonych kryteriów oceny systemu i wymaganego stopnia dokładności tej oceny.

Dla celów analityczno-porównawczych, obliczenia przeprowadzę dla dwóch kolejnych przybliżeń, dążąc przy tym do otrzymania - w rezultacie tych obliczeń - identycznych lub podobnych miar oceny systemu.

#### Przybliżenie pierwsze

Danymi wyjściowymi do obliczeń będą:

- parametry intensywności strumienia zgłoszeń  $\lambda$  i obsługi  $\mu$  /patrz rozdział 6/;
- średni dobowy przebieg w km /dobowa oległość marszu/  $S_d$ ;

-liczba zabezpieczanych pojazdów mechanicznych k-tego rodzaju  
-  $n_k$  oraz liczba środków ewakuacyjnych, przeznaczonych do  
ewakuacji pojazdów k-tego rodzaju -  $m_k$ .

1. Liczba zgłoszeń przypadających na 1 pojazd w ciągu doby marszu:

$$a_k = \lambda_k \cdot S_d \quad /8.4.8/$$

2. Ogólna liczba zgłoszeń z grupy pojazdów k-tego rodzaju w ciągu doby marszu:

$$A_k = n_k \cdot a_k = n_k \lambda_k \cdot S_d \quad /8.4.9/$$

3. Liczba zgłoszeń przypadająca w ciągu doby na 1 środek ewakuacyjny:

$$b_k = \frac{A_k}{m_k} = \frac{n_k}{m_k} \lambda_k \cdot S_d$$

Analogicznie do wyrażenia /8.4.6/ na wartość wskaźnika  $K_3^0$ , liczbę pojazdów k-tego rodzaju przypadających na jeden środek ewakuacyjny, przyjmując za jedną z miar oceny SE:

$$K_3^E = \frac{n_k}{m_k} \quad /8.4.10/$$

Wprowadzając ten wskaźnik do wyrażenia na  $b_k$ , otrzymujemy:

$$b_k = K_3^E \cdot \lambda_k \cdot S_d \quad /8.4.11/$$

4. Średnie obciążenie środków ewakuacyjnych - przebieg efektywny:

$$S_1 = \frac{b_k}{\mu_k} = K_3^E \frac{\lambda_k}{\mu_k} \cdot S_d \quad /8.4.12/$$

5. Średni przebieg luzem środków ewakuacyjnych - przebieg nieefektywny:

$$S_0 = S_d - S_1 \quad /8.4.13/$$

6. Wskaźnik zajętości środków ewakuacyjnych:

$$K_1^E = \frac{S_1}{S_d} = K_3^E \frac{\lambda_k}{\mu_k} \quad /8.4.14/$$

7. Wskaźnik „przestoju” środków ewakuacyjnych:

$$K_2^E = \frac{S_0}{S_d} = 1 - K_3^E \frac{\lambda_k}{\mu_k} = 1 - K_1^E \quad /8.4.15/$$

### Przybliżenie drugie

Danymi wyjściowymi będą dane wymienione w przybliżeniu pierwszym oraz określone w rozdziale 6 prawdopodobieństwa  $P_0/S/$  i  $P_1/S/$  - wyrażenia /6.6.20/ i /6.6.19/.

1. Średni dobowy przebieg pojedynczego pojazdu o własnym napędzie:

$$S_w = P_0/S/ \cdot S_d \quad /8.4.16/$$

2. Średni dobowy przebieg pojedynczego pojazdu w stanie niesprawnym - średni przebieg na holu ciągnika:

$$S_h = P_1/S/ \cdot S_d \quad /8.4.17/$$

3. Dobowy przebieg wszystkich pojazdów k-tego rodzaju w stanie niesprawnym:

$$S_\Sigma = n_k \cdot S_h = n_k \cdot P_1/S/ \cdot S_d \quad /8.4.18/$$

4. Średnie obciążenie środków ewakuacyjnych - przebieg efektywny:

$$S_1 = \frac{S}{m_k} = \frac{n_k}{m_k} \cdot P_1/S/ \cdot S_d = K_3^E \cdot P_1/S/ \cdot S_d \quad /8.4.19/$$

5. Średni przebieg luzem środków ewakuacyjnych - przebieg nieefektywny:

$$S_0 = S_d - S_1 = S_d [1 - K_3^E \cdot P_1/S/] \quad /8.4.20/$$

6. Wskaźnik zajętości środków ewakuacyjnych

$$K_1^E = \frac{S_1}{S_d} = K_3^E \cdot P_1/S/ \quad /8.4.21/$$

7. Wskaźnik „przestoju” środków ewakuacyjnych:

$$K_2^E = \frac{S_0}{S_d} = 1 - K_3^E \cdot P_1/S/ = 1 - K_1^E \quad /8.4.22/$$

Powyższe dwa sposoby obliczeń miar oceny SE wykazują, że wspólnymi miarami dla tych obliczeń są wskaźniki  $K_1^E$ ,  $K_2^E$  i  $K_3^E$ . Wyniki obliczeń numerycznych tych wskaźników zestawiono w tabelicy 8.2.

Zestawienie wyników obliczeń wskaźników

z zakresu ewakuacji

Tablica 8.2

Wskaźnik	Rodzaj pojazdów k	Przybliżenie pierwsze		Przybliżenie drugie	
		DZ	DPanc	DZ	DPanc
$K_1^E$	1	0,264	0,284	0,272	0,296
	2	0,280	0,568	0,308	0,604
	3	0,592	0,536	0,760	0,688
$K_2^E$	1	0,736	0,716	0,728	0,704
	2	0,720	0,432	0,692	0,396
	3	0,408	0,464	0,240	0,312
$K_3^E$	1	11,3	12,3	11,3	12,3
	2	38,6	75,7	38,6	75,7
	3	94,8	85,9	94,8	85,9

Przy obliczaniu wskaźników przyjęto następujące wartości danych wyjściowych:

- dobową odległość marszu  $S_d = 250$  km;
- parametry strumienia zgłoszeń według podrozdziału 6.6, przy czym za wskaźnik rodzaju pojazdów k przyjęto 1 - dla czołgów i innych pojazdów gąsienicowych, 2 - dla transporterów opancerzonych i samochodów pancernych oraz 3 - dla pojazdów samochodowych;
- liczby pojazdów mechanicznych przyjęto z tablic 3.1, 3.2 i 3.3;

- liczby środków ewakuacyjnych przyjęto z tablicy 4.3, przy czym dla samochodów zwiększone stan etatowy o  $15^x$  środków na ZT;
- wartości  $P_0/S$  i  $P_1/S$  przyjęto z tablicy 3.6.8 załącznika 3 dla stacjonarnego procesu ewakuacji  $/S_d > 200$  km - patrz rys.6.13/.

Porównanie wyników obliczeń zestawionych w tablicy 8.2 wykazuje, że występują dość znaczne różnice wartości wskaźników obliczonych według pierwszego i drugiego przybliżenia, które dla  $K_1^E$ , w przypadku grupy rodzajowej pojazdów  $K = 3$  /samochody/, przekracza wartość 0,15. Wynika to zarówno z różnic w sposobach obliczeń jak i z dokładności tych obliczeń /dokładność suwaka logarytmicznego/.

Analiza wyrażeń /8.4.10/, /8.4.14/, /8.4.15/, /8.4.21/ i /8.4.22/, które były podstawą obliczenia wartości wyróżnionych wskaźników wykazuje, że oprócz parametru intensywności strumienia zgłoszeń i intensywności obsługi, na ich wielkość wpływa przede wszystkim stosunek liczby pojazdów k-tego rodzaju do liczby środków ewakuacyjnych, zdolnych do ewakuacji tych pojazdów. Wartość tą przyjęto za jeden ze wskaźników oceny SE i oznaczono symbolem  $K_3^E$ . Wielkość tego wskaźnika wpływa również na wielkości pozostałych dwóch wyróżnionych wskaźników -  $K_1^E$  i  $K_2^E$ .

#### 8.4.4. Ocena funkcjonowania systemu remontów

/sprzężenia  $S_{8-1}$ ,  $S_{9-1}$  i  $S_{10-1}$ /  
- - - - -

Analiza zadań remontowych w procesie zabezpieczenia technicznego marszu wykazuje, że podstawowym zadaniem systemu remontowego jest maksymalny odzysk uszkodzonych pojazdów mechanicznych. Z drugiej strony oczywistym jest, że nie wszystkie uszkodzone pojazdy mogą być wyremontowane przez organiczne środki zabezpieczenia technicznego ZT, ponieważ w warunkach wykonywania marszu mają one ograniczony czas dyspozycyjny /patrz podrozdział 7.2 oraz punkt 4.2.1 załącznika 1/.

- - - - -

X/ Zwiększenie liczby środków ewakuacyjnych dla samochodów było konieczne, ponieważ przy etatowej liczbie  $m_3 = 5$  /poz.22 i 23 tablicy 4.3/ wartości  $S_1$ , obliczone według wyrażeń /8.4.12/ i /8.4.19/, przekraczały ponad dwukrotnie wartość  $S_d$ .

W związku z powyższym, do dalszych rozważań przyjmuję, że środki remontowe ZT wykonują tylko te remonty, których czas trwania nie przekracza 10 godzin. Stosownie do wielkości czasów dyspozycyjnych dla poszczególnych ogniw zamykania technicznego marszu /j.w./, fundusz remontowy dzielę na pięć klas, przyjmując za kryterium podziału przedziały czasu trwania remontu. Będą to następujące klasy:

- A - dla  $t_r \leq 0,5$  h;
- B - dla  $0,5 < t_r \leq 2$  h;
- C - dla  $2 < t_r \leq 5$  h;
- D - dla  $5 < t_r \leq 10$  h;
- E - dla  $t_r > 10$  h.

Z modelu struktury systemu zabezpieczenia technicznego marszu /rys.8.3/ wynika, że odzysk z remontów klasy A symbolizuje sprzężenie  $S_{8-1}$ , klasy B - sprzężenie  $S_{9-1}$  oraz klasy C i D - sprzężenie  $S_{10-1}$ . Uszkodzone pojazdy zakwalifikowane do klasy E są traczone przez system, a w wymienionym modelu symbolizują je sprzężenia  $S_{8-\infty}$ ,  $S_{9-\infty}$  i  $S_{10-\infty}$  oraz w pewnym zakresie  $S_{1-\infty}$ ,  $S_{4-\infty}$ ,  $S_{5-\infty}$ ,  $S_{6-\infty}$  i  $S_{7-\infty}$ . Zatem do określenia odzysku uszkodzonych pojazdów w czasie marszu należy i wystarczy opisać trzy w/wym. sprzężenia. W celu dokonania podziału funduszu remontowego na poszczególne ogniwka remontowe SRW, należy przeanalizować strukturę tego funduszu w aspekcie procentowego udziału w nim poszczególnych klas remontowych.

#### Struktura funduszu remontowego

Strukturę funduszu remontowego najczęściej określa się szacunkowo, podając procentowy udział w tym funduszu uszkodzonych pojazdów zakwalifikowanych do poszczególnych klas remontowych. I tak, na przykład [34] podaje, że na przegrupowanie procentowy podział strat, według rodzajów wymaganych remontów, może wynosić:

- dla wozów bojowych - 50% rb; 20% rs i 15% rk;
- dla samochodów - 55% rb, 20% rs i 10% rk.

W [4] natomiast podaje się, że podczas przegrupowania około 80% uszkodzonych pojazdów wymagać będzie remontu bieżącego. Różne są również

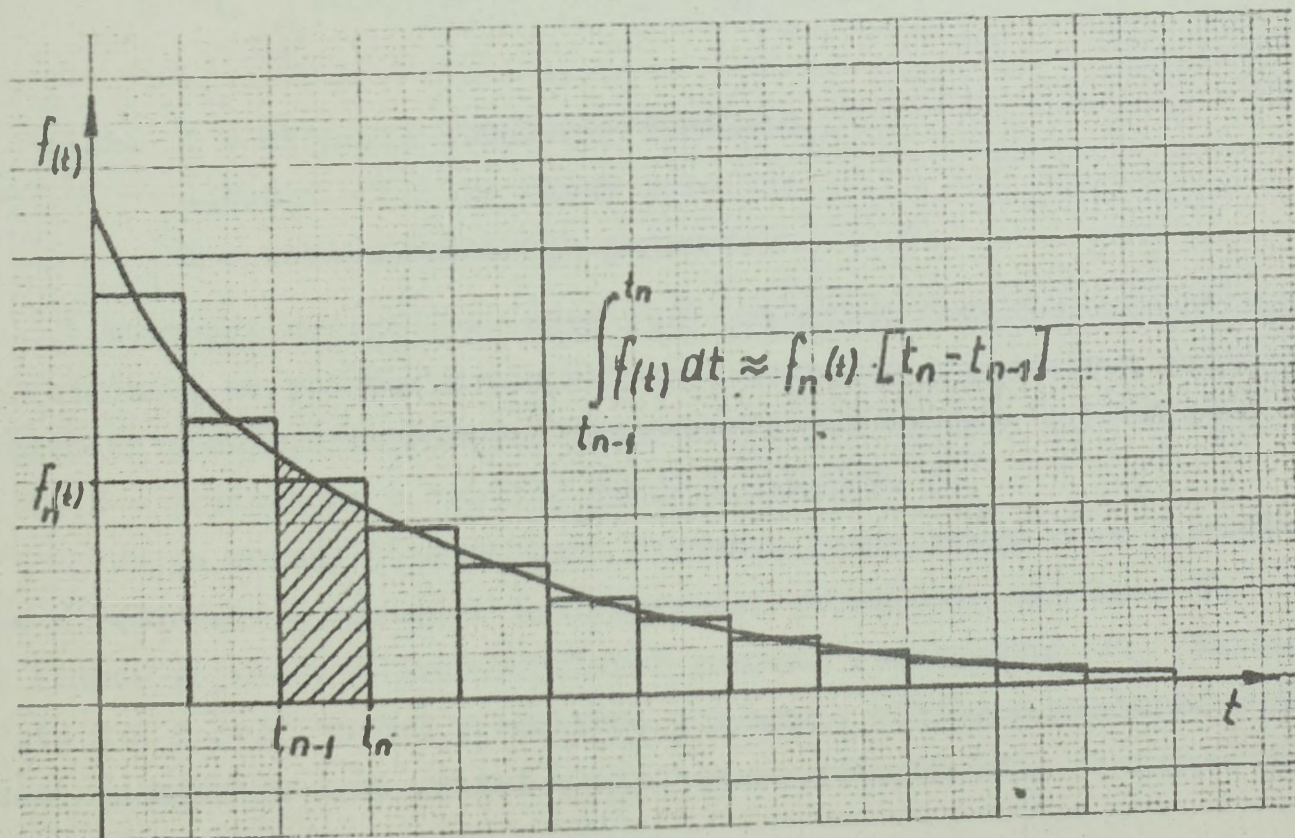
kryteria kwalifikowania uszkodzonych pojazdów do poszczególnych klas remontowych, przy czym najczęściej takim kryterium jest pracochłonność wymaganego remontu.

Ponieważ w niniejszej pracy za kryterium podziału funduszu remontowego przyjęto czas trwania remontu, strukturę tego funduszu najwygodniej jest opisać na bazie określonych w rozdziale 6 rozkładów gęstości prawdopodobieństw  $f/t/$  i dystrybuant  $F/t/$  tych czasów. Do numerycznego wyznaczenia struktury funduszu przyjmuję następujący tok rozumowania:

1. Ponieważ powierzchnia pod krzywą gęstości prawdopodobieństwa jest równa jedności

$$\int_0^{\infty} f(t) dt = 1$$

to drogą aproksymacji można utworzyć rozkład nieciągły tak, aby w określonych przedziałach zmiennej  $t$  uzyskać jednakowe wartości pól pod krzywą gęstości dla obydwu rozkładów, co zilustrowano na rys.8.5.



Rys. 8.5. Aproksymacja wykresu ciągłego nieciągłym dla rozkładu wykładniczego

2. Określając przedziały zmiennej  $t$ , zgodnie z przyjętymi klasami remontów, z opisanego nieciągłego rozkładu gęstości można wyznaczyć procentowe wskaźniki struktury funduszu remontowego /udział tych klas w ogólnym funduszu/:

$$J_{Ak} = \int_0^{t_1} \mu_k e^{-\mu_k t} dt = -e^{-\mu_k t} \Big|_0^{t_1} = 1 - e^{-\mu_k t_1} ;$$

$$J_{Bk} = \int_{t_1}^{t_2} \mu_k e^{-\mu_k t} dt = -e^{-\mu_k t} \Big|_{t_1}^{t_2} = e^{-\mu_k t_1} - e^{-\mu_k t_2} ;$$

$$J_{Ck} = \int_{t_2}^{t_3} \mu_k e^{-\mu_k t} dt = -e^{-\mu_k t} \Big|_{t_2}^{t_3} = e^{-\mu_k t_2} - e^{-\mu_k t_3} ;$$

$$J_{Dk} = \int_{t_3}^{t_4} \mu_k e^{-\mu_k t} dt = -e^{-\mu_k t} \Big|_{t_3}^{t_4} = e^{-\mu_k t_3} - e^{-\mu_k t_4} ;$$

$$J_{Ek} = \int_{t_4}^{\infty} \mu_k e^{-\mu_k t} dt = 1 - (J_{Ak} + J_{Bk} + J_{Ck} + J_{Dk})$$

gdzie  $I$  - wskaźnik struktury funduszu;  
 $A, B, C, D$  - indeks klasy remontu;  
 $k$  - wskaźnik rodzaju pojazdów.

Wartości numeryczne wskaźników struktury funduszu remontowego - obliczone na podstawie powyższych zależności i przebiegu krzywych gęstości prawdopodobieństwa, przedstawionych na rys. 6.8, 6.10 i 6.12 - zestawiono w tabelicy 3.8.2 załącznika 3.

Mając wskaźniki struktury funduszu remontowego oraz oszacowane w rozdziale 6 wartości intensywności strumienia zgłoszeń  $\lambda_k$  i liczbę pojazdów w poszczególnych grupach rodzajowych  $n_k$  /tablice 3.1, 3.2 i 3.3/, można stosunkowo dokładnie obliczyć wielkość funduszu remontowego oraz udział w nim poszczególnych klas remontowych.

#### Oszacowanie rzeczywistej wielkości funduszu remontowego i jego struktury

Wielkość dobowego funduszu remontowego od uszkodzeń eksploatacyjnych obliczam w sposób analogiczny jak wielkość funduszu ewaku-

cyjnego w punkcie 8.4.3, w szczególności według wyrażeń /8.4.8/ i /8.4.9/. Wartości liczbowe parametrów intensywności strumienia zgłoszeń  $\lambda_k$  przyjmuje w wymiarze ustalonym w rozdziale 6 dla czołgów i transporterów opancerzonych /k = 1,2/. Dla samochodów ustalona w tym rozdziale wartość parametru  $\lambda_3$  obejmuje tylko zgłoszenia od uszkodzeń pełnych, w związku z czym zwiększam ją trzykrotnie zakładając, że podczas marszu 8 pz /patrz tablica 6.7/ zaobserwowano tylko 1/3 ogólnej ilości uszkodzeń - czyli:

$$\lambda_3 = 2,94 \cdot 10^{-4} \cdot 3 = 8,82 \cdot 10^{-4} \text{ [uszk/km]} .$$

Strukturę funduszu remontowego wyznaczają iloczyny ogólnego funduszu przez wartości wskaźników, zestawionych w tablicy 3.8.2 załącznika 3.

Wyniki obliczeń zestawiono w tablicy 8.3.

Wyniki obliczeń wielkości funduszu remontowego i jego struktury w DZ/DPanc.

Tablica 8.3

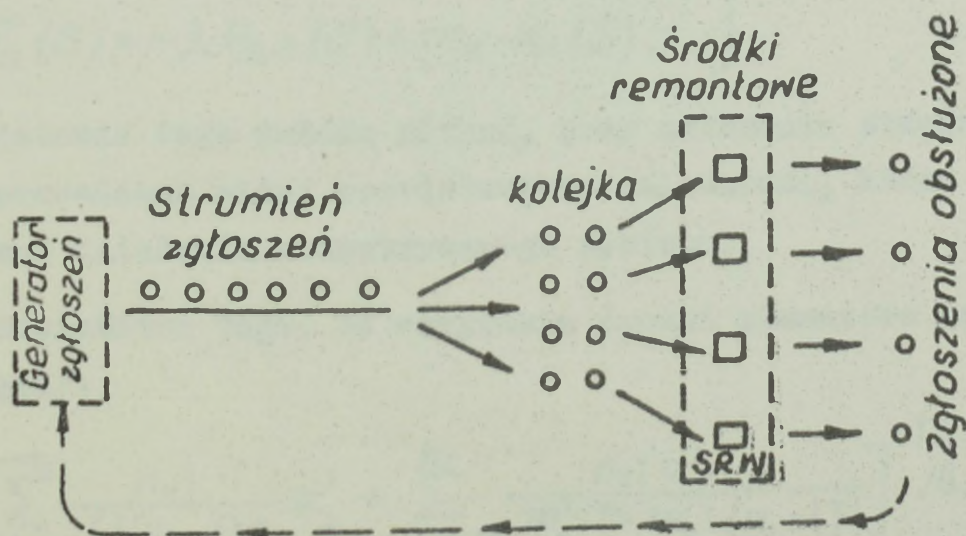
Rodzaj pojazdów	Struktura ilościowa według klas remontowych [szt]					Razem
	A	B	C	D	E	
Czołgi /k=1/	129/ 191	184/ 274	77/ 115	8/ 12	-/ -	398/ 592
Transportery opancerzone /k=2/	30/ 20	61/ 40	56/ 36	23/ 15	4/3	174/ 114
Pojazdy samochodowe /k=3/	79/ 69	154/ 140	131/ 119	49/ 44	8/ 7	418/ 379

W odniesieniu do wielkości funduszu remontowego od uszkodzeń bojowych trudno jest określić metody obliczeniowe, co wynika zresztą z treści punktu 8.4.1 niniejszego rozdziału. Dlatego też pomijam tą stronę problemu, a przy ocenie funkcjonowania systemu zabezpieczenia technicznego w zakresie gaszenia strumienia zgłoszeń od strat bojowych przyjmę odpowiednie założenia, które pozwolą na dobór aparatu matematycznego do tej oceny.

### Wskaźniki oceny systemu remontów

W pierwszym przybliżeniu można określić miary oceny systemu drogą porównania wielkości funduszu remontowego z możliwościami systemu w zakresie remontów. Jest to metoda najprostsza, ale całkowicie nieprzydatna dla funduszu remontowego od uszkodzeń bojowych. Dlatego też do określenia tych miar przyjmuję elementy teorii masowej obsługi, przy czym ze względu na konieczność przyjęcia /w stosunku do strumienia zgłoszeń i systemu/ różnych założeń przy analizach funduszu remontowego od uszkodzeń eksploatacyjnych i uszkodzeń bojowych, obydwa te fundusze rozpatruję oddzielnie.

Do analizy funduszu remontowego od uszkodzeń eksploatacyjnych przyjmuję zależności wyprowadzone w [19] dla systemu z ograniczonym strumieniem zgłoszeń /zamkniętego/, którego schemat przedstawiono na rys.8.6.



Rys.8.6. Schemat obiegu zgłoszeń w systemie zamkniętym

Uwaga: W rzeczywistym schemacie przebiegu procesów remontów, szczególnie w warunkach wykonywania marszu, nie może się tworzyć kolejka zgłoszeń. Dopuszczam jednak to odstępstwo, ponieważ właśnie warunek „zerowania” kolejki może być jednym z ważnych kryteriów oceny SRW.

Wszystkie możliwe stany systemu, przedstawionego na rys.8.6, mogą być określone przy pomocy następującego układu równań różniczkowych:

$$\left. \begin{aligned}
 P_0'(S) &= -n_k \cdot \lambda \cdot P_0(S) + \mu P_1(S), \\
 &\dots \dots \dots \\
 P_l'(S) &= -[(n_k - l)\lambda + l\mu] P_l(S) + \\
 &+ (n_k - l + 1)\lambda P_{l-1}(S) + (l + 1)\mu P_{l+1}(S) \cdot \\
 &\qquad \qquad \qquad \text{przy } 0 < l < m_k, \\
 &\dots \dots \dots \\
 P_{m_k}'(S) &= -[(n_k - l)\lambda + m_k \cdot \mu] P_{m_k}(S) + \\
 &+ (n_k - l + 1)\lambda P_{m_k-1}(S) + m_k \cdot \mu \cdot P_{m_k+1}(S) \\
 &\qquad \qquad \qquad \text{przy } m_k \leq l \leq n_k, \\
 &\dots \dots \dots \\
 P_n'(S) &= -\lambda P_{n-1}(S) + m_k \cdot P_n(S).
 \end{aligned} \right\} /8.4.23/$$

Na podstawie tego układu równań, przy założeniu stacjonarności procesu, wyprowadzono niżej przedstawione zależności, które pozwalają na pełną ocenę działania rozpatrywanego systemu.

1. Prawdopodobieństwo tego, że wszystkie środki remontowe są wolne /nie zajęte/:

$$P_0 = \left[ \sum_{l=0}^{m_k} \frac{n_k!}{l!(n_k-l)!} \alpha_k^l + \sum_{l=m_k+1}^{n_k} \frac{n_k! \alpha_k^l}{m_k^{l-m_k} m_k! (n_k-l)!} \right]^{-1} /8.4.24/$$

gdzie

$$\alpha_k = \frac{\lambda_k}{\mu_k}.$$

2. Prawdopodobieństwo tego, że w systemie znajduje się  $l$  zgłoszeń, przy czym  $m_k$  z nich jest remontowana, a  $l - m_k$  oczekuje w kolejce:

$$P_l = \frac{n_k! \alpha_k^l}{m_k^{l-m_k} \cdot m_k! (n_k - l)!} \cdot p_0 \quad /8.4.25/$$

przy  $m_k \leq l \leq n_k$ .

3. Średnia liczba zgłoszeń oczekujących na początek remontu:

$$N_0 = \sum_{l=m_k+1}^{n_k} \frac{(l-m_k) \cdot n_k! \alpha_k^l}{m_k^{l-m_k} \cdot m_k! (n_k - l)!} \cdot p_0 \quad /8.4.26/$$

4. Wskaźnik przestoju zgłoszeń oczekujących na remont:

$$K_p = \frac{N_0}{n_k} \quad /8.4.27/$$

5. Średnia liczba zgłoszeń znajdujących się w systemie:

$$N = N_0 + \sum_{l=1}^{m_k} \frac{\alpha_k^l \cdot n_k!}{l! (n_k - l)!} \cdot p_0 \quad /8.4.28/$$

6. Średnia liczba wolnych środków remontowych:

$$M_0 = \sum_{l=0}^{m_k-1} (m_k - l) P_l = \sum_{l=0}^{m_k-1} \frac{(m_k - l) n_k! \alpha_k^l}{l! (n_k - l)!} \cdot p_0 \quad /8.4.29/$$

7. Średnia liczba zajętych środków remontowych:

$$M_z = \sum_{l=1}^{m_k} l \cdot P_l = \sum_{l=1}^{m_k} \frac{n_k! \alpha_k^l}{(l-1)! (n_k - l)!} \cdot p_0 \quad /8.4.30/$$

8. Wskaźnik zajętości środków remontowych:

$$K_1^R = \frac{M_z}{m_k} \quad /8.4.31/$$

9. Wskaźnik „przesotju” środków remontowych:

$$K_2^R = \frac{M_0}{m_k} \quad /8.4.32/$$

Wyżej przedstawione zależności nie pozwalają jednak na ocenę SRW w całości, ponieważ czasy dyspozycyjne poszczególnych ogniw tego systemu są różne, a przyjęta stosownie do wielkości tych czasów struktura funduszu remontowego wyraźnie narzuca potrzebę podziału zadań remontowych na te ogniwa. W związku z powyższym, do dalszych obliczeń

przyjmuje następujące ustalenia i założenia:

/1/ rozpatrywany SRW składa się z czterech ogniw - zamykanie techniczne kolumn pododdziałów /ZTK/, oddziałów /ZTO/ oraz pierwszego i drugiego rzutu ZT /ZTD/;

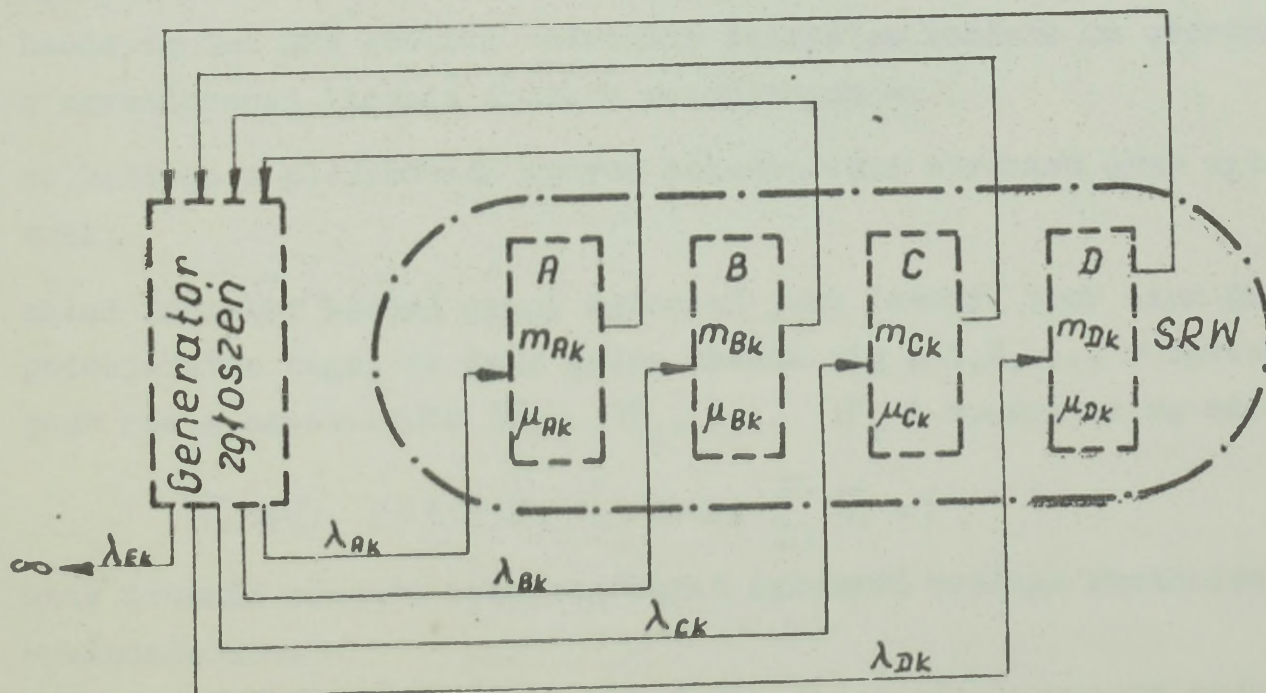
/2/ fundusz remontowy dzieli się na pięć części /stosownie do przyjętej klasyfikacji remontów - patrz tablica 8.3/, w związku z czym i parametr intensywności strumienia zgłoszeń można podzielić na odpowiadające tym częściom składniki, a mianowicie:

$$\lambda_k = \lambda_{AK} + \lambda_{BK} + \lambda_{CK} + \lambda_{DK} + \lambda_{EK};$$

/3/ wskaźnik intensywności remontu  $\mu_k$  przybiera różne wartości dla poszczególnych ogniw SRW, które odpowiadają przedziałom czasów trwania remontów dla określonych klas remontowych, a ściślej - są obliczone z wartości średnich arytmetycznych tych przedziałów;

/4/ do każdego z ogniw systemu wpływa tylko ta część strumienia, której klasa odpowiada wskaźnikowi intensywności remontu tego ogniwa.

Przebieg procesów remontów, z uwzględnieniem powyższych ustaleń i założeń, przedstawiono graficznie na rys.8.7, gdzie poszczególne ogniwa systemu oznaczono symbolami literowymi, odpowiednio do symboli klas remontowych, jakie te ogniwa wykonują.



Rys.8.7. Schemat przebiegu procesów remontów w ogniwach SRW

Obieg zgłoszeń przedstawionych na powyższym schemacie wykazuje, że funkcjonowanie całego SRW zależy od sprawności działania poszczególnych ogniw, które z punktu widzenia oceny, w zakresie gaszenia określonej części strumienia zgłoszeń - stanowią oddzielne układy /brak wzajemnych sprzężeń/, a zatem mogą być rozpatrywane niezależnie jedno od drugiego. Do oszacowania miar oceny poszczególnych ogniw można zastosować zależności /8.4.24 ÷ 8.4.32/.

Przykładowe obliczenia numeryczne przeprowadziłem dla czołgów, a ich wyniki są zestawione w tablicach 3.8.3 i 3.8.4 załącznika 3, przy czym za podstawę do obliczeń przyjąłem dobowy marsz DZ/DPanc. na odległość 250 km.

Ze względu na złożony charakter obliczeń wartości  $P_0$  i  $P_1$  według zależności /8.4.24/ i /8.4.25/, wielkości tych prawdopodobieństw obliczyłem na podstawie wzorów Erlanga, mających następującą postać:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{l=0}^m \frac{\alpha^l}{l!}} ; \quad P_1 = \frac{\alpha^1}{1!} \cdot P_0 .$$

W ostatniej pozycji tablicy 3.8.4 dodatkowo wprowadzono wskaźnik  $K_3^R$ , który - analogicznie jak przy ocenie systemu w zakresie obsługiwanego i ewakuacji - wyraża się liczbą pojazdów, przypadających na jeden środek remontowy.

Do analizy funduszu remontowego od uszkodzeń bojowych przyjmuje następujące założenia:

- /1/ każde ogniwo SRW stanowi oddzielny podsystem remontu ze stratami o ograniczonej liczbie środków remontowych  $m$ ;
- /2/ do każdego z podsystemów wpływa poissonowski strumień grup zgłoszeń;
- /3/ skład liczebny każdej grupy zgłoszeń jest losowy, przy czym prawdopodobieństwo tego, że dana grupa składa się z  $1, 2, \dots, r$  zgłoszeń jest równe odpowiednio  $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_r$  i spełnione są warunki

$$\pi_r \geq 0, \quad r=1, 2, 3, \dots \text{ oraz } \sum_{r=1}^{\infty} \pi_r = 1$$

- /4/ czas trwania remontu poszczególnych zgłoszeń podlega rozkładowi wykładniczemu.

Ponadto, utrzymuję w mocy założenia /1/ - /4/, przyjęte przy analizie funduszu remontowego od uszkodzeń eksploatacyjnych.

Zgodnie z [19], dla określonych powyższymi założeniami warunków, wszystkie możliwe stany systemu można opisać następującym układem równań różniczkowych:

$$\left. \begin{aligned}
 P'_0(t) &= -\lambda \cdot P_0(t) + \mu P_1(t), \\
 P'_l(t) &= -(\lambda + l \cdot \mu) \cdot P_l(t) + \lambda \sum_{i=1}^l a_i P_{l-i}(t) + \\
 &\quad + (l+1) \mu \cdot P_{l+1}(t) \quad \text{przy } l < m, \\
 \dots \dots \dots \\
 P'_m(t) &= -m \cdot \mu \cdot P_m(t) + \lambda \sum_{s=1}^m P_{m-s} \sum_{i=s}^{\infty} \pi_i,
 \end{aligned} \right\} /8.4.33/$$

gdzie:  $P_0/t/$ ,  $P_1/T/$  i  $P_m/T/$  - prawdopodobieństwa stanów systemu, kiedy remontem zajętych jest odpowiednio 0, 1 i m środków remontowych;

$\lambda$  - intensywność strumienia grup zgłoszeń;

$\mu$  - wskaźnik intensywności remontu;

$m$  - liczba środków remontowych w systemie.

Przy założeniu stacjonarności procesu remontów, układ /8.4.33/ przekształca się w następujący układ równań algebraicznych:

$$\left. \begin{aligned}
 P_1 &= \frac{\lambda}{\mu} \cdot P_0; \\
 \dots \dots \dots \\
 P_{l+1} &= \frac{\lambda + l \mu}{(l+1) \mu} P_l - \frac{\lambda}{(l+1) \mu} \sum_{i=1}^l \pi_i P_{l-i}, \quad l < m; \\
 \dots \dots \dots \\
 P_m &= \frac{\lambda}{m \cdot \mu} \sum_{s=1}^m P_{m-s} \sum_{i=s}^{\infty} \pi_i.
 \end{aligned} \right\} /8.4.34/$$

Wartość  $P_0$  można określić z warunku:

$$\sum_{l=0}^m P_l = 1.$$

Mając wyznaczone wielkości prawdopodobieństw zawartych w układzie równań /8.4.34/, można wyznaczyć interesujące nas wskaźniki miar oceny systemu - w sposób analogiczny jak w wyrażeniach /8.4.29/ ÷ /8.4.32/, a mianowicie:

1. Średnia liczba wolnych środków remontowych:

$$M'_0 = \sum_{l=0}^{m-1} (m-l) P_l . \quad /8.4.35/$$

2. Średnia liczba zajętych środków remontowych:

$$M'_z = \sum_{l=1}^m l \cdot P_l . \quad /8.4.36/$$

3. Wskaźnik zajętości środków remontowych:

$$K_1 = \frac{M'_z}{m} . \quad /8.4.37/$$

4. Wskaźnik „przestoju” środków remontowych:

$$K_2 = \frac{M'_0}{m} . \quad /8.4.38/$$

Przykładowe obliczenia numeryczne w/wym. wskaźników dla czołgów przeprowadzono przy następujących, dodatkowych założeniach:

- intensywność strumienia zgłoszeń

$\lambda = 5$  naziemnych uderzeń jądrowych o mocy 20 kt w ciągu doby, wykonanych przez lotnictwo;

- SRW obejmuje remontem tylko klasę uszkodzeń D /wg tablicy 3.8.1 załącznika 3/;

- struktura funduszu remontowego - pod względem podziału na poszczególne ogniwa SRW - jest zdeterminowana wartościami wskaźników zestawionych w tablicy 3.8.2 załącznika 3;

- prawdopodobieństwo tego, że grupa zgłoszeń składa się z  $1, 2, \dots, r$  zgłoszeń przyjęto za stałe - dla poszczególnych ogniw SRW, przy czym ich wielkości ustalono wychodząc z liczby środków remontowych w tych ogniwach

$$\pi_i = \frac{1}{m_i} = \text{const.}$$

Dane wyjściowe do obliczeń i wyniki tych obliczeń przedstawiono odpowiednio w tablicach 3.8.5 i 3.8.6 załącznika 3, natomiast zbiorcze zestawienie wskaźników oceny SRW - w tablicy 8.4.

Zestawienie wskaźników oceny SWR w zakresie  
remontów czołgów dla DZ/DPanc

Tablica 8.4

Ogniwo		A	B	C	D
Wskaźnik					
Fundusz rb od strat eksploatacyjnych	$K_1^R$	0,065 / 0,077	0,542 / 0,568	0,888 / 0,92	0,480 / 0,514
	$K_2^R$	0,935 / 0,923	0,458 / 0,432	0,112 / 0,08	0,520 / 0,486
Fundusz rb od strat bojowych	$K_1^{R'}$	0,0115 / 0,00923	0,0736 / 0,0609	0,098 / 0,083	0,024 / 0,02
	$K_2^{R'}$	0,9885 / 0,99073	0,9264 / 0,9391	0,902 / 0,917	0,976 / 0,98
$K_3^R$		4,39 / 4,92			

Analogicznie do wskaźników zestawionych w tablicy 8.4 można wyznaczyć wskaźniki oceny SRW w całości - bez uwzględniania podziału na poszczególne ogniwa. Można tego dokonać na przykład drogą podzielenia sumy średnich liczb wolnych /zajętych/ środków remontowych w poszczególnych ogniwach SRW, przez ogólną liczbę środków remontowych występujących w tych ogniwach. Analitycznie wyrazi się to zależnością:

$$K_2^R = \frac{\sum M_0^x}{m_1} \quad /8.4.39/$$

lub

$$K_1^R = \frac{\sum M_z^x}{m_1} \quad /8.4.40/$$

Wyrażenia /8.4.39/ i /8.4.40/ podano alternatywnie, ponieważ słuszną jest zależność  $M_0 = m_1 - M_z$ , lub  $K_2^R = 1 - K_1^R$ .

Ponadto, wartości wskaźników zestawionych w tabelicy 8.4 wykazują, że obciążenie poszczególnych ogniw systemu jest nierównomierne, co wynika z nieracjonalnego rozdziału ogólnej liczby środków remontowych systemu na te ogniwa. Mając jednak wskaźniki oceny SRW w całości, obliczone według zależności /8.4.39/ lub /8.4.40/, można wyznaczyć liczby środków remontowych dla poszczególnych ogniw systemu, przy zachowaniu obliczonych dla tych ogniw - według zależności /8.4.29/ i /8.4.30/ oraz /8.4.35/ i /8.4.36/ - wartości wskaźników  $M_0$  i  $M_z$ . Zależności analityczne w tym zakresie przedstawiają się następująco:

$$m_1^r = \frac{M_0^r}{\sum M_0} \cdot m_1, \quad /8.4.41/$$

lub

$$m_1^r = \frac{M_z^r}{\sum M_z} \cdot m_1, \quad r = A, B, C, D. \quad /8.4.42/$$

Wyniki obliczeń wskaźników oceny SRW w całości - według zależności /8.4.39/ oraz liczb środków remontowych w poszczególnych ogniwach SRW, odpowiadających tym wskaźnikom - według zależności /8.4.41/, zestawiono w tabelicy 8.5.

Wartości wskaźników oceny SRW w całości oraz liczby środków remontowych w poszczególnych ogniwach

Tablica 8.5

Rodzaj funduszu rb	r	K <sub>1</sub> <sup>R</sup>	K <sub>2</sub> <sup>R</sup>	m <sub>1</sub> <sup>r</sup>
od uszkodzeń eksploatacyjnych	A	0,3763 ----- 0,4037	0,6237 ----- 0,5963	30/40
	B			14/18
	C			1/1
	D			4/6
od uszkodzeń bojowych	A	0,047 ----- 0,037	0,9530 ----- 0,9630	21/27
	B			18/24
	C			5/7
	D			5/7

Przedstawione w tej tabelicy wartości  $m_1$  znacznie odbiegają od wartości przyjętych w załączniku 1 oraz przedstawionych w tabelicach 3.8.3 i 3.8.5, które były podstawą obliczenia wskaźników oceny SRW. Należy przy tym zauważyć, że przyjęta metoda obliczeń może być obciążona poważnym błędem, ponieważ:

- dla nowych wartości  $m_1$  w poszczególnych ogniwach SRW zmieni się rozkład  $P_1$ , a zatem zmieniają się również wielkości  $M_0$  i  $M_2$  oraz  $K_2^R$ , które były danymi wyjściowymi do tych obliczeń;
- rozdział środków remontowych na ogniwa SRW zależy nie tylko od stopnia ich zajętości lub "przestoju" - powinien on uwzględniać również, a nawet przede wszystkim, potrzeby wynikające ze struktury ugrupowania marszowego.

Niemniej jednak analiza porównawcza wartości  $m_1$  i określonych w tym względzie zależności pozwala na stwierdzenie, że występuje tu typowy problem optymalizacyjny, którego rozwiązanie może pozwolić na właściwy rozdział ogólnej liczby środków remontowych na poszczególne ogniwa SRW oraz ich racjonalne urzutowanie w ugrupowaniu marszowym i to zarówno pod względem produkcyjnym jak i funkcjonalnym.

#### 8.5. Ogólna ocena systemu zabezpieczenia technicznego marszu

W podprzednim podrozdziale, w oparciu o analizę wyróżnionych sprzężeń modelu przedstawionego na rys.8.4, zostały określone i obliczone wskaźniki oceny systemu zabezpieczenia technicznego /SZT/ marszu w zakresie obsługi technicznego, ewakuacji i remontów. Wskaźniki te można uznać za cząstkowe, ponieważ każdy z nich dotyczy tylko jednej dziedziny SZT i pozwala na jej ocenę z określonego punktu widzenia, oddzielnie dla każdej grupy rodzajowej pojazdów.

Oczywistą jednak wydaje się potrzeba opracowania metody <sup>oceny</sup> SZT, obejmującej wszystkie dziedziny tego systemu. Takie ogólne podejście do problemu oceny SZT może być podstawą do analiz porównawczych różnych systemów, a ponadto - pozwala na optymalizację systemów przy ich projektowaniu, na przykład w zakresie doboru liczby środków zabezpieczenia technicznego przy określonym wskaźniku ich wykorzystania /zajęto-

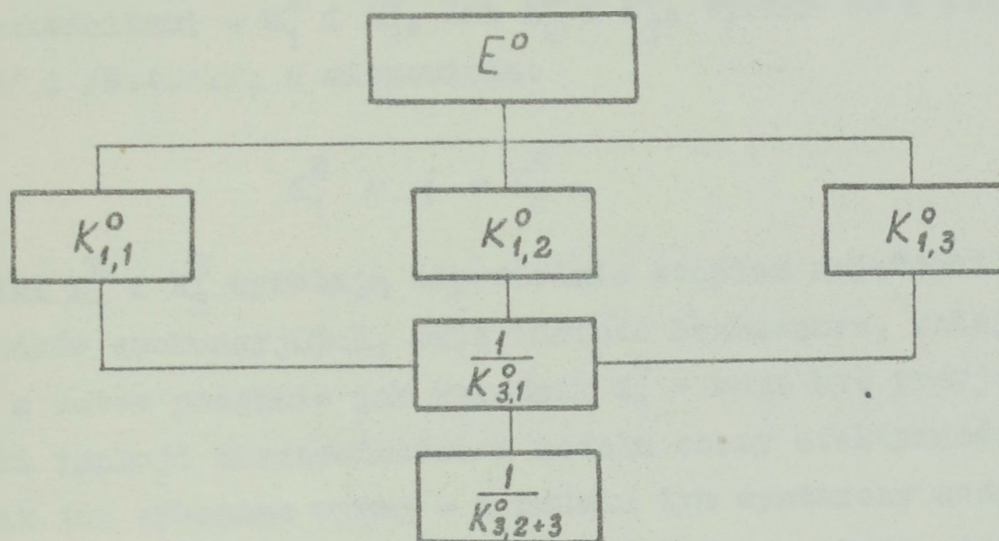
ści/. Treścią niniejszego podrozdziału jest właśnie próba opracowania takiej metody oceny SZT.

Spśród możliwych do przyjęcia, teoretycznych sposobów podejścia do rozwiązania tego problemu, przyjmuję metodę analogową, która w niniejszej pracy polega na przyjęciu analogii fizycznej w odniesieniu do oceny SZT i oceny niezawodnościowej złożonego systemu /urządzenia/ technicznego.

Z powyższego oraz z teorii niezawodności wynika, że przy zastosowaniu takiej metody oceny SZT, wskaźniki określone w podrozdziale 8.4 należałoby uznać za funkcje /wskaźniki/ niezawodności odpowiednich elementów poszczególnych systemów /SOT, SE i SRW/. Dlatego też rozwiązanie problemu podzieliłem na dwa etapy. W pierwszym z nich rozpatrzę wskaźniki oceny poszczególnych systemów przedstawionych w modelu /rys.8.3/ pod kątem ich przydatności w przyjętej metodzie oceny, zbuduję modele efektywności /niezawodności/ działania tych systemów oraz wyznaczę jednopunktowo ich efektywność. W drugim etapie, w oparciu o wskaźniki efektywności poszczególnych systemów /dziedzin/ wyznaczonych w etapie pierwszym, wyznaczę wskaźnik ogólnej oceny SZT w całości.

S y s t e m   o b s ł u g i w a n i a   t e c h n i c z n e g o /S O T/ scharakteryzowano w podrozdziale 8.4 trzema wskaźnikami -  $K_1^0$ ,  $K_2^0$  i  $K_3^0$ . Przypomnijmy, że pierwszy z nich jest wyrażony stosunkiem normatywnego czasu OT do czasu cyklu obliczeniowego. Jego wartość jest zatem bezmianowa i mniejsza od jedności, co pozwala na przyjęcie tego wskaźnika za odpowiednik funkcji niezawodności /efektywności/ SOT. Wskaźnik  $K_2^0$  wyraża się stosunkiem normatywnej pracochłonności w rbh do przebiegu w km, lub w postaci bezmianowej - liczbą rbh, jaką należy zużyć na OT na każdą godzinę czystego ruchu pojazdu. Jeżeli w tej ostatniej postaci wartość wskaźnika  $K_2^0$  zostanie podzielona przez liczbę specjalistów, jaka jednocześnie może być zatrudniona przy OT, to otrzymamy wartość wskaźnika  $K_1^0$  dla cyklu obliczeniowego 1 godziny. W związku z tym, w dalszych rozważaniach, wskaźnik  $K_2^0$  zostaje pominięty. Wskaźnik  $K_3^0$  wyraża liczbę pojazdów mechanicznych, jaka przypada na jeden ruchomy środek obsługowy. Z punktu widzenia oceny SOT wskaźnik ten jest bardzo istotny, ale w przedstawionej w podrozdziale 8.4 postaci nie może być przyjęty za odpowiednik funkcji niezawodności.

Do dalszych rozważań przyjmuję zatem jego odwrotność, co nie zmienia samej istoty wskaźnika, a jednocześnie pozwala na zmianę postaci, która może być przyjęta za odpowiednik funkcji niezawodności. Mając określone odpowiedniki funkcji niezawodności, można przystąpić do budowy modelu niezawodnościowego SOT oraz do wyznaczenia efektywności tego systemu. Taki model przedstawiono na rys.8.8.



Rys.8.8. Model oceny efektywności SOT

Na rysunku tym przez  $E^0$  oznaczono wskaźnik efektywności SOT. Ponadto, druga cyfra w indeksie wskaźników K oznacza grupę rodzajową pojazdów, której ten wskaźnik dotyczy. Dla przedstawionego modelu wartość wskaźnika efektywności wyznacza następująca zależność:

$$E^0 = (1 - K_{1,1}^0) (1 - K_{1,2}^0) (1 - K_{1,3}^0) \frac{1}{K_{3,1}^0} \cdot \frac{1}{K_{3,2+3}^0} \quad /8.5.1/$$

Ponieważ w podrozdziale 6.3, przy obliczaniu funduszu obsługiwanego technicznego, przyjęto za limitujące czas wydzielany na obsługiwania techniczne potrzeby czołgów, słusznym wydaje się przyjęcie w wyrażeniu /8.5.1/ uproszczenia, polegającego na pominięciu w nim drugiego, trzeciego i ostatniego członu /składnika/, czyli pozostawienia w nim tylko wskaźników dotyczących czołgów. Przyjmując to uproszczenie, możemy zapisać:

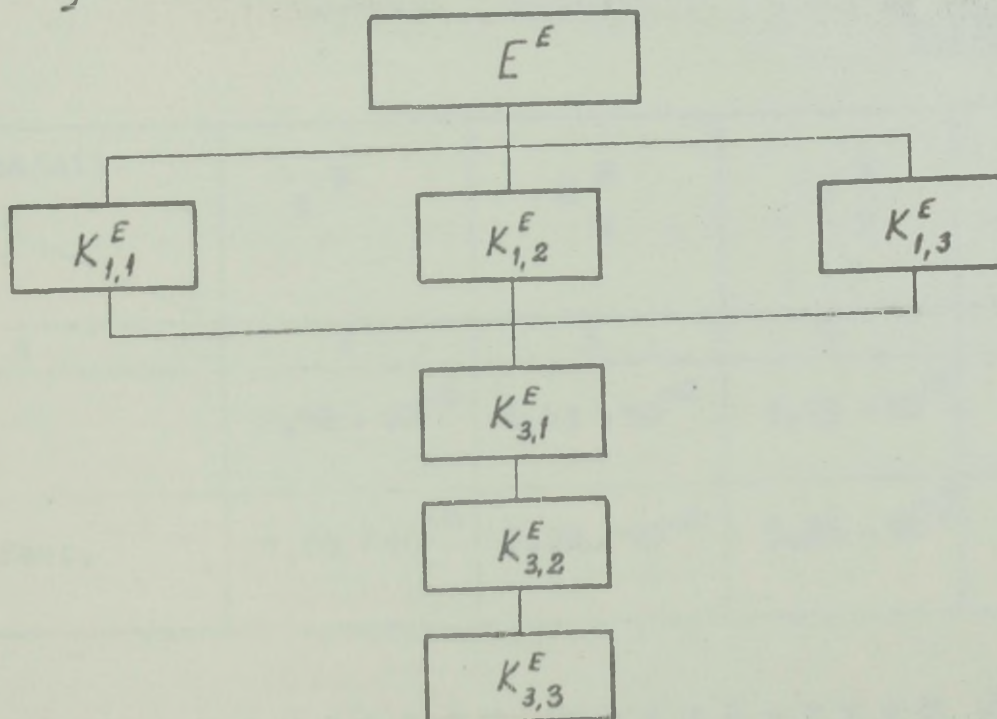
$$E^0 = \frac{1 - K_1^0}{K_{3,1}^0} \quad /8.5.2/$$

Wartości numeryczne wskaźnika efektywności  $E^0$ , przy danych wyjściowych z tablicy 8.1 dla jednej doby marszu, wynoszą 0,1102 dla DZ i 0,0997 dla DPanc. Przy przyjęciu proponowanych w punkcie 8.4.2 niniejszego rozdziału zmian w odniesieniu do OT-1 /patrz str.179/, wartość wskaźnika  $E^0$  wzrasta odpowiednio do 0,1469 i 0,1329.

System ewakuacji /SE/, mimo że w podrozdziale 8.4 został scharakteryzowany trzema wskaźnikami, może być oceniony dwoma wskaźnikami -  $K_1^E$  i  $K_3^E$ , lub  $K_2^E$  i  $K_3^E$ . Wynika to z zależności /8.4.15/ i /8.4.22/, a mianowicie:

$$K_1^E = 1 - K_2^E.$$

Wskaźniki  $K_1^E$  i  $K_2^E$  wyrażają odpowiednio stopień zajętości i "przeostaju" środków ewakuacyjnych, mają wartość bezmianową, mniejszą od jedności, a zatem podobnie jak wskaźnik  $K_1^0$  - mogą być przyjęte za odpowiedniki funkcji niezawodności w modelu oceny efektywności SE, przy czym jak już wykazano wyżej - w modelu tym wystarczy uwzględnić jeden z tych wskaźników. Drugim odpowiednikiem funkcji niezawodności jest - podobnie jak w modelu oceny efektywności SOT - odwrotność wskaźnika  $K_3^E$ . Odpowiedni dla SE model przedstawiono na rys.8.9.



Rys. 8.9. Model oceny efektywności SE

Wartość wskaźnika efektywności systemu ewakuacji  $E^E$  może być wyznaczona z zależności:

$$E^E = (1 - K_{1,1}^E)(1 - K_{1,2}^E)(1 - K_{1,3}^E) \cdot \frac{1}{K_{3,1}^E} \cdot \frac{1}{K_{3,2}^E} \cdot \frac{1}{K_{3,3}^E} \quad /8.5.3/$$

Ponieważ jednak

$$(1 - K_{1,1}^E) \dots = K_{2,1}^E \dots$$

możemy powyższą zależność zapisać w postaci

$$E^E = \frac{K_{2,1}^E \cdot K_{2,2}^E \cdot K_{2,3}^E}{K_{3,1}^E \cdot K_{3,2}^E \cdot K_{3,3}^E} = \prod_{k=1}^3 \frac{K_{2,k}^E}{K_{3,k}^E} \quad /8.5.4/$$

Wartości numeryczne wskaźnika efektywności  $E^E$ , przy danych wyjściowych z tablicy 8.2 dla przybliżenia drugiego, zestawiono w tablicy 8.6. W kolumnach 3, 4 i 5 tej tablicy podano wartości wskaźnika efektywności, obliczonego cząstkowo dla poszczególnych grup rodzajowych pojazdów.

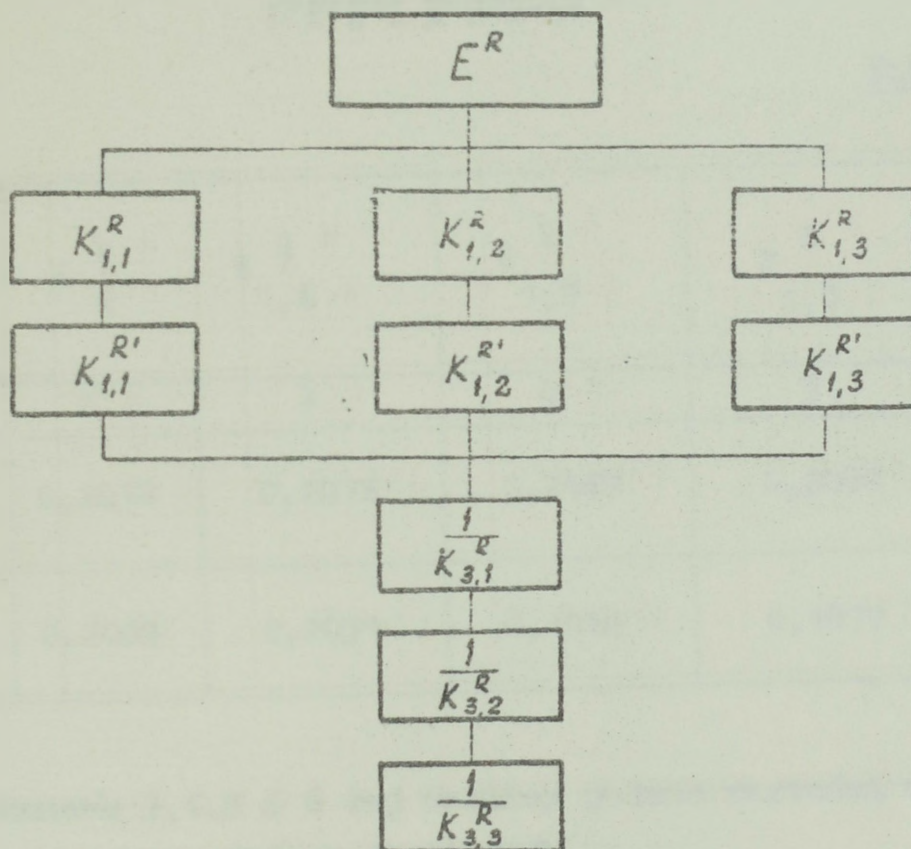
Wyniki obliczeń wartości wskaźnika efektywności systemu ewakuacji

Tablica 8.6

Wskaźnik \ SE	$E^E$	$E^E_1$	$E^E_2$	$E^E_3$
1	2	3	4	5
DZ	$2,92 \cdot 10^{-6}$	$6,43 \cdot 10^{-2}$	$1,79 \cdot 10^{-2}$	$2,53 \cdot 10^{-3}$
D Panc.	$1,09 \cdot 10^{-6}$	$5,72 \cdot 10^{-2}$	$5,23 \cdot 10^{-3}$	$3,63 \cdot 10^{-3}$

System remontów wojskowych /SRW/ również scharakteryzowano trzema wskaźnikami, których interpretacja jest identyczna jak wskaźników SE. W związku z tym do modelu oceny efektywności SRW przyjmuje wskaźniki  $K_1^R$  i  $\frac{1}{K_3^R}$ . Przy budowie modelu dla

SRW zagadnienie się komplikuje o tyle, że w podrozdziale 8.4 system rozbito na cztery ogniwa /A, B, C i D/, a ponadto, wskaźniki oceny wyznaczone oddzielnie dla funduszu remontowego od strat eksploatacyjnych i bojowych. Dlatego też model przedstawiony na rys.8.10 jest modelem zredukowanym /sprowadzonym/.



Rys. 8.10. Model oceny efektywności SRW

Wprowadzona redukcja polega na przyjęciu w modelu uśrednionych wskaźników  $K_1^R$  i  $K_1^{R'}$  /wskaźników oceny SRW w całości - patrz tablica 8.5/, przy czym nie ogranicza ona możliwości zastosowania modelu do oceny efektywności poszczególnych ogniw SRW, co zilustrowano przykładem przy numerycznych obliczeniach wartości  $E^R$ . Zależności na obliczenie wskaźnika efektywności  $E^R$ , dla modelu przedstawionego na rys.10, można zapisać w następującej postaci:

$$E^R = (1 - K_{1,1}^R \cdot K_{1,1}^{R'}) (1 - K_{1,2}^R \cdot K_{1,2}^{R'}) (1 - K_{1,3}^R \cdot K_{1,3}^{R'}) \cdot \frac{1}{K_{3,1}^R} \cdot \frac{1}{K_{3,2}^R} \cdot \frac{1}{K_{3,3}^R}$$

lub po odpowiednich przekształceniach

$$E^R = \prod_{k=1}^3 \frac{1 - K_{1,k}^R \cdot K_{1,k}^{R'}}{K_{3,k}^R}$$

[B.5.5]

Ponieważ w podrozdziale 8.4 obliczyłem wartości numeryczne wskaźników  $K_1^R$  tylko dla czołgów, to przykładowe obliczenia numeryczne wartości  $E^R$  wykonuję również tylko dla tej grupy pojazdów  $/E_1^R/$ . Wyniki tych obliczeń zestawiono w kolumnie 2 tabeli 8.7.

Wyniki obliczeń wartości wskaźnika efektywności systemu remontów

Tabela 8.7

Wskaźnik SRW	$E_1^R$	$E_{1,A}^R$	$E_{1,B}^R$	$E_{1,C}^R$	$E_{1,D}^R$
1	2	3	4	5	6
DZ	0,2238	0,2276	0,2187	0,2080	0,2252
DPanc.	0,2002	0,2031	0,1962	0,1877	0,2012

W kolumnach 3,4,5 i 6 tej tabeli podano wartości wskaźnika efektywności poszczególnych ogniw SRW.

Mając wskaźniki efektywności poszczególnych systemów można wyznaczyć ogólną efektywność całego SZT. Model oceny efektywności SZT narzuca poniekąd model struktury, przedstawiony na rys.8.3, w którym poszczególne systemy są w układzie szeregowym. Zatem wskaźnik ogólnej oceny efektywności SZT można określić jako iloczyn wskaźników efektywności poszczególnych systemów, czyli:

$$E = E^O \cdot E^B \cdot E^R, \quad /8.5.6/$$

lub - po podstawieniu wyrażenia na  $E^O$ ,  $E^B$  i  $E^R$  z zależności /8.5.2/, /8.5.4/ i /8.5.5/ - w postaci rozwiniętej:

$$E = \frac{1 - K_{3,1}^O}{K_{3,1}^O} \cdot \prod_{k=1}^3 \frac{K_{2,k}^E}{K_{2,k}^E} \cdot \frac{1 - K_{1,k}^R \cdot K_{1,k}^{R'}}{K_{3,k}^R}. \quad /8.5.7/$$

Wyznaczona przedstawioną wskaźnikową metodą efektywność systemu może być wykorzystana do analiz porównawczych różnych systemów, ocen podsystemów lub ogniw w ramach danego systemu - np. w odniesieniu do poszczególnych grup rodzajowych pojazdów lub poszczególnych dziedzin zabezpieczenia, do obliczeń ilościowych i jakościowych należności etatowych środków zabezpieczenia technicznego przy projektowaniu systemów itp.

## 9. REKAPITULACJA WYNIKÓW PRACY I PRÓBA ICH UOGÓLNIENIA

### 9.1. Ocena możliwości wykorzystania wyników pracy w praktyce zabezpieczenia technicznego wojsk operacyjnych

W treści poszczególnych rozdziałów niniejszej pracy starałem się podkreślić wpływające z przeprowadzonych rozważań i analiz wnioski, których uwzględnienie w praktyce organizacji, prowadzenia i zabezpieczenia technicznego marszu na duże odległości, może dać konkretne korzyści - głównie w przedmiocie zachowania przez maszerujące wojska ciągłej gotowości bojowej i to zarówno w czasie wykonywania marszu jak i po jego zakończeniu. Większość z przeprowadzonych w pracy analiz jest ukierunkowana na zbadanie wpływu wielogodzinnej eksploatacji pojazdów mechanicznych na stopień gotowości bojowej maszerujących wojsk oraz na obciążenie i sprawność systemu zabezpieczenia technicznego, przede wszystkim w aspekcie możliwości odzysku uszkodzonych w czasie wykonywania marszu pojazdów.

Niżej przedstawiam rekapitulację niektórych, moim zdaniem ważniejszych z punktu widzenia praktycznej przydatności, wniosków i postulatów, które zostały podzielone na grupy tematyczne - odpowiednio do podziału problematyki zabezpieczenia technicznego na poszczególne dziedziny.

#### 9.1.1. Wnioski ogólne z zakresu planowania, organizacji i prowadzenia marszu oraz jego zabezpieczenia technicznego

- 1/. Liczba i rodzaj etatowych środków zabezpieczenia technicznego w DZ i DPanc. w zasadzie zabezpiecza potrzeby tych związków w marszu na duże odległości. Pewne braki w tym względzie występują w odniesieniu do liczby ciągników kołowych i ruchomych środków mechanicznego obsługiwanie pojazdów samochodowych /patrz punkt 9.1.4 i 8.4.2/.
- 2/. Właściwe zorganizowanie pracy elementów zamykania technicznego marszu oraz odpowiednie /do tworzących się zadań/ urzutowanie środków zabezpieczenia technicznego w ugrupowaniu marszowym,

zabezpiecza utrzymanie wysokiego współczynnika gotowości bojowej maszerujących wojsk na dowolnym etapie wykonywania marszu. Jeżeli współczynnik gotowości bojowej /z punktu widzenia sprawności technicznej pojazdów mechanicznych/ określimy zależnością

$$K_{Gk} = \frac{n_k - n_{ks}}{n_k},$$

gdzie  $K_{Gk}$  - współczynnik gotowości dla pojazdów k-tej grupy rodzajowej;

$n_k$  - wyjściowa liczba pojazdów /k-tego rodzaju/;

$n_{ks}$  - liczba pojazdów traconych przez ZT wskutek niewydolności systemu zabezpieczenia technicznego /uszkodzenia klasy E -  $tr > 10h$ /,

to dla trzech dób marszu / $S_d = 250$  km/ wartość tego współczynnika będzie następująca:

- |                                      |                      |
|--------------------------------------|----------------------|
| - dla czołgów                        | - 1,00;              |
| - dla transporterów<br>opancerzonych | - 0,96;              |
| - dla samochodów                     | - 0,99. <sup>x</sup> |

Oczywistym jest, że na gotowość bojową wojsk składa się również wiele innych czynników, a wśród nich, w przypadku wykonywania marszu na duże odległości, duże znaczenie ma stan fizyczny i psychiczny kierowców /mechaników-kierowców/ pojazdów mechanicznych. W związku z tym oraz z uwagi na niekorzystne wyniki analizy podziału ogólnego czasu marszu /duże natężenie eksploatacji pojazdów mechanicznych/ pożądanym jest, aby na okres wykonywania marszu na każdy pojazd był wyznaczany zmiennik kierowcy /mechanika-kierowcy/. Pozwoli to na zwiększenie średniej prędkości ruchu kolumn marszowych, zmniejszenie liczby uszkodzeń eksploatacyjnych pojazdów oraz wydatne podniesienie stopnia gotowości bojowej maszerujących wojsk.

<sup>x</sup> Wartości współczynnika obliczono w oparciu o dane zestawione w tablicy 8.3.

3/. Przy planowaniu marszu należy mieć na uwadze następujące wnioski:

- ustalona dyrektywna średnia prędkość ruchu kolumn pojazdów gąsienicowych, mieszanych i wojsk raketowych, powinna być niższa o 20 - 25% od średniej prędkości grupy najwolniejszych pojazdów, wynikającej z ich charakterystyki taktyczno-technicznej.

W przypadku kolumn samochodowych, dla górnych wartości prędkości normatywnych, obniżenie to powinno wynosić 35 - 40%. Najwyższa wartość średniej prędkości ruchu kolumny samochodowej - 40km/h jest praktycznie nieosiągalna, ponieważ średnia prędkość grupy najwolniejszych pojazdów kolumny musi w tym przypadku przewyższać wartość 55 km/h;

- przy określaniu dyrektywnej średniej prędkości marszowej, jej wartość w zasadzie nie powinna przekraczać 10 km/h /patrz rozdział 2, str. 27/;

- odległości między kolejnymi pojazdami w ugrupowaniu marszowym mogą być określane w jednostkach czasu. W zakresie praktycznie stosowanych średnich prędkości ruchu kolumn, wartość tej "odległości" można określić na 5 sek.;

- prognozowany, dla potrzeb planowania zabezpieczenia technicznego, rzeczywisty przebieg pojazdów mechanicznych powinien uwzględniać współczynnik manewru sprzętem, którego wartość dla marszu na duże odległości może się zawierać w granicach 1,4 - 1,5.

4/. Cybernetyczny i funkcjonalny model marszu przedstawiony w rozdziale 5 oraz analizy przeprowadzone w rozdziale 2 niniejszej pracy, pozwalają na prześledzenie i uwzględnienie przy planowaniu marszu wpływu wyróżnionych czynników na jego przebieg. W szczególności, spośród czynników zakłócających sprawny przebieg marszu, na uwagę zasługują prawdopodobne sposoby oddziaływania nieprzyjaciela i wpływ warunków atmosferycznych. Możliwe sposoby oddziaływania tych czynników na przebieg marszu uwzględniono w równaniu ruchu kolumny marszowej /rozdział 5/, w którym zachowano ich probabilistyczny charakter.

5/. Opracowane, w oparciu o model struktury systemu zabezpieczenia technicznego marszu, metody oceny poszczególnych ogniw systemu i systemu w całości, pozwalają na racjonalny podział i rozmieszczenie środków zabezpieczenia technicznego w ugrupowaniu marszowym oddziałów i związku taktycznego.

### 9.1.2. Wnioski z zakresu obsługiwan ia technicznego pojazdów mechanicznych

- 1/. Generowane, w czasie wykonywania marszu na duże odległości, potrzeby w obsłudze technicznej pojazdów mechanicznych, mogą być w pełni zabezpieczone we własnym zakresie przez załogi /kierowców/ tych pojazdów.
- 2/. Bardziej czasochłonne obsługiwanie techniczne występują w okresie przygotowania do marszu i po jego wykonaniu. W okresach tych celowe jest udzielanie pomocy technicznej załogom /kierowcom/ przez ruchome środki obsługowe i remontowo-obsługowe - szczególnie w przypadkach, kiedy czasy trwania tych okresów są krótkie.
- 3/. Niekorzystne wyniki kalkulacji ogólnego czasu marszu /patrz rozdział 7 i załącznik 1/ oraz wartości wskaźników oceny systemu obsługiwanego technicznego, przedstawione w rozdziale 8, wskazują na potrzeby modyfikacji norm i zasad obsługiwanego technicznego pojazdów mechanicznych. W szczególności, modyfikacje te mogą dotyczyć:
  - normatywnych przebiegów międzyobsługowych;
  - racjonalnego zakresu i technologii obsługiwanego technicznego dla określonych warunków użytkowania pojazdów mechanicznych;
  - ustalenia adekwatnych do obowiązującej technologii i poziomu wyszkolenia załóg /kierowców/, normatywnych czasów wykonania poszczególnych czynności obsługowych.

Bardziej szczegółowe propozycje w tym przedmiocie podano w rozdziale 10.

### 9.1.3. Wnioski z zakresu remontów pojazdów mechanicznych

1/. Organiczne, ruchome środki remontowe ZT, przy ich odpowiednim urzutowaniu w ugrupowaniu marszowym tego związku, są w stanie zabezpieczyć wykonanie remontów bieżących tych wszystkich, uszkodzonych w czasie wykonywania marszu pojazdów mechanicznych, w których czas usunięcia uszkodzenia nie przekracza 10 godzin.

2/. Wielkość tworzącego się w czasie wykonywania marszu funduszu remontowego znacznie przewyższa prognozy w tym względzie, określone w literaturze fachowo-wojskowej w formie współczynników średnich dobowych strat eksploatacyjnych w pojazdach mechanicznych. Dla przyjętych w niniejszej pracy założeń, współczynniki te, w odniesieniu do poszczególnych grup rodzajowych pojazdów, przyjęły następujące wartości:

- dla czołgów	- 185%;
- dla transporterów opancerzonych	- 50%;
- dla samochodów	- 22%

Należy podkreślić, że powyższe wartości współczynników strat obliczono na podstawie wyników badań charakterystyk niezawodnościowych pojazdów mechanicznych. Wartości analogicznych współczynników dla funduszu remontowego od strat bojowych można praktycznie sprawdzić tylko w warunkach działań bojowych; w warunkach pokojowych można je prognozować na drodze mniej lub bardziej uproszczonych rozważań teoretycznych, oddzielnie dla poszczególnych rodzajów sytuacji konfliktowych i warunków działania. Dlatego też problem ten wymaga oddzielnego zbadania.

3/. Przeprowadzone w niniejszej pracy analizy wykazują, że dla celów praktycznych celowe jest wprowadzenie modyfikacji w istniejącym i przewidywanym na okres działań bojowych systemie remontów pojazdów mechanicznych. W szczególności, dotyczy to podziału funduszu remontowego na klasy remontowe, kryteriów kwalifikacji uszkodzeń do poszczególnych klas remontowych oraz sposobów prognozowania struktury potencjalnego funduszu remontowego od uszkodzeń

eksploatacyjnych i strat bojowych. Jeden z możliwych, nowych wariantów klasyfikacji funduszu remontowego od uszkodzeń eksploatacyjnych oraz oszacowania jego struktury, przedstawiono w rozdziale 8.

4/. Przedstawiony w rozdziale 7 niniejszej pracy sposób określania możliwości remontowych, bazujący na rzeczywistych czasach dyspozycyjnych poszczególnych ogniw systemu zabezpieczenia technicznego i graficznej metodzie wyznaczania cykli remontowych, w połączeniu z podaną w rozdziale 6 metodą szacowania rzeczywistych wielkości tworzącego się w czasie wykonywania marszu funduszu remontowego, pozwala na zestawianie bilansów strat i odzysków pojazdów mechanicznych. Przykładowe zestawienie takiego bilansu przedstawiono w załączniku 1 /patrz punkt 4.2.3/. Graficzne przedstawienie bilansu strat i odzysków /patrz rys. 8 załącznika 1/ pozwala, już w okresie przygotowawczym, na wyciągnięcie wielu praktycznych wniosków odnośnie organizacji, prowadzenia i zabezpieczenia technicznego marszu, a w szczególności wniosków odnośnie stanu gotowości bojowej wojsk i potrzeb wzmocnienia ogniw remontowych /manewru/ na dowolnym etapie wykonywania marszu.

5/. Opracowana w rozdziale 8 wskaźnikowa metoda oceny funkcjonowania systemu remontów /w odniesieniu do poszczególnych ogniw i systemu w całości/, pozwala na adekwatne do potrzeb określenie liczby ruchomych środków remontowych, jakie powinny być wydzielone do zabezpieczenia technicznego marszu oraz stwarza podstawy do optymalnego rozmieszczenia tych środków w ugrupowaniu marszowym.

#### 9.1.4. Wnioski z zakresu ewakuacji pojazdów mechanicznych

1/. Opracowana w rozdziale 6 niniejszej pracy metoda obliczania wielkości funduszu ewakuacyjnego, pozwala na określenie liczby środków ewakuacyjnych, jaką należy wydzielić w skład zamykania technicznego kolumn marszowych.

Należy podkreślić, że metoda ta uwzględnia charakterystyki niezawodnościowe poszczególnych grup rodzajowych pojazdów mechanicznych oraz probabilistyczny charakter tworzenia się funduszu

ewakuacyjnego. Graficzne przedstawienie wielkości funduszu ewakuacyjnego w funkcji dobowych odległości marszu /patrz rys. 6.13/ wykazuje, że dla odległości marszu powyżej 100 km proces tworzenia się tego funduszu przybiera postać procesu stacjonarnego. W związku z tym, dla praktycznie przyjmowanych dobowych odległości marszu, można przyjąć liniową zależność wielkości funduszu ewakuacyjnego od tych odległości.

2/. Przykłady numerycznego obliczenia wielkości funduszu ewakuacyjnego oraz wartości wskaźników oceny funkcjonowania systemu ewakuacji, wskazują na niedostateczną liczbę etatowych środków ewakuacyjnych, przeznaczonych do ewakuacji pojazdów kołowych. Wynika to stąd, że w odniesieniu do ewakuacji pojazdów samochodowych zakłada się szerokie zastosowanie "nieetatowych" środków ewakuacyjnych /patrz rozdział 4/, podczas gdy w warunkach wykonywania marszu korzystanie z tych środków jest praktycznie niemożliwe /każdy pojazd w kolumnie marszowej ma ściśle określone zadanie i użycie go do ewakuacji byłoby sprzeczne z jego przeznaczeniem/. Uwzględniając powyższe, w analizach przeprowadzonych w rozdziale 8 zwiększono liczbę etatowych środków ewakuacyjnych tej grupy o 15 szt. na ZT, a mimo to obliczone wartości wskaźników oceny systemu ewakuacji nie osiągnęły zadawalającego poziomu. Wynika zatem pilna potrzeba rozpatrzenia możliwości dodatkowego wyposażenia oddziałów i związków taktycznych wojsk operacyjnych w środki ewakuacyjne, przystosowane do ewakuacji pojazdów kołowych.

3/. Niskie prędkości ewakuacji /holowania/, szczególnie w odniesieniu do pojazdów gąsienicowych, pociągają za sobą potrzebę wyznaczania równoległych do trasy marszu ciągów drogowych, przeznaczonych do ewakuacji uszkodzonych pojazdów mechanicznych.

#### 9.1.5. Wnioski z zakresu zaopatrywania materiałowo-technicznego

Przeprowadzona w niniejszej pracy wycinkowa analiza potrzeb w przedmiocie zabezpieczenia materiałowo-technicznego marszu ZT na duże odległości wykazuje, że przy normatywnych ruchomych zapasach magazynowych zachodzi potrzeba ich uzupełniania już w czasie wykonywania marszu, lub bezpośrednio po jego zakończeniu.

Szczególnym problemem w tym względzie staje się zabezpieczenie wymiany taśm gąsienicowych w pojazdach mechanicznych oraz uzupełnienie - zużytych w czasie wykonywania marszu i po jego zakończeniu - zestawów remontów bieżących.

Problematyka zaopatrywania materiałowo-technicznego, ze względu na swą obszerność i znaczenie, wymaga oddzielnego, szczegółowego zbadania.

## 9.2. Wnioski z zakresu możliwości uogólnienia niektórych wyników pracy

W niniejszym podrozdziale rozpatrzę niektóre, uznane za ważniejsze wyniki pracy, w aspekcie możliwości ich zastosowania /po ewentualnych modyfikacjach adaptacyjnych/ do systemów zabezpieczenia technicznego innych rodzajów działań bojowych wojsk operacyjnych. Do tych ważniejszych wyników pracy, oprócz modelu struktury systemu zabezpieczenia technicznego marszu, zaliczam analizy w dziedzinie tworzenia się strumienia zgłoszeń oraz możliwości środków zabezpieczenia technicznego w gaszeniu tego strumienia.

Model struktury systemu zabezpieczenia technicznego /SZT/ marszu, przedstawiony na rys. 8.3, został zbudowany przy założeniu, że marsz jest wykonywany w ciągłej gotowości wejścia maszerujących wojsk do walki. Struktura SZT marszu powinna zatem zapewniać możliwość zorganizowania odpowiednich elementów zabezpieczenia technicznego walki spotkaniowej, natarcia, obrony itd.

Istotnie, bardziej ogólne spojrzenie na schemat modelu pozwala na stwierdzenie, że odpowiada on tym warunkom. Generator strumienia zgłoszeń, SOT i Rozpoznanie techniczne /układy 1,2,3 i 4/ występują w SZT dowolnego rodzaju działań bojowych. W odniesieniu do SE i SRW łatwo zauważyć, że po dodaniu na schemacie dodatkowych dwóch układów - Ewakuacja i Remont na szczeblu ZO, nabierają one również cech uniwersalności /w zakresie możliwości zastosowania do poszczególnych rodzajów działań bojowych/. W takiej postaci, wyróżnione na schemacie linią punktową ogniwa zamykania technicznego marszu, a ściślej środki zabezpieczenia technicznego wchodzące w ich skład, mogą przekształcić się w następujące elementy SZT walczących wojsk:

- ZTK - punkty obserwacji technicznej /POT/;

- ZTO - grupy remontowe, grupy remontowo-ewakuacyjne i obsada punktów zbiórki sprzętu uszkodzonego /GR, GRE i PZSU/;

- ZTD - GR, GRE i PZSU.

Dodatkowe dwa układy, którymi uzupełniono model, tworzą dodatkowe ogniwo - armijnego zabezpieczenia technicznego działań bojowych, które może się składać z GR i PZSU oraz GE /grup ewakuacyjnych/. Wprowadzenie do modelu dodatkowych układów pociąga za sobą wprowadzenie szeregu nowych sprzężeń, które podnoszą stopień złożoności tego modelu, a zatem komplikują przeprowadzane w oparciu o ten model analizy, zmniejszają przejrzystość schematu itd. Dla uniknięcia tej złożoności można wprowadzić uproszczenie, polegające na usunięciu z modelu ogniwa zabezpieczenia technicznego pododdziałów. Wówczas ZTK obejmie ewakuację i remont na szczeblu oddziału, natomiast ZTO i ZTD-ewakuację i remont odpowiednio na szczeblu ZT i ZO. Sprzężenia w tym przypadku pozostają w zasadzie w stanie niezmiennym - zmienia się tylko treść opisu w stosunku do niektórych z tych sprzężeń.

Reasumując można stwierdzić, że przedstawiony na rys. 8.3 model struktury SZT marszu, po wprowadzeniu zmian w oznaczeniach systemów ewakuacji i remontów, może być zastosowany jako model SZT dowolnego rodzaju działań bojowych wojsk operacyjnych. Również opracowane na bazie przedmiotowego modelu wskaźnikowe metody oceny funkcjonowania poszczególnych ogniw i systemów oraz analogowa metoda oceny SZT, mogą być w pełni przydatne do oceny elementów i SZT poszczególnych rodzajów działań bojowych. Jediną modyfikacją w tym przypadku, będzie wyrażenie wskaźników oceny systemu ewakuacji  $K_1^E$  i  $K_2^E$  np. stosunkiem odpowiednio czasu zajętości i "przestoju" do czasu cyklu obliczeniowego. Zakres stosowalności tych metod nawet się poszerza, ponieważ mogą być zastosowane do oceny przydatności danego SZT dla różnych rodzajów działań bojowych, przy projektowaniu systemów zabezpieczających te działania, przy planowaniu manewru środkami zabezpieczenia technicznego itd.

**S t r u m i e ń z g ł o s z e ń** pod względem struktury pozostanie niezmienny dla wszystkich rodzajów działań bojowych /patrz rys. 6.1/. Będzie się natomiast zmieniać, stosownie do tych rodzajów działań, udział procentowy poszczególnych części składowych tego strumienia. Zmiany te obejmą przede wszystkim fundusz remontowy i fundusz ewakuacyjny, ponieważ pozostałe części składowe strumienia

zgłoszeń, w każdych warunkach użycia wojsk, zależą od przebiegu pojazdów mechanicznych. Jak już niejednokrotnie wspomniano w niniejszej pracy, fundusz remontowy składa się z dwóch części - od uszkodzeń eksploatacyjnych i strat bojowych.

Część funduszu remontowego od uszkodzeń eksploatacyjnych, również w każdych warunkach użycia wojsk, zależy głównie od przebiegu pojazdów mechanicznych. Można zatem w odniesieniu do tej części funduszu przyjąć, że przedstawione w rozdziale 6 sposoby obliczenia wielkości funduszu remontowego mogą być zastosowane dla wszystkich rodzajów działań bojowych.

Jeden z możliwych sposobów obliczania wielkości funduszu remontowego od strat bojowych przedstawiono w rozdziale 8. Wprawdzie sposób ten uwzględnia specyfikę wynikającą z prawdopodobnych sposobów oddziaływania nieprzyjaciela na maszerujące wojska, ale będący podstawą tego sposobu obliczeń - schemat systemu zamkniętego, może mieć zastosowanie ogólne, do wszystkich rodzajów działań bojowych. Problemem otwartym pozostają wielkości parametru strumienia zgłoszeń  $\lambda$ , współczynnika intensywności remontu  $M$  oraz charakter rozkładu tych wielkości. Wymaga on jednak oddzielnego zbadania.

Zastosowany w niniejszej pracy sposób obliczania wielkości funduszu ewakuacyjnego, oparty na dwupunktowej ocenie stanu pojazdów mechanicznych, jest całkowicie nieprzydatny dla innych rodzajów działań wojsk, z wyjątkiem ewentualnie pościgu, w którym dominującą rolę na wielkość tego funduszu może odgrywać wielkość przebiegu pojazdów mechanicznych. Jednak na początku podrozdziału 6.6 zaprezentowano metodę obliczania wielkości funduszu ewakuacyjnego, szczegółowo przedstawioną w [24], która z powodzeniem może być zastosowana w odniesieniu do dowolnego rodzaju działań bojowych wojsk.

Możliwości środków zabezpieczenia technicznego w gaszeniu strumienia zgłoszeń, określa się zdolnością przerobową poszczególnych grup rodzajowych tych środków w ustalonym okresie czasu, przeważnie w ciągu doby. Uważam, że przedstawiona w rozdziale 7 niniejszej pracy metoda określania tych możliwości, może z powodzeniem zastąpić dotychczas stosowane w praktyce zabezpieczenia technicznego wojsk i prezentowane w literaturze fachowo-wojskowej metody. Uzasadniam to tym, że bazowanie w obliczeniach na rzeczywistych czasach dyspozycyjnych środków zabezpieczenia technicznego urealniamy wyniki tych obliczeń.

Oczywiście, zastosowanie tej metody obliczeń jest możliwe pod warunkiem, że przyjęte zostaną wyżej przedstawione propozycje w odniesieniu do sposobu obliczania wielkości strumienia zgłoszeń, a w szczególności - propozycje w zakresie klasyfikacji i określania struktury funduszu remontowego.

## 10. PROPOZYCJE W ZAKRESIE DALSZYCH BADAŃ

Studia i analizy przeprowadzone w ramach niniejszej pracy, pozwalają na postulowanie szeregu kierunków dalszych prac naukowo-badawczych i badawczych, w wyniku realizacji których można będzie wprowadzić szereg modyfikacji usprawniających proces zabezpieczenia technicznego działań bojowych wojsk operacyjnych. W szczególności, rozwiązanie n/wym. problemów, może usprawnić organizację poszczególnych dziedzin zabezpieczania technicznego, pozwolić na wprowadzenie technicznie uzasadnionych norm taktyczno-technicznych oraz umożliwić określenie jednolitych zasad i metod zabezpieczenia technicznego poszczególnych rodzajów działań bojowych dla różnych szczebli dowodzenia. Problematyka zabezpieczenia technicznego jest bardzo obszerna, w związku z czym propozycje w przedmiocie dalszych prac podają oddzielnie dla poszczególnych dziedzin tego zabezpieczenia.

### 10.1. Problematyka z dziedziny obsługi technicznego pojazdów mechanicznych

W niniejszej pracy kilkakrotnie zwracano uwagę na niekorzystny stosunek czasu, jaki należy wydzielić na wykonanie normatywnych obsług technicznych pojazdów mechanicznych, do czasu ich bezpośredniego ruchu w czasie wykonywania marszu. W głównej mierze dotyczy to czołgów, które limitują wielkość funduszu obsługi technicznego, wyrażonego w jednostkach czasu. W związku z powyższym za celowe uważam podjęcie prac badawczych, zmierzających do wprowadzenia modyfikacji do istniejącego systemu obsługi technicznego pojazdów mechanicznych, tymbardziej, że prace w tym zakresie były już prowadzone, a w wyniku ich realizacji istnieją bogate materiały wyjściowe do dalszych badań.

Między innymi w latach 1961 - 66 prace takie prowadzono w Wojskowym Instytucie Techniki Pancernej i Samochodowej. W jednym ze sprawozdań z tych prac /Nr 112/TP-2/66 z 22.12.1966 r. - punkt 7.1/ czytamy: "Na podstawie uzyskanych materiałów podczas badań 11 czołgów T-54A pod kątem wydłużenia okresów międzyobsługowych, można stwierdzić, że w warunkach "W" istnieje możliwość wykonania przez nie przebiegu

w granicach 3000 - 3500 km przy zachowaniu zmniejszonego obsługiwan-  
ia technicznego ...".

Dalsze prace w tym zakresie mogą dać jednak pozytywne wyniki tylko  
przy ich oparciu o szerokie badania, prowadzone w jednostkach wojsko-  
wych w trakcie planowej eksploatacji pojazdów mechanicznych. Celem  
takich badań m.in. może być:

- ustalenie odpowiednich do stanu niezawodnościowego, wprowadzonych  
zmian konstrukcyjnych i nowych materiałów eksploatacyjnych -  
przebiegów międzyobsługowych;
- określenie technicznie uzasadnionego zakresu prac i technologii  
poszczególnych stopni obsługiwan-  
ia technicznego dla określonych  
warunków użytkowania pojazdów mechanicznych;
- ustalenie - adekwatnych do obowiązującej technologii i poziomu  
wyszkolenia załóg /kierowców/ - normatywnych czasów wykonywania  
poszczególnych czynności obsługowych;
- określenie optymalnych potrzeb w zakresie ruchomych środków  
i oprzyrządowania obsługowego.

#### 10.2. Problematyka z dziedziny remontów pojazdów mechanicznych

Prowadzenie prac w zakresie modyfikacji aktualnie istniejącego  
w WP systemu remontów sprzętu technicznego powierzono Katedrze Remon-  
tów Pojazdów Mechanicznych WAT. Pierwszy etap prac został zakończony  
na początku b.r. koncepcją organizacji remontów na szczeblu taktycz-  
nym i operacyjnych. Obecnie opracowywana jest technologia remontów  
polowych pojazdów mechanicznych.

Określenie kierunków dalszych prac w tej dziedzinie jest uzależnione  
zatem od wyników w/wym. prac. Niemniej jednak, nie wchodząc w szczegóły  
zagadnienia, na podstawie analiz przeprowadzonych w niniejszej pracy  
można stwierdzić, że aktualnie występują w tym względzie m.in. następu-  
jące potrzeby:

- ustalenie, dla poszczególnych grup rodzajowych pojazdów  
mechanicznych - odpowiednio do ich charakterystyk niezawodno-  
ściowych, współczynników średnich strat eksploatacyjnych;

- ustalenie najbardziej prawdopodobnych, dla poszczególnych rodzajów działań bojowych wojsk i grup rodzajowych pojazdów, współczynników średnich strat bojowych;
- wprowadzenie odpowiedniej do istniejącego i ewentualnie przewidywanego na okres "W" systemu remontów, klasyfikacji funduszu remontowego i kryteriów kwalifikacji uszkodzeń do określonych klas remontowych;
- wydzielenie w zabezpieczeniu technicznym systemu rozpoznania technicznego funduszu remontowo-ewakuacyjnego na polu walki oraz określenie zasad /sposobów/ jego funkcjonowania i między-systemowego obiegu informacji.

#### 10.3. Problematyka z dziedziny ewakuacji pojazdów mechanicznych

Analogicznie jak w przypadku systemu remontów, prowadzenie prac w zakresie systemu ewakuacji pojazdów mechanicznych na szczeblu taktycznym i operacyjnym powierzono Wojskowemu Instytutowi Techniki Pancernej i Samochodowej. Prace są w toku, a harmonogram ich realizacji obejmuje okres do 1975 roku włącznie. Na podstawie dotychczas otrzymanych wyników można sądzić, że w rezultacie tych prac zostaną rozwiązane przynajmniej ważniejsze problemy w dziedzinie ewakuacji i ratownictwa pojazdów mechanicznych na polu walki.

WYKAZ LITERATURY CYTOWANEJ

1. Białas S.: Ogólne zasady zabezpieczenia technicznego /czołgowego i samochodowego/ wojsk w działaniach bojowych /skrypt/, ASG 1964.
2. Białas S.: Podstawowe problemy organizacji zabezpieczenia technicznego /czołgowo-samochodowego/ ruchliwości wojsk operacyjnych w początkowym okresie wojny, ze szczególnym uwzględnieniem oddziałów i związków taktycznych zmechanizowanych i pancernych /rozprawa habilitacyjna/, ASG 1966.
3. Białas S.: Wybrane zagadnienia z zakresu organizacji, prowadzenia oraz zabezpieczenia technicznego marszu i przegrupowania wojsk operacyjnych na dużą odległość /materiały szkoleniowe/, ASG 1968.
4. Biuletyn Informacyjny Sztabu Generalnego nr 5 /95/, Sztab Generalny MON 1969.
5. Czołg średni T-54A - opis i obsługiwane, Wyd. MON - sygn. Panc. - Sam. 94/69.
6. Dobrowolski A.: Próba oceny przepustowości dróg dla potrzeb zorganizowanego ruchu kolumn samochodowych /rozprawa doktorska/, Politechnika Warszawska 1968.
7. Fisz M.: Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna, PWN - Warszawa 1967.
8. Gniedenko B.W., Bielajew J.K. i Sołowiew A.D.: Metody matematyczne w teorii niezawodności, WNT - Warszawa 1968.
9. Gościński Janusz: Elementy cybernetyki w zarządzaniu, PWN - Warszawa 1968.
10. Greniewski H.: Cybernetyka niematematyczna, PWN - Warszawa 1969.
11. Idzikiewicz A.: PERT - metody analizy sieciowej, PWN - Warszawa 1967.
12. Instrukcja techniczna wojsk pancernych - obsługiwane techniczne

- czołgu średniego, Wyd. MON - sygn. Panc. 147/61.
13. Instrukcja techniczna wojsk pancernych - zabezpieczenie techniczne wojsk pancernych w czasie działań bojowych, Wyd. MON - sygn. Panc. 152/61.
  14. K.E.: Analiza marszu kolumn wojskowych i systemu zaopatrywania z punktu widzenia opłacalności niszczenia ich środkami napadu powietrznego, WPZ nr 4/71.
  15. Kukarin A.I. i Kuzenev K.V.: Eksploatacija bronetankovoj techniki - cz.IV, Vożdenie i ewakuacija tankov, Izd. Akademii BTW - Moskwa 1969.
  16. Kuznecov E.S.: Issledovanie eksploatacionnoj nadieżnosti avtomobilja, Izd. "Transport" - Moskwa 1969.
  17. Levin B.I. i inni: Setevoje planirovanie v transportnom stroitelstwie, Izd. "Transport" - Moskwa 1969.
  18. Łoza D.F. : Marś i vstrečnyj boj, Voenizdat - Moskwa 1968.
  19. Novikov O.A. i Petuchov S.I.: Prikładnye voprosy teorii massovogo obslużyvanija, Izd. "Sovietskoe Radio" - Moskwa 1969r.
  20. Novikov O.A. i Uvarov V.N.: Verojatnostnyje metody reśenija zadać avtomobilnogo transporta, Izd. "Transport" - Moskwa 1969.
  21. Obermajer T.: Notatki z wykładów WAK Akademii Wojsk Pancernych Armii Radzieckiej, Moskwa 1970 - wg opisu nr 6,94 i 181/Radz.
  22. Obermajer T.: Studia i wytypowanie zagadnień technicznych związanych z przystosowaniem podstawowych typów pojazdów mechanicznych /czołgów, transporterów opancerzonych i samochodów terenowych/ do przerzutu wojsk na odległość 600-800 km, sprawozdanie nr 97/R-1/70 - WITPiS 1970.
  23. Podstawowe normy taktyczne pododdziałów, oddziałów i związków taktycznych wojsk lądowych, Wyd. MON-sygn. Szkol. 258/65.
  24. Praca zbiorowa: Analiza matematyczna i obliczenie wielkości tworzącego się w poszczególnych okresach operacji zaczepnej frontu funduszu ewakuacyjnego oraz optymalnych sił do jego

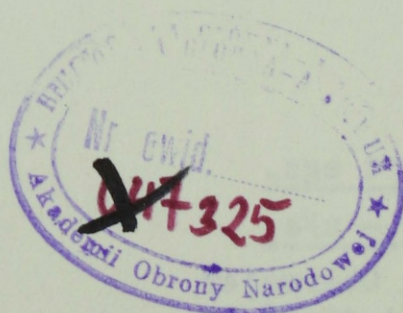
- ewakuacji, Katedra Cybernetyki Wojskowej ASG 1970.
25. Regulamin Walki Sił Zbrojnych PRL, Wyd. MON - sygn. Szt.Gen. 347/64.
  26. Rozenberg W. i Prochorow A.: Teoria masowej obsługi, PWE - Warszawa 1965r.
  27. Skrócony zbiór umówionych znaków taktycznych i skrótów, Wyd. MON - sygn. Szt.Gen. 398/67.
  28. Skutki wybuchów jądrowych, Wyd. na prawach rękopisu - 1958.
  29. Sprawozdanie nr 129/M-3/71 - Stan techniczny pojazdów mechanicznych 8 pz 3DZ biorących udział w ćwiczeniach w dniach 19-27.06.71r, WITPiS - Sulejówek 1971.
  30. Taktyka ogólna - podręcznik, wyd. MON - sygn. Szt.Gen. 408/67.
  31. Techničeskoe obespečenie tankovyh vojsk v sovremennom boju i operacii, Izd. Akademii BTW - Moskva 1964.
  32. Technologia obsługi technicznej transportera opancerzonego SKOT, Wyd. MON - sygn. Panc.-Sam. 24/67.
  33. Vademecum oficera /wydanie tymczasowe/, Wyd. ASG 1967.
  34. Vademecum technicznego zabezpieczenia wojsk /projekt/, Wyd. MON - Warszawa 1970.
  35. Zabezpieczenie techniczne marszu związku taktycznego, ASG 1968.

Wydruk.w 1 egz.

Egz.nr 1 - a/a

Wyk.ppłk Obermajor  
Druk.: JA 17.08.72

Nr 0600



Szefostwo

Biuro Uszkodzeń i Elektroniki

powołane z nr 0600

nr ewid. kopii 0438/72