

Grey Scale #13



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



10.VI 1969

Filar tel 115

6

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. Generała Broni Karola Świerczewskiego

JAWNE

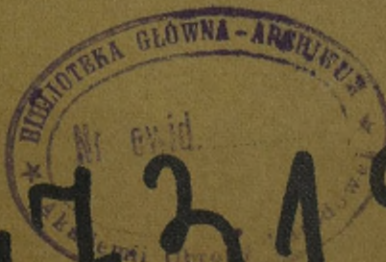


Egz. Nr.....1

plk dr Władysław FILAR

**ORGANIZACJA I PLANOWANIE DOWOZU
NA SZCZEBLU FRONTU I ARMII
PRZY WYKORZYSTANIU EMC**

Rozprawa habilitacyjna



47312

WARSZAWA

MAJ

1969



10.VI 1969

Filar tel 115

15

A K A D E M I A S Z T A B U G E N E R A L N E G O
im. Generała Broni Karola Świerczewskiego

JAWNE

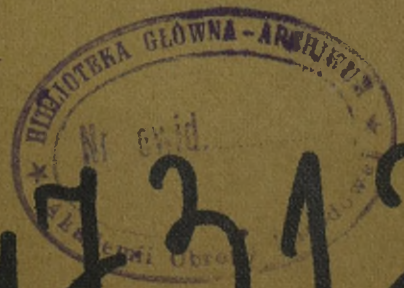
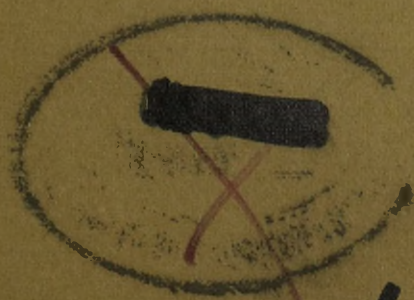
~~XXXXXXXXXX~~
~~XXXXXXXXXX~~

Egz. Nr.....1

płk dr Władysław FILAR

**ORGANIZACJA I PLANOWANIE DOWOZU
NA SZCZEBLU FRONTU I ARMII
PRZY WYKORZYSTANIU EMC**

Rozprawa habilitacyjna



47312

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni Karola Świerczewskiego

JAWNE

~~XXXXXXXXXX~~
~~XXXXXXXXXX~~

Egz.nr... 1

PODSTAWA
Ustawa z dnia 22 stycznia 1999 roku
art. 86 ust. 2 (Dz.U. 95 Nr 11 poz. 95)
pcc/bt

PRZEKLASYFIKOWANO
Protokół Nr 12657

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARMIJA
47312
Biuro Biblioteczne Armii Obrony Narodowej

płk dr Władysław FILAR

ORGANIZACJA I PLANOWANIE DOWOZU
NA SZCZEBLU FRONTU I ARMII PRZY WYKORZYSTANIU EMC

ROZPRAWA HABILITACYJNA

~~BIBLIOTEKA SZKOLENIA IZ
AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO~~

WSTĘP

Duży rozmach współczesnych operacji, wysokie nasycenie wojsk różnorodną techniką, niszczące skutki nowoczesnej broni oraz jakościowo nowe formy i warunki prowadzenia działań bojowych zwiększają wymagania dotyczące rytmiczności i terminowości materiałowo-technicznego zabezpieczenia wojsk. Walczące wojska zużywają duże ilości środków materiałowych, które muszą być systematycznie uzupełniane; ponoszą straty w ludziach i sprzęcie technicznym, co wymaga zorganizowania terminowej pomocy medycznej oraz ewakuacji ze strefy bezpośrednich działań. W rozwiązywaniu tych zadań w nowych warunkach, jednym z ważnych czynników decydujących o terminowej ich realizacji jest czynnik czasu, bowiem szybko rozwijająca się sytuacja na polu walki wymaga odpowiednio szybkiego reagowania również w dziedzinie materiałowo-technicznego zabezpieczenia wojsk. Praca organów zaopatrzących musi być przy tym nie tylko szybka i operatywna lecz poparta wszechstronną analizą konkretnych warunków, nakierowana na osiągnięcie możliwie dużej dokładności uzyskiwanych danych.

Obecny stan w dziedzinie dowodzenia tyłami oraz zarysowujące się dalsze kierunki jego rozwoju wskazują na konieczność dokonania istotnych zmian jakościowych w tej dziedzinie. Uwidacznia się przede wszystkim duża dysproporcja między olbrzymią ilością informacji, jakie organy termistrzowskie muszą zgromadzić o sytuacji, a fizycznymi możliwościami człowieka zapamiętania tych danych, opracowania ich i uogólnienia. Dążenie do skrócenia czasu trwania procesów związanych z wypracowaniem decyzji w zakresie zabezpieczenia materiałowo-technicznego wojsk, za pomocą dotychczasowych tradycyjnych metod i środków - aby

w ten sposób dostosować się do wymogów współczesnego pola walki - prowadzi jedynie do anormalnego zwiększenia intensywności pracy organów i oficerów funkcyjnych kwatermistrzostwa. Nadmierne przeciążenie pracą, wykraczające poza fizyczne i psychiczne możliwości człowieka, powoduje niedokładność w opracowaniu danych, błędną i nieobiektywną ocenę sytuacji, a podejmowane decyzje w zakresie materialowego zabezpieczenia wojsk są najczęściej empiryczne, oparte na intuicji i nawykach.

Analiza systemu oraz stosowanych dotychczas metod w dowodzeniu tyłami wskazuje na to, że organa kwatermistrzowskie zdecydowanie większą część czasu poświęcają na żmudne obliczenia i kalkulacje, a więc prace w pewnym sensie mechaniczne, natomiast mało czasu pozostaje im na pracę o charakterze koncepcyjnym, organizatorskim i kierowniczym. Tego stanu rzeczy nie da się zmienić przy zastosowaniu przestarzałych metod i środków bowiem wydajność pracy człowieka osiągnęła tu granice swoich możliwości.

Na czoło przedsięwzięć związanych z podniesieniem jakości metod dowodzenia tyłami wysuwa się konieczność stopniowej mechanizacji i automatyzacji tych procesów w pracy aparatu kwatermistrzowskiego, które wymagają opracowania dużej ilości informacji. Tylko zastosowanie metod matematycznych i elektronicznej techniki obliczeniowej może uwolnić człowieka od uciążliwej i żmudnej pracy mechanicznej, może dopomóc mu w wygraniu wyścigu o czas i stworzyć warunki dla twórczego przewidywania rozwoju sytuacji i kierowania jej przebiegiem. Zastosowanie metod matematycznych /w powiązaniu ze współczesną elektroniczną techniką obliczeniową/ do rozwiązywania problemów związanych z organizacją i planowaniem dowozu pozwala uzyskiwać optymalne rozwiązania,

odciąża pracowników od żmudnych i pracochłonnych obliczeń, wielokrotnie przyspiesza obliczenia i kalkulacje, co w sumie podnosi operatywność pracy aparatu kwatermistrzowskiego.

Praca niniejsza stanowi próbę ujęcia niektórych zagadnień organizacji i planowania dowozu na szczeblu frontu w sposób umożliwiający wykorzystanie elektronicznych maszyn cyfrowych /EMC/. Celem pracy nie jest w żadnym przypadku zbadanie i wyjaśnienie wszystkich aspektów organizacji i planowania dowozu. Ma ona na celu jedynie zasygnalizowanie niektórych podstawowych problemów, jakie trzeba będzie rozwiązać w ramach zautomatyzowanego systemu przetwarzania informacji dla potrzeb planowania i kierowania dowozem w wojskach operacyjnych.

Badając procesy związane z organizacją, planowaniem i realizacją dowozu autor postawił sobie za cel:

- wyszukać i wyodrębnić określone prawidłowości występujące w procesie organizacji, planowania i kierowania dowozem na szczeblu operacyjnym;
- ustalić wpływ zjawisk koniecznych i zjawisk przypadkowych na organizację, planowanie i kierowanie dowozem;
- wskazać na możliwość i sposób algorytmizacji procesów związanych z organizacją, planowaniem i kierowaniem dowozu.

Szczególne uwagę autor zwrócił na to, aby praca spełniała następujące warunki:

- posiadała wartość społeczno-dydaktyczną, pozwalającą zrozumieć złożony proces organizacji, planowania i kierowania dowozem podczas działań bojowych;
- rozszerzała i porządkowała problematykę organizacji, planowania i kierowania dowozem na szczeblu operacyjnym;

- stanowiła podstawę do głębszego studium obejmującego problematykę praktycznych zastosowań elektronicznej techniki obliczeniowej do rozwiązywania zadań z zakresu dowozu.

Trzy pierwsze rozdziały mają charakter teoretyczny i stanowią próbę uporządkowania i ujednoczenia niektórych pojęć oraz dostosowania aparatu pojęciowego do wymogów elektronicznego przetwarzania danych. Krótko omówiono tu system zaopatrywania wojsk operacyjnych, ogólne założenia i wymagania w zakresie organizacji i planowania dowozu oraz niektóre problemy związane z kierowaniem dowozem. Rozdział czwarty ma charakter praktyczno-użytkowy i stanowi próbę optymalizacji niektórych procesów dowozu przy zastosowaniu elektronicznych maszyn cyfrowych. W tej części pracy starano się pokazać możliwości algorytmizacji niektórych procesów dowozu na szczeblu armii i frontu, przy czym rozważania w tym zakresie oparte są o praktyczne eksperymenty przeprowadzone na EMC "ODRA-1003" i EMC "MIŃSK-22" w Akademii Sztabu Generalnego w latach 1965 - 1969.

Autor wyraża nadzieję, że praca powyższa przyczyni się chociaż w drobnym stopniu do dalszego postępu prac w dziedzinie automatyzacji i mechanizacji procesów związanych z dowodzeniem tyłami.

Korzystając z okazji pragnę w tym miejscu spełnić miły obowiązek i serdecznie podziękować płk profesorowi Felicjanowi Wiśniewskiemu, którego cenne, postępowe i daleko wybiegające w przód myśli i uwagi były motorem poczynań autora.

Niech mi wolno będzie serdecznie podziękować gen.bryg. inż. Mieczysławowi Obiedzińskiemu, którego konsultacje oraz wskazówki i uwagi podczas ćwiczeń w terenie, w których miałem zaszczyt uczestniczyć, pozwoliły mi wiązać rozważania teoretyczne z praktyką.

Serdecznie dziękuję gen.bryg.dr Lesławowi Dudkowi, pod którego bezpośrednim kierownictwem pracowałem w Katedrze Takty Tylów ASG, za okazywaną mi pomoc w rozwiązywaniu poszczególnych zagadnień oraz stworzenie dogodnych warunków dla rozwijania i prowadzenia prac naukowo-badawczych.

Wyrażam podziękowanie również pierwszym recenzentom niniejszej pracy: płk mgr inż. Piotrowi Lesiszowi i płk dypl. Bolesławowi Możdżeniowi, których uwagi pozwoliły mi na wniesienie poprawek i niezbędnych uzupełnień.

R O Z D Z I A Ł I

SYSTEM ZAOPATRYWANIA WOJSK OPERACYJNYCH

Jednym z podstawowych zadań tyłów jest ciągle i nieprzerwane zaopatrywanie walczących wojsk we wszelkie środki materiałowe, potrzebne im do życia i walki. Dla wykonania tego zadania zorganizowany jest określony system zaopatrywania, tworzący ciągły łańcuch połączonych z sobą ogniw, dostosowany do struktury organizacyjnej i ugrupowania wojsk oraz układu komunikacyjnego.

Pod pojęciem "system zaopatrywania" należy rozumieć ustalone podstawowe zasady rozdziału i cyrkulacji środków materiałowych, a także charakter wzajemnych stosunków i powiązań pomiędzy poszczególnymi ogniwami organów kierujących i wykonawczych. System zaopatrywania powinien określać podstawowe zasady:

- rozmieszczenie baz zaopatrzenia i transportu;
- gromadzenia i urzutowania zapasów;
- rozdziału środków materiałowych dla poszczególnych elementów ugrupowania wojsk;
- ustalania norm zużycia środków materiałowych;
- organizacji, planowania i realizacji dowozu środków materiałowych.

W systemie zaopatrywania wojsk operacyjnych możemy wyróżnić ogniwa szczebla frontowego, armijnego i taktycznego. Ogniwa szczebla frontowego tworzą polowe bazy frontu /PBF/ oraz oddziały polowych baz frontu /OPBF/, ogniwa szczebla armijnego - ru-

chome bazy armii /RBA/, ogniwa szczebla taktycznego - dywizyjne punkty zaopatrywania /DPZ/, pułkowe punkty gospodarcze /PPG/ i batalionowe punkty zaopatrywania /bpz/. Oprócz zapasów znajdujących się przy broni, sprzęcie i żołnierzu, w każdym z tych ogniw utrzymywane są określone zapasy środków materiałowych, przeznaczone do zapewnienia ciągłości zaopatrywania walczących wojsk.

Duża ruchliwość i manewrowość poszczególnych rodzajów wojsk wymagają, aby wojska nie były obciążone zbyt ciężkimi środkami materiałowymi. Chodzi o to, aby kolumny marszowe były możliwie jak najkrótsze, bez zbędnych "ogonów". Z drugiej zaś strony zachodzi konieczność, aby wojska posiadały zawsze do swojej dyspozycji takie ilości środków materiałowych, które niezbędne są do prowadzenia działań. Utrzymywanie nadmiernych zapasów, wykraczających poza rzeczywiste potrzeby, może doprowadzić w określonych warunkach do utraty ruchliwości i swobody manewru, tak w skali operacyjnej jak i taktycznej. Brak odpowiednich zapasów, z kolei, może naruszyć ciągłość zaopatrywania wojsk i doprowadzić do utraty elastyczności całego systemu zaopatrywania. Ten dylemat może być rozwiązany tylko poprzez systematyczny i terminowy dowóz środków materiałowych ze składów szczebla nadrzędnego. W tym świetle funkcja dowozu nabiera szczególnego znaczenia, staje się jedną z głównych funkcji organów zaopatrujących, decydującą o stanie materiałowego zabezpieczenia wojsk.

Wysokość utrzymywanych w poszczególnych ogniwach zapasów zależy w głównej mierze od możliwości dowozu, inaczej mówiąc od możliwości odtworzenia tych zapasów przez szczebel nadrzędny /rys. 1/. Oznacza to, że w poszczególnych ogniwach systemu

zaopatrywania będą utrzymywane zapasy środków materiałowych niezbędne dla pokrycia potrzeb zaistniałych w czasie, jaki jest konieczny na zorganizowanie i wykonanie ponownego dowozu. Decydującymi czynnikami określającymi możliwość odtworzenia zapasów są przede wszystkim możliwości transportu wykorzystywanego do dowozu oraz odległość poszczególnych ogniw dowozu od siebie. Wysokość zapasów możemy określić, jako iloczyn średnich potrzeb występujących w jednostce czasu, i czasu niezbędnego na zrealizowanie ponownego dowozu. Zapiszemy to w formie wzoru:

$$Z = p \cdot T_d \quad /1/$$

gdzie:

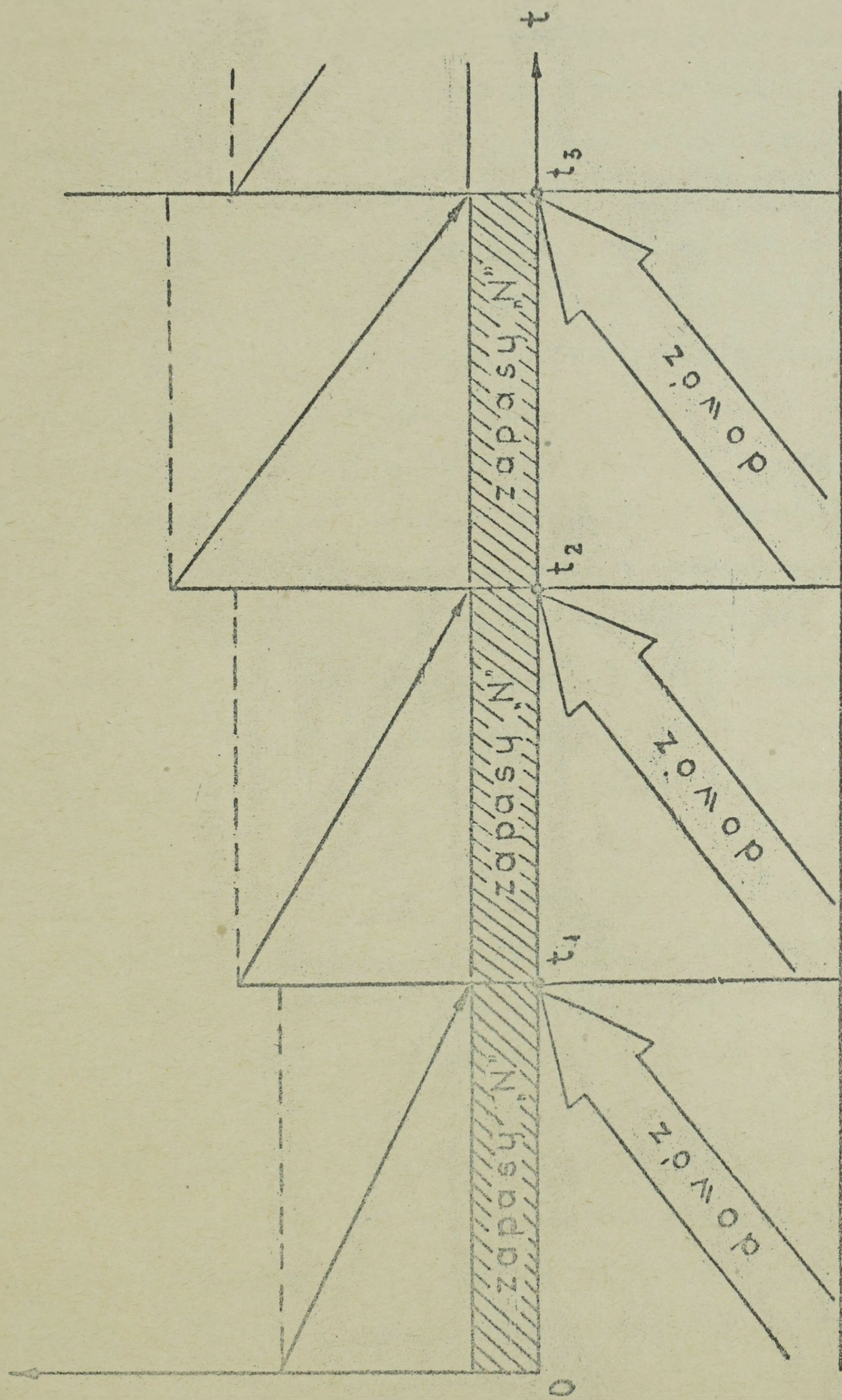
- Z - wysokość zapasów utrzymywanych w poszczególnych ogniwach;
- p - średnie potrzeby środków materiałowych występujące w jednostce czasu;
- T_d - czas niezbędny na zrealizowanie dowozu /na odtworzenie zapasów/;

Aby zapobiec niepożądanym zakłóceniom, jakie mogą zaistnieć w wyniku niespodziewanych wahań w zużyciu środków materiałowych, w ramach utrzymywanych zapasów ustalone są tzw. zapasy nienaruszalne. Są to zapasy, które mogą być zużywane jedynie w szczególnych przypadkach na rozkaz dowódcy. Zapasy nienaruszalne są stale odtwarzane i w warunkach niezakłóconego nieczym zaopatrywania utrzymywane na jednakowym poziomie.

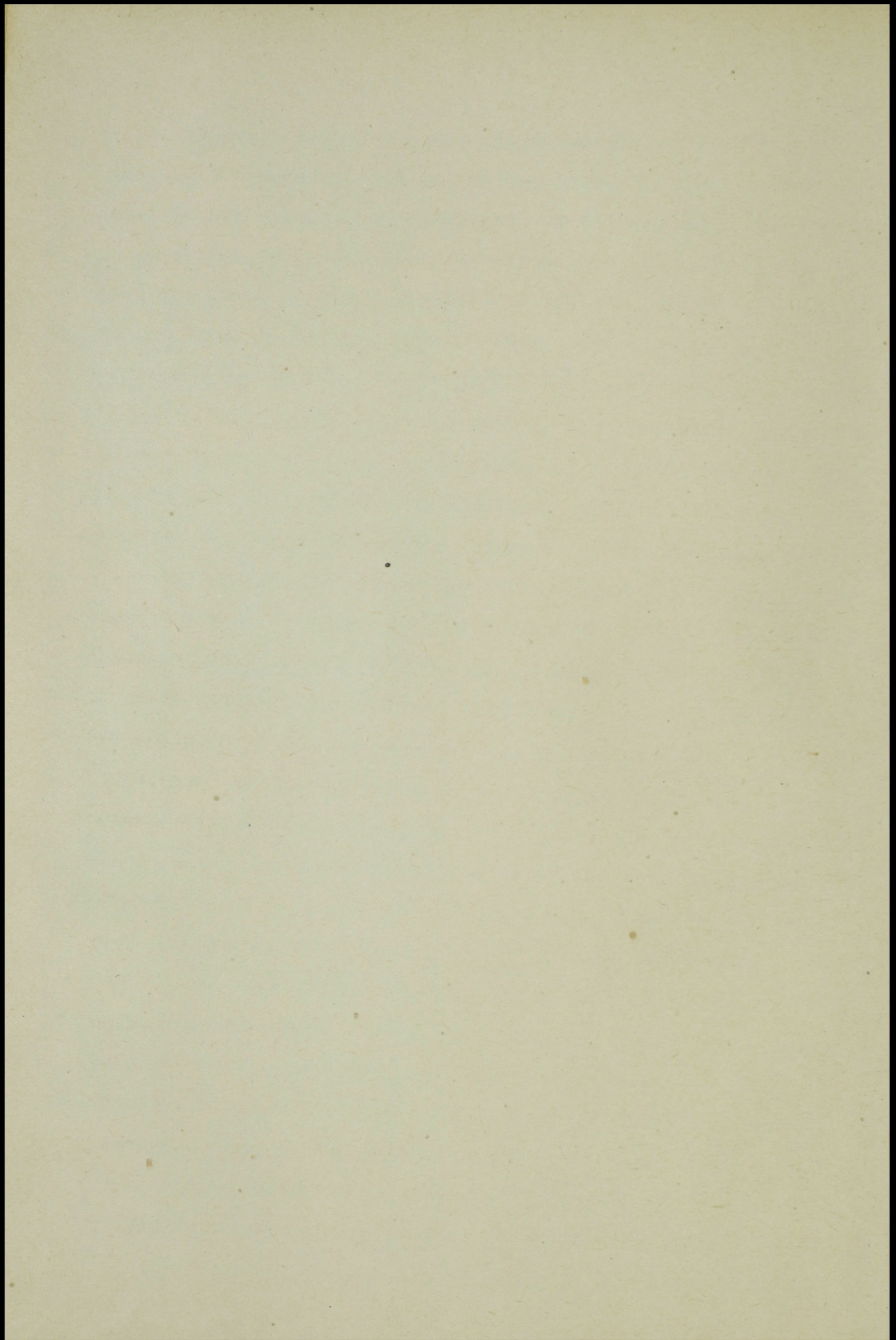
Gdybyśmy mogli stworzyć takie warunki, aby w każdym czasie, w każdym miejscu i w każdej sytuacji zapożnić dowóz potrzebnych środków materiałowych, to utrzymywanie zapasów w poszczególnych ogniwach nie byłoby konieczne. Ale wiemy, że tak nie jest, że nie rozporządzamy takim uniwersalnym i szybkim transportem. Zorganizowanie i zrealizowanie dowozu wymaga określonego czasu, w którym powstają, i w którym muszą być zaspokojone określone potrzeby materiałowe. Utrzymywane zapasy stwarzają przesłanki pewnej samodzielności związków operacyjnych, związków taktycznych i oddziałów pod względem materiałowym, co z kolei umożliwia zachowanie ciągłości w zaopatrywaniu wojsk.

Dla przykładu podamy, że podczas II wojny światowej, na szczeblu armii ogólnowojskowej utrzymywano zapasy przechodnie w wysokości: 1 - 1,5 jn amunicji, 1 - 2 jn materiałów pędnych i smarów /mps/, 10 rdz żywności. Powyższe zapasy wystarczały na prowadzenie działań średnio w ciągu około 5 dni. Utrzymywanie takich zapasów na szczeblu armii podyktowane było istniejącymi warunkami dowozu. Wówczas, cały ciężar dowozu do składów armii spoczywał przede wszystkim na transporcie kolejowym, odgrywającym na tym szczeblu decydującą rolę. Każde uszkodzenie linii kolejowej naruszało ciągłość dowozu i bezpośrednio odbijało się na zaopatrzeniu wojsk. Utrzymywane 5-cio dniowe zapasy na szczeblu armii zapewniały ciągłość zaopatrywania wojsk bowiem wystarczały na pokrycie potrzeb zaistniałych w ciągu naprawy uszkodzonej linii kolejowej oraz w okresie potrzebnym na zorganizowanie i wykonanie ponownego dowozu.

Obecnie zmieniły się warunki zaopatrywania wojsk. Z jednej strony zwiększył się wachlarz różnych środków transportowych wykorzystywanych do przewozów, z drugiej zaś strony - wzrosła



Rys. 1. Zależność wysokości zapasów od przewidywanego zużycia i czasu wymaganego na zrealizowanie zamówienia.



rola i znaczenie transportu samochodowego w ogólnym systemie dowozu. Dla dowozu środków materiałowych z obszaru kraju do baz frontu wykorzystywane są kompleksowo różne rodzaje transportu takie jak: transport kolejowy, samochodowy, rurociągowy, wodny śródlądowy, morski, powietrzny. Powyższe rodzaje transportu mogą być wykorzystane również do przewozów międzybazowych na szczeblu frontu. Natomiast do dowozu środków materiałowych z baz frontowych do ruchomych baz armii wykorzystywany będzie głównie transport samochodowy, i jako transport interwencyjny - powietrzny. Tylko w szczególnie sprzyjających warunkach, w ogniu tym może być wykorzystywany transport kolejowy i rurociągowy. Na szczeblu taktycznym podstawowym rodzajem transportu realizującym dowóz będzie transport samochodowy. Ideowy schemat systemu zaopatrywania wojsk operacyjnych przedstawiony został na rys. 2 i 3. Na schematach ujęto transport realizujący dowóz tak w przekroju poziomym, obejmującym rodzaje transportu, jak i w przekroju pionowym, obejmującym transport poszczególnych szczebli, przy czym pokazano możliwość omijania poszczególnych ogniw.

We współczesnych wysoce manewrowych działaniach bojowych dowóz środków materiałowych do walczących wojsk możliwy jest jedynie przy kompleksowym wykorzystaniu różnych rodzajów transportu. Konieczność wykorzystania różnych rodzajów transportu w sposób kompleksowy wynika m.in. z tego, iż w toku działań dowóz będzie realizowany w sposób masowy, z dużym natężeniem, a przy tym w warunkach stałego oddziaływania przeciwnika na tyły i układ komunikacyjny. W takich warunkach, wydaje się wprost niemożliwością wykonanie powyższych zadań przy pomocy

jednego, wybranego, chociażby najbardziej wydajnego transportu.

Głównym celem stosowania kompleksowości w wykorzystaniu różnych rodzajów transportu jest pełne zaspokojenie potrzeb przewozowych wojsk w sposób racjonalny pod względem technicznym i ekonomicznym, przy możliwie jak najmniejszych stratach czasu, sił i środków. Stąd też pod określeniem "kompleksowe wykorzystanie transportu" można rozumieć m.in.:

- podział konkretnych zadań przewozowych między poszczególne rodzaje transportu /a także jednostki transportowe - jednorodne/ stosownie do ich możliwości i właściwości techniczno-ekonomicznych, w sposób zapewniający optymalne efekty dla gospodarki wojskowej, jednostek transportowych i jednostek zaopatrywanych;

- technikę współdziałania ze sobą różnych rodzajów transportu /a także jednostek transportowych/ rozumianą jako współdziałanie transportu na stykach /ogniwach/ podczas realizacji zadań przewozowych.

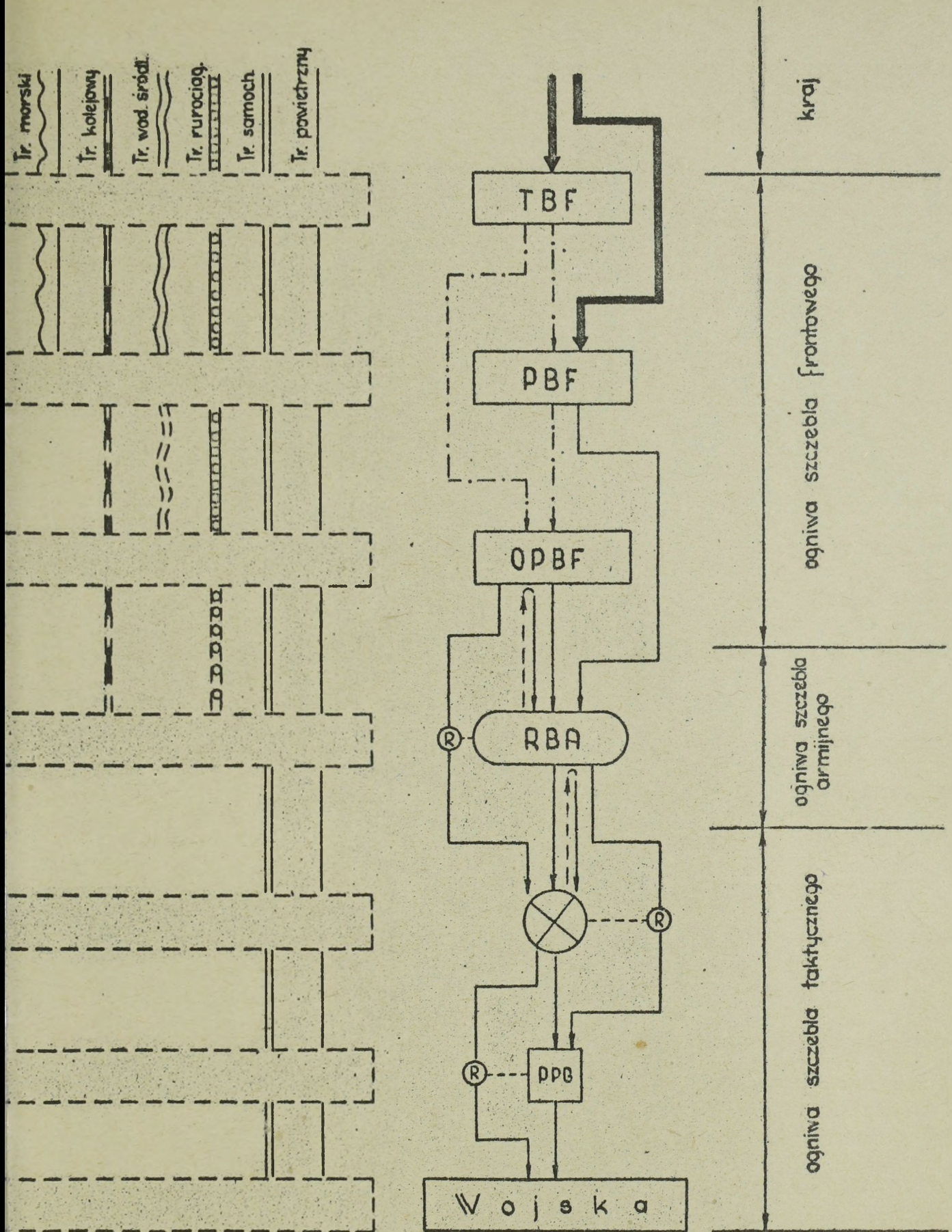
Kompleksowe wykorzystanie transportu w układzie wojsk operacyjnych wymaga spełnienia następujących warunków:

- właściwego określenia możliwości przewozowych wszystkich rodzajów transportu w ogniwach szczebla frontowego, armijnego i taktycznego oraz racjonalnego podziału zadań między nimi, w zależności od sytuacji taktyczno-operacyjnej i tyłowej;

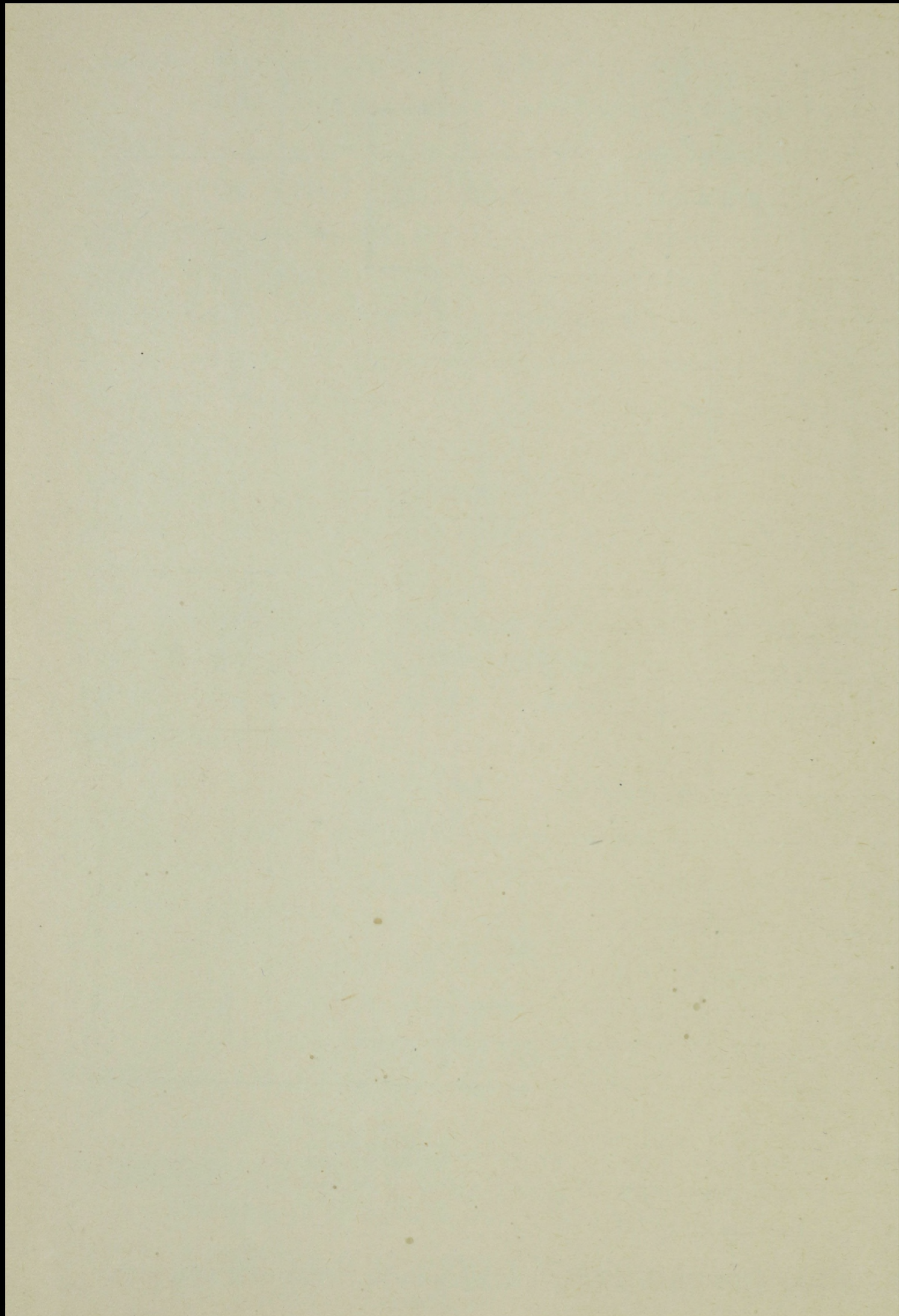
- przygotowania sieci komunikacyjnej oraz zapewnienia możliwości i bezpieczeństwa ruchu na niej;

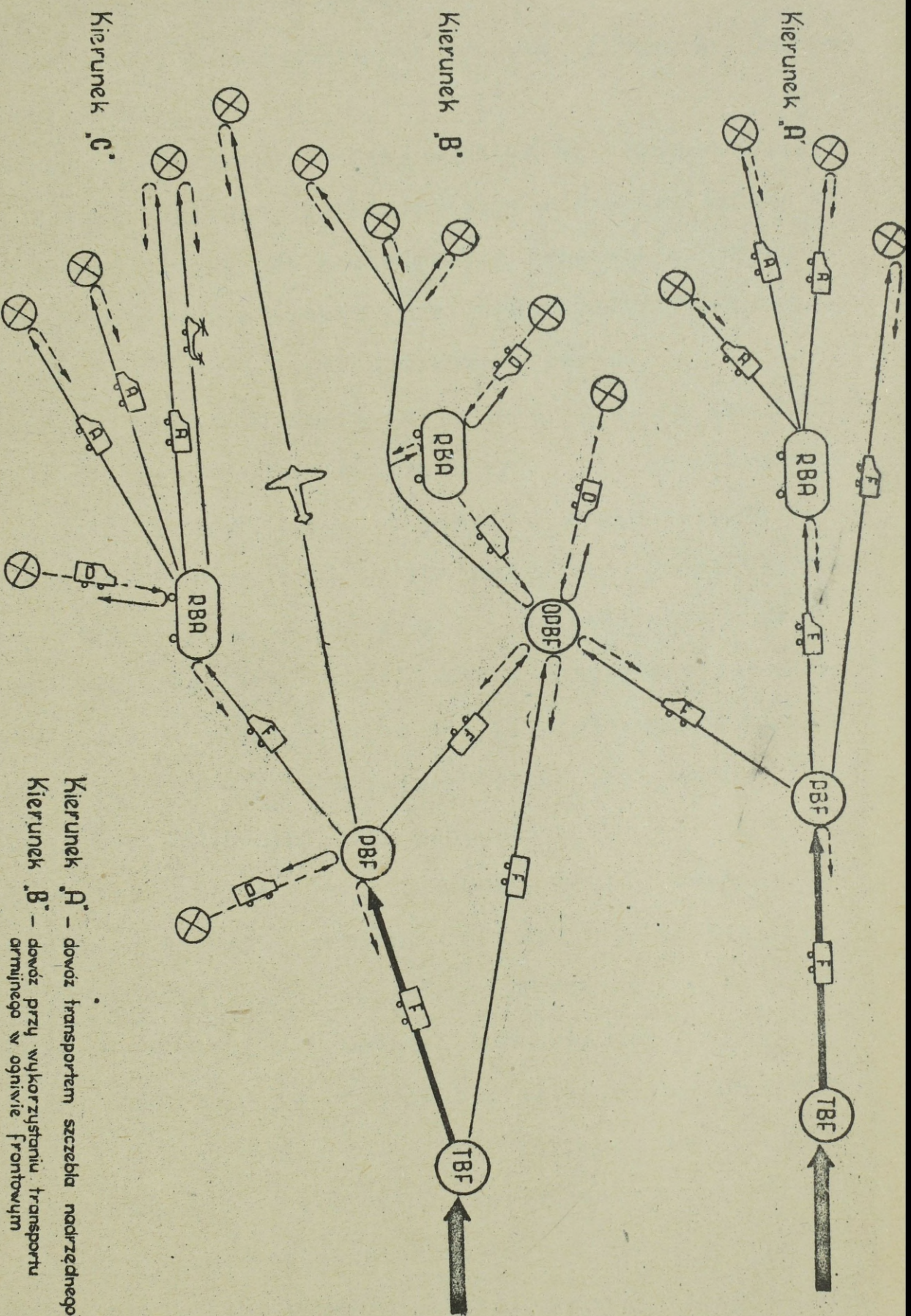
- stałego utrzymywania rezerw przewozowych i dublowania jednego rodzaju transportu drugim;

- terminowego przygotowania i zapewnienia ciągłości w pracy na stykach różnych rodzajów transportu i w ogniwach zaopatrujących różnych szczebli;



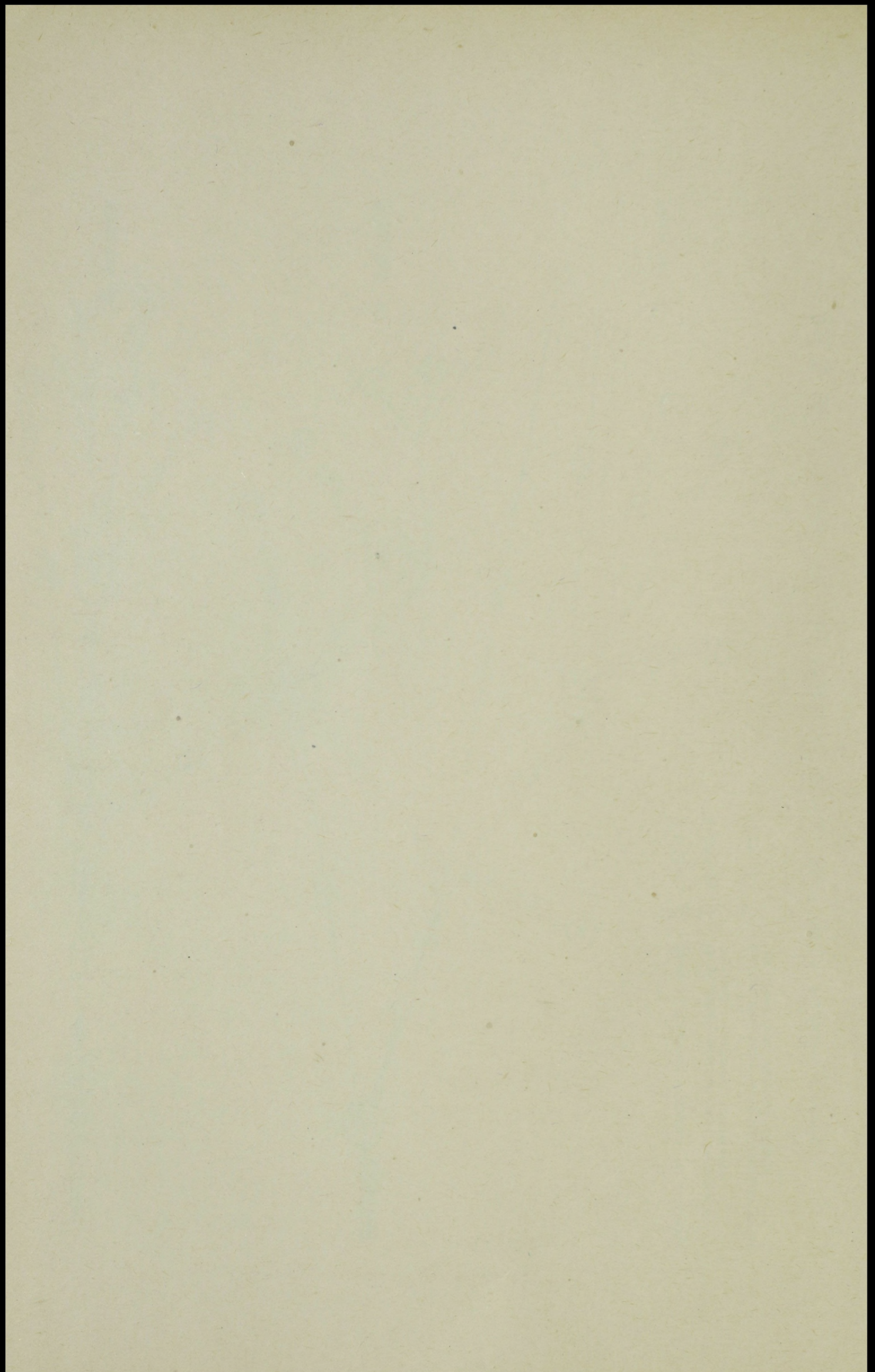
rys. 2. Ideowy schemat systemu zaopatrywania wojsk operacyjnych





Kierunek A - dowóz transportem szczebla nadrzędnego
 Kierunek B - dowóz przy wykorzystaniu transportu
 armijnego w ogniwie frontowym
 Kierunek C - dowóz przy wykorzystaniu różnych rodza-
 jów transportu różnych szczebli

Rys. 3. Ideowy schemat organizacji dowozu na szczeblu operacyjnym (wybrane warianty)



- scentralizowanego kierownictwa przewozami i elastycznego manewru środkami transportowymi;
- odpowiedniego materiałowo-technicznego /i innego/ zabezpieczenia przewozów.

W systemie zaopatrywania wojsk możliwe są różne warianty organizacji dowozu. Najbardziej racjonalnym wariantem będzie taki, który zapewni terminową i niezawodną realizację dowozu w możliwie jak najkrótszym czasie, przy wykorzystaniu najdogodniejszych w danej sytuacji środków transportowych.

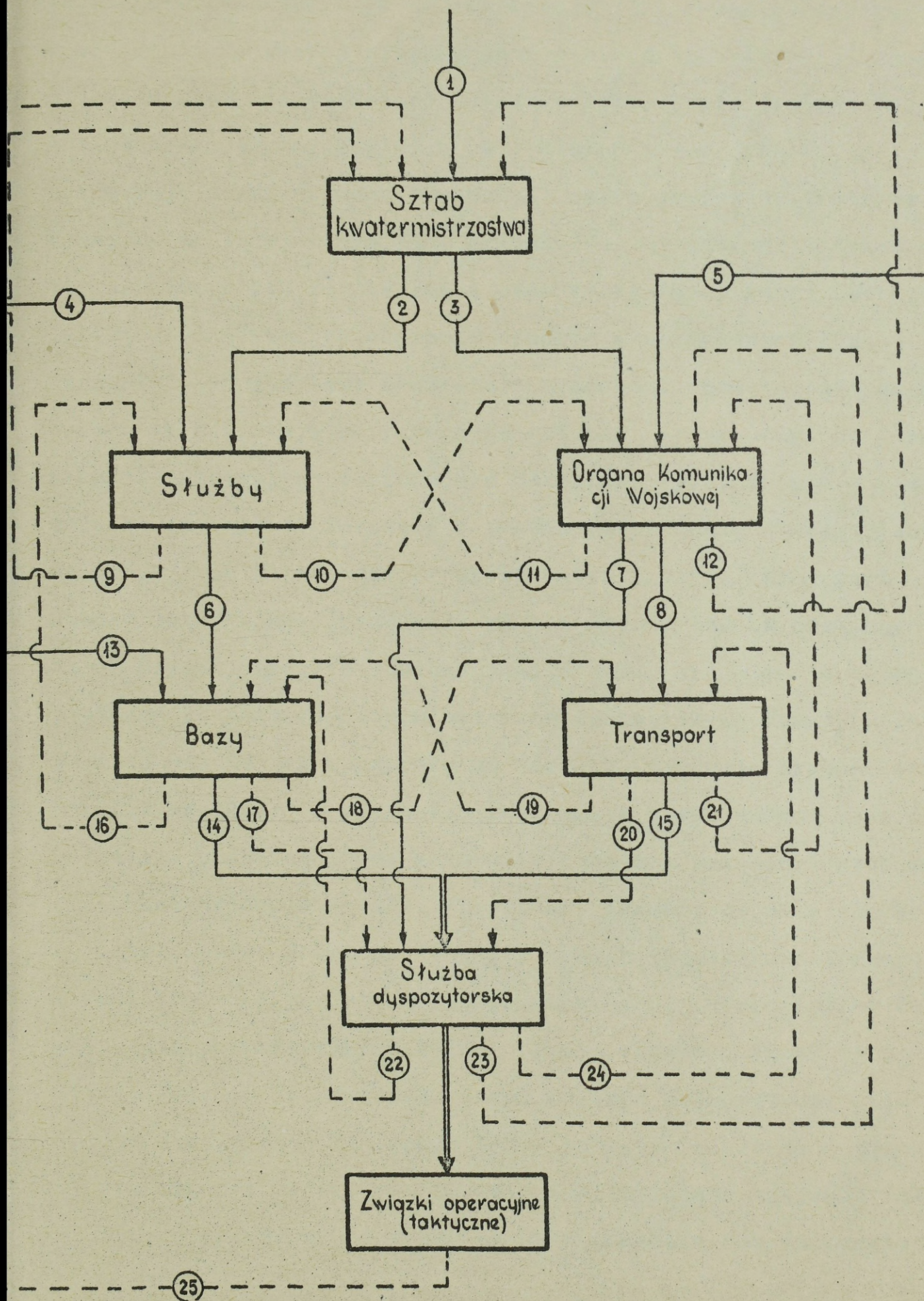
Rozpatrując system zaopatrywania, jako ustalone zasady rozdziału i cyrkulacji środków materiałowych, nie sposób pominąć problemu wzajemnych stosunków i powiązań pomiędzy poszczególnymi elementami systemu oraz wynikający z tego model obiegu informacji. W tym miejscu ograniczymy się do omówienia modelu obiegu informacji w tej jego części, która uwzględnia informacje wykorzystywane w procesie organizacji, planowania i kierowania dowozem. Na rys. 4 przedstawiony został taki model w ujęciu cybernetycznym. Wyjaśnimy jego mechanizm.

Na podstawie informacji o zadaniach, jakie w ramach operacji mają wykonać związki operacyjne i taktyczne frontu /1/, aktualnej sytuacji tyłowej wojsk /25/, informacji o możliwościach w zakresie zaopatrzenia wojsk frontu /9/ uzyskanych od poszczególnych służb oraz informacji o możliwościach przewozowych transportu /12/ uzyskanych od organów komunikacji wojskowej, sztab kwatermistrzostwa frontu określa ramowo zakres materiałowo-technicznego zabezpieczenia wojsk w operacji. Treścią pracy koncepcyjnej sztabu kwatermistrzostwa na tym etapie jest m.in. analiza i ocena sytuacji taktyczno-operacyjnej i tyłowej,

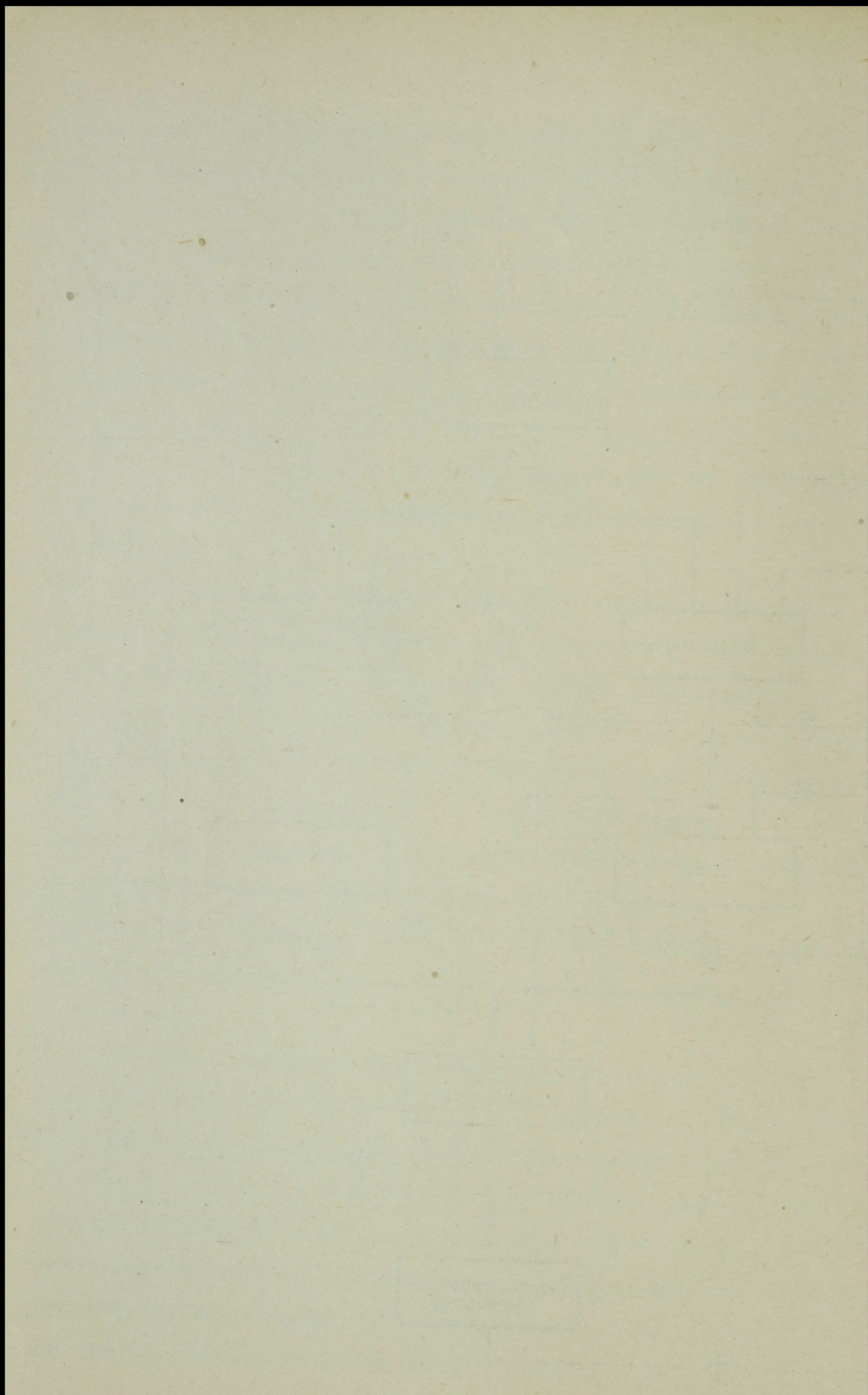
ustalenie celu i zakresu dowozu, rozważenie możliwych wariantów organizacji dowozu, dokonanie wyboru optymalnego rozwiązania, aby następnie w formie opracowanego planu przekazać powyższe dane poszczególnym służbom /2/ oraz organom komunikacji wojskowej /3/ do realizacji. Od tego momentu realizacja przedsięwzięć związanych z procesem dowozu będzie przebiegać po dwóch równoległych torach. Jeden z nich obejmuje przedsięwzięcia dotyczące środków materiałowych /reprezentują go służby i bazy/, drugi - przedsięwzięcia dotyczące wykorzystania środków transportowych /reprezentują go organa służby komunikacji wojskowej i jednostki transportowe/.

Ogólny plan uzupełnienia zapasów w związkach operacyjnych i taktycznych /2/, określający ogólne ramy zaopatrywania wojsk, wytyczne fachowe nadrzędnych organów poszczególnych służb /4/ oraz informacje o stanie i rozłożeniu zapasów w bazach /16/ stanowią podstawę do opracowania przez służby planów szczegółowych, obejmujących pełny i rozwinięty asortyment środków materiałowych. Dane te, w formie dyspozycji dotyczących zwolnienia środków materiałowych przeznaczonych do dowozu, przekazują poszczególnym bazom /6/, które na tej podstawie przygotowują środki materiałowe do wydania oraz organizują załadunek na transport.

Organa komunikacji wojskowej w oparciu o plan uzupełnienia zapasów w związkach operacyjnych i taktycznych /3/, wytyczne organów komunikacji wojskowej szczebla nadrzędnego /5/ oraz informacje o stanie i możliwościach transportu będącego w dyspozycji frontu /21/ opracowują szczegółowy plan dowozu, określając przewoźnika /t.j. wojskową jednostkę organizacyjną, która ma wykonać dowóz/, czas podstawienia transportu pod załadunek, zestawienie kolumn zaopatrzeniowych, czas i marszruty przejazdu,



4. Cybernetyczny model obiegu informacji w procesie organizacji planowania i kierowania dowozem na szczeblu Frontu



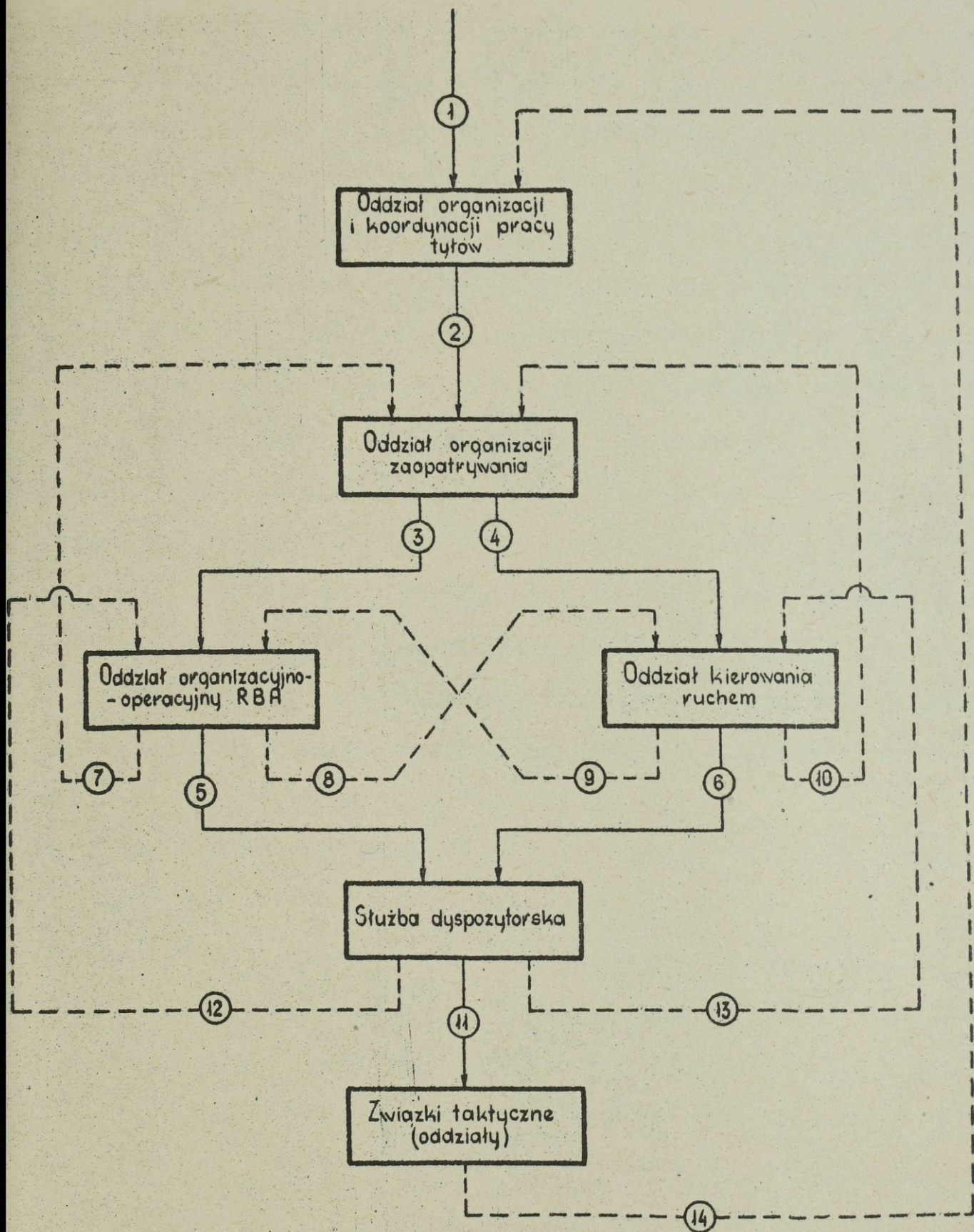
i w formie zarządzenia przekazują powyższe dane odpowiednim jednostkom transportowym do realizacji /8/. Ponadto, organa komunikacji wojskowej przekazują służbie dyspozytorskiej szczegółowe dyspozycje dotyczące zabezpieczenia ruchu transportów zaopatrzeniowo-ewakuacyjnych na obszarze tyłów frontu /7/.

Dyspozycje powyższe mogą obejmować: nazwę jednostki transportowej wykonującej dowóz /lub kolumny zaopatrzeniowej, transportu kolejowego itp./, miejsce i czas rozpoczęcia ruchu, marszrutę, miejsce i czas przekazania środków materiałowych itp.

Jednostki transportowe wydzielają transport, podstawiają go pod załadunek i kierują poszczególne kolumny /transporty/ ze środkami materiałowymi na odpowiednie marszruty /15/. Na tym w zasadzie kończy się dwutorowość w omawianym procesie i zorganizowane transporty załadowane środkami materiałowymi /transport + środki materiałowe/ przejmuje służba dyspozytorska rozmieszczona na czynnej sieci komunikacyjnej frontu, kierując je zgodnie z planem do poszczególnych związków operacyjnych /taktycznych/ frontu. Służba dyspozytorska na bieżąco informuje organa komunikacji wojskowej o przebiegu realizacji planu dowozu oraz położeniu poszczególnych kolumn i jednostek transportowych na sieci komunikacyjnej /23/. Sprzężenie zwrotne organów służby dyspozytorskiej z bazami /22, 17/ oraz z jednostkami transportowymi /24, 20/ pozwala na wzajemną wymianę informacji co do położenia poszczególnych kolumn transportowych, czasu osiągnięcia rejonów załadowania, czasu wejścia na marszruty itp. Sprzężenie zwrotne występuje także pomiędzy służbami a organami komunikacji wojskowej /10, 11/ umożliwiające wzajemne informowanie o potrzebach i wymaganiach w zakresie dowozu, możliwoś-

ciach przewozowych transportu oraz warunkach, w jakich przebiegać ma realizacja dowozu. Analogiczne sprzężenie zwrotne mamy także między bazami a transportem /18, 19/ pozwalające na uzgadnianie terminów i rejonów podstawiania transportów pod załadunek, organizacji przedsięwzięć związanych z pracami ładunkowymi itp.

Model obiegu informacji w procesie organizacji, planowania i kierowania dowozem na szczeblu armii będzie nieco różnić się od modelu szczebla frontowego. Wynika to przede wszystkim z innego funkcjonalnego powiązania takich elementów kwatermistrzostwa jak: służb, baz i transportu. Mechanizm obiegu informacji na szczeblu armii można w sposób uproszczony przedstawić następująco /rys.5/. Na podstawie informacji o zadaniach, jakie w ramach operacji mają wykonać związki taktyczne i oddziały armii /1/ oraz aktualnej sytuacji tyłowej wojsk /14/ oddział organizacji i koordynacji pracy tyłów określa ogólne ramy materiałowo-technicznego zabezpieczenia wojsk w operacji i w formie wytycznych przekazuje powyższe oddziałowi organizacji zaopatrywania /2/. Oddział organizacji zaopatrywania w oparciu o dodatkowe informacje o stanie środków materiałowych w RBA, uzyskane z oddziału organizacyjno-operacyjnego RBA /7/, oraz informacje o stanie, możliwościach i położeniu poszczególnych kolumn transportowych uzyskane z oddziału kierowania ruchem /10/ ustala cel i zakres dowozu, rozważa możliwe warianty organizacji dowozu, dokonuje wyboru optymalnego rozwiązania i opracowuje plan dowozu. Główne założenia planu dowozu przekazuje do oddziału organizacyjno-operacyjnego RBA celem realizacji /3/ oraz do oddziału kierowania ruchem dla zorganizowania i zapewnienia płynności ruchu kolumn zaopatrzeniowych /4/. Oddział organizacyjno-operacyjny RBA organizuje załadowanie środków materiałowych na trans-



Rys. 5. Cybernetyczny model obiegu informacji w procesie organizacji, planowania i kierowania dowozem na szczeblu armii.

technicznej/.

Z wymienionych wyżej znaczeń najbardziej interesuje nas strukturalne i czynnościowe.

Jeżeli mówimy o organizacji dowozu, mamy na myśli przede wszystkim organizację w znaczeniu czynnościowym. Dlatego też, w pracy niniejszej, nieco szerzej omówimy organizację w tym właśnie znaczeniu.

Organizacja, pojmowana jako czynność organizowania polega na:

a/ zebraniu informacji o danym procesie;

b/ określeniu celu działania i sposobu jego osiągnięcia, a w przypadku gdy cel działania został narzucony z góry - tylko na określeniu sposobu osiągnięcia celu;

c/ wyznaczeniu odpowiednich elementów /zespołów/ układu oraz ustalenie dla nich zadań w czasie i przestrzeni;

d/ określeniu wzajemnych zależności i powiązań elementów /zespołów/ wykonawczych oraz sposobu ich współdziałania;

e/ doprowadzeniu wyznaczonych zadań do poszczególnych elementów /zespołów/ wykonawczych;

f/ przygotowaniu wyznaczonych elementów /zespołów/ do wykonania zadań.

Kiedy zastanowimy się nad pierwszymi czterema grupami czynności /a,b,c,d/ to możemy się przekonać, że obejmują one w zasadzie podstawowe czynności wykonywane podczas sporządzania planu dowozu. Planowanie dowozu rozpoczynamy bowiem od zebrania informacji o stanie zapasów i możliwościach przewozowych transportu, od ustalenia celu i zakresu dowozu oraz określenia możliwych sposobów realizacji ustalonych zamierzeń. Następnie wy-

dzielamy odpowiednie jednostki transportowe oraz siły i środki do prac ładunkowych, ustalając dla nich konkretne zadania w czasie i przestrzeni. Ponieważ w procesie dowozu uczestniczą różne organa służb tyłowych, organa składów, jednostki transportowe i obsługi zachodzi konieczność koordynacji ich działania, określenia wzajemnych zależności i powiązań, ustalenie zakresu ich odpowiedzialności itp. W sumie, omówione wyżej zamierzenia stanowią treść planu dowozu.

Trzeba jednak podkreślić, że samo opracowanie planu nie jest równoznaczne z organizacją dowozu. Jeżeli w armii sporządzony został plan dowozu, to nie możemy powiedzieć, że po jego opracowaniu dowóz na szczeblu armii jest już zorganizowany. Opracowanie planu dowozu jest nieodzownym etapem organizacji dowozu, a plan dowozu - niezbędnym jej elementem. Jednak dowóz będziemy mogli uważać za zorganizowany dopiero wówczas, gdy wszystkie niezbędne informacje dotyczące wyznaczonych zadań doprowadzone zostaną do wszystkich elementów /zespołów/ wykonawczych, a te z kolei zostaną odpowiednio przygotowane do wykonania zadań. Czynności przygotowawcze do wykonania dowozu obejmują m.in. przegląd techniczny transportu, uzupełnienie paliwa, przygotowanie środków materiałowych do załadowania, rozmieszczenie sił i środków w zakresie prac ładunkowych odpowiednio do planu załadowania, urządzenie rejonów i punktów ładunkowych, odpowiednie rozmieszczenie transportu, maskowanie rejonów ładunkowych itp. Dla zobrazowania zależności zachodzących pomiędzy poszczególnymi czynnościami organizowania zostały one przedstawione graficznie, w formie modelu cybernetycznego /rys.6/.

Z tego co powiedzieliśmy wynika, że w treści pojęcia "organizacja dowozu" są zawarte:

a/ podział pracy, zakładający hierarchiczne i funkcjonalne uporządkowanie wszystkich czynności, jako pewnej całości; rozbięcie programu na czynności prostsze i przydzielenie ich następnie do realizacji wyznaczonym elementom /zespołom/ wykonawczym;

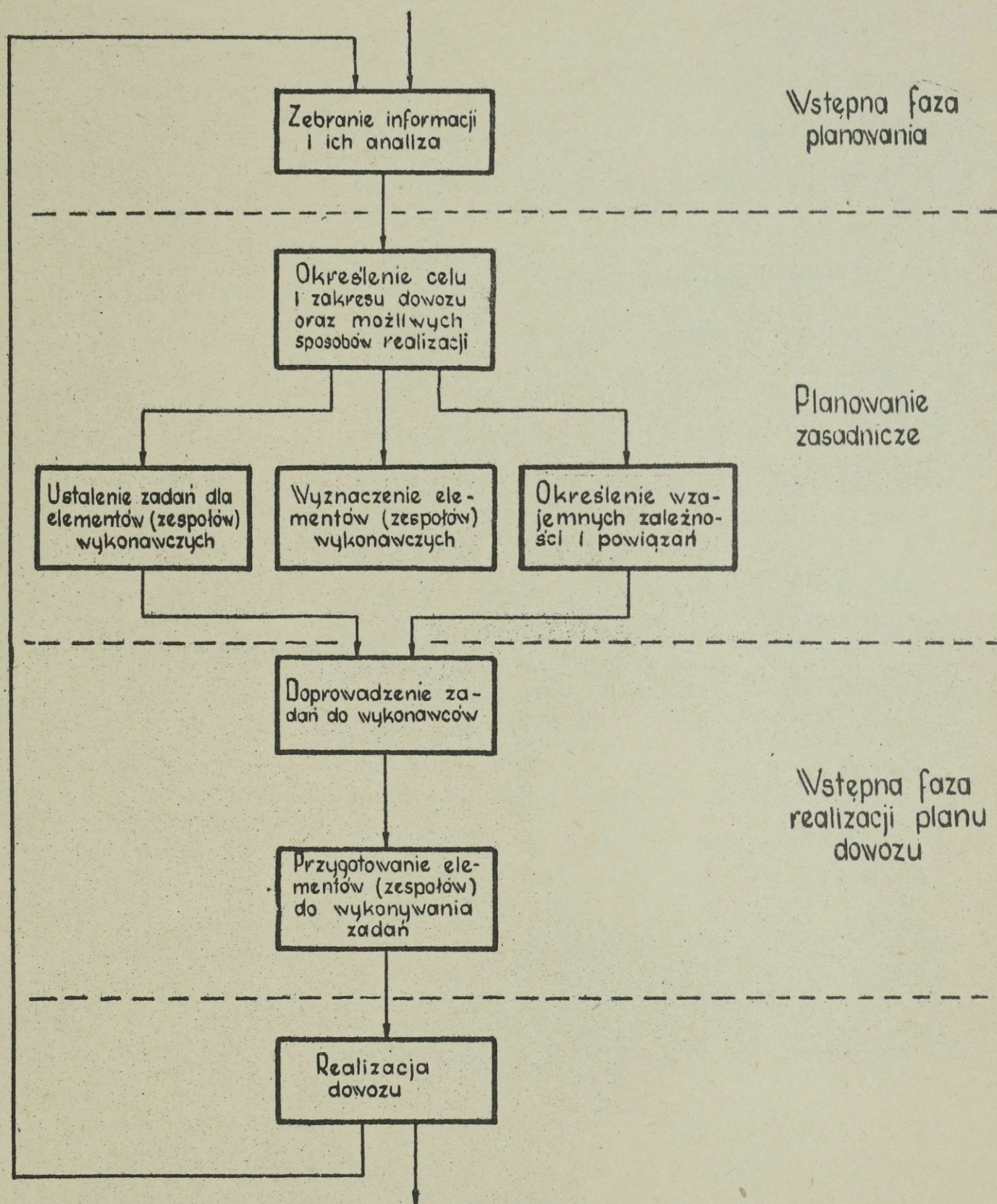
b/ odpowiedzialność poszczególnych elementów /zespołów/ wykonawczych za realizację powierzonych im części ogólnego zadania;

c/ formowanie koniecznych stosunków i wzajemnych powiązań pomiędzy poszczególnymi elementami /zespołami/ wykonawczymi wewnątrz układu.

Struktura i funkcja występują tu jako istotne i określające cechy organizacji. Są to cechy ściśle z sobą związane, bowiem struktura ogranicza /zawęża do pewnych granic/ zakres funkcji, zaś funkcja może mieć pełne zastosowanie jedynie w ramach odpowiedniej struktury.

Poprzez organizowanie wytwarzamy określone właściwości układu, które są warunkiem tego, aby układ jako całość oraz jego poszczególne elementy /zespoły/ reagowały na cele i zadania w ramach odpowiednich czynności, ponosiły odpowiedzialność za realizację przydzielonych im zadań oraz przejawiały aktywność podczas wykonywania tych zadań. Oto główna treść i sens organizacji, pojmowanej jako czynności organizowania.

Organizacja i planowanie dowozu środków materiałowych na szczeblu armii i frontu jest procesem niezwykle złożonym, wymagającym wnikliwej analizy i oceny szeregu czynników. Uczestniczą w nim kierownice organa tyłowe frontu i armii, organa i



Rys. 6. Model czynności związanych z organizowaniem dowozu



jednostki służby komunikacji wojskowej, zaopatrujące organa poszczególnych służb i rodzajów wojsk itp. Na organizację i planowanie dowozu wywiera wpływ szereg czynników wynikających ze sposobu działania wojsk własnych i nieprzyjaciela, warunków geograficzno-fizycznych obszaru objętego działaniami, warunków meteorologicznych itp.

W planowaniu obowiązują pewne ogólne zasady i prawidłowości, posiada ono pewne charakterystyczne cechy i metody. Znajomość tych zasad, cech i metod ma duże znaczenie praktyczne, może ułatwić zrozumienie całego procesu związanego z planowaniem dowozu, a także jego realizację. Dlatego też omówimy krótko niektóre zagadnienia związane z tym problemem.

Głównym celem planowania dowozu jest ustalenie naj efektywniejszego sposobu wykorzystania sił i środków, przy pomocy których realizuje się dowóz w konkretnie istniejących warunkach. Inaczej mówiąc, planowanie dowozu ma na celu określenie czasu, miejsca i sposobu wykorzystania sił i środków, w oparciu o konkretne warunki, wywierające wpływ na wykorzystanie danych sił i środków.

Planowanie dowozu można uważać jako jeden z etapów zorganizowanego działania, a także dziedziny podejmowania decyzji. Występują tu bowiem charakterystyczne dla tych procesów elementy, jak:

- analiza i ocena sytuacji;
- sprecyzowanie celu działania;
- rozważenie możliwych kierunków działania oraz środków niezbędnych do realizacji każdego z nich;

- ustalenie kryterium wyboru /efektywności/;
- wybór optymalnego rozwiązania, które najlepiej spełniałoby ustalone kryteria.

Planowanie wszelkiego działania określane jest niejednokrotnie jako analizowanie wewnętrznych i zewnętrznych jego warunków /elementów sytuacji/ oraz obmyślanie środków i sposobów działania dostosowanych zarówno do celów, jak i do istniejącej sytuacji. A więc i w tej definicji zawarte są te same elementy, jakie przedstawiliśmy wyżej, a które są charakterystyczne dla procesu podejmowania decyzji.

Przez wewnętrzne warunki działania będziemy rozumieć przewidywany na okres planowanego działania skład organizacyjny organów, komórek i jednostek, które będą realizować dowódz, fachowe i moralne kwalifikacje poszczególnych zespołów, służbowe i funkcyjne powiązania poszczególnych elementów, a więc wszystko to, co w ramach danego szczebla organizacyjnego decyduje o możliwościach wykonania zadań przewozowych.

Natomiast przez warunki zewnętrzne będziemy rozumieć przewidywane oddziaływanie elementów kręgu zewnętrznego, takich jak oddziaływanie nieprzyjaciela, warunki geograficzno-fizyczne itp., które mogą bądź to ułatwić, bądź utrudniać wykonanie dowozu.

Możemy zatem powiedzieć, że proces planowania dowozu powinniśmy rozpoczynać z reguły od wnikliwej analizy własnych możliwości w dziedzinie zaopatrzenia materiałowego i transportu, oceny sytuacji taktyczno-operacyjnej i tyłowej, sposobu działania nieprzyjaciela /ze szczególnym uwzględnieniem oddzia-

ływania na tyły i system komunikacyjny/, warunków geograficzno-fizycznych i innych, a więc uwzględniać wszystkie te parametry, które w sumie tworzą wewnętrzne i zewnętrzne środowisko, w jakim będzie realizowany dowóz.

Bezpośrednim i głównym celem dowozu jest uzupełnienie zapasów środków materiałowych do określonej wysokości, umożliwiające poszczególnym związkom operacyjnym /ZO/, związkom taktycznym /ZT/ i oddziałom wykonanie otrzymanego zadania bojowego. Realizacja tego celu stanowi jeden z podstawowych i niezbędnych elementów decydujących o stopniu gotowości bojowej wojsk.

W oparciu o dokonaną analizę i ocenę sytuacji możemy przystąpić do rozważenia możliwych kierunków działania oraz środków niezbędnych do realizacji każdego z nich. Należy podkreślić, że zarówno kierunki i środki działania, jak i sposoby ich wykorzystania będą tym skuteczniejsze, im lepiej będą dostosowane tak do celów, jak i warunków działania. Dlatego właśnie, tak ważne znaczenie posiada gruntowna analiza i ocena sytuacji oraz przewidywanie jej rozwoju.

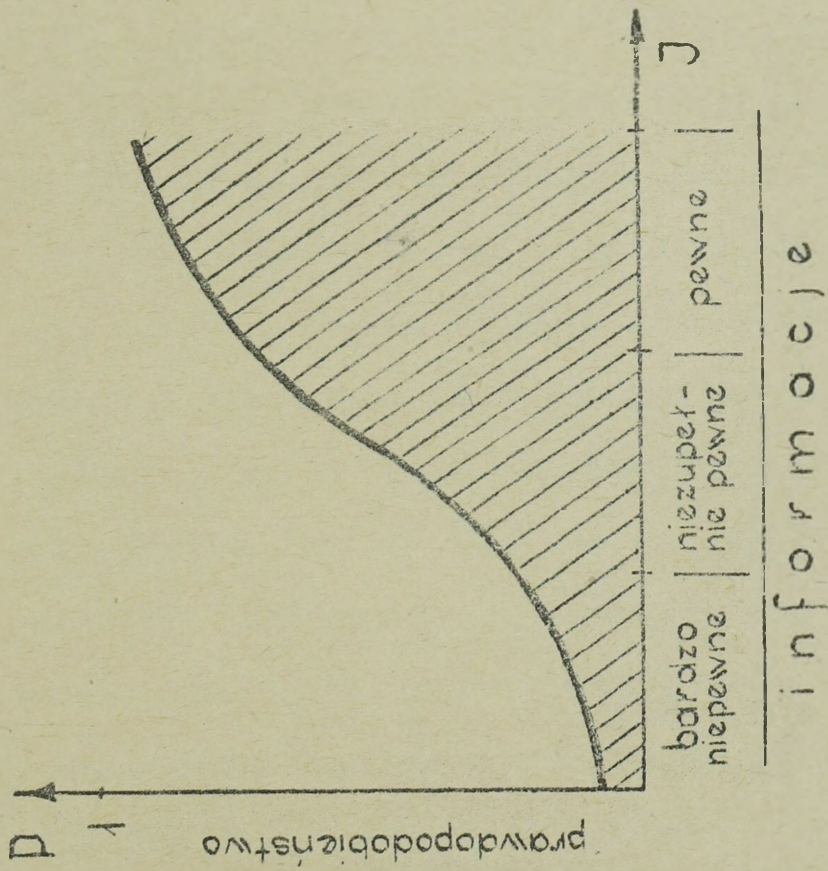
Na tym etapie planowania dowozu będziemy musieli odpowiedzieć na szereg pytań, a mianowicie: skąd dowozić, jaki rodzaj transportu użyć, po jakich drogach wykonywać dowóz, jakie środki są potrzebne dla zrealizowania poszczególnych wariantów planu dowozu /ilość środków przewozowych, siły i środki do prac ładunkowych, obsługa i utrzymanie dróg komunikacyjnych, obrona i ochrona transportów, zabezpieczenie techniczne, medyczne, materiałowe itp./ Ale odpowiedź na te pytania nie jest łatwa, bowiem warunki, w jakich podczas działań

bojowych wykonywany będzie dowóz stale się zmieniają. Niektóre z tych zmian w mniejszym lub większym stopniu zależne są od nas, inne są od nas zupełnie niezależne lecz można je przewidywać /przy czym obiektywne prawdopodobieństwo ścisłości przewidywań, lub odwrotnie - prawdopodobieństwo błędu, może być obliczalne lub nieobliczalne/, jeszcze inne elementy można będzie tylko dowolnie sobie zakładać. Wszystko to powoduje, że całkowite sprawdzenie się naszych przewidywań i założeń może być tylko przypadkiem. Stąd też, dla praktycznej działalności wpływa niezmiernie ważny wniosek postulujący konieczność takiego planowania, aby w toku realizacji plan mógł być zmieniany, bez naruszenia przyjętej w nim ogólnej koncepcji, inaczej mówiąc, chodzi o zachowanie elastyczności planowania.

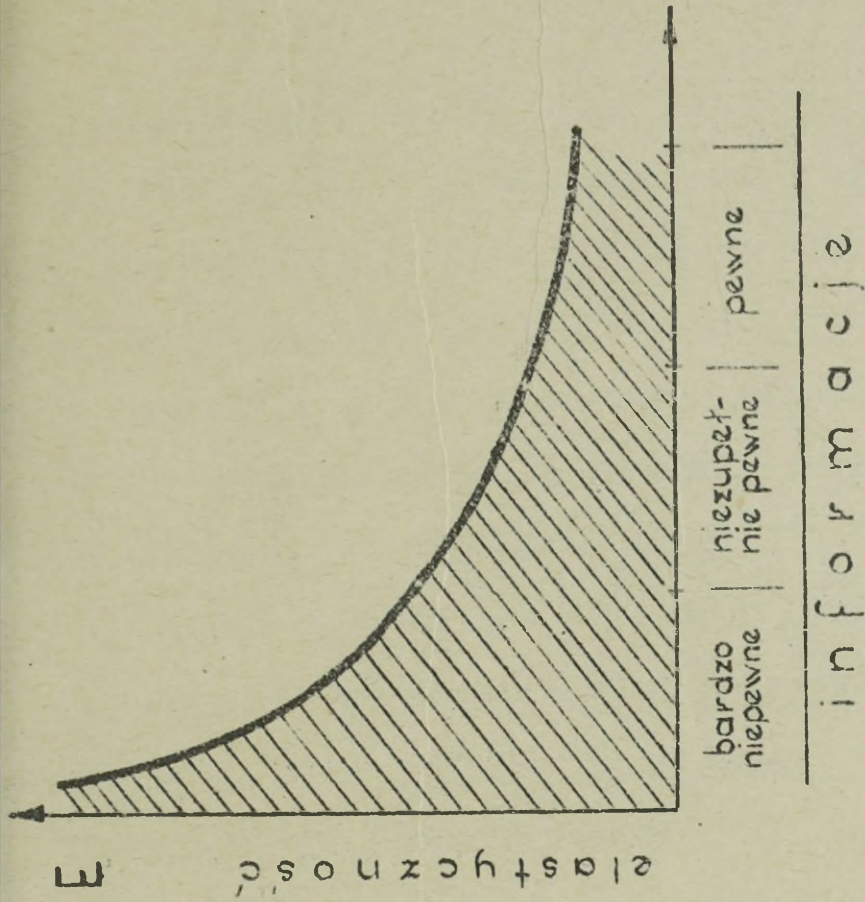
Przewidywanie możliwych kierunków działania opiera się na posiadanych przez nas w danym czasie informacjach. Informacje, jakimi będziemy dysponować mogą być różne. Możemy je podzielić na trzy zasadnicze grupy:

- 1/ informacje pewne /fakty sprawdzone, wiadomości zaczerpnięte z wiarygodnych źródeł/;
- 2/ informacje niezupełnie pewne /fakty nie całkowicie sprawdzone, źródła wiadomości nie całkowicie wiarygodne/;
- 3/ informacje bardzo niepewne.

Jeżeli opracowany wariant planu oparty jest na informacjach, wśród których przeważają informacje pewne, możemy powiedzieć o nim, że jest realny. Natomiast, gdy przeważać w nim będą informacje niezupełnie pewne lub bardzo niepewne, wtedy



Rys. 7



Rys. 8



prawdopodobieństwo zrealizowania założeń planu jest stosunkowo małe /patrz rys.7/. Od charakteru informacji wykorzystanych przy opracowywaniu planu, zależy będzie również wymagany stopień elastyczności planu. Im więcej jest informacji niezupełnie pewnych i bardzo niepewnych wśród informacji, na podstawie których sporządzamy plan dowozu, tym powinna być zachowana większa elastyczność planu /rys. 8/.

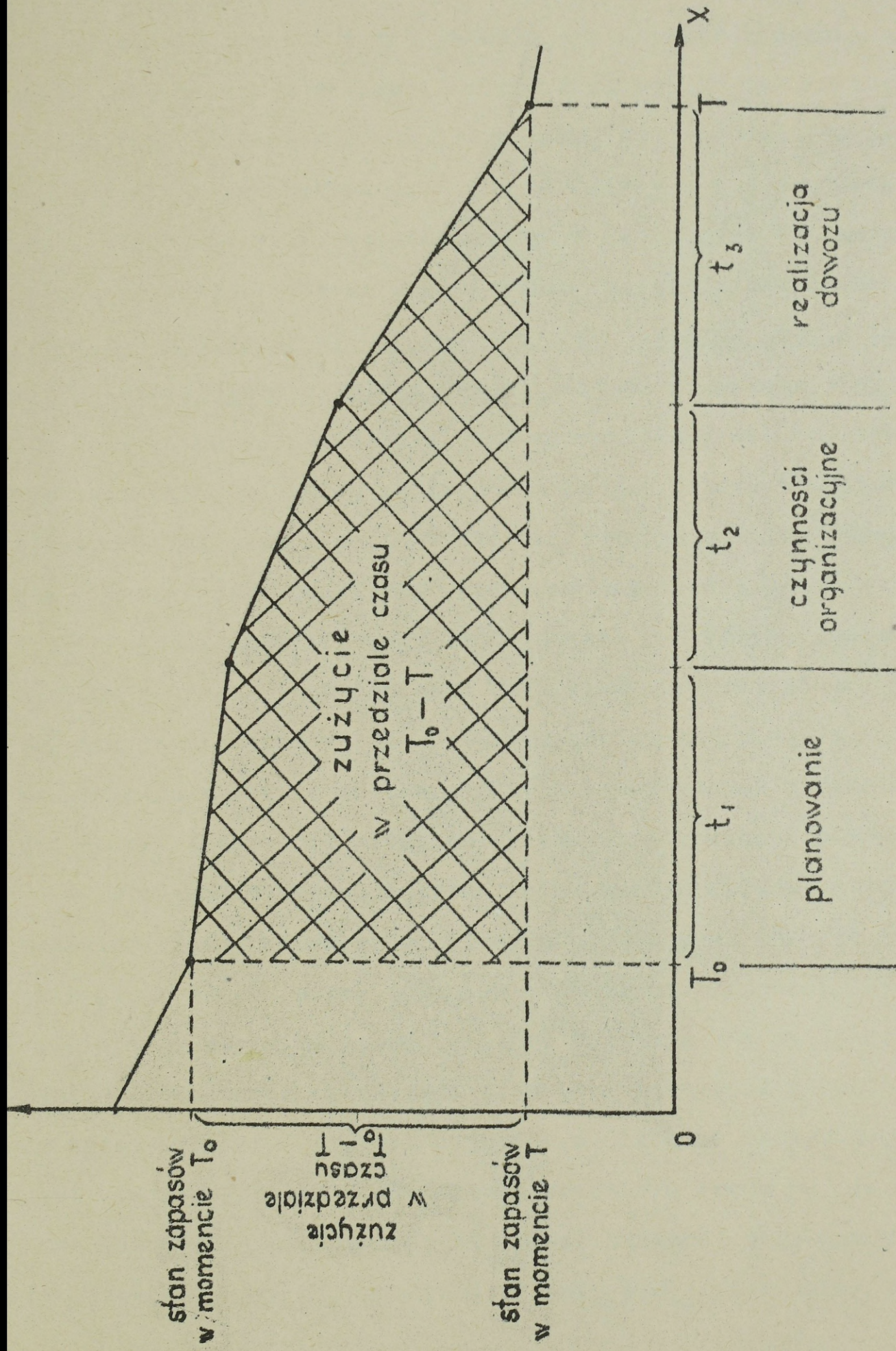
Jedną z poważnych przeszkód utrudniających często opracowanie właściwego planu dowozu /określenia właściwego kierunku działania/ jest dążenie do schematów. Oczywiście, każdy plan działania /a w tym również plan dowozu/ jest do pewnego stopnia modelem, uchwytyjącym i odzwierciadlającym w sposób uproszczony najbardziej istotne cechy i zależności występujące w danym procesie. Ale nie może to być model sztywny, pasujący do każdej sytuacji. Budowany model powinien być zmieniany, modyfikowany i dostosowywany do danej, aktualnej sytuacji. Powinien charakteryzować się wysokim stopniem elastyczności, pozwalającej przystosowywać się do zmieniających się warunków i sytuacji.

Planowanie dowozu ściśle wiąże się z przewidywaniem rozwoju działań. Nawet w codziennym planowaniu dowozu musimy uwzględniać prawdopodobny rozwój działań, a przede wszystkim prawdopodobne zużycie środków materiałowych. Wyjaśnimy to na przykładzie /rys.9/. Na osi Ot odkładamy czas. Dowóz środków materiałowych poprzedza szereg czynności jak: planowanie, czynności organizacyjne związane z wydaniem zarządzeń oraz przygotowaniem transportu i środków materiałowych, realizacja dowozu /pokonanie przestrzeni/. Każda z tych czynności wymaga odpowiedniego czasu t_1, t_2, t_3 . A zatem planowanie dowozu musimy rozpocząć już w momencie T_0 .

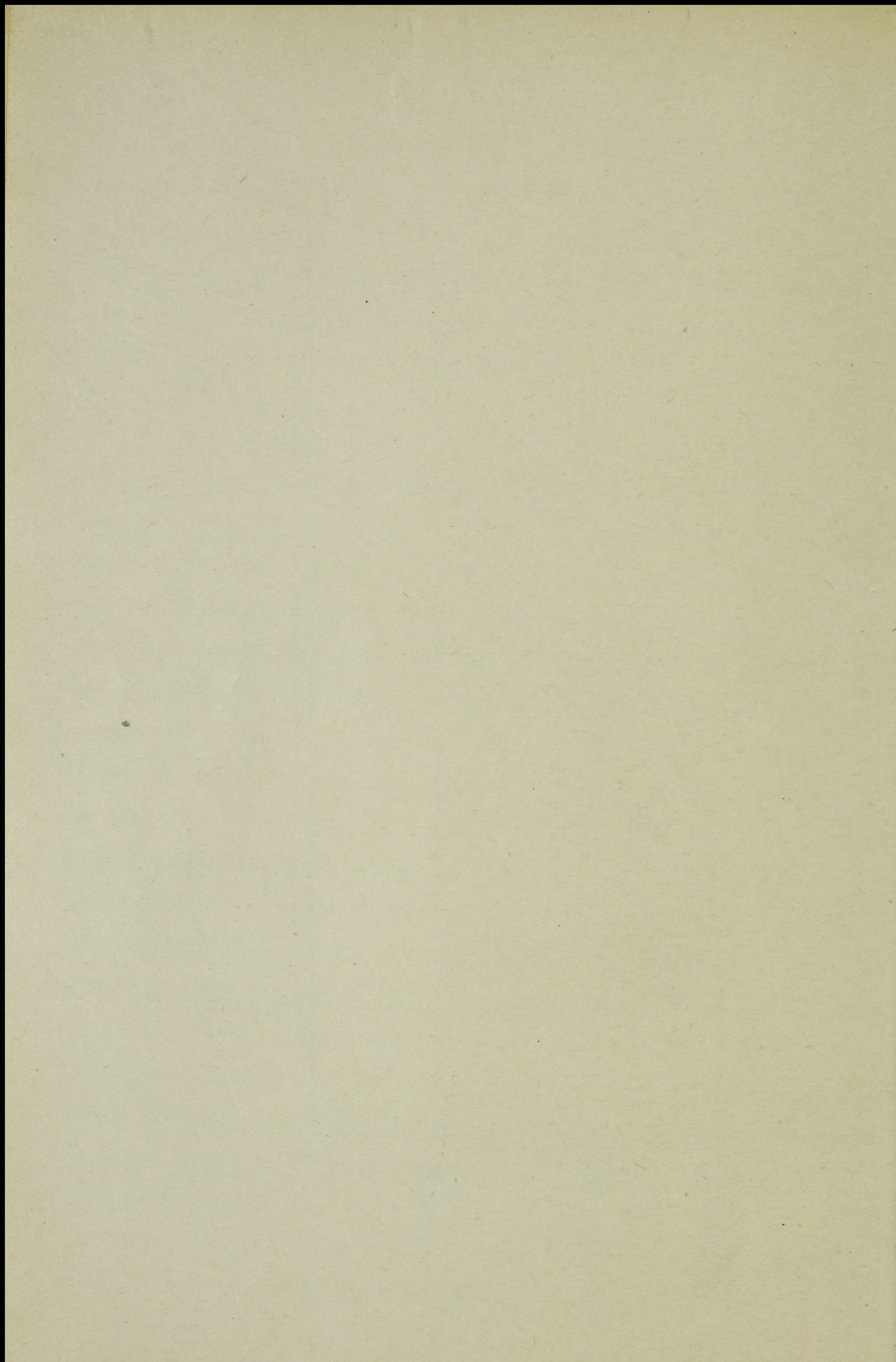
Oznacza to, że rozpoczynając planowanie dowozu nie będziemy dysponować danymi o stanie zapasów w momencie T , a więc w czasie, gdy powinniśmy uzupełnić środki materiałowe. Planując i organizując dowóz opieramy się o dane dotyczące stanu zapasów w momencie T_0 /a raczej o dane, jakie napłynęły do momentu T_0 / oraz o prognozowane zużycie w przedziale czasu $T_0 - T$.

Przewidywanie jest tym bardziej zawodne, im dłuższy okres czasu dzieli moment przewidywania od realizacji planowanych zamierzeń. Przy tym człowiek ma zawsze tendencję do wyobrażania sobie przyszłości podobnej do chwili obecnej, a jeżeli liczy się ze zmianami, to jest skłonny widzieć procesy zmian jako rozwijające się równomiernie. Ale wiemy, że tak nie jest, zwłaszcza jeśli idzie o manewrowy i dynamiczny charakter współczesnych działań bojowych. Oczywiście, nie można wykluczyć, że niektóre zmiany odbywać się mogą w pewnych odcinkach czasu istotnie w ten sposób. Lecz trzeba liczyć się również z tym, że w innych odcinkach czasu zmiany będą następować z wielką gwałtownością i intensywnością, będą bardzo dynamiczne. Dlatego też, przewidując rozwój sytuacji, trzeba uwzględniać nie tylko rodzaj i kierunek zmian, ale także ich tempo. I tutaj często popełniamy błąd, polegający na niedocenianiu nie tylko zakresu zmian lecz także tempa tych zmian. Stąd wniosek, że im dłuższy okres obejmuje planowanie dowozu, tym plan musi być elastyczniejszy, pozwalający na dokonywanie koniecznych zmian w toku realizacji /rys.10/.

Plan dowozu, jako treść wyniku planowania jest tym elastyczniejszy, im mniej jest szczegółowy. Szczegółowy plan dowo-



Rys. 9



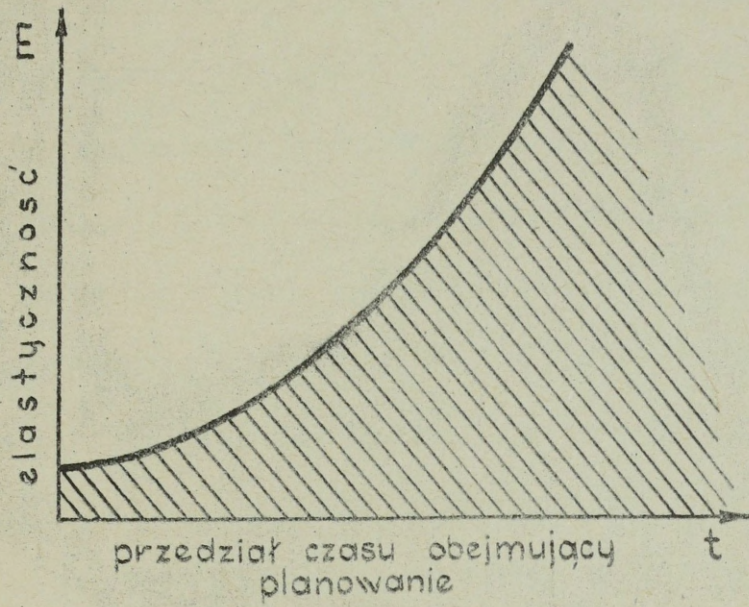
zu ogranicza bowiem, do pewnego stopnia, swobodę działania bezpośrednich wykonawców i nie pozwala operatywnie reagować na zaistniałe zmiany w sytuacji. Ale z drugiej strony, im mniej szczegółowy jest plan dowozu, tym bardziej jego realizacja zdana jest na improwizację, a gdy ona się nie udaje - dowóz staje się coraz mniej zorganizowany. W zależności od szczebla organizacyjnego i warunków planowania, istnieje określona optymalna proporcja między tendencją do elastyczności i tendencją do szczegółowości planu dowozu. Jednak proporcja powyższa nie jest łatwa do określenia, wymaga wnikliwej analizy konkretnych warunków, w jakich realizowany będzie dowóz. Z zachowaniem elastyczności planu dowozu wiąże się również problem dysponowania w czasie jego realizacji pewną rezerwą sił i środków /transport, środki materiałowe/. Ta część sił i środków, przeznaczona jako rezerwa, jest prosto na pewien czas zamrożona, stąd też niejednokrotnie organa zaopatrujące niechętnie decydują się na utrzymanie takiej rezerwy, a to w konsekwencji utrudnia między innymi zachowanie właściwej miary elastyczności planu.

Planowanie dowozu odbywa się na każdym tyłowym szczeblu organizacyjnym. Każdy szczebel wykonuje te same funkcje związane z planowaniem, organizowaniem i kontrolą czynności. Jednak istnieją między nimi pewne różnice. Polegają one na zakresie zasięgu podejmowanych decyzji oraz szczegółowości planowania. Im wyższy szczebel organizacyjny, tym zakres i zasięg decyzji jest większy /rys.11a/. Natomiast odwrotnie rzecz ma się ze szczegółowością planowania. Im wyższy szczebel organizacyjny, tym szczegółowość planowania jest mniejsza /rys.11b/.

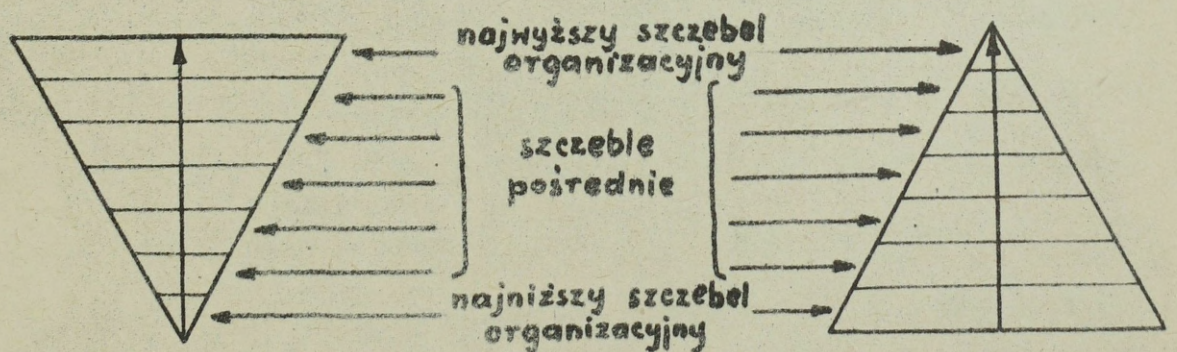
Rozważmy, z czego to wynika. Decyduje tu przede wszystkim możliwość uzyskania informacji o danym procesie i ogólnej sytuacji. Im wyższy szczebel organizacyjny, tym bardziej jest oddalony od konkretnego miejsca realizacji planu, trudniej uzyskuje informacje o przebiegu procesu i zjawiskach, które mu towarzyszą i na niego oddziałują. Należy podkreślić, że przy obecnym stanie urządzeń technicznych przeznaczonych do przekazywania danych, informacje o sytuacji napływają z dużym opóźnieniem, przechodzą bowiem przez kilka szczebli pośrednich. Taki stan rzeczy narzuca po prostu konieczność, aby szczegóły planowania przenieść na szczeble niższe, będące bliżej realizacji planu.

Ale i tu istnieje pewne niebezpieczeństwo. Schodząc na niższe szczeble i zbliżając się do konkretnego miejsca, w którym odbywa się realizacja założeń planu dowozu, uzyskujemy z jednej strony lepszą znajomość konkretnej sytuacji, ale z drugiej strony im niższy szczebel tym dysponuje daleko mniejszą znajomością sytuacji ogólnej. Może zaistnieć przypadek, że zostanie podjęta decyzja dobra z lokalnego punktu widzenia danego szczebla, ale nie będzie ona słuszną ze względu na sytuację ogólną. Ażeby określić zakres szczegółowości planowania na poszczególnych szczeblach należy wziąć pod uwagę dwa czynniki: możliwość uzyskania informacji o danym procesie i znajomość sytuacji ogólnej. Dopiero odpowiednie wyważenie tych elementów może dać nam właściwą odpowiedź co do szczegółowości planowania na poszczególnych szczeblach organizacyjnych.

Konieczność zachowania określonej elastyczności planu dowozu wynika z warunków niepewności, w jakich przebiegać



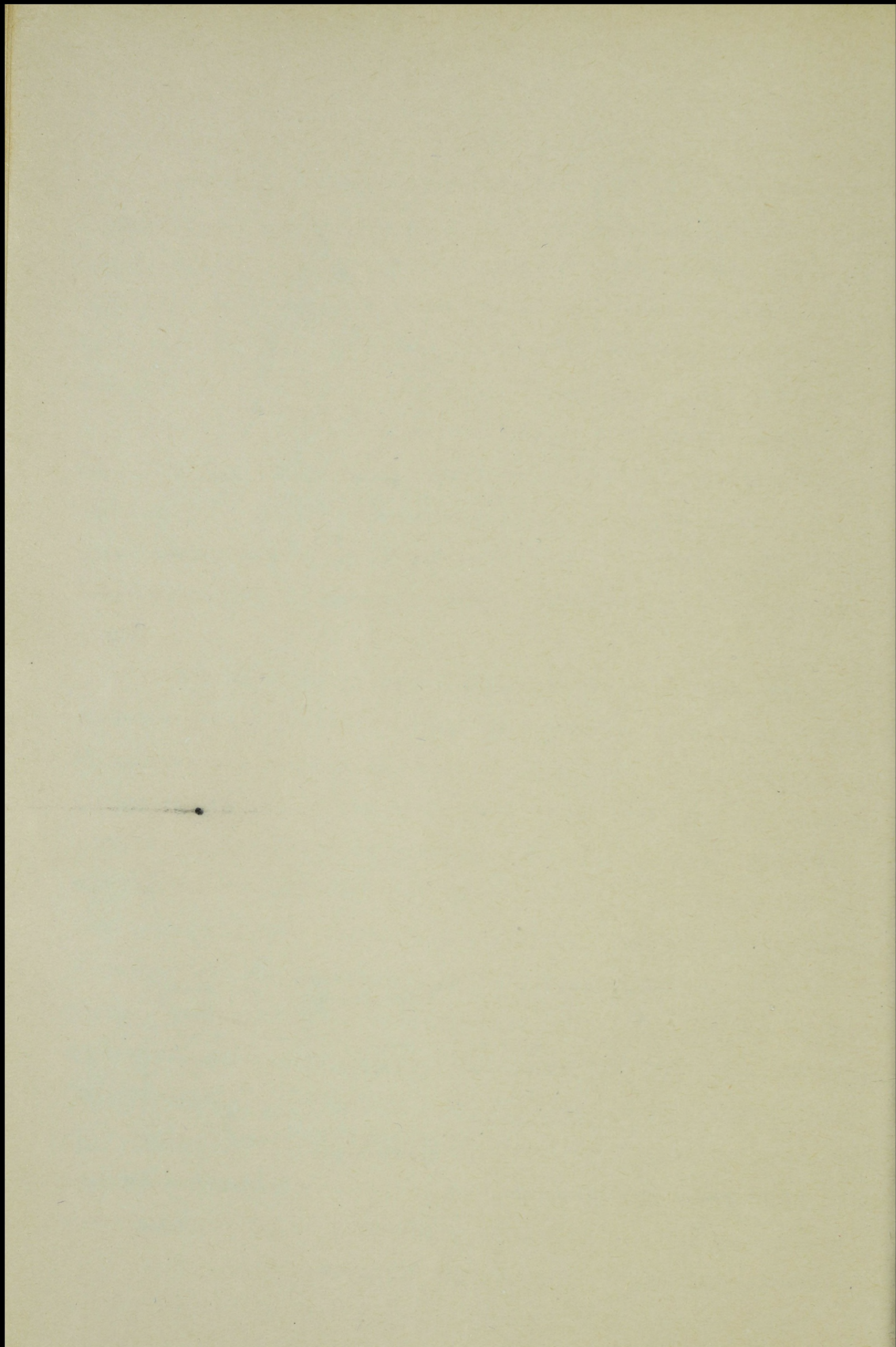
Rys. 10



a) zakres i zasięg decyzji

b) szczegółowość planowania

Rys. 11



będzie jego realizacja. Elementy niepewności będą występować zawsze, bowiem planując dowóz opieramy się na znajomości stanu z terażniejszości a nawet z przeszłości, natomiast realizacja założeń planu odbywać się będzie dopiero w przyszłości, którą nie da się we wszystkich szczegółach przewidzieć.

Spośród metod zmierzających do przystosowania planu dowozu do warunków niepewności istnieje także metoda, polegająca na uzależnieniu zadań w ramach planu od zajścia istotnych przewidywanych okoliczności. Zadania formułowane w ramach planu przybierają wtedy ogólną postać: "jeżeli w czasie t zajdą okoliczności A, to postępować w sposób B". Rozwinięciem tej metody jest opracowywanie planów alternatywnych, uzależniających wybór właściwego wariantu działania od zaistnienia jednego z przewidywanych wariantów sytuacji. Plany alternatywne stanowią określoną kombinację tych elementów, które potrzebne są do realizacji zadań i osiągnięcia celu. Plan A może różnić się od planu alternatywnego B inną kombinacją użytych sił i środków, przy czym różnice dotyczyć mogą jednego lub kilku elementów. Oba plany jednak stanowią kompletne systemy, niezależne od ilości wspólnych elementów.

Niezmiernie ważnym zagadnieniem podczas planowania dowozu jest ustalenie kryterium wyboru /efektywności/ jednego z możliwych kierunków działania. Pod pojęciem "kryterium" rozumiemy miarę oceny, na podstawie której spośród wielu możliwości wybieramy ten a nie inny wariant działania, jako wariant optymalny. Kryteria, według których oceniamy stopień optymalności planu dowozu mogą być różne. Można je jednak zaszeregować do dwóch podstawowych grup:

- kryteria natury taktyczno-operacyjnej;
- kryteria natury ekonomicznej.

Do kryteriów pierwszej grupy możemy zaliczyć np. czynnik czasu, a więc czas w jakim ma być wykonany dowóz. Do tej grupy można zaliczyć również kryterium skutku, które stosowane jest wtedy, gdy realizacja danego celu /nawet kosztem przekraczającym wynik użyteczny/ jest warunkiem realizacji innego, ważniejszego celu. Np. jeżeli dowóz paliwa do zgrupowania taktycznego jest warunkiem uzyskania ruchliwości i wykonania zadania decydującego o powodzeniu operacji, to musi być wykonany bez względu na koszt i straty.

Do kryteriów drugiej grupy zaliczymy wszystkie kryteria zakładające realizację celu możliwie najmniejszym nakładem sił i środków. Będą to przede wszystkim kryteria kosztów pod różną postacią /np. zużycie paliwa, praca transportu, odległość przewozów itp./.

W ten sposób omówiliśmy niektóre elementy będące przedmiotem analizy i oceny wewnętrznych i zewnętrznych warunków realizacji zadań przewozowych. Wnikliwa i możliwie pełna analiza i ocena omówionych elementów pozwoli opracować realny plan dowozu, przewidzieć jego możliwe warianty i dokonać świadomego wyboru takiego rozwiązania /spośród wielu/, które najlepiej spełnia przyjęte dla danej sytuacji kryteria efektywności.

Na marginesie tego zagadnienia można zaryzykować stwierdzenie, że każdy wybór jednego z możliwych wariantów planu dowozu, i ocena jego prawdopodobnych skutków realizacji, dokonywane są przy niepełnej informacji o sytuacji. Podejmując decy-

zję opieramy się tylko na tym co wiemy o sytuacji, nie zaś na tym jaka jest lub będzie sytuacja w rzeczywistości.

Podsumowując nasze rozważania postaramy się uogólnić niektóre podstawowe zasady dotyczące planowania dowozu. Możemy je ująć następująco:

1. Plan dowozu powinien być celowy i ukierunkowany, wypływający z zamiaru dowódcy, powinien w pełni odpowiadać i realizować zadania zawarte w dyrektywach szczebla nadrzędnego.

2. Plan powinien być konkretny, ściśle zaadresowany i wykonalny. Oznacza to, że plan powinien opierać się na czynnikach obiektywnych, warunkujących realizację zamierzeń w nim ujętych, a w możliwie jak najmniejszym stopniu na czynnikach subiektywnych. Ponadto każde zadanie zawarte w planie powinno posiadać swego wykonawcę. Ma to duże znaczenie praktyczne, zwłaszcza w warunkach występowania kilku odbiorców i źródeł zaopatrywania.

3. Plan powinien być opracowany we właściwym terminie, a jego założenia doprowadzone do wykonawców. Od realizacji tych wymogów zależy w znacznym stopniu organizatorska i mobilizująca rola planu.

4. Jednym z podstawowych warunków skuteczności planowania jest dostosowanie planu do dynamicznego charakteru działań. Plan dowozu winien uwzględniać zmiany zachodzące w rozwoju sytuacji taktyczno-operacyjnej i tyłowej, wskazywać krytyczne momenty, w których możliwe są odchylenia od założeń planu, i przewidywać odpowiednie działania dla zapobieżenia potencjalnym kryzysem. Wynika stąd zasada zachowania ciągłości w planowaniu dowozu.

5. Przy opracowywaniu planu dowozu w miarę możliwości należy uwzględniać zasadę ekonomiczności.

6. Plan powinien odznaczać się odpowiednią dokładnością /szczegółowością/ i elastycznością. Elastyczność planu osiąga się m.in. poprzez stałe utrzymywanie rezerwy odpowiednich sił i środków, przy czym wysokość rezerwy świadczy o stopniu elastyczności planu.

7. Duże znaczenie posiada wydzielenie w planie ogniw prowadzących, decydujących o wykonaniu zadań przewozowych. Zwrócenie głównej uwagi na ogniwa prowadzące nie oznacza, że pozostałe drugorzędne założenia planu mogą być nie zrealizowane. Zasada wydzielenia w planie ogniw prowadzących powinna być wykorzystana nie dla eksponowania jednych założeń planu kosztem drugich, lecz w tym celu, aby skoncentrować działanie wokół tych podstawowych ogniw, które decydują o realizacji całości zadań przewozowych objętych planem.^{x/}

8. Jedną z ważnych zasad planowania dowozu jest koordynacja i wzajemne powiązanie planów przewozowych realizowanych w ramach różnych rodzajów transportu. Mówimy wtedy o kompleksowości planu dowozu.

x/ Dla wydzielenia w planie ogniw prowadzących bardzo pomocną jest metoda analizy sieciowej "PERT".

R O Z D Z I A Ł I I I

KIEROWANIE DOWOZEM

Kierowanie w ujęciu cybernetycznym jest to proces zachodzący między dwoma układami lub elementami układu - kierującym i kierowanym - w którym ukierunkowuje się zachowanie układu kierowanego, dla osiągnięcia zamierzonego celu. Proces powyższy posiada następujące cechy:

a/ między układem /elementem układu/ kierującym i kierowanym istnieje taka łączność, która uzależnia oddziaływanie układu kierującego również od właściwości lub warunków zachowania się układu kierowanego, tzn. między dwoma układami /elementami układu/ występuje sprzężenie zwrotne;

b/ kierowanie jest celowe, tzn. że układ kierujący /element układu/ spełnia określoną celową funkcję w danym środowisku.

Warunkiem kierowania jest istnienie:

a/ zorganizowanego układu, składającego się przynajmniej z dwóch elementów: kierującego i kierowanego /wykon. wczego/, między którymi możliwa jest obustronna wymiana informacji /sprzężenie zwrotne/;

b/ celu, którego osiągnięcie stanowi program elementu kierującego oraz funkcję elementu kierowanego /wykonawczego/;

c/ nieokreśloności, której usunięcie stanowi funkcję elementu kierującego.

Układ kierujący i układ kierowany, sprzężone ze sobą zwrotnie, tworzą pewien system nazywany układem kierowania.

Z punktu widzenia sposobu oddziaływania układu /elementu/ kierującego na zachowanie się układu /elementu/ kierowanego odróżniamy kierowanie:

- proste, polegające na tym, że układ /element/ kierujący swym oddziaływaniem określa bezpośrednio właściwości zachowania się układu /elementu/ kierowanego /np. podanie kolumnie samochodowo-transportowej sygnału do wymarszu/;

- złożone, polegające na tym, że układ /element/ kierujący swym oddziaływaniem określa warunki zachowania się układu /elementu/ kierowanego /np. plan prac ładunkowych dla batalionu samochodowo-transportowego/.

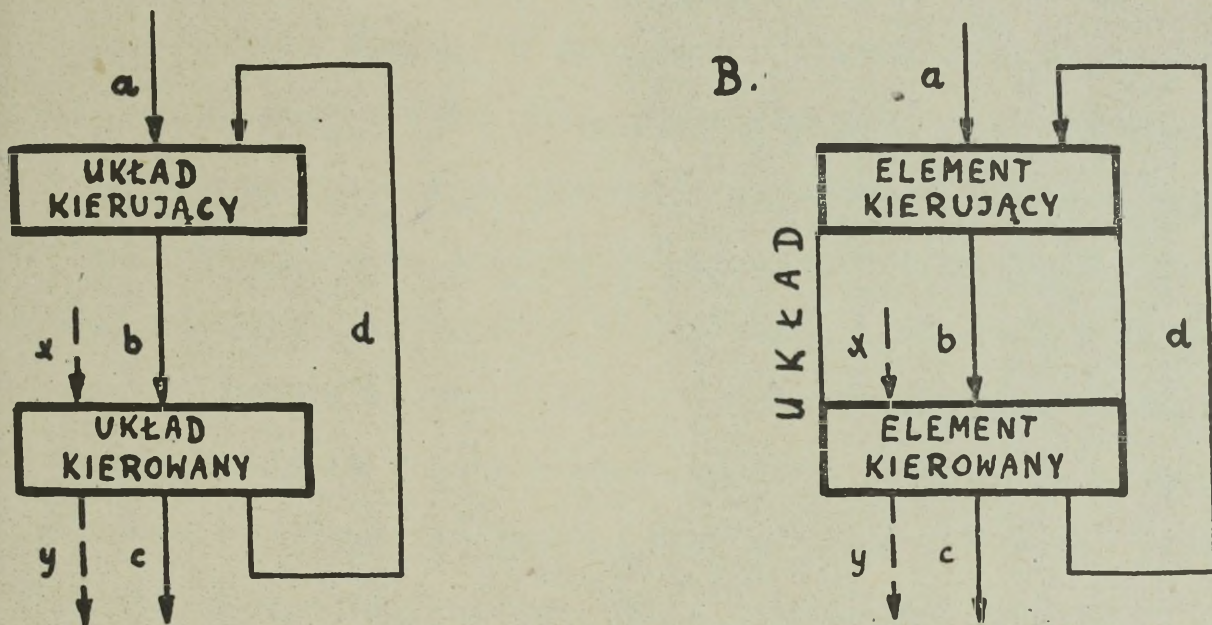
Z punktu widzenia powiązań i zależności występujących w procesie kierowania odróżniamy:

- kierowanie bezpośrednie, gdy układ /element/ kierujący bezpośrednio oddziałuje na układ /element/ kierowany, bez szczebli pośrednich /np. oddział planowania przewozów - dowódca batalionu samochodowo-transportowego/;

- kierowanie pośrednie, gdy układ /element/ kierujący oddziałuje na układ /element/ kierowany poprzez inne elementy, tzw. szczeble kierowania /np. oddział planowania przewozów - dowódca plutonu bst/.

Szczeble kierowania przedstawiają sobą określoną hierarchię elementów kierujących, od elementu określającego zachowanie się całego układu /najwyższy szczebel kierowania/ do elementu wykonawczego /zerowy szczebel kierowania/, na którym zachowanie się układu przejawia się wobec środowiska.

Za szczebel kierowania uważa się element posiadający powiązanie z elementem kierującym i kierowanym, którego funkcją jest usuwanie pewnych nieokreśloności nieusuniętych przez ele-



Rys.12

Ogólny model kierowania

A - model kierowania zewnętrznego,

B - model kierowania wewnętrznego.

Objaśnienia: a - cel, program kierowania;

b - rozkazy, zarządzenia, polecenia, sygnały ukierunkowujące układ /element/ kierowany z punktu widzenia danego celu /programu/;

c - wynik działania układu /elementu/ kierowanego;

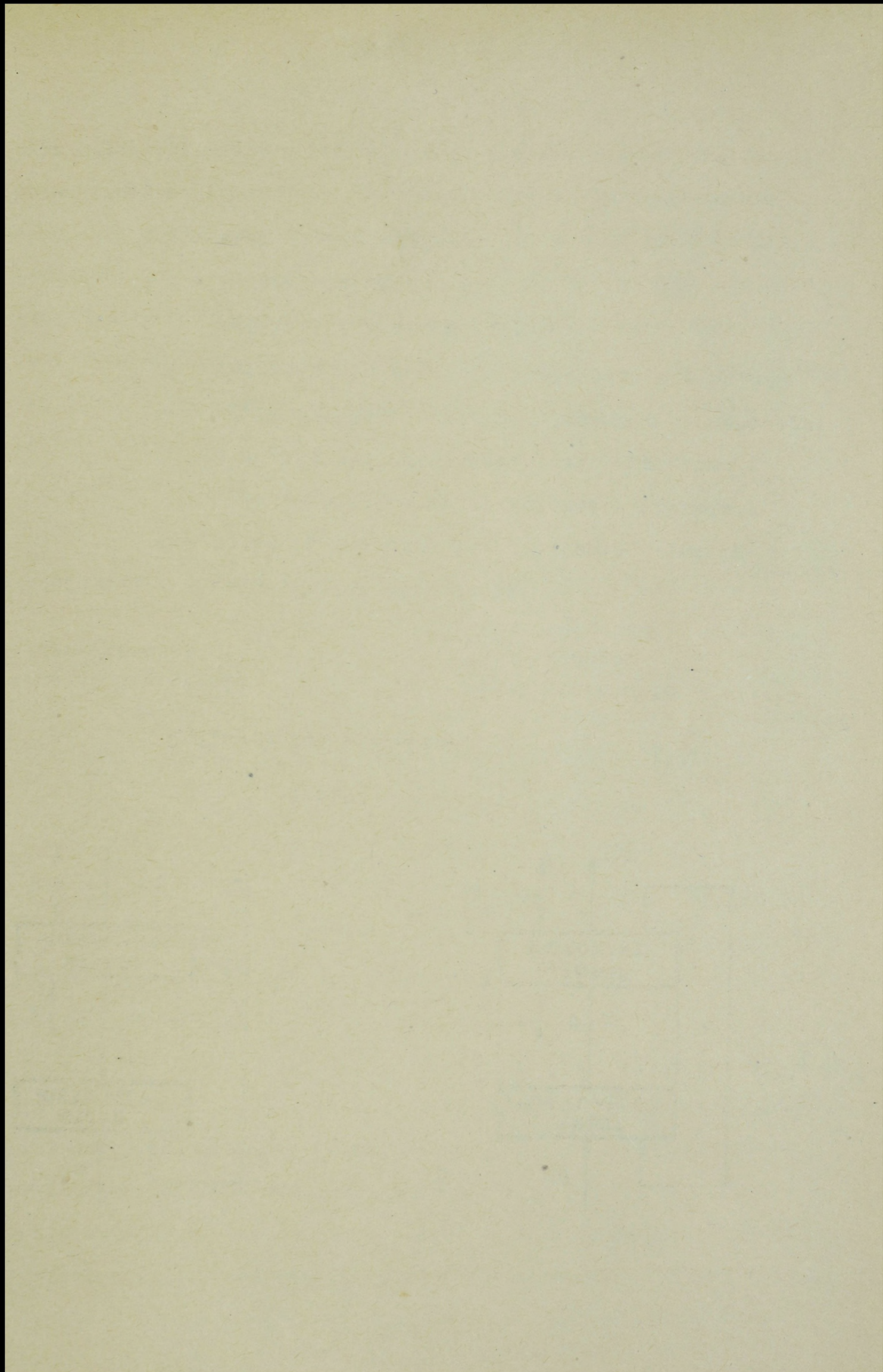
d - informacje o stanie i zachowaniu się układu /elementu/ kierowanego;

x - bodźce niepożądane;

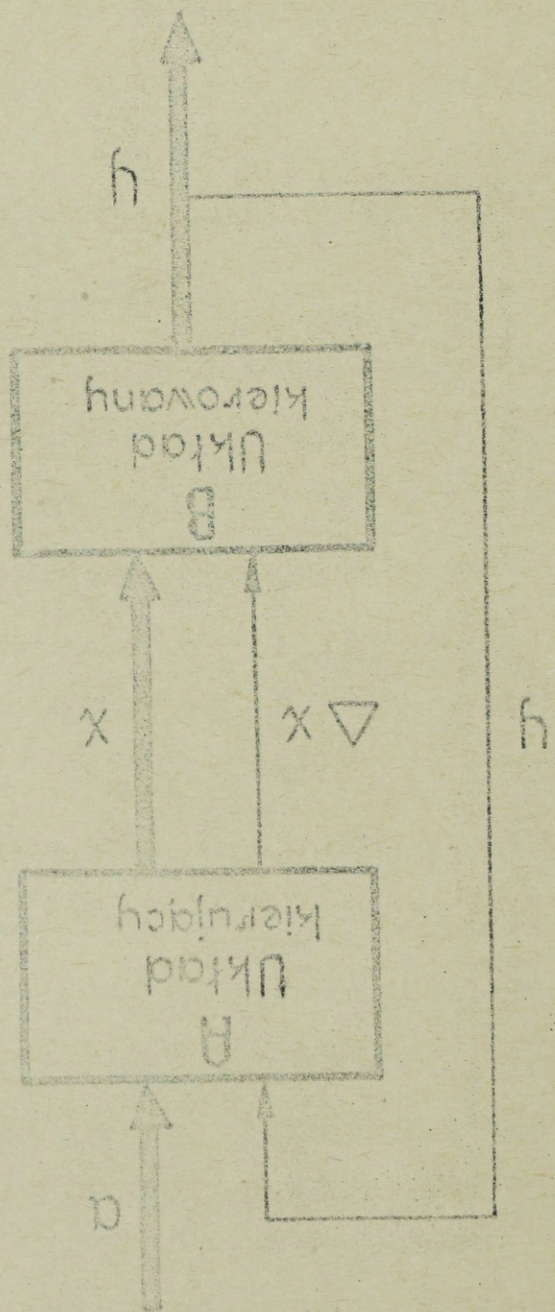
y - reakcje niepożądane.

ment kierujący na wyższym szczeblu. Każdy szczebel kierowania powinien posiadać określony stopień swobody, pozwalający mu na podejmowanie decyzji w zakresie sposobów oddziaływania na element wykonawczy, w celu ukierunkowania jego zachowania się zgodnie z ogólnym celem /programem/ działania. W przypadku, gdy dany szczebel nie posiada swobody podejmowania decyzji, to nie wypełnia on funkcji związanych z kierowaniem a stanowi jedynie zbędne ogniwo pośrednie w danym procesie. Należy również zaznaczyć, że z punktu widzenia elementu na bezpośrednio wyższym szczeblu kierowania w układach złożonych każdy element kierujący uważamy na określonym szczeblu kierowania za element wykonawczy.

Mówiąc o kierowaniu i układach złożonych /w pojęciu cybernetycznym/ łatwo zauważyć, że takim układem złożonym jest również układ obejmujący organa zaopatrujące armii i frontu, których jedną z głównych funkcji jest realizacja dowozu środków materiałowych. Sprzężone ze sobą poszczególne elementy tych organów tworzą pewien zamknięty względnie odosobniony układ, który można nazwać układem kierowania. W ramach układu kierowania występują odpowiednie komórki sztabu kwatermistrzostwa armii /frontu/, które kierują przebiegiem realizacji dowozu. Tworzą one układ kierujący, którego integrujące działanie w ramach układu kierowania zapewnia zrealizowanie całości zadań w zakresie dowozu. W bezpośredniej realizacji dowozu uczestniczą szefostwa baz, organa komunikacji wojskowej, kierownictwa składów, jednostki samochodowo-transportowe, jednostki drogowe i inne, które powiązane ze sobą strukturalnie i funkcjonalnie tworzą z kolei układ kierowany. Mechanizm kierowania dowozem objaśnimy za pomocą uproszczonego cybernetycznego modelu kierowania, przedstawionym na rys.13.



Rys. 13



Układ kierujący A, na podstawie opracowanych i przyjętych do realizacji założeń planu dowozu a , wydaje odpowiednie rozkazy, zarządzenia, polecenia i sygnały x dotyczące realizacji celów i założeń planu, które ukierunkowują czynności układu kierowanego B. W oparciu o powyższe dane, układ kierowany B realizuje założenia planu i na wyjściu układu otrzymujemy wyniki realizacji y . Możemy więc powiedzieć, że w układzie kierowanym B dokonuje się pewna transformacja, polegająca na przekształceniu założeń planu dowozu w rzeczywistość, czyli następuje zrealizowanie poszczególnych części planu. Dla kontroli realizacji planu układ kierowany B jest sprzężony zwrotnie z układem kierującym A. Oznacza to, że układ kierujący jest stale informowany o wynikach działania układu kierowanego. Pozwala to na porównanie wyników realizacji planu z wynikami oczekiwanymi, i w przypadku niezgodności tych wyników dokonanie niezbędnej korekty planu oraz wydanie odpowiednich rozkazów i zarządzeń, zmierzających do ukierunkowania działania układu kierowanego na osiągnięcie celów i założeń planu. A zatem, również w układzie kierującym A następuje pewna transformacja, w wyniku której na wyjściu układu otrzymujemy dodatkowe rozkazy, zarządzenia bądź polecenia dotyczące realizacji założeń planu dowozu Δx . Stan wyjścia Δx układu kierującego A zostaje dodany do wartości wejścia x układu kierowanego B i w ostatecznym wyniku stan wejścia układu kierowanego B jest $x + \Delta x$. Należy podkreślić, że dodatkowe wejście Δx układu B zależne jest od stanu wyjścia y , a właściwie od różnicy między rzeczywistymi wynikami realizacji planu a wynikami oczekiwanymi. Jeżeli przez "z" oznaczmy oczekiwane wyniki realizacji planu

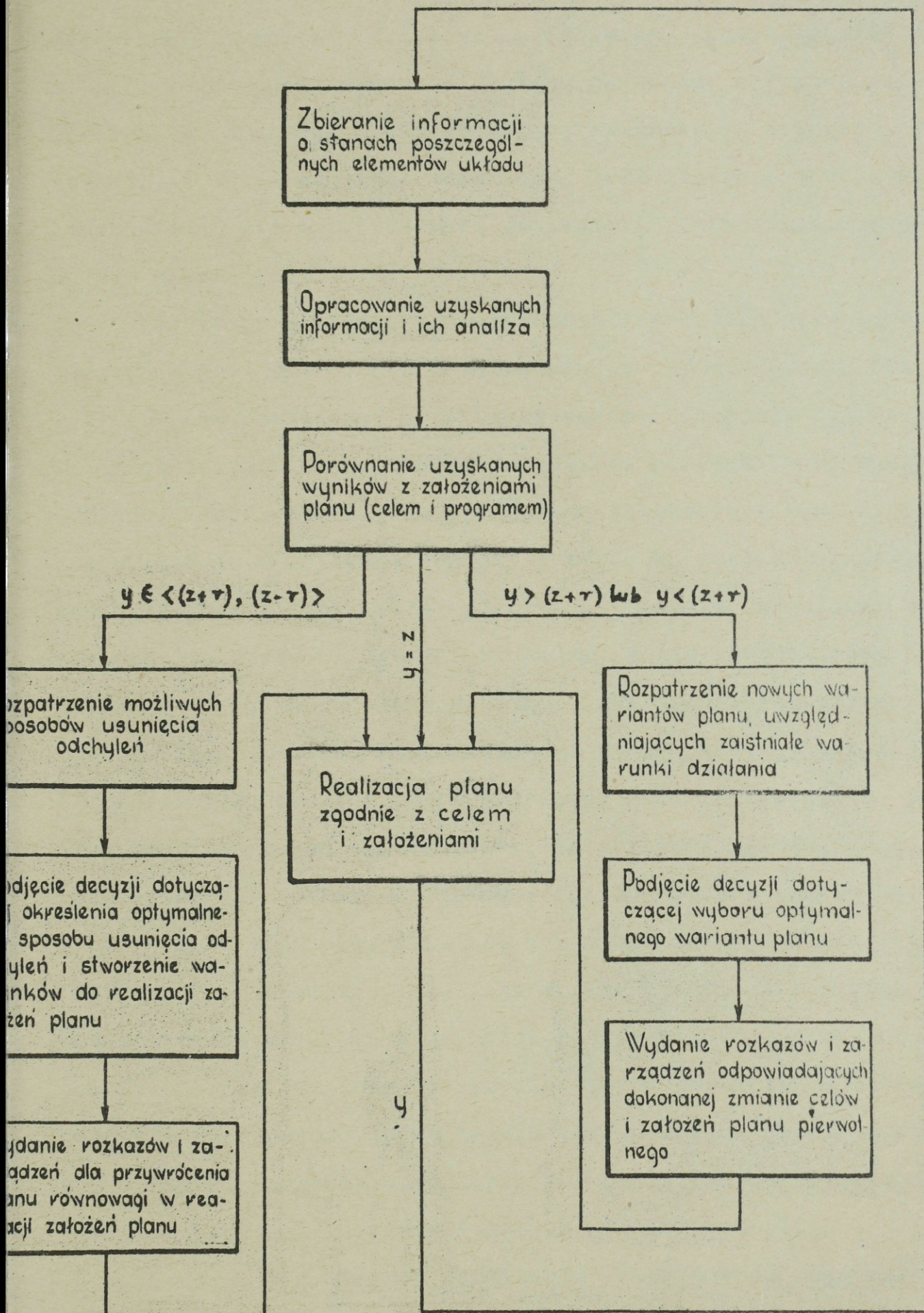
/czyli pożądaną normę stanu wyjścia układu kierowanego B/ to funkcja układu kierującego A będzie polegała na tym, aby podjąć takie decyzje i wydać odpowiednie rozkazy i zarządzenia, które spowodowałyby wyrównanie wszelkich odchyłeń stanu wyjścia "y" od zadanej wartości "z" i sprowadziły stan wyjścia układu kierowanego do pełnej zgodności z oczekiwanymi wynikami realizacji planu /czyli do $y = z$ /.

Na rys.14 przedstawiony został uproszczony model procesu kierowania. W początkowej fazie układ kierujący zbiera informacje o stanie poszczególnych elementów układu, czyli realizuje funkcję rejestracyjną. Ma to na celu odtworzenie aktualnej sytuacji na określoną godzinę /m.in. chodzi tu o określenie położenia i stanu kolumn transportowych/. W wyniku opracowania uzyskanych informacji, ich analizy i porównania z założeniami planu dowozu następuje ustalenie warunków, w jakich przebiega lub ma przebiegać dalsza realizacja planu. Jest to już funkcja logiczna, wyznaczająca sposób dalszego działania układu w zależności od wyników analizy i porównania. Ogólnie rzecz biorąc, w wyniku realizacji funkcji logicznej mogą zaistnieć następujące przypadki:

- a/ stan wyjścia układu kierowanego zgodny jest z oczekiwanymi wynikami założonymi w planie dowozu, czyli $y = z$;
- b/ realizacja planu przebiega z pewnymi odchyleniami, mieszczącymi się jednak w ustalonych granicach tolerancji, czyli $y \in \langle (z+r), (z-r) \rangle$;^{x/}
- c/ realizacja planu przebiega z odchyleniami wykraczającymi poza ustalone granice tolerancji, czyli $y > (z+r)$ lub $y < (z-r)$.

x/ Przez " $\pm r$ " oznaczono dopuszczalną /założoną w planie/ tolerancję. Stąd też w naszym przypadku $(z+r)$ i $(z-r)$ oznacza graniczne stany, jakie może przyjąć stan wyjścia układu kierowanego w ramach założeń planu.





Rys. 14 Uproszczony model procesu kierowania

Jeżeli stan wyjścia układu kierowanego zgodny jest z oczekiwanymi wynikami oznacza to, że realizacja planu dowozu przebiega zgodnie z celem i założeniami planu dowozu, a zatem nie wymaga ingerencji ze strony układu kierującego.

W przypadku, gdy realizacja planu przebiega z odchyleniami, mieszczącymi się w ustalonych granicach tolerancji, zachodzi konieczność ingerencji układu kierującego w celu wyrównania zaistniałych odchylen i sprowadzenia stanu wyjścia układu kierowanego do pełnej /w miarę możliwości/ zgodności z wynikami oczekiwanymi. Układ kierujący, na podstawie znajomości warunków, w jakich przebiega i ma przebiegać dalsza realizacja planu, rozpatruje możliwe warianty działania, dokonuje wyboru optymalnego sposobu usunięcia odchylen oraz wydaje rozkazy i zarządzenia dla przywrócenia stanu równowagi w procesie realizacji założeń planu dowozu. Możemy zatem mówić o tzw. kierowaniu regulacyjnym.

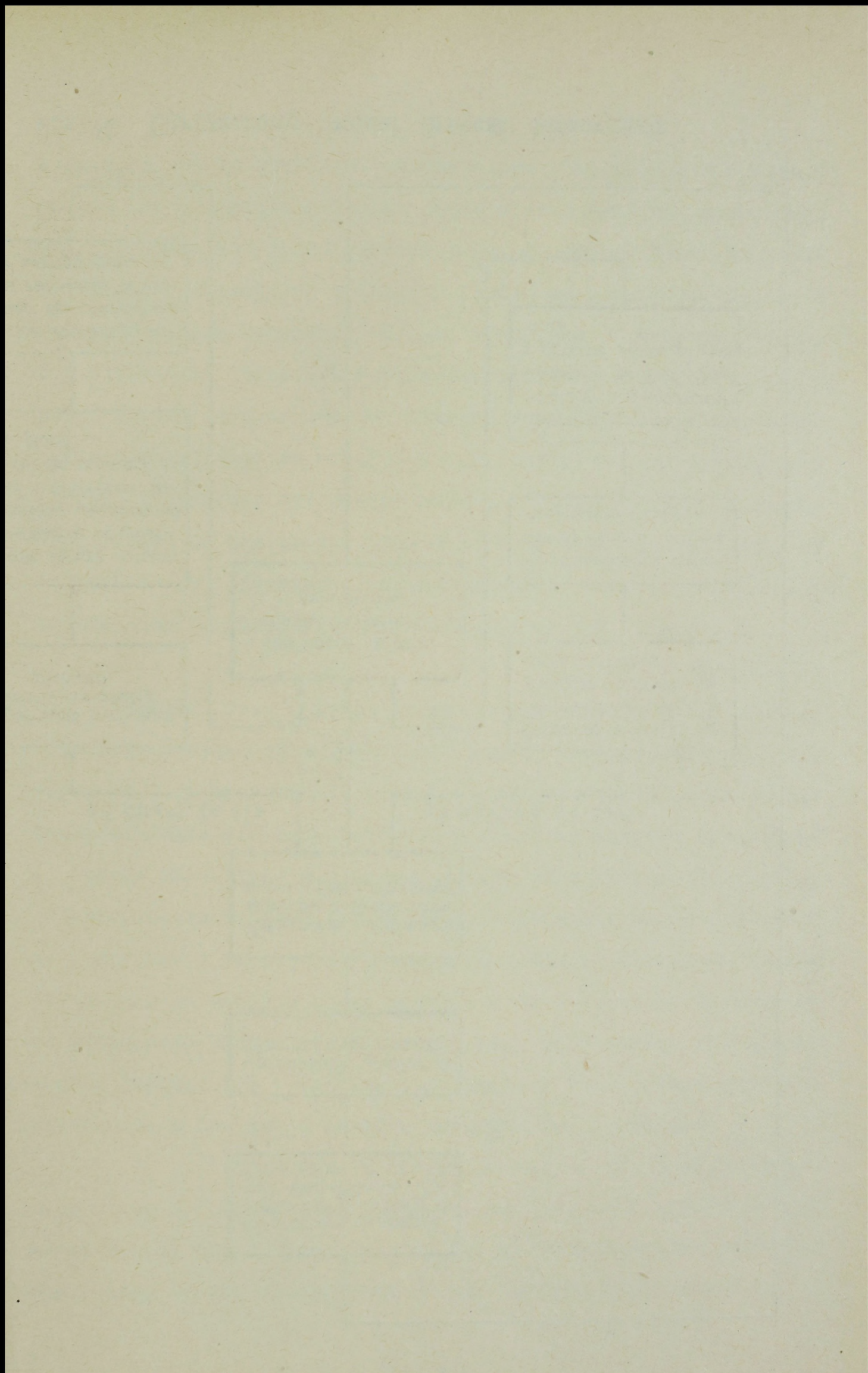
Natomiast, gdy realizacja planu przebiega z odchyleniami wykraczającymi poza ustalone granice tolerancji, nie wystarczy już tylko zwykła regulacja. Tak duże odchylenia zaistniały na skutek zmiany warunków, w jakich odbywa się realizacja planu. W tym przypadku konieczne jest przejście na przewidziany dla nowych warunków plan alternatywny lub opracowanie nowego planu. Układ kierujący rozpatruje zaistniałą sytuację, uwzględnia nowe warunki działania, podejmuje decyzję dotyczącą wyboru optymalnego wariantu planu oraz wydaje rozkazy i zarządzenia odpowiadające dokonanej zmianie celów i założeń planu pierwotnego. A zatem mamy tu do czynienia z nowym organizowaniem procesu dowozu i układu kierowanego, realizującego założenia planu. Nowa faza

organizowania została wywołana naruszeniem organizowości elementu wykonawczego, który ze względu na zmianę warunków realizacji planu nie mógł spełniać swojej wykonawczej i regulacyjnej funkcji. W tych warunkach nieodzowną była ingerencja układu kierującego, którego działanie przywróciło stan organizowości układu kierowanego.

Należy podkreślić, że w procesie kierowania nieodzownym elementem jest sprzężenie zwrotne między układem kierującym i kierowanym, pozwalające na uzyskiwanie informacji o przebiegu realizacji planu, a to z kolei umożliwia porównanie uzyskanych wyników z założeniami planu. A zatem kierowanie odbywa się zawsze w oparciu o uzyskane /dzięki sprzężeniu zwrotnemu/ informacje, przedstawiające sobą położenie /stan/ w określonym momencie /np. na określoną godzinę/. Musimy sobie jednak zdawać sprawę z tego, że ustalone w jakikolwiek sposób położenie /stan/ na określoną godzinę, stanowi zawsze konstrukcję sztuczną.

W zbiorze informacji o danym zjawisku, obok informacji na określonej godzinę znajdują się informacje z godzin wcześniejszych lub późniejszych, niektóre informacje zostaną podane szacunkowo, jeszcze inne będą niepełne itd. Uzyskanie pełnych i ścisłych informacji o danym zjawisku jest sprawą niezmiernie trudną i nie zawsze korzystną, bowiem uzyskuje się je kosztem czasu, co z kolei pociąga za sobą "starzenie się" informacji, a zatem jej mniejszą użyteczność. Rozwiązanie tego problemu należy szukać w dążeniu do zachowania możliwie jak najmniejszej sztuczności w konstrukcji zbioru interesujących nas informacji.

Podczas praktycznej realizacji planu dowozu mogą wystąpić /jak już stwierdziliśmy poprzednio/ odchylenia, zmierzające do podważenia i rewizji założeń planu. Mogą one mieć najróżno-



dniejszy charakter i różne mogą być przyczyny ich występowania. Najczęściej jednak przyczyną odchyień są:

a/ zakłócenia u odbiorców, spowodowane np. gwałtownym wzrostem zapotrzebowania na środki materiałowe;

b/ zakłócenia występujące w źródłach zaopatrywania, wywołane zniszczeniami środków materiałowych w składach, brakiem dostaw ze szczebla nadrzędnego itp.;

c/ zakłócenia wynikłe na trasie źródła zaopatrywania - odbiorcy /zniszczenie transportów będących w drodze do odbiorców, opóźnienia w dowozie itp./.

Działanie odpowiednich komórek kwatermistrzostwa, kierujących dowozem /tworzących tzw. układ kierujący/ polega z reguły na wyrównywaniu odchyień lub wprowadzaniu planu alternatywnego, stanowiącego wariant planu zasadniczego. Niekiedy działanie regulacyjne może polegać na niedopuszczeniu do powstawania zakłóceń, poprzez eliminację bodźców niepożądanych.

Występowanie zakłóceń w procesie dowozu świadczy o tym, że pewne elementy układu kierowanego, na których oparta jest realizacja założeń planu, są elementami zawodnymi, ulegającymi działaniom bodźców niepożądanych. Aby zapewnić możliwie dużą sprawność i niezawodność procesów dowozu można budować z elementów zawodnych układy o dowolnie wysokiej niezawodności. Metoda powyższa polega na wprowadzeniu do układu odpowiedniej liczby równoległe sprzężonych elementów rezerwowych, z zachowaniem warunku nie sumowania tych elementów z sobą. Wyjaśnimy to na przykładzie.

Założmy, że do dowozu środków materiałowych wykorzystujemy różne rodzaje transportu jak: transport samochodowy /S/,

transport kolejowy /K/, transport rurociągowy /R/, transport morski /M/ i transport lotniczy /L/. Jako jeden z wariantów organizacji dowozu można przyjąć, że ogólne zadania przewozowe X zostaną rozłożone pomiędzy poszczególne rodzaje transportu w taki sposób, aby wykorzystując cały potencjał przewozowy w pełni zrealizować zadania przewozowe. Przy pomocy schematu blokowego sprzężenia równoległego /rys.15/ przedstawiono ideę kompleksowego wykorzystania różnych rodzajów transportu, z uwzględnieniem warunków podanych wyżej.

Z rysunku /rys.15/ widać, że dokonuje się tu sumowania elementów sprzężonych równolegle. Zadania przewozowe X zostały podzielone pomiędzy poszczególne rodzaje transportu w taki sposób, aby zachować następujące warunki:

$$X = \sum_{i=1}^n x_i \quad \text{oraz} \quad \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n m_i; \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

Jednocześnie ogólny wynik realizacji przewozów Y stanowi sumę wyników realizacji przewozów przez poszczególne rodzaje transportu:

$$Y = \sum_{i=1}^n y_i; \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

Łatwo zauważyć, że przedstawiony model organizacji dowozu jest modelem mało elastycznym i zawodnym. Brak tu elementów rezerwowych, które w przypadku zakłóceń w pracy któregośkolwiek rodzaju transportu, mogłyby przejąć jego zadania.^{x/}

x/ Na marginesie tego zagadnienia należy zaznaczyć, że w praktyce bardzo często buduje się plany dowozu wg opisanego wyżej modelu, wykorzystując pełną moc przewozową poszczególnych rodzajów transportu. Plany takie są jednak mało elastyczne i nie zapewniają pełnej realizacji założeń planu. Praktyka powyższa podyktowana jest najczęściej tym, iż potrzeby przewozowe znacznie przewyższają możliwości przewozowe.

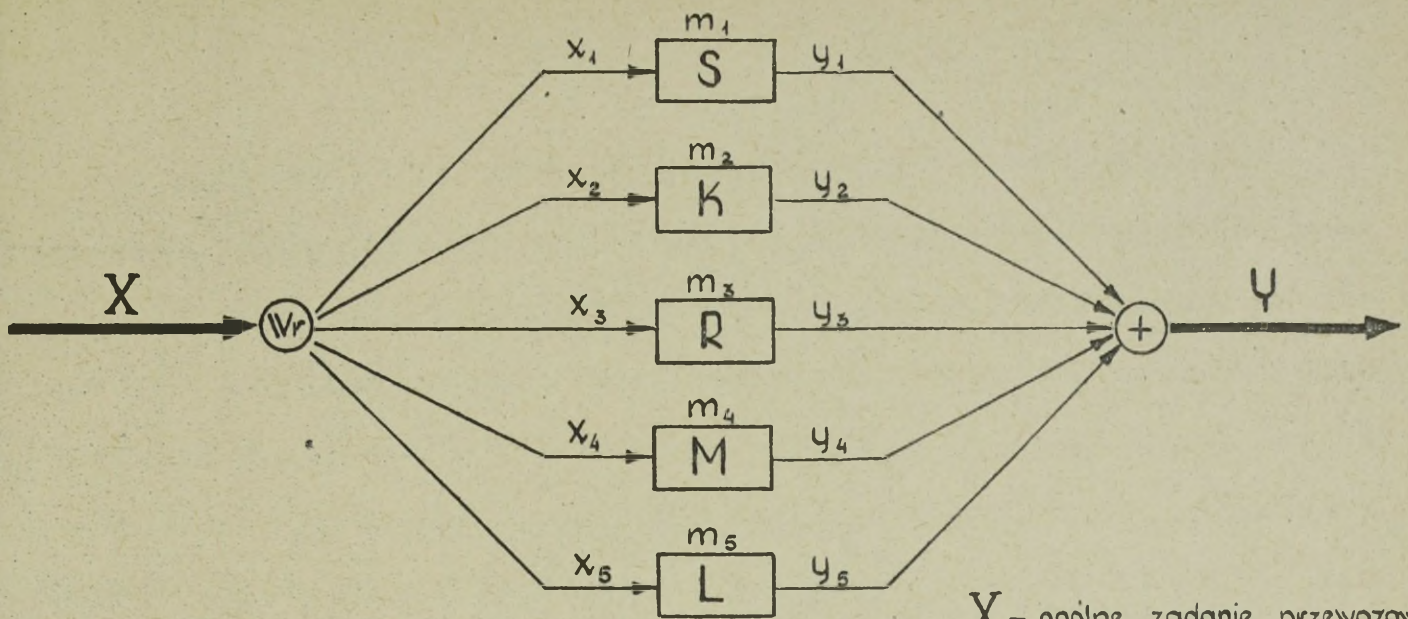
Założmy teraz, że zadania przewozowe nie zostały rozłożone na wszystkie rodzaje transportu ale tylko na niektóre z nich /np. na transport samochodowy, kolejowy i rurociągowy/. Pozostałe rodzaje transportu nie biorą bezpośredniego udziału w realizacji dowozu a stanowią rezervę przewozową. Może być i tak, że jako rezerwę przewozową wydziela się część mocy przewozowej w ramach poszczególnych rodzajów transportu realizujących dowóz.

Na rys.16 przedstawiony został schemat blokowy alternatywnego sprzężenia równoległego, ujmujący opisaną wyżej sytuację. Z rysunku wynika, że zadania przewozowe X realizują tylko trzy rodzaje transportu /S, K i R/, pozostałe /M i L/ stanowią rezerwę przewozową, która zostanie uruchomiona dopiero w przypadku, gdy wystąpią zakłócenia powodujące odchylenia od założeń planu dowozu. A zatem model alternatywnego sprzężenia równoległego zakłada, że tylko niektóre elementy układu są czynne /dokonują transformacji/, pozostałe zaś oczekują w rezerwie, aby w przypadku gdy któryś z czynnych elementów zawiedzie, włączyć się do realizacji określonego zadania.

W ten sposób zadania przewozowe X są zawsze wartością mniejszą od sumy możliwości przewozowych transportu

$$X < \sum_{i=1}^n m_i ; \quad (i = 1, 2, \dots, n),$$

a stan wyjścia układu równoległe sprzężonych elementów przybiera wartość nie sumy wszystkich elementów lecz jednego lub tylko kilku spośród elementów składowych. Występuje tu sprzężenie alternatywne z węzłem dysjunkcyjnym, w którym dokonuje się transformacja nieliniowa, oparta na logicznej operacji dysjunkcji /S albo M albo L albo/.



⊙_{Wr} węzeł rozdzielczy

⊕ węzeł sumacyjny

X - ogólne zadanie przewozowe

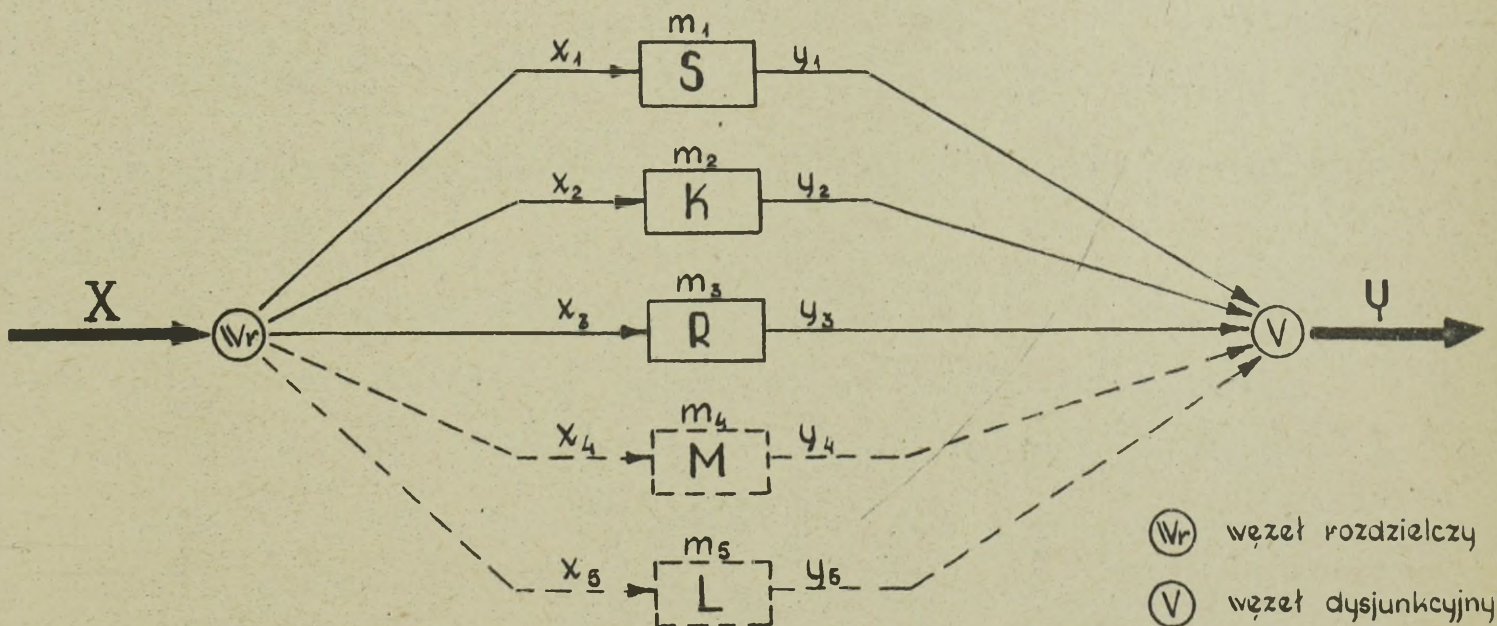
x_i - zadania przewozowe dla poszczególnych rodzajów transportu

y_i - wyniki realizacji przewozów przez poszczególne rodzaje transportu

Y - ogólny wynik realizacji przewozów

m_i - możliwości przewozowe poszczególnych rodzajów transportu

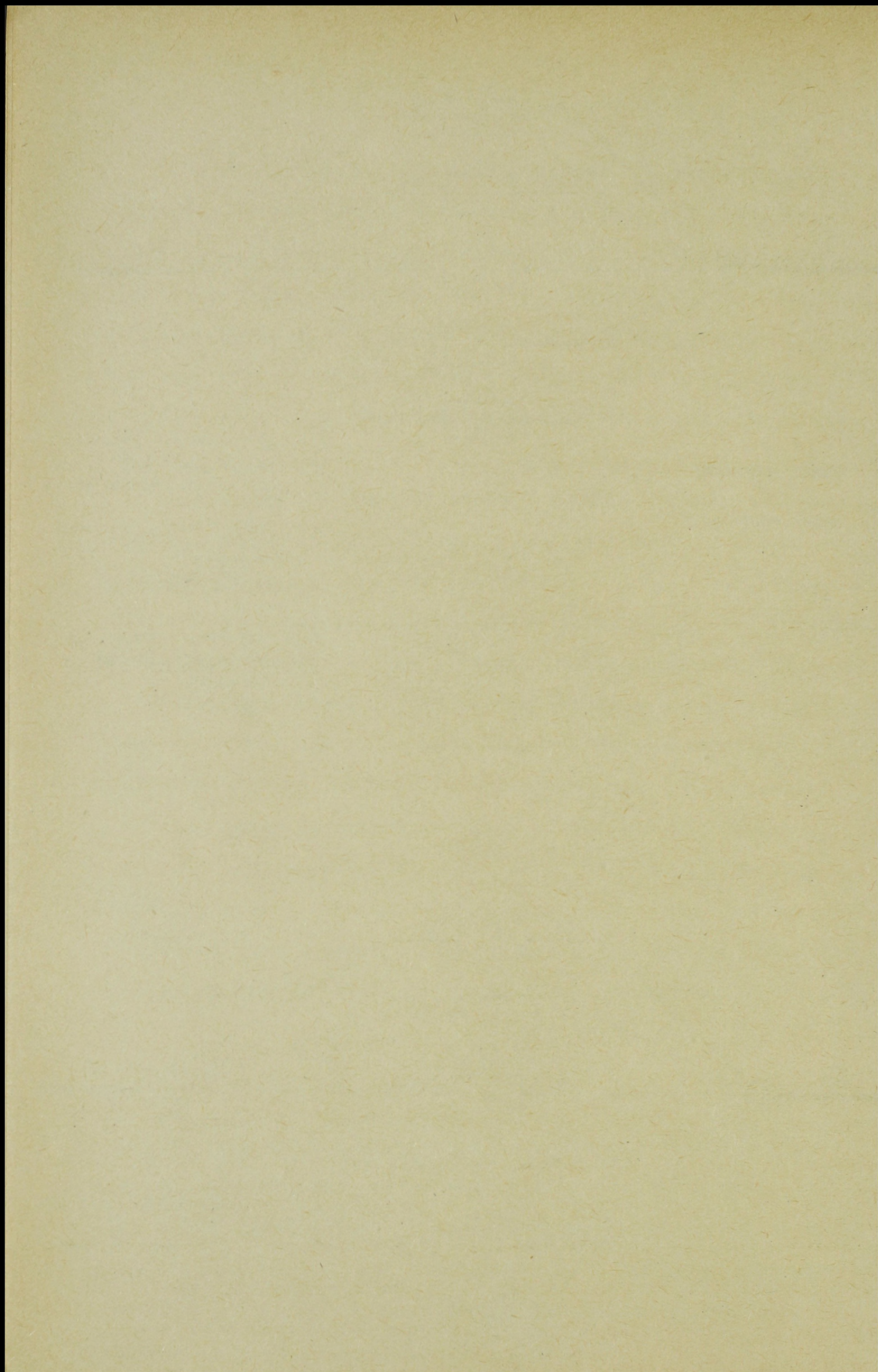
Rys. 15



⊙_{Wr} węzeł rozdzielczy

⊙_V węzeł dysjunkcyjny

Rys. 16



W przypadku, gdy tylko niektóre rodzaje transportu /lub część potencjału przewozowego w ramach jednego rodzaju transportu/ wykonują zadania przewozowe, a pozostały potencjał przewozowy nie jest czynnie wykorzystywany i stanowi rezerwę wprowadzaną dopiero kiedy zawiedzie któryś z czynnych elementów - mówimy o tzw. nieobciążonej rezerwie przewozowej. Taką rezerwę w modelu przedstawionym na rys.16 stanowi np. transport morski i lotniczy, których potencjał przewozowy zostanie wykorzystany dopiero w wypadku zakłóceń w dowozie realizowanym przy pomocy innych rodzajów transportu.

Może być i tak, że wszystkie rodzaje transportu, cały ich potencjał przewozowy, jest zaangażowany w dowozie ale realizowane zadania przewozowe przewyższają w sumie założenia planu dotyczące oczekiwanych wyników realizacji przewozów

$\sum_{i=1}^n x_i > Y$. W takim przypadku różnica między realizowanymi

zadaniami przewozowymi a oczekiwanymi wynikami realizacji planu dowozu stanowi tzw. obciążoną rezerwę przewozową

$\sum_{i=1}^n x_i - Y = R_0$. Posiadanie takiej rezerwy zapewnia wykonanie

zadań przewozowych w warunkach występowania zakłóceń podczas realizacji planu dowozu.

Zbudowany według powyższych zasad model organizacji dowozu, w przeciwieństwie do poprzedniego modelu przedstawionego na rys.15, jest już układem charakteryzującym się określonym stopniem niezawodności, bowiem posiada w swej konstrukcji rezerwę potencjału przewozowego, pozwalającą zastąpić zawodne elementy układu. Niezawodność układu wzrasta wraz ze zwiększeniem liczby równoległe sprzężonych elementów rezerwo-

wych stanowiących nieobciążoną rezerwę przewozową lub wraz ze zwiększeniem obciążonej rezerwy przewozowej.

Jedną z charakterystycznych cech kierowania jest operatywność, pojęta jako metoda pracy organów kierujących wszystkich szczebli. Polega ona na bieżącym rozwiązywaniu wycinkowych problemów wynikających z realizacji planów koncepcyjnych. Chodzi tu przede wszystkim o takie przedsięwzięcia, które umożliwiają wprowadzenie w życie ogólnej koncepcji oraz podstawowych założeń planu dowozu. Należy uwzględnić fakt, że przebieg kierowanego przez nas procesu dowozu jest zawsze konkretny, nie dający się przewidzieć we wszystkich szczegółach. Nie można bowiem dokładnie przewidzieć jak w trakcie realizacji planu zachowywać się będą w różnych sytuacjach ludzie odpowiedzialni za poszczególne odcinki planu, jak będą zmieniać się warunki pracy transportu realizującego dowóz itd. Stąd też trzeba liczyć się z tym, że podczas realizacji planu dowozu zawsze występować będą nowe elementy, nie przewidziane założeniami koncepcyjnymi planu.

W takich przypadkach organ kierujący powinien "na gorąco" podejmować dodatkowe decyzje, doskonalić metody pracy, elastycznie wykorzystywać siły i środki, jakie ma do swojej dyspozycji. W ten sposób początkowa koncepcja i założenia planu dowozu ulegać będą stałym zmianom i uzupełnieniom, stosownie do zaistniałych warunków w jakich przebiega realizacja planu. Organ kierujący może zrealizować koncepcję i założenia planu dowozu jedynie za pomocą szeregu operatywnych przedsięwzięć, przy czym operatywność musi wypływać z koncepcji i przyjętych założeń. Jeżeli jest inaczej, wtedy kierowanie nie ma przed sobą perspektyw i doprowadza do chaosu i inprovizacji, a w dalszej konsekwencji do załamania się planu dowozu. Możemy zatem

powiedzieć, że koncepcja i operatywność nie wyłączają się nawzajem, lecz odwrotnie, wzajemnie się uzupełniają. W zależności od szczebla organu kierującego występuje określony wzajemny stosunek koncepcji i operatywności. Im wyższy szczebel, tym ogólniejszy i bardziej długoterminowy charakter ma jego koncepcja i założenia planu, tym silniej także w jego działaniu występują elementy koncepcyjności i organizowania. I odwrotnie, im niższy szczebel, tym konkretniejszy i krótkoterminowy charakter ma jego koncepcja i założenia planu, mniejszy jest w jego działaniu udział organizowania, natomiast silniej występują elementy operatywnego kierowania.

W podsumowaniu możemy stwierdzić, że kierowanie złożonym procesem dowozu rozpoczyna się od momentu ostatecznego opracowania planu dowozu i podjęcia decyzji dotyczącej realizacji planu. Kończy się zaś po osiągnięciu celu określonego w planie dowozu. Kierowanie procesem dowozu polega na systematycznym porównywaniu założeń planu z wynikami realizacji, uwzględnianiu zmieniających się stale warunków w jakich przebiega realizacja planu oraz wprowadzaniu odpowiednich zmian i korekt.

Zakres dokonywanych zmian zależy nie tylko od tego, jak dalece zmieniły się warunki realizacji planu, ale także od stopnia wzajemnego powiązania z sobą poszczególnych elementów planu. Im bardziej elementy planu są z sobą powiązane, tym więcej zmian trzeba przeprowadzić przy zmianie warunków realizacji, a korekta planu przybierze szerszy zakres. Zmiany mogą być częstsze i bardziej głębokie również i wtedy, im dłuższy czas dzieli nas od sporządzania planu dowozu do jego realizacji.

Jednym ze wskaźników określających sprawność procesów kierowania dowozem jest szybkość, z jaką w ramach danego ukła-

du następuje likwidacja odchylen od założeń planu. Przedział czasowy, w którym dokonana zostanie odpowiednia do zaistniałych warunków korekta planu, zależy przede wszystkim od stopnia wykorzystania elektronicznej techniki obliczeniowej do sterowania procesami dowozu, struktury organizacyjnej organów kierujących i kierowanych, przyjętego systemu zaopatrywania, organizacji łączności itp., a więc od czynników składających się w sumie na tzw. zdolność reagowania układu.

R O Z D Z I A Ł I V

PRÓBA OPTYMALIZACJI NIEKTÓRYCH ZADAŃ W PROCESIE DOWOZU

PRZY ZASTOSOWANIU EMC

1. Ustalenie zakresu /objętości/ dowozu środków materiałowych
na szczeblu operacyjnym

Obowiązujący w wojsku system zaopatrywania opiera się o ustaloną na wszystkich szczeblach dowodzenia stałą wysokość zapasów, stwarzających warunki dla określonej samodzielności materiałowej związków operacyjnych i związków taktycznych. Cały wysiłek wszystkich organów tyłowych w zakresie zaopatrywania skierowany jest przede wszystkim na ciągłe i terminowe uzupełnienie zapasów do ustalonych norm. Droga uwzględnienia konkretnej sytuacji taktyczno-operacyjnej i tyłowej ustalana jest kolejność dowozu oraz różnicowane są potrzeby w zakresie dowozu.

Możemy zatem powiedzieć, że ustalenie wysokości dowozu zależy od:

- stanu zapasów znajdujących się aktualnie w podległych związkach operacyjnych i taktycznych;
- stanu zapasów własnych, znajdujących się w składach armii /frontu/;
- konkretnej sytuacji taktyczno-operacyjnej i tyłowej.^{x/}

x/ Na wysokość dowozu wywierają wpływ także możliwości przewozowe środków transportowych. Czynnikiem ten pominięto świadomie, gdyż będzie on uwzględniony przy rozwiązywaniu innego zadania.

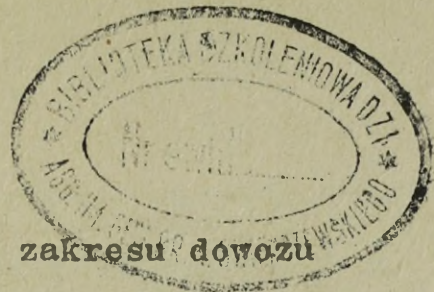
Algorytm zadania obejmującego ustalenie zakresu dowozu uwzględnia następujące podstawowe czynniki:

a/ potrzeby w zakresie dowozu, stanowiące różnicę pomiędzy ustaloną /regulaminową/ wysokością zapasów a stanem faktycznym zapasów znajdujących się w poszczególnych związkach operacyjnych i taktycznych; jest to w rzeczywistości ta ilość środków materiałowych, jaką w idealnych warunkach chcielibyśmy dowieźć na uzupełnienie zapasów do pełnych ustalonych norm;

b/ możliwości w zakresie dowozu, uwzględniające stan zapasów posiadanych przez organa zaopatrujące armii /frontu/ oraz możliwości przeprowadzenia wewnętrznego manewru zapasami pomiędzy związkami operacyjnymi i taktycznymi;

c/ pilność dowozu, wynikającą z charakteru i ważności zadań bojowych realizowanych przez poszczególne związki operacyjne i taktyczne, z jednoczesnym uwzględnieniem faktycznego stanu zapasów.

Dwa pierwsze czynniki, a więc potrzeby i możliwości w zakresie dowozu tylko w wyjątkowych wypadkach będą z sobą w pełnej zgodności. W praktyce dochodzi zazwyczaj do sprzeczności między nimi, przy czym w większości przypadków potrzeby w zakresie dowozu w konkretnych sytuacjach przewyższają nasze możliwości i stąd nie zawsze jest możliwe zaspokojenie pełnych potrzeb. Aby określić w jakim stopniu w danej sytuacji zaspokoić potrzeby w zakresie dowozu, wprowadzamy czynnik, który nazwalibyśmy pilnością dowozu. Będzie to wskaźnik jakościowy pozwalający rozwiązać w szeregu przypadkach sprzeczność pomiędzy potrzebami a faktycznymi możliwościami w zakresie dowozu.



Możemy zatem stwierdzić, że ustalanie zakresu dowozu środków materiałowych do poszczególnych związków operacyjnych i taktycznych polegać będzie na porównaniu potrzeb z możliwościami w zakresie dowozu, przy jednoczesnym uwzględnieniu pilności dowozu.

Obecnie nieco szerzej omówimy i wyjaśnimy znaczenie wymienionych wyżej czynników.

Potrzeby w zakresie dowozu

Tak jak już o tym mówiliśmy, na poszczególnych szczeblach dowodzenia tyłami są ustalone określone zapasy ruchome podstawowych rodzajów środków materiałowych. Jednak w toku działań bojowych, ze względu na zużycie oraz straty, stan faktyczny zapasów będzie się ciągle zmieniał.

Pierwsza część algorytmu będzie zatem obliczać różnice między ustaloną wysokością zapasów ruchomych w poszczególnych związkach operacyjnych i taktycznych a stanem faktycznym posiadanych zapasów. Wynik powyższych obliczeń będzie równoznaczny z ustaleniem potrzeb w zakresie dowozu.

Mówiąc o różnicy między ustaloną normą zapasów ruchomych a stanem faktycznym zapasów musimy mieć na uwadze to, że w praktyce możemy spotkać się z dwoma skrajnościami. Różnica powyższa może być tak wielka, że praktycznie rzecz biorąc niemożliwe będzie zrealizowanie dowozu w takim zakresie, lub taka mała, że nie będzie celowe wykonywanie dowozu w tak małych rozmiarach. Wydaje się więc celowe wprowadzenie pewnych ograniczeń, które ewentualnie nie dopuściłyby do obu wyżej omówionych skrajności. Można to osiągnąć poprzez ustalenie maksymalnej i minimal-

nej granicy wysokości potrzeb w zakresie dowozu, co pozwoli w razie potrzeby obniżyć obliczone uprzednio potrzeby do realnej granicy lub w ogóle wyłączyć je z dalszych naszych rozważań.

Jest rzeczą oczywistą, że zarówno maksymalna jak i minimalna granica wysokości potrzeb będzie różna dla każdego z poszczególnych rodzajów środków materiałowych. Punktem wyjścia dla jej ustalenia będzie nie tylko wysokość zapasów ruchomych lecz także średnie normy zużycia. Można przyjąć, że maksymalna granica wysokości potrzeb w zakresie dowozu powinna być nieco wyższa od średniej dziennej normy zużycia, natomiast minimalna granica winna wyrażać tę minimalną ilość środków materiałowych, która jeszcze nie decyduje o stopniu zabezpieczenia materiałowego na danym szczeblu. Należy się zastrzec, że wartości te nie muszą być wielkościami stałymi. Granicę rozpiętości można regulować w toku operacji w zależności od sytuacji. Np. pod koniec operacji, gdy zapasy ruchome ulegają z reguły obniżeniu, można obniżyć także maksymalną granicę wysokości potrzeb.

Tabele 1a i 1b przedstawiają wysokości zapasów ruchomych oraz granice wysokości potrzeb w zakresie dowozu w odniesieniu do szczebla armii i frontu, przyjęte w opisywanym algorytmie.

Tabela 1a

Wysokość zapasów ruchomych oraz granica
wysokości potrzeb w zakresie dowozu /armia/

Wyszczególnienie	amunicja							MPS			Zywność
	strzel.	art. naz.	art. plot.	ozorg.	raklet.	benz. samoch.	benz. lojn.	olej napęd.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
DZ /DPanc/	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	1,25	4,5	2,0	5		
	Wysokość zapasów ruchomych										
	0,6	0,7	1,2	1,2	1,2	0,8	2,5	1,2	2		
	maksymalna										
	0,04	0,04	0,09	0,09	0,09	0,04	0,19	0,09	-		
	minimalna										
BA	1,0	1,0	-	-	-	1,25	-	2,0	5		
	wysokość zapasów ruchomych										
	0,6	0,7	-	-	-	0,8	-	1,2	2		
	maksymalna										
	0,04	0,04	-	-	-	0,04	-	0,09	-		
	minimalna										
paplot	1,0	-	2,0	-	-	1,12	-	1,5	3		
	wysokość zapasów ruchomych										
	0,6	-	1,2	-	-	0,8	-	1,0	2		
	maksymalna										
	0,04	-	0,09	-	-	0,04	-	0,04	-		
	minimalna										
ppanc	1,0	1,0	-	-	-	1,12	-	-	3		
	wysokość zapasów ruchomych										
	0,6	0,7	-	-	-	0,8	-	-	2		
	maksymalna										
	0,04	0,04	-	-	-	0,04	-	-	-		
	minimalna										
pozostałe	1,0	-	-	-	-	1,25	-	2,0	5		
	wysokość zapasów ruchomych										
	0,6	-	-	-	-	0,8	-	1,2	2		
	maksymalna										
	0,04	-	-	-	-	0,04	-	0,09	-		
	minimalna										

Tabela 11.

Wysokość zapasów ruchomych oraz granice
wysokości w zakresie potrzeb dowozu /Front/

Wyszczególnienie	amunicja								MPS				Zywność					
	strzel.	art. naz. i kodz.	art. Plot.	czołg.	rakiet. M-14	benz. samoch.	benz. lotn.	olej. napęd.	Paliwo P-2									
armia ogólno- wojsko- wa	1																	
	2																	
	3																	
	4																	
armia lotnicza	5																	
	6																	
	7																	
	8																	
DL /DPanc/	9																	
	10																	
	11																	
	12																	

		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1											
DPD	wysokość zapasów ruchomych	1,5	2,0	2,5	2,0	2,0	1,5	1,5	2,0	-	6
	średnie dzienne normy zużycia	0,6	0,8	1,0	0,5	1,0	0,2	0,2	0,3	-	1
	granica wysokości potrzeb w zakresie dowozu	0,9	1,2	1,5	0,75	1,5	0,3	0,3	0,5	-	2
	minimalna	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,95	0,1	-	-
pozo- stałe	wysokość zapasów ruchomych	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	1,25	4,5	2,0	-	5
	średnie dzienne normy zużycia	0,1	0,4	0,7	0,1	0,8	0,2	1,0	0,4	-	1
	granica wysokości potrzeb w zakresie dowozu	0,15	0,6	1,0	0,75	1,2	0,3	1,5	0,6	-	2
	minimalna	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,05	0,2	0,1	-	-

Reasumując możemy więc powiedzieć, że dla obliczenia potrzeb w zakresie dowozu wykorzystane są następujące dane:

a/ instrukcje ułożone w pamięci EMC obejmujące:

- ustaloną wysokość zapasów ruchomych wszystkich rodzajów środków materiałowych dla każdego zaopatrywanego związku operacyjnego i taktycznego /w jednostkach kalkulacyjnych/;

- maksymalną i minimalną granicę wysokości potrzeb w zakresie dowozu;

b/ informacje od zaopatrywanych związków operacyjnych i taktycznych obejmujące:

- stan faktyczny zapasów w poszczególnych związkach operacyjnych i taktycznych /w jednostkach kalkulacyjnych/;

- aktualny ciężar jednostek kalkulacyjnych poszczególnych rodzajów środków materiałowych w związkach operacyjnych i taktycznych /w jednostkach ilościowych/.^{x/}

Możliwości w zakresie dowozu zależą przede wszystkim od ilości zapasów, jakimi organa zaopatrujące dysponują w danym czasie. Nie zawsze mogą tu być brane pod uwagę wszystkie zapasy posiadane w składach. Może bowiem zdarzyć się, że np. część zapasów znajduje się w tak znacznym oddaleniu od zaopatrywanych wojsk, że w danej chwili nie można na nie liczyć. A zatem w ramach możliwości w zakresie dowozu uwzględniamy tylko taki - aktualny stan zapasów, które w planowanym okresie mogą być wykorzystane do zaopatrywania wojsk. Mówiąc o zapasach organów zaopatrujących należy zaznaczyć, że będą to nie tylko zapasy przechowywane w składach armii /frontu/. Mogą to być

x/ Aktualny ciężar jednostek kalkulacyjnych może być obliczany również za pomocą EMC. Jest to oddzielne zadanie, które w tej pracy nie będzie omawiane.

również środki materiałowe pochodzące z zasobów miejscowych, a także zapasy uzyskane w wyniku przeprowadzonego manewru zapasami pomiędzy podległymi związkami operacyjnymi i taktycznymi.

W algorytmie, możliwości w zakresie dowozu będą informacją od organu zaopatrującego o stanie zapasów /w jednostkach ilościowych/, jakimi aktualnie dysponuje.

Pilność dowozu

Podczas działań bojowych, na skutek zużycia oraz ewentualnych strat początkowy stan zapasów ulega stałemu obniżeniu. Wysiłek organów zaopatrujących jest skierowany na to, aby poprzez ciągły i terminowy dowóz uzupełnić zapasy ruchome do ustalonej pierwotnie wysokości. Ponieważ nie zawsze posiadane zapasy na szczeblu organu zaopatrującego oraz możliwości przewozowe transportu pozwalają na zrealizowanie tego zamierzenia, przeto dążeniem organów zaopatrujących jest, aby uwzględniając konkretną sytuację, w możliwie maksymalnym stopniu uzupełnić zapasy tym związkom taktycznym /operacyjnym/, które wykonują najważniejsze zadania bojowe. A zatem, algorytm naszego zadania opiera się o zasadę maksymalnego uzupełnienia zapasów do ustalonych norm, przy pełnym uwzględnieniu sytuacji taktyczno-operacyjnej i tyłowej.

Zasadę powyższą realizujemy poprzez wprowadzenie wskaźnika jakościowego nazwanego pilnością dowozu, który uwzględnia miejsce i zadania każdego związku operacyjnego i taktycznego w operacji, w rozpatrywanym czasie.

Głównym kryterium przy ustalaniu wartości tego wskaźnika jest miejsce danego związku operacyjnego lub taktycznego w ugru-

powaniu operacyjnym armii /frontu/ i wykonywane zadanie bojowe. Ponadto pilność dowozu rozpatrywana jest także w odniesieniu do poszczególnych rodzajów środków materiałowych.

Uwzględniając powyższe ustalono cztery stopnie pilności dowozu, a mianowicie:

a/ Pierwszy stopień pilności dla oznaczenia tych związków operacyjnych /taktycznych/, którym w rozpatrywanej sytuacji powierzono wykonywanie głównego zadania. Dla tych związków zapasy zawsze będą uzupełniane do pełnych norm, nawet drogą przeprowadzenia manewru zapasami pomiędzy podległymi związkami.

b/ Drugi stopień pilności dla oznaczenia związków operacyjnych /taktycznych/, które w danej sytuacji wykonują ważne zadania w ramach operacji /np. znajdują się także w I rzucie operacyjnym, lub przewidziane są do wprowadzenia w tolu operacji itp./. Dla tych związków zapasy będą uzupełniane w takim stopniu, aby ich wysokość była możliwie jak najbardziej zbliżona do ustalonych norm.

c/ Trzeci stopień pilności dla oznaczenia związków operacyjnych /taktycznych/, które w rozpatrywanej sytuacji wykonują drugorzędne zadania. Związki zaszeregowane do tej grupy, w wypadku gdy możliwości w zakresie dowozu będą mniejsze niż potrzeby, otrzymają odpowiednio mniej środków materiałowych niż związki zaszeregowane do drugiego stopnia pilności. Należy przy tym zaznaczyć, że pomiędzy drugim i trzecim stopniem pilności istnieje określona proporcja, co szerzej wyjaśnimy w dalszej części pracy.

d/ Czwarty stopień pilności dla oznaczenia związków operacyjnych /taktycznych/, które posiadają zapasy w wysokości

powyżej 90 % ustalonych norm, lub które nie są przewidziane w danej sytuacji do wykonywania jakiegokolwiek zadań bojowych. Zakwalifikowane do czwartego stopnia pilności związku operacyjne i taktyczne, w przypadku nie posiadania dostatecznej ilości zapasów, nie będą brane pod uwagę przy rozdziale środków materiałowych w danej sytuacji.

W oparciu o powyższe ustalenia, organ zaopatrujący posiada możliwość różnicowania dowozu w zależności od miejsca i roli danego związku operacyjnego /taktycznego/ w operacji oraz stanu faktycznego poszczególnych rodzajów środków materiałowych. Ogólnie rzecz biorąc, możliwości te mogą być następujące:

- uzupełnić w pełni zapasy jednego lub kilku związków operacyjnych /taktycznych/, zgodnie z ich potrzebami;
- wyłączyć z dowozu niektóre związki operacyjne /taktyczne/;
- dla pozostałych związków operacyjnych /taktycznych/ zróżnicować wysokość dowozu, zgodnie z konkretną sytuacją oraz potrzebami.

Tak więc, stosując cztery stopnie pilności dowozu można w dostatecznym stopniu różnicować wysokość dowozu w zależności od sytuacji taktyczno-operacyjnej i tyłowej, co przekazane w formie wejściowych informacji organu zaopatrującego pozwoli rozwiązywać sprzeczności występujące pomiędzy potrzebami a możliwościami w zakresie dowozu.

W ten sposób omówiliśmy zasadnicze czynniki uwzględniane przy ustalaniu zakresu dowozu. Należałoby jeszcze omówić możliwe warianty, z jakimi w praktyce podczas rozwiązywania tego zadania możemy się spotkać, a które będą określały w pewnym stopniu także model samego algorytmu zadania.

Po obliczeniu potrzeb w zakresie dowozu i porównaniu ich z możliwościami, stanowiącymi ilość środków materiałowych przeznaczonych do rozdziału, może w praktyce wystąpić jedna z następujących trzech sytuacji:

a/ ogólne możliwości w zakresie dowozu b_1 są równe lub większe od ogólnych potrzeb S : $b_1 \geq S$;

b/ ogólne możliwości w zakresie dowozu są mniejsze niż ogólne potrzeby lecz większe lub równe od sumy potrzeb związków operacyjnych /taktycznych/ oznaczonych pierwszym stopniem pilności S_1 :

$$S > b_1 \geq S_1 ;$$

c/ ogólne możliwości w zakresie dowozu są mniejsze od sumy potrzeb związków operacyjnych /taktycznych/ oznaczonych pierwszym stopniem pilności:

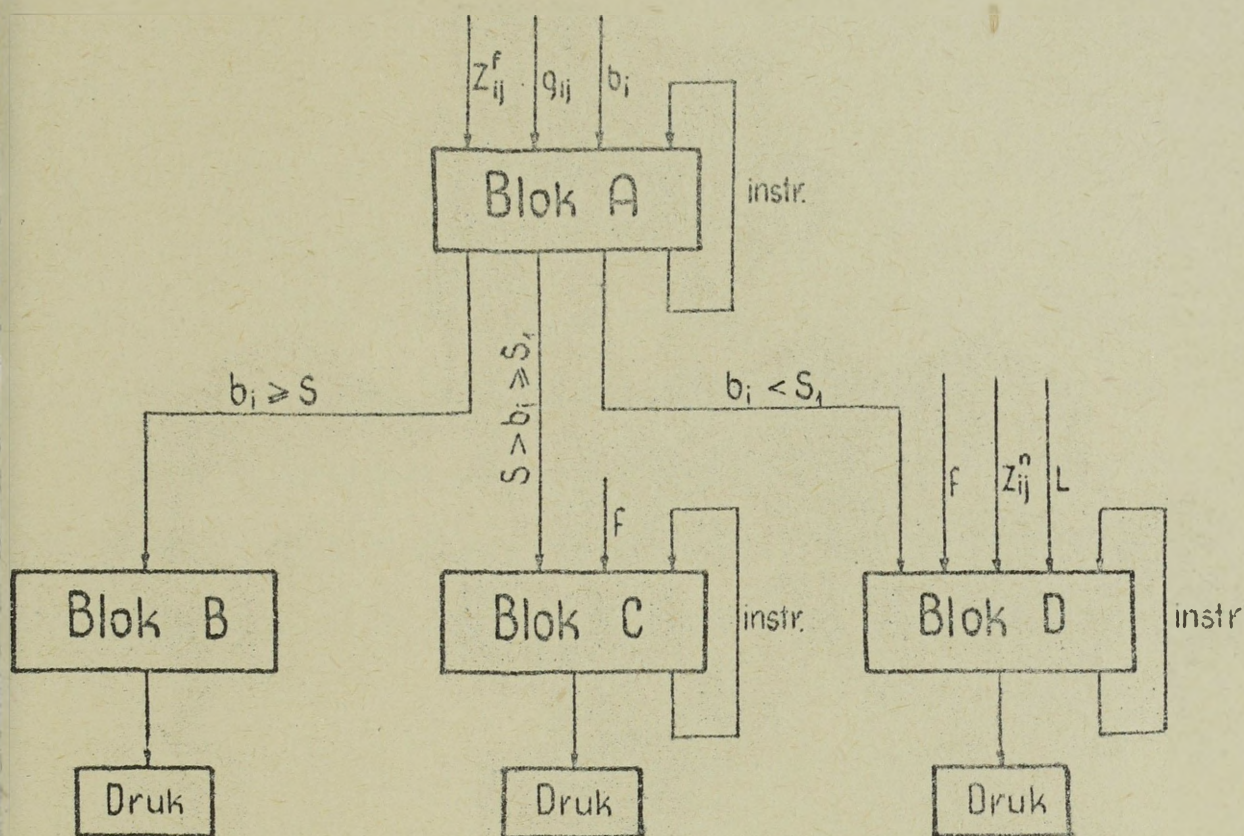
$$b_1 < S_1 .$$

Wymienione wyżej warianty wyczerpują w zasadzie te sytuacje, jakie w praktycznym działaniu mogą zaistnieć. Ideę algorytmu przedstawia cybernetyczny model /rys.17/.

W pierwszym wariacie, gdy $b_1 \geq S$ obliczenia są stosunkowo proste, bowiem EMC dokonuje rozdziału środków materiałowych zgodnie z potrzebami poszczególnych związków operacyjnych /taktycznych/. Dla wykonania obliczeń potrzebne są następujące dane:

- potrzeby poszczególnych związków operacyjnych /taktycznych/ w zakresie dowozu;
- informacje od organu zaopatrującego o możliwościach w zakresie dowozu.

17 CYBERNETYCZNY MODEL ALGORYTMU ZADANIA
DOTYCZĄCEGO USTALANIA ZAKRESU (OBJĘTOŚCI)
DOWOZU ŚRODKÓW MATERIAŁOWYCH



O b j a s n i e n i a

Blok A - obliczenie potrzeb w zakresie dowozu i porównanie ogólnych potrzeb z możliwościami

Blok B - rozdział środków materiałowych zgodnie z potrzebami

Blok C - zroznicowany rozdział środków materiałowych w zależności od sytuacji taktyczno - operacyjnej oraz zadań

Blok D - manewr środkami materiałowymi

Z_{ij}^f - stan faktyczny zapasów w związkach operacyjnych (taktycznych)

g_{ij} - ciężar jednej jednostki kalkulacyjnej

b_i - ogólne możliwości w zakresie dowozu

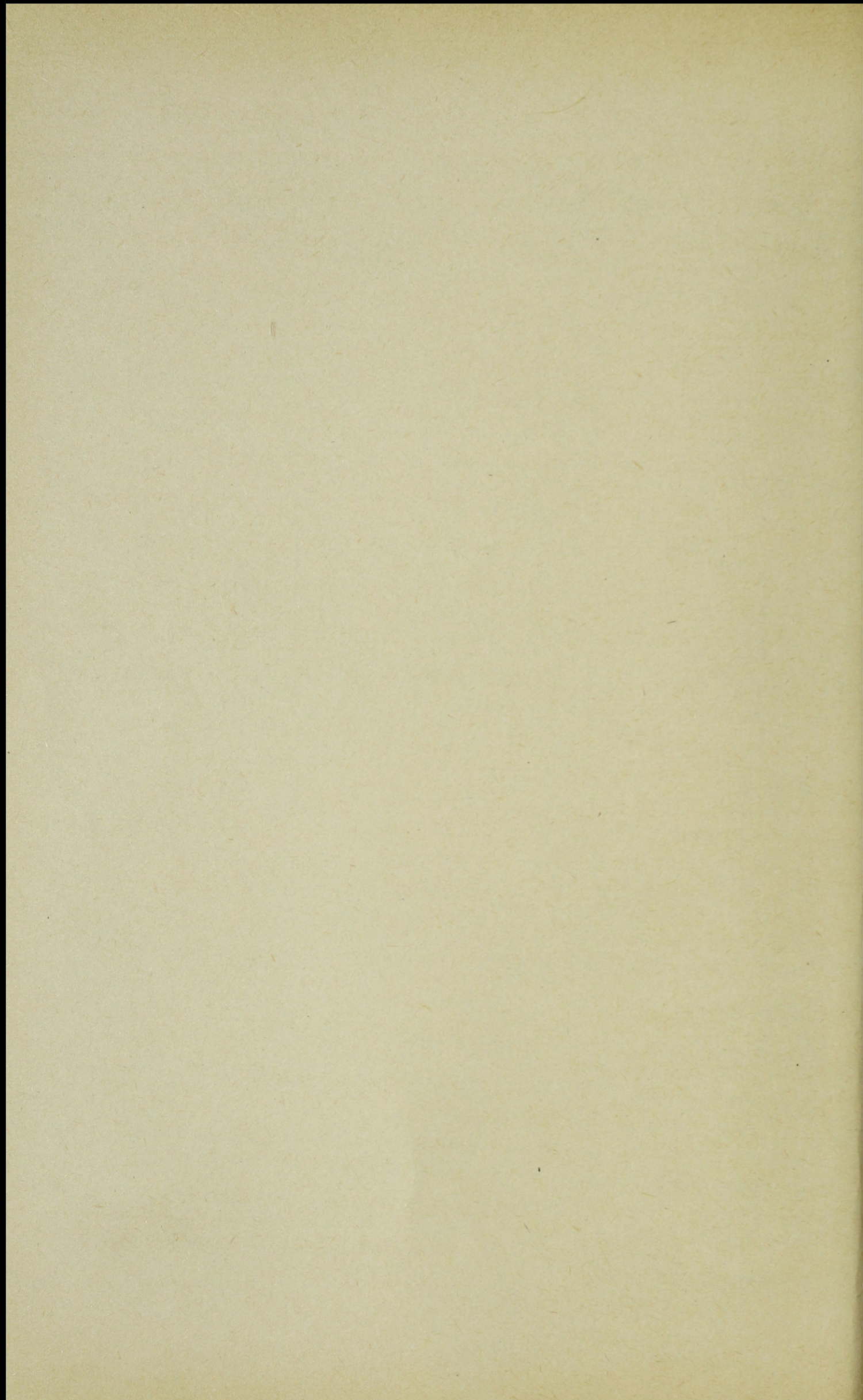
S - ogólne potrzeby w zakresie dowozu

S_1 - suma potrzeb związków operacyjnych (taktycznych) oznaczonych I stopniem pilności

Z_{ij}^n - zapasy niezbędne dla wykonania zadania

f - informacja dotycząca stopnia pilności

L - odległość między poszczególnymi związkami operacyjnymi (taktycznymi)



W drugim wariancie, gdy $S > b_1 \geq S_1$, obliczenia są bardziej złożone, oparte o przyjętą zasadę maksymalnego uzupełniania zapasów do ustalonych norm przy uwzględnieniu sytuacji taktyczno-operacyjnej i tyłowej. Stąd też obliczenia uwzględniają:

- zaspokojenie pełnych potrzeb materiałowych związków operacyjnych /taktycznych/ oznaczonych pierwszym stopniem pilności;
- zróżnicowany rozdział pozostałych środków materiałowych w taki sposób, aby związki operacyjne /taktyczne/ oznaczone drugim stopniem pilności otrzymały większe stosunkowo uzupełnienie niż związki oznaczone trzecim stopniem pilności.

Dla wykonania obliczeń związanych z uzupełnieniem zapasów w związkach operacyjnych /taktycznych/ oznaczonych drugim i trzecim stopniem pilności stosujemy wzór redukcyjny /r/:

$$r = \frac{b_1 - S_1}{3 S_2 + 2 S_3}$$

gdzie: S_2 - suma potrzeb związków operacyjnych /taktycznych/ oznaczonych drugim stopniem pilności;

S_3 - suma potrzeb związków operacyjnych /taktycznych/ oznaczonych trzecim stopniem pilności.

Wysokość uzupełnienia zapasów dla grupy związków operacyjnych /taktycznych/ oznaczonych drugim stopniem pilności obliczamy za pomocą wzoru:

$$D^{II} = 3 r \cdot S_2$$

gdzie: D^{II} - wysokość uzupełnienia zapasów dla grupy związków operacyjnych /taktycznych/ oznaczonych drugim stopniem pilności.

ci bojowej. A zatem, dla przeprowadzenia wewnętrznego manewru zapasami mogą być brane pod uwagę jedynie wolne zapasy, tzn., takie, które w danej sytuacji nie decydują o wykonaniu zadania przez dany związek operacyjny /taktyczny/. Inaczej mówiąc, wolne zapasy stanowią różnicę między faktycznym stanem zapasów Z_{ij}^f a zapasami niezbędnymi dla wykonania zadania przez dany związek operacyjny lub taktyczny Z_{ij}^n :

$$Z_{ij}^w = Z_{ij}^f - Z_{ij}^n.$$

Wychodząc z założenia, że im ważniejsze zadanie będzie wykonywał związek operacyjny /taktyczny/ tym zapasy niezbędne na wykonanie tego zadania będą większe, przyjęto następującą wysokość zapasów niezbędnych /patrz tabela 2a i 2b/.

W celu ustalenia optymalnego wariantu manewru zapasami uwzględniamy następujące czynniki:

- stopień pilności dowozu;
- wysokość wolnych zapasów w związkach operacyjnych /taktycznych/;
- odległości pomiędzy poszczególnymi związkami operacyjnymi /taktycznymi/.

Ustalenie ogólnego wskaźnika uwzględniającego powyższe czynniki przeprowadzamy systemem punktowym, polegającym na tym, że każdy czynnik wyrażamy w określonej wartości, a następnie wartości te sumujemy. Dla stopnia pilności przyjęto następujące wartości punktowe: drugi stopień pilności - 1,0; trzeci stopień pilności - 0,6; czwarty stopień pilności - 0,1.^{x/}

x/ Wartości punktowe stopnia pilności wyznaczono w oparciu o doświadczenia uzyskane na szeregu ćwiczeniach dowódczo-sztabowych. Zastosowanie EMC do obliczeń i dalsze doświadczenia pozwolą skorygować przyjęte wartości.

Tabela 2a

Informacja o wysokości zapasów niezbędnych
do wykonania zadania /armia/

L.p.	Wyszczególnienie	a m u n i c j a						M P S				Zywność	
		strzel.	art. naziem.	art. plot.	ozożg.	raklet.	benz. samoch.	benz. lotn.	olej napęd.				
1.	II stopień pilności	0,9	0,9	1,8	1,8	1,8	1,1	4,0	1,8	1,1	4,0	1,8	4
	III stopień pilności	0,75	0,75	1,5	1,5	1,5	0,95	3,4	1,5	0,95	3,4	1,5	3
	IV stopień pilności	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,6	2,3	1,0	0,6	2,3	1,0	2
	II stopień pilności	0,8	0,9	-	-	-	1,1	-	1,8	1,1	-	1,8	4
2.	III stopień pilności	0,65	0,75	-	-	-	0,95	-	-	0,95	-	1,5	3
	IV stopień pilności	0,5	0,5	-	-	-	0,6	-	-	0,6	-	1,0	2
	II stopień pilności	0,8	-	1,8	-	-	1,0	-	-	1,0	-	1,3	3
	III stopień pilności	0,65	-	1,5	-	-	0,8	-	-	0,8	-	1,1	2
3.	IV stopień pilności	0,5	-	1,0	-	-	0,5	-	-	0,5	-	0,7	1
	II stopień pilności	0,9	0,9	-	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-	3
	III stopień pilności	0,75	0,75	-	-	-	0,8	-	-	0,8	-	-	2
	IV stopień pilności	0,5	0,5	-	-	-	0,5	-	-	0,5	-	-	1
4.	II stopień pilności	0,8	-	-	-	-	1,1	-	-	1,1	-	1,8	4
	III stopień pilności	0,65	-	-	-	-	0,95	-	-	0,95	-	1,5	3
	IV stopień pilności	0,5	-	-	-	-	0,6	-	-	0,6	-	1,0	2
	II stopień pilności	0,8	-	-	-	-	1,1	-	-	1,1	-	1,8	4
5.	III stopień pilności	0,65	-	-	-	-	0,95	-	-	0,95	-	1,5	3
	IV stopień pilności	0,5	-	-	-	-	0,6	-	-	0,6	-	1,0	2
	II stopień pilności	0,8	-	-	-	-	1,1	-	-	1,1	-	1,8	4
	III stopień pilności	0,65	-	-	-	-	0,95	-	-	0,95	-	1,5	3
	IV stopień pilności	0,5	-	-	-	-	0,6	-	-	0,6	-	1,0	2

Tabela 2b

Informacja o wysokości zapasów niezbędnych
do wykonania zadania /front/

L.p.	Wyszczególnienie	amunicja							M P S				
		strzel.	art. naziem. i moźdz.	art. plot.	czołg.	rakiet. M-14	benz. samoch.	benz. lotn.	olej napęd.	palivo P-2	Zywność		
1.	armia ogólnowojskowa	II stopień pilności	1,0	1,1	2,3	1,0	2,3	1,5	6,3	2,4	-	6	
		III stopień pilności	0,9	0,95	1,9	1,7	1,9	1,2	5,6	2,0	-	5	
		IV stopień pilności	0,55	0,6	1,3	1,1	1,3	0,8	3,5	1,4	-	4	
		II stopień pilności						2,7	6,3	2,7	6,3	11	
2.	armia lotnicza	III stopień pilności						2,25	5,25	2,25	5,25	9	
		IV stopień pilności						1,5	3,5	1,5	3,5	6	
		II stopień pilności	0,9	0,9	1,8	1,8	1,8	1,1	4,0	1,8	-	4	
		III stopień pilności	0,75	0,75	1,5	1,5	1,5	0,95	3,4	1,5	-	3	
3.	DZ /DPanc/	IV stopień pilności	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,6	2,3	1,0	-	2	
		II stopień pilności	1,35	1,8	2,3	1,8	1,8	1,35	1,35	0,9	-	5	
		III stopień pilności	1,1	1,5	1,9	1,5	1,5	1,1	1,1	0,75	-	4	
		IV stopień pilności	0,75	1,0	1,3	1,0	1,0	0,75	0,75	0,5	-	3	
4.	DPD	II stopień pilności	0,9	0,9	1,8	1,8	1,8	1,1	4,0	1,8	-	4	
		III stopień pilności	0,75	0,75	1,5	1,5	1,5	0,95	3,4	1,5	-	3	
		IV stopień pilności	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,6	2,3	1,0	-	2	
		II stopień pilności						2,7	6,3	2,7	6,3	11	
5.	pozostałe	III stopień pilności	0,75	0,75	1,5	1,5	1,5	0,95	3,4	1,5	-	3	
		IV stopień pilności	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,6	2,3	1,0	-	2	
		II stopień pilności	1,35	1,8	2,3	1,8	1,8	1,35	1,35	0,9	-	5	
		III stopień pilności	1,1	1,5	1,9	1,5	1,5	1,1	1,1	0,75	-	4	

Wskaźnik wysokości wolnych zapasów wyrażamy jako iloraz wolnych zapasów danego związku operacyjnego /taktycznego/ do ogólnej sumy wolnych zapasów:

$$\gamma = \frac{Z_{ij}^w}{S^w},$$

gdzie: γ - wskaźnik wolnych zapasów;
 S^w - ogólna suma wolnych zapasów.

Jako wskaźnik odległości przyjęto iloraz odległości pomiędzy poszczególnymi związkami operacyjnymi /taktycznymi/ do odległości maksymalnej;

$$\rho = \frac{L_{ij}}{\max L_{ij}},$$

gdzie: ρ - wskaźnik odległości;
 L_{ij} - odległość pomiędzy poszczególnymi związkami operacyjnymi /taktycznymi/.

Wskaźnik ogólny stanowi sumę wartości wymienionych wyżej wskaźników:

$$c_{ij} = \gamma_{ij} + \lambda_{ij} + \rho_{ij},$$

gdzie: c_{ij} - ogólny wskaźnik;
 λ_{ij} - wskaźnik stopnia pilności ($\lambda = 1,0$ v $0,6$ v $0,1$).

Optymalny wariant manewru zapasami daje rozwiązanie zadania transportowego z funkcją celu:

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} \cdot d_{ij}^I = \min$$

i ograniczeniami:

$$\sum_{j=1}^m d_{ij}^I = b_i + S^w$$

$$\sum_{j=1}^m d_{ij}^I = S_1$$

$$d_{ij}^I \geq 0,$$

gdzie: d_{ij}^I - wysokość uzupełnienia zapasów i-tego środka materiałowego w j-tym związku operacyjnym /taktuon-
nym/ oznaczonym pierwszym stopniem pilności.

W ten sposób omówiliśmy zasadnicze warianty obliczeń związanych z ustaleniem zakresu /objętości/ dowozu. Szczegółowy schemat blokowy algorytmu tego zadania przedstawia rys.18.

Po wprowadzeniu danych zmiennych oraz wykonaniu obliczeń, zgodnie z opisanym wyżej algorytmem, EMC drukuje plan uzupełnienia zapasów wraz z bilansem wydanych zapasów według wzoru nr 1.

Wzór nr 1

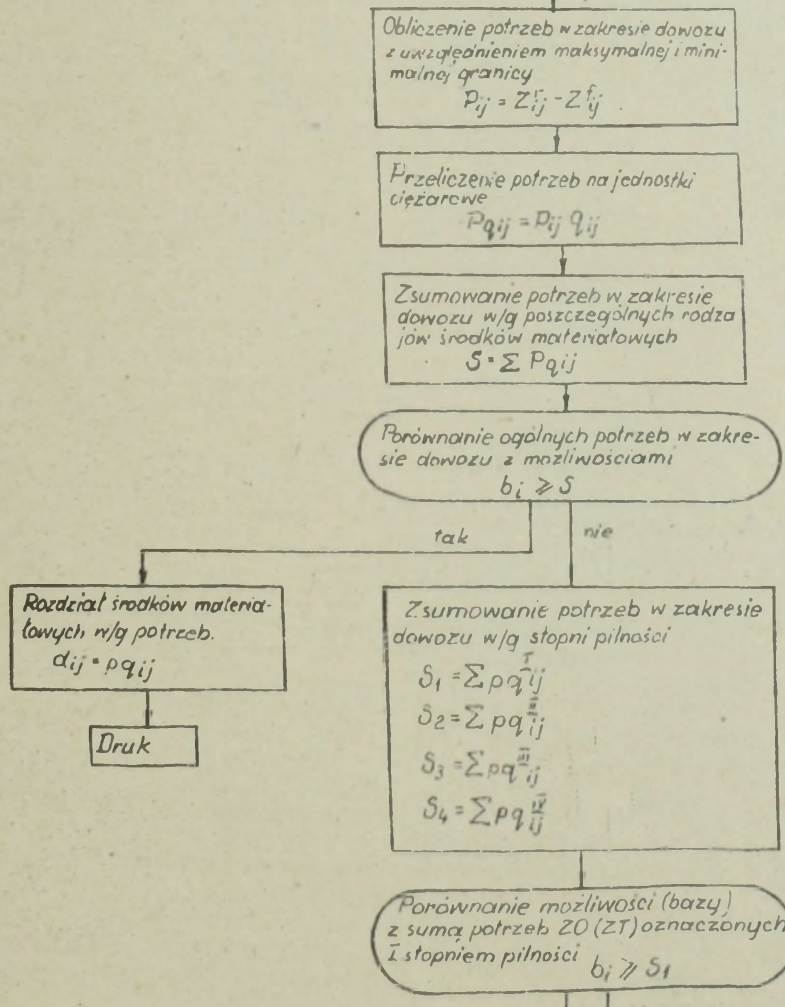
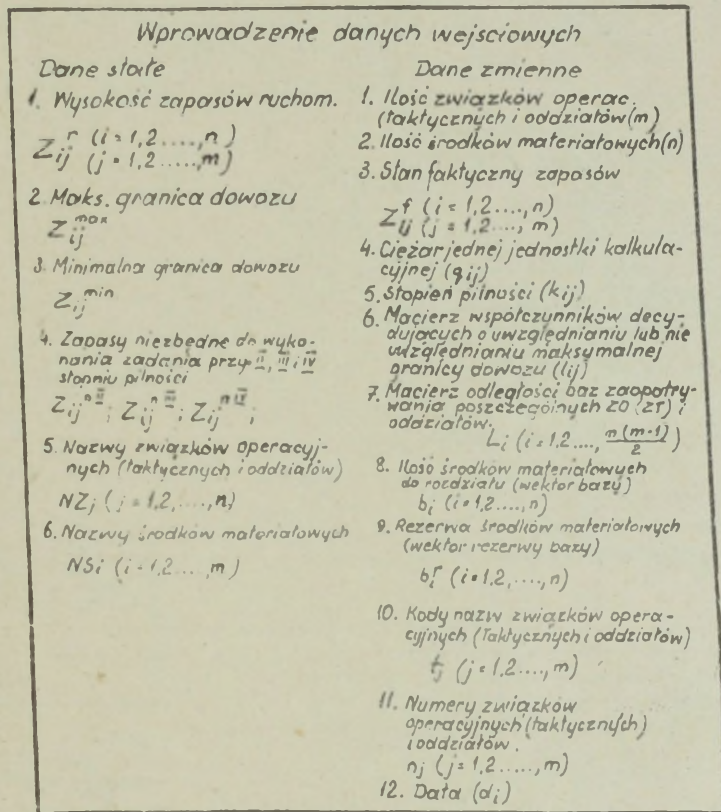
Plan uzupełnienia zapasów w dniu ...

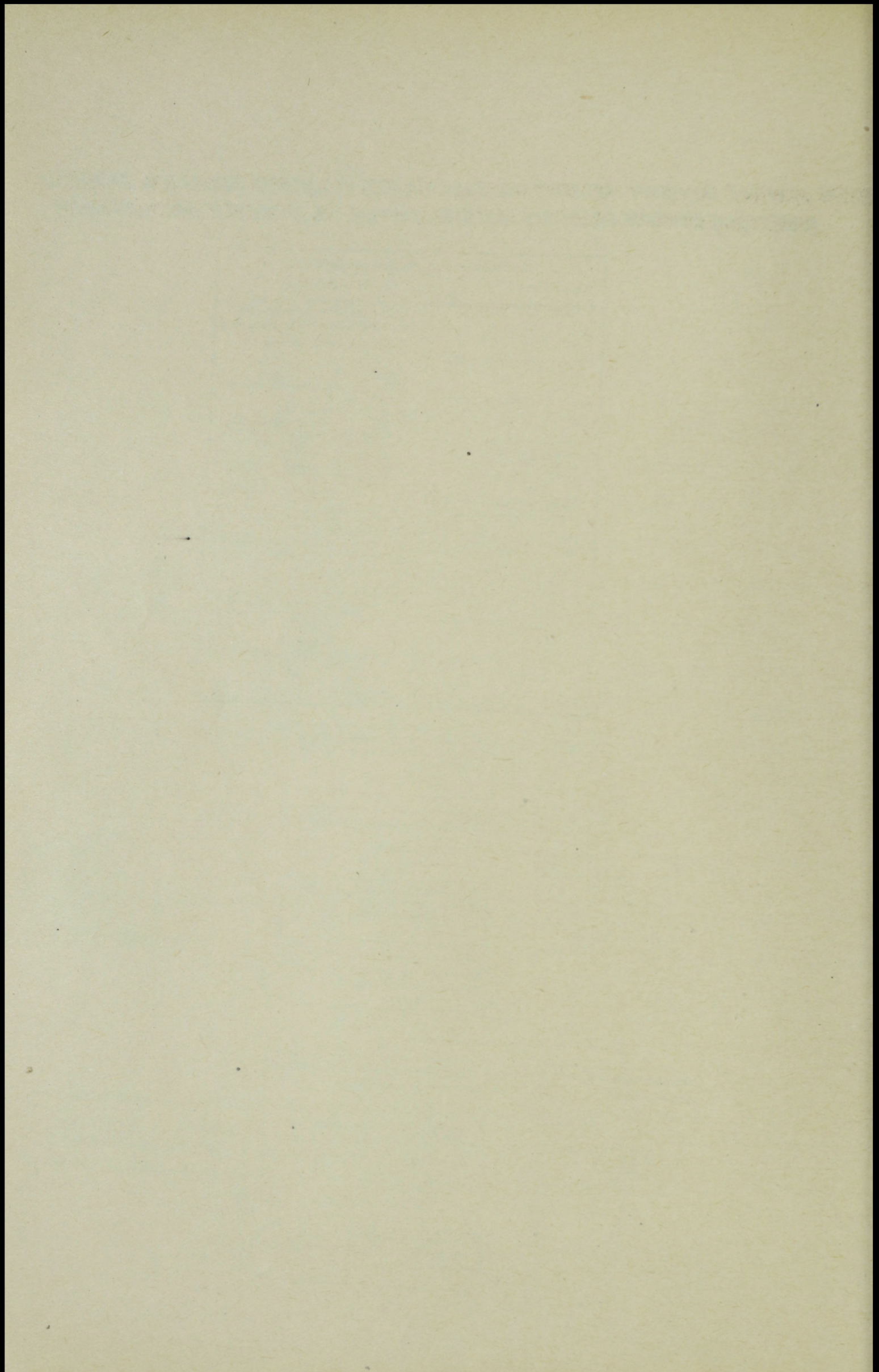
Związki operacyjne /taktuyczne/	Rodzaj środków materiałowych	Stan początkowy zapasów w jk	Zostanie uzupełnione		Stan końcowy zapasów w jk	Uwagi
			w jk	w tonach		

Ogólny bilans

Rodzaj środków materiałowych	Wydane w sumie		pozostało w bazie	
	w tonach	w jk	ton	jk

RYŚ. 18 SCHEMAT BLOKOWY ALGORYTMU ZADANIA DOTYCZĄCEGO USTALANIA ZAKRESU (OBIĘTOŚCI) DOWOZU ŚRODKÓW MATERIAŁOWYCH NA SZCZEBLU OPERACYJNYM





tak nie

Uzupełnienie zapasów ZO(ZT) oznaczonych I stopniem pilności zgodnie z ich potrzebami $d_{ij}^I = p_{qij}^I$

Zmniejszenie możliwości bazy o sumę środków materialnych przydzielonych ZO(ZT) z I stopniem pilności $b_i^2 = b_i - \delta_1$

Ustalenie potrzeb w zakresie dowozu po wyłączeniu potrzeb ZO(ZT) z I stopniem pilności $S^* = S - \delta_1$

Porównanie potrzeb ZO(ZT) oznaczonych II i III stopniem pilności z możliwościami bazy $S^* - \delta_4 \geq b_i^2$

tak nie

Wzrost obliczenia w kierunku skutecznego $r = \frac{b_i}{3S_2 + 2S_3}$

Ustalenie zbiorczego przydziału dla ZO(ZT) oznaczonych II i III stopniem pilności $D^II = 3r \cdot S_2$
 $D^III = 2r \cdot S_3$

Sumowanie ciężaru stanu faktycznego zapasów znajdujących się w ZO(ZT) z II i III stopniem pilności $S^II = \sum Z_{ij}^II \cdot q_{ij}$
 $S^III = \sum Z_{ij}^III \cdot q_{ij}$

Obliczenie współczynników obniżenia zapasów w ZO(ZT) oznaczonych II i III stopniem pilności $w^II = \frac{S_2 - D^II}{S_2 + S^II}$
 $w^III = \frac{S_3 - D^III}{S_3 + S^III}$

Rozdział środków materialnych dla ZO(ZT) oznaczonych II i III stopniem pilności $d_{ij}^II = P_{qij} - (Z_{ij}^II \cdot q_{ij} + P_{qij}) \cdot w^II$
 $d_{ij}^III = P_{qij} - (Z_{ij}^III \cdot q_{ij} + P_{qij}) \cdot w^III$
 $d_{ij}^IV = 0$

Druk

Uzupełnienie zapasów ZO(ZT) oznaczonych II i III stopniem pilności zgodnie z ich potrzebami $d_{ij}^II = p_{qij}^II$
 $d_{ij}^III = p_{qij}^III$

Ustalenie zbiorczego przydziału dla ZO(ZT) oznaczonych II stopniem pilności $D^II = b_i^2 - (S^* - \delta_4)$

Zsumowanie ciężaru stanu faktycznego zapasów znajdujących się w ZO(ZT) z II stopniem pilności $S^II = \sum Z_{ij}^II \cdot q_{ij}$

Obliczenie współczynnika obniżenia zapasów w ZO(ZT) oznaczonych II stopniem pilności $w^II = \frac{S_2 - D^II}{S_2 + S^II}$

Podział środków materialnych dla ZO(ZT) oznaczonych II stopniem pilności $d_{ij}^II = P_{qij} - (Z_{ij}^II \cdot q_{ij} + P_{qij}) \cdot w^II$

Druk

Obliczenie wysokości wolnych zapasów oraz ich zsumowanie $Z_{ij}^W = (Z_{ij} - Z_{ij}^I) \cdot q_{ij}$
 $S^W = \sum Z_{ij}^W$

Obliczenie wskaźnika wolnych zapasów $\gamma = 1 - \frac{S^W}{S}$

Ustalenie wartości wskaźnika pilności w odniesieniu do ZO(ZT) posiadających wolne zapasy $\lambda = 0,1 \text{ } \forall 0 \leq \lambda < 1$

Obliczenie wskaźnika odległości $\rho = \frac{L_{ij}}{\max L_{ij}}$

Ustalenie ogólnego wskaźnika $C_{ij} = \gamma_{ij} + \lambda_{ij} + \rho_{ij}$

Porównanie sumy wolnych zapasów z sumą niezaspokojonych potrzeb ZO(ZT) oznaczonych I stopniem pilności $S^W \geq S_1 - b_i$

tak nie

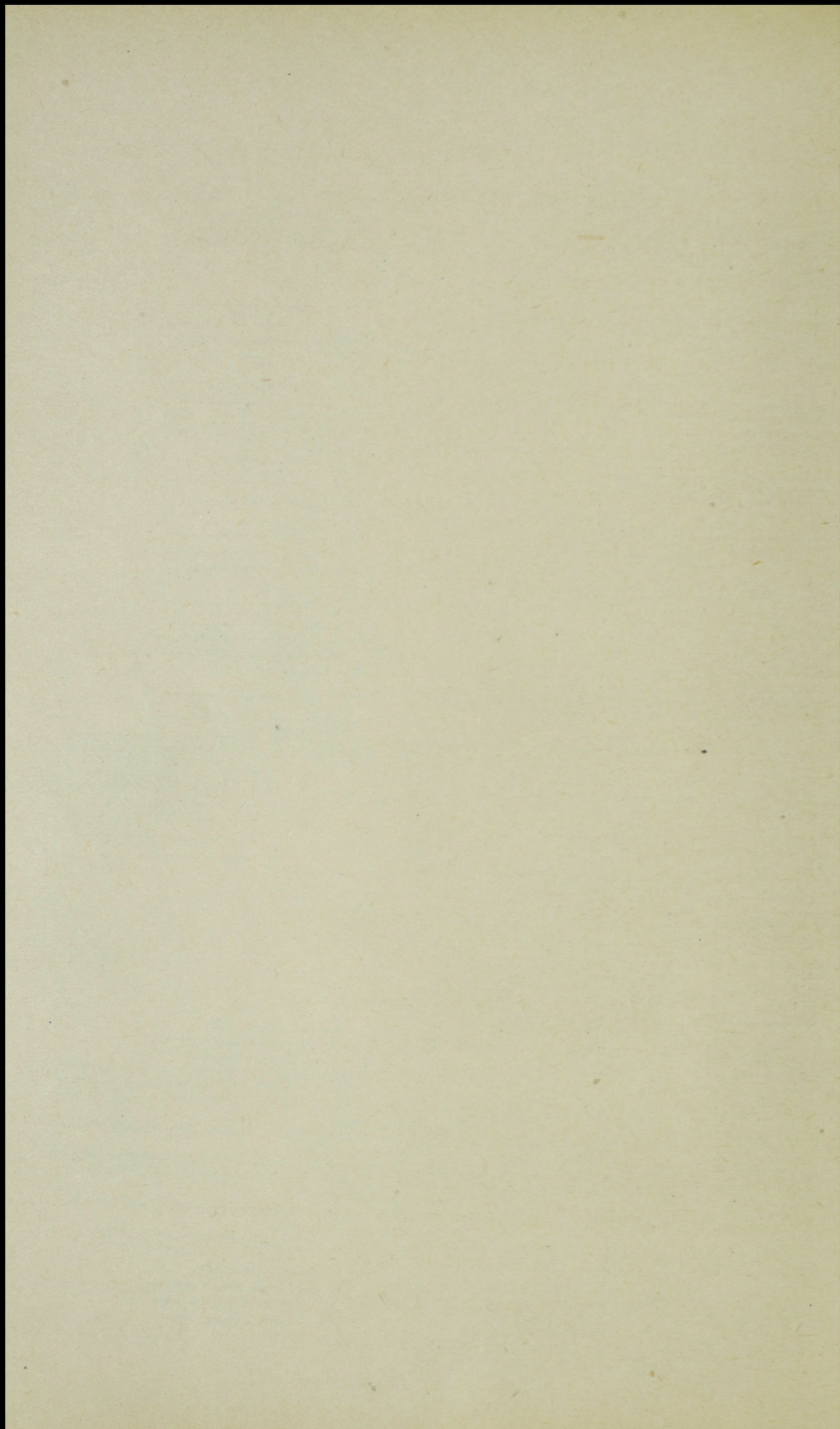
Rozwiązanie zadania transportowego (model zamknięty)
 $\sum d_{ij} = b_i + S^W$
 $\sum d_{ij} = S_1$
 $Z \sum_{i,j} \sum_{i,j} C_{ij} \cdot d_{ij} = \min$
 $d_{ij} \geq 0$

Druk

Przekształcenie modelu otwartego na model zamknięty poprzez dopisanie fikcyjnej bazy lub fikcyjnego odbiorcy jeżeli $S^W > S_1 - b_i$ to F_0 jeżeli $S^W < S_1 - b_i$ to F_b

Objaśnienia:

- P_{ij} - potrzeby w zakresie dowozu (w jk)
- S - suma potrzeb w zakresie dowozu (w tonach)
- d_{ij} - planowane uzupełnienie zapasów (w tonach)
- S_1, S_2, S_3, S_4 - suma potrzeb w zakresie dowozu w odniesieniu do ZO(ZT) z I, II, III i IV stopniem pilności (w tonach)
- $d_{ij}^I, d_{ij}^II, d_{ij}^III, d_{ij}^IV$ - planowane uzupełnienie zapasów w ZO(ZT) oznaczonych I, II, III i IV stopniem pilności (w tonach)
- b_i^2 - ilość środków materialnych do rozdziału (wektor bazy) po odliczeniu środków materialnych przydzielonych ZO(ZT) z I stopniem pilności (w tonach)
- S^* - suma potrzeb w zakresie dowozu po odliczeniu potrzeb ZO(ZT) z I stopniem pilności (w t)
- D^II, D^III, D^IV - planowany zbiorczy przydział środków materialnych dla ZO(ZT) oznaczonych II, III i IV stopniem pilności (w tonach)
- S^II, S^III, S^IV - Ogólny ciężar stanu faktycznego zapasów znajdujących się w ZO(ZT) oznaczonych II, III i IV stopniem pilności (w tonach)
- w^II, w^III, w^IV - współczynnik obniżenia zapasów w ZO(ZT) oznaczonych II, III i IV stopniem pilności
- Z_{ij}^W - stan zapasów wolnych (w jk)
- S^W - ogólna suma zapasów wolnych (w t)
- γ - wskaźnik wolnych zapasów
- λ - wskaźnik pilności dowozu
- ρ - wskaźnik odległości
- C_{ij} - wartość wskaźnika ogólnego
- F_0 - oznaczenie fikcyjnego odbiorcy
- F_b - oznaczenie fikcyjnej bazy



Reasumując, możemy powiedzieć, że algorytm i program ELTA-2 może być wykorzystany przede wszystkim do codziennego planowania uzupełnienia zapasów w związkach operacyjnych /tactycznych/ na szczeblu armii i frontu. Stopień uzupełnienia zapasów w poszczególnych związkach zależy od dwóch czynników:

- od charakteru zadania bojowego, jakie wykonuje dany związek operacyjny /tactyczny/;
- faktycznego stanu zapasów, jakimi aktualnie dysponuje organ zaopatrujący.

Pierwszy czynnik - charakter zadania bojowego - uwzględniony jest w algorytmie jako stopień pilności w zakresie dowozu. Ustalone cztery stopnie pilności pozwalają w dostatecznej mierze różnicować wysokość uzupełnienia zapasów w zależności od konkretnego zadania, jakie wykonuje dany związek operacyjny /tactyczny/, i tym samym w pełni przestrzegać zasadę zależności stopnia uzupełnienia zapasów od charakteru i wagi wykonywanego zadania bojowego.

Drugi czynnik - faktyczny stan zapasów organu zaopatrującego - występuje w algorytmie jako możliwości w zakresie dowozu. W ten sposób algorytm uwzględnia w pełni zasadę zależności stopnia uzupełnienia zapasów od wysokości zapasów, jakimi aktualnie dysponuje organ zaopatrujący.

Algorytm i program "ELTA-2" przebadano praktycznie na szeregu ćwiczeniach dowódczo-sztabowych, rozgrywanych na szczeblu armii i frontu. Praktyka potwierdziła dużą przydatność powyższego programu, który znacznie przyspiesza proces planowania i realizacji przedsięwzięć związanych z zaopatrywaniem wojsk. Zastosowanie programu opracowanego na EMC ODRA-1003 skraca czas potrzebny na sporządzenie planu uzupełnienia zapa-

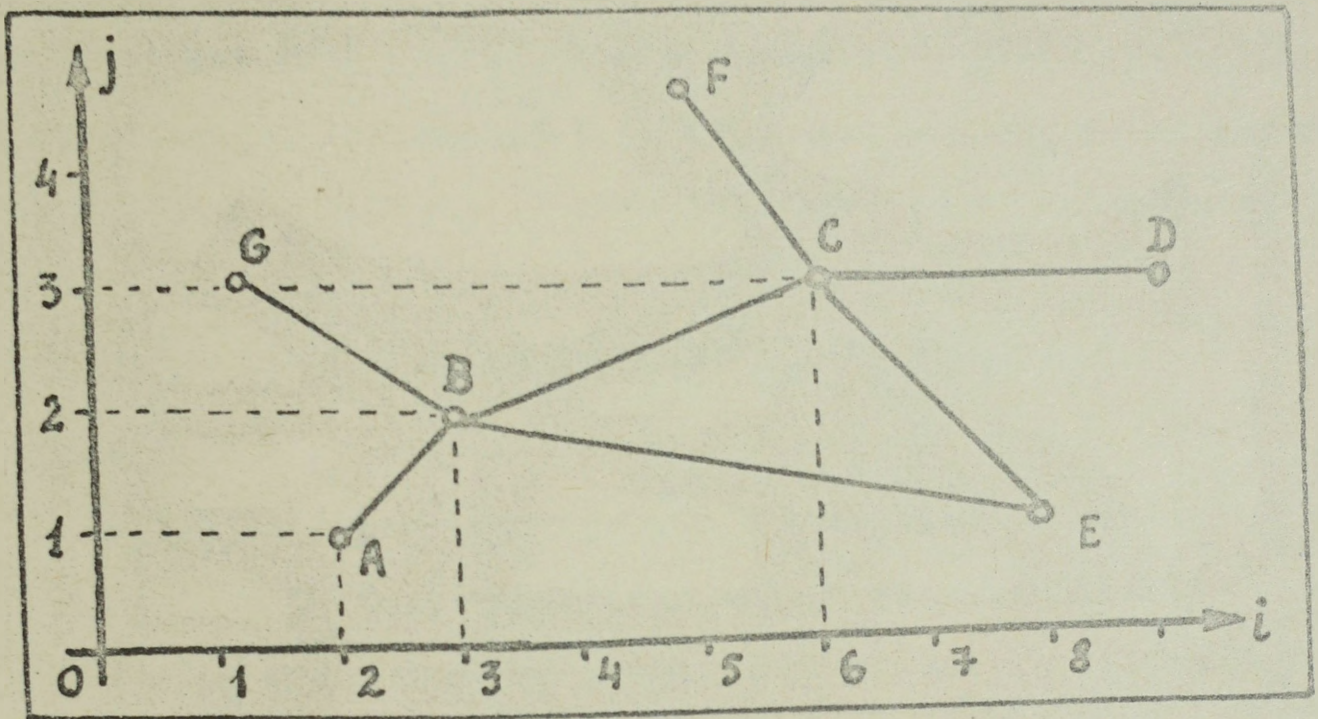
sów z 4-6 godzin do 40-50 minut, a opracowanego na EMC MINSK-22 - do około 20-30 minut.

2. Wybór optymalnej drogi dowozu

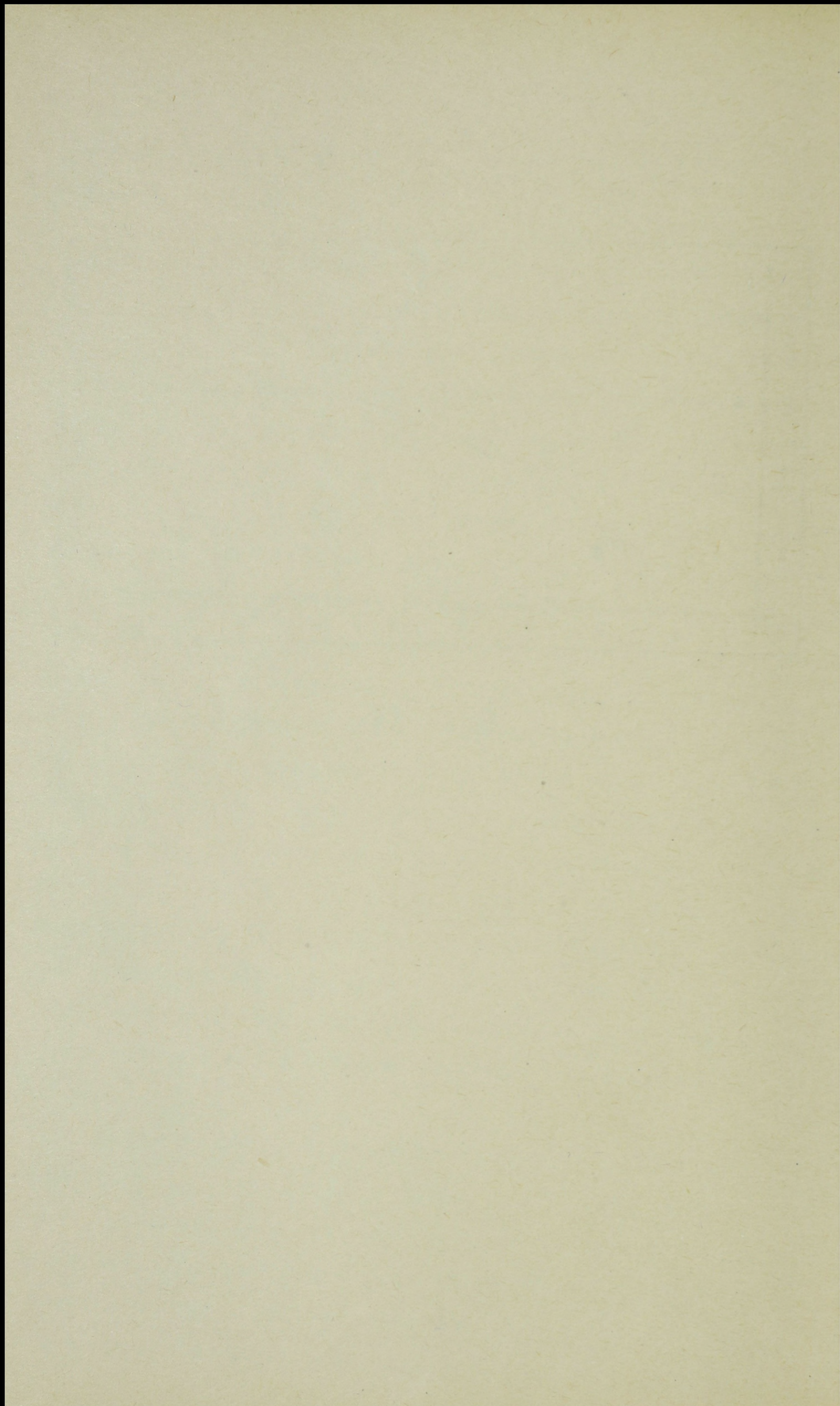
Jednym z ważnych i stale powtarzających się zadań, które rozwiązujemy podczas planowania i organizacji dowozu, jest wybór optymalnej drogi prowadzącej od źródła zaopatrywania do punktu odbioru. Aby zadanie powyższe można było rozwiązywać przy pomocy EMC, należy przede wszystkim rozwiązać problem zapisu informacji o sieci komunikacyjnej w pamięci EMC. W tej części pracy przedstawimy jedną z metod umożliwiającą zapisywanie informacji o układzie sieci komunikacyjnej w pamięci EMC.

Na arkuszu mapy przedstawiającym układ sieci komunikacyjnej rysujemy prostokątny układ współrzędnych /rys.19/. Wtedy każdemu wybranemu przez nas punktowi sieci komunikacyjnej odpowiadać będzie para liczb odczytana na osi "i" oraz "j". Na przykład punkt A będzie oznaczony parą liczb /2; 1/, gdzie $i = 2$; $j = 1$. W podobny sposób możemy oznaczyć również wybrany odcinek sieci komunikacyjnej. Np. odcinkowi BC odpowiadać będą następujące pary liczb /3,2; 6,3/, ponieważ punkt B oznaczony jest parą liczb /3;2/ zaś punkt C - parą liczb /6;3/. Uogólniając można powiedzieć, że odcinek sieci komunikacyjnej między punktami P i Q będziemy określać następującymi parami liczb $/i_p, j_p; i_q, j_q/$.

Z praktyki wiadomo, że dla rozwiązania każdego zadania transportowego, związanego z planowaniem i organizacją przewozów, niezbędna jest nie tylko znajomość układu sieci /przebiegu marszrut/ lecz także charakterystyka poszczególnych odcinków składających się na marszrutę łączącą wybrane punkty A i B. Charakterystyka poszczególnych odcinków może dotyczyć:



Rys. 19



długości odcinka, czasu potrzebnego na jego przebycie, kosztów przewozu, zdolności przepustowej odcinka itp. Dane powyższe potrzebne są w tym celu, aby na ich podstawie można było wybrać odpowiednią marszrutę dla wykonania określonego zadania przewozowego. Informacje tego typu możemy dołączyć do danych określających wybrany odcinek i zapisać je w następującej formie:

$$(i_p, j_p; i_q, j_q; l_{pq}; t_{pq}; k_{pq}; n_{pq}; n_p; n_q; \dots)$$

gdzie:

i_p, j_p - współrzędne punktu P odczytane na osiach "i" oraz "j" prostokątnego układu współrzędnych;

i_q, j_q - współrzędne punktu Q odczytane na osiach "i" oraz "j" prostokątnego układu współrzędnych;

l_{pq} - długość odcinka PQ;

t_{pq} - czas potrzebny na przebycie odcinka PQ;

k_{pq} - koszty przewozu od punktu P do punktu Q;

n_{pq} - zdolność przepustowa odcinka PQ;

n_p - zdolność przepustowa węzła P;

n_q - zdolność przepustowa węzła Q.

Dla przykładu, zapis /3,2; 6,3; 60; 3; 5; 120; 100; 80/ oznacza, że rozpatrujemy odcinek BC /patrz rys.19/, którego długość wynosi 60 km, czas potrzebny na jego przebycie równa się 3 godz., koszty przewozu od punktu B do punktu C wynoszą 5 zł od 1 tony przewożonego ładunku, zdolność przepustowa odcinka BC - 120 pojazdów/godz., zdolność przepustowa węzła B - 100 pojazdów/godz., zdolność przepustowa węzła C - 80 pojazdów/godz.

Przy rozwiązywaniu zadań przewozowych za pomocą EMC wybór, a raczej "zestawienie" marszrut winno odbywać się rów-

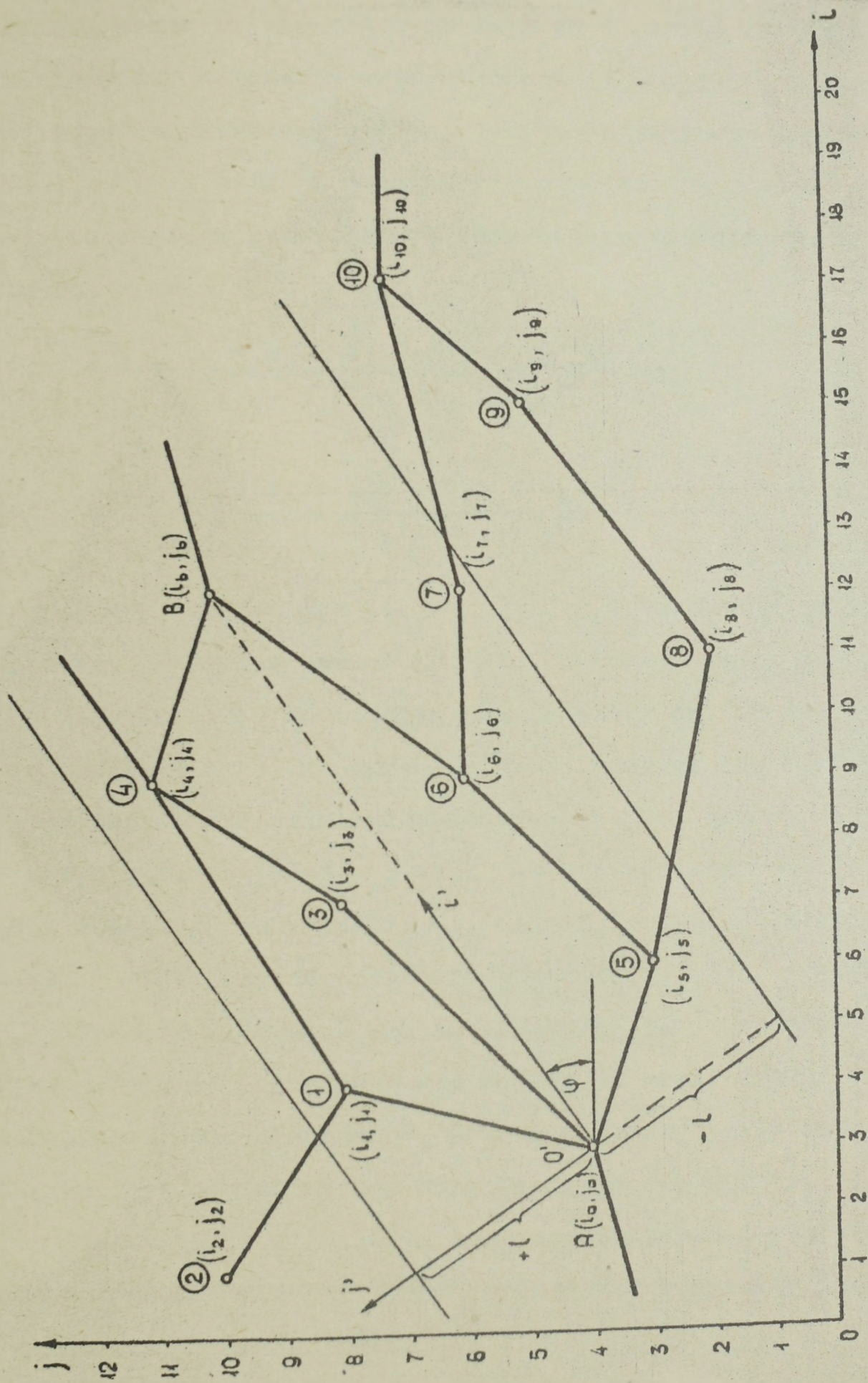
nież przy pomocy maszyn. Polega to na tym, że posiadając zapisane w pamięci informacje o poszczególnych odcinkach i węzłach układu sieci komunikacyjnej na rozpatrywanym obszarze, EMC wybiera spośród nich takie, które najlepiej odpowiadają zadanemu kryterium wyboru, i z nich zestawia odpowiednią marszrutę.

Postaramy się opisać jeden z możliwych sposobów wyboru /zestawienia/ marszruty, który można wykorzystać w warunkach zastosowania EMC.

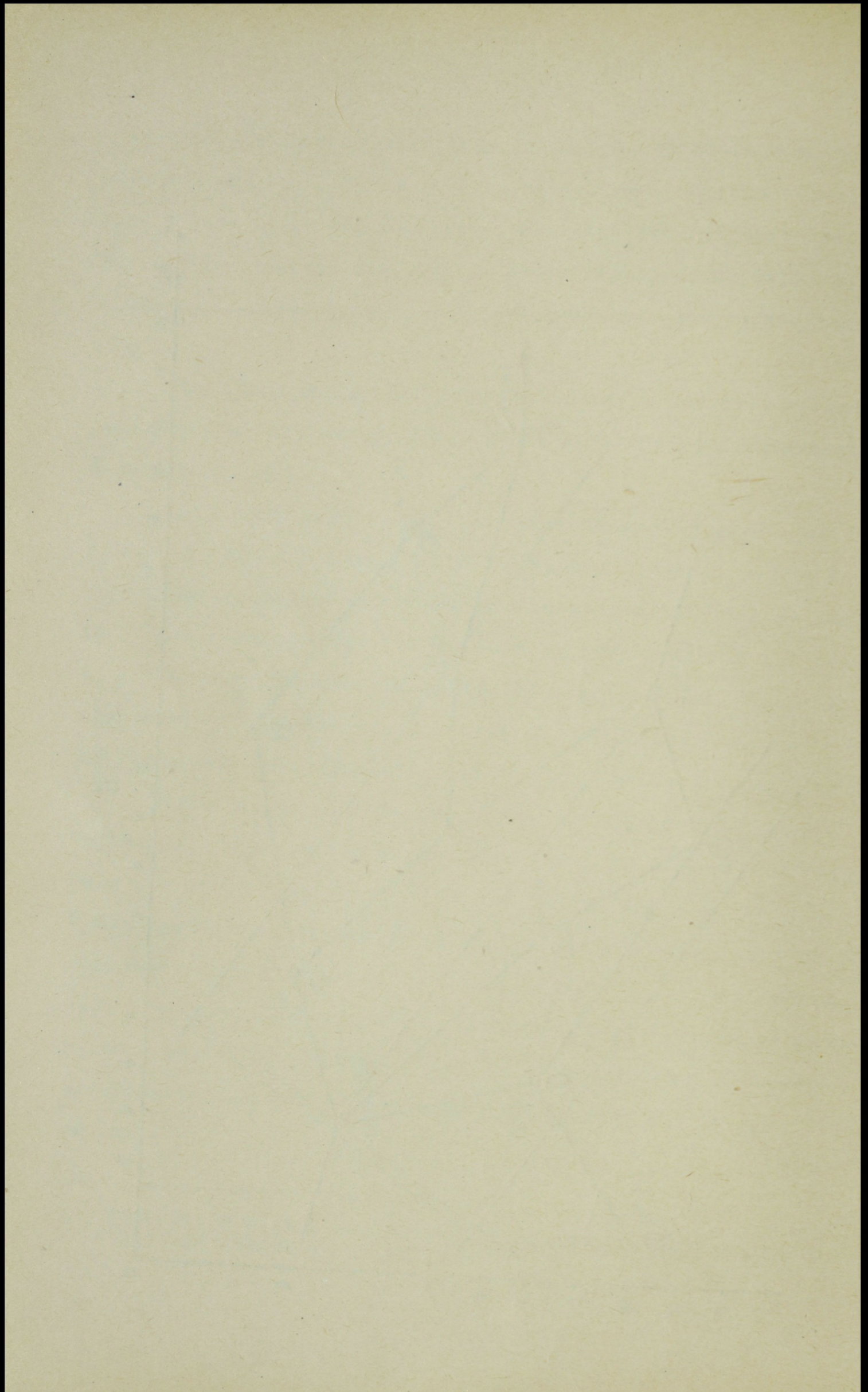
Niech dany jest układ sieci komunikacyjnej przedstawiony na rys. 20. Z punktu A ma być wykonany dowóz do punktu B. Spróbujemy wyznaczyć marszrutę prowadzącą od punktu A do punktu B w określonym pasie. W tym celu łączymy punkty A i B prostą i budujemy nowy prostokątny układ współrzędnych. Kierunek nowej osi "i'" pokrywa się z prostą AB, natomiast nową oś "j'" tworzy prosta prostopadła do osi "i'" w punkcie A /patrz rys.20/

Następnie określamy pas, w którym za pomocą EMC mamy wyznaczyć wszystkie możliwe marszruty z A do B. Szerokość tego pasa przyjmie równą $[+ 1; - 1]$ po obu stronach osi $O' i'$. W ten sposób uzyskaliśmy odpowiednie dane aby rozpatrzeć poszczególne odcinki leżące w wyznaczonym pasie i dokonać wyboru tych odcinków, które prowadzą do punktu B. Aby wyznaczyć odpowiednią marszrutę prowadzącą z A do B przechodzimy do nowego prostokątnego układu współrzędnych posługując się znanymi wzorami:^{x/}

x/ Geometria analityczna, wzory stosowane przy przechodzeniu z jednego układu do drugiego.



Rys. 20



$$x' = (x - a) \cos\varphi + (y - b) \sin\varphi ;$$

$$y' = - (x - a) \sin\varphi + (y - b) \cos\varphi .$$

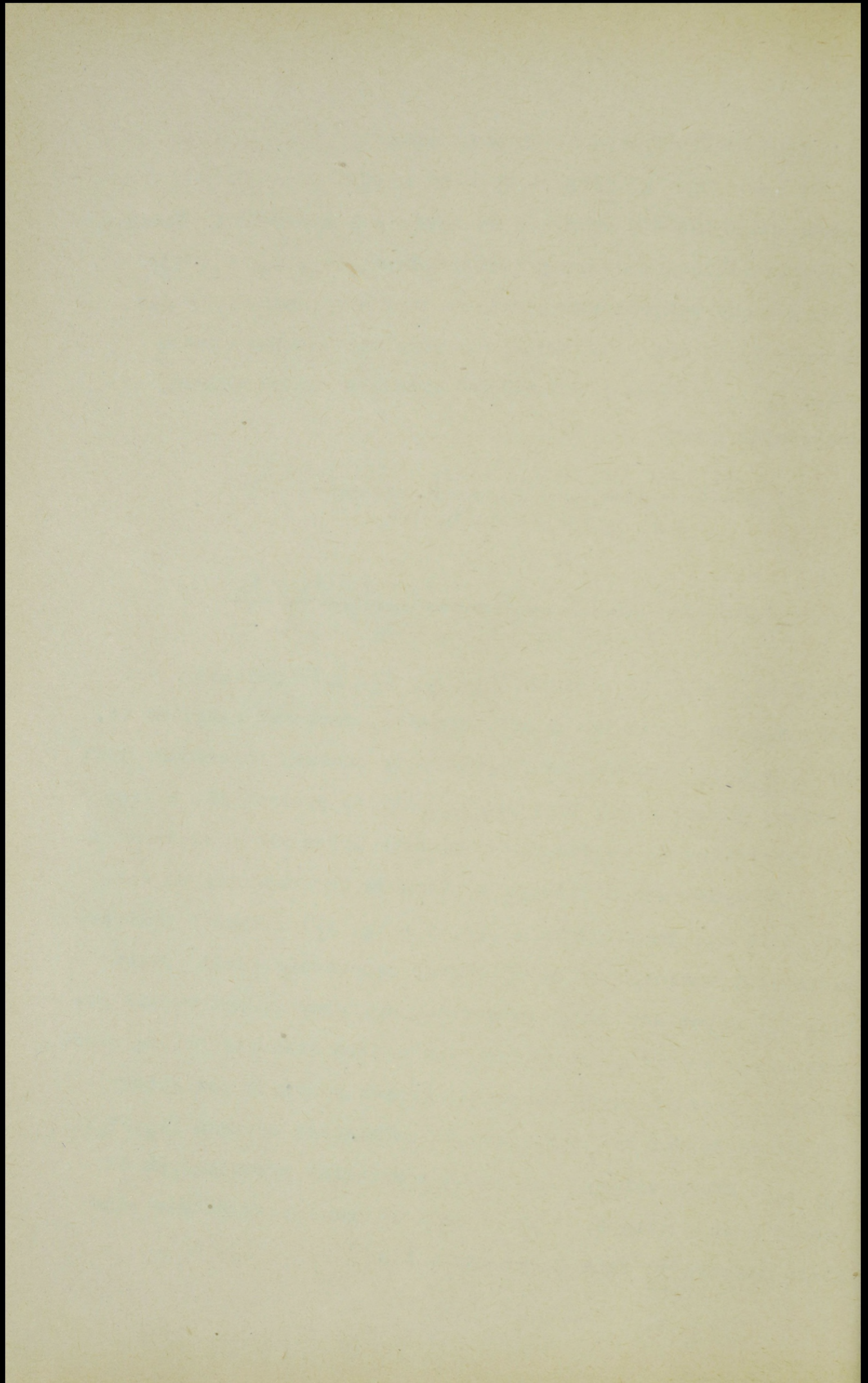
Rozpatrujemy jeden z odcinków wychodzących z punktu A. Niech to będzie odcinek oznaczony współrzędnymi $(i_a, j_a; i_1, j_1)$. Ustalamy, czy rozpatrywany odcinek leży w wyznaczonym pasie $[+1; -1]$. W tym celu określamy nowe współrzędne punktu 1 (i_1, j_1) , w nowym prostokątnym układzie współrzędnych, wykorzystując wzory:

$$i_1' = \frac{(i_1 - i_a)(i_b - i_a) + (j_1 - j_a)(j_b - j_a)}{\sqrt{(i_b - i_a)^2 + (j_b - j_a)^2}} ;$$

$$j_1' = \frac{-(i_1 - i_a)(j_b - j_a) + (j_1 - j_a)(i_b - i_a)}{\sqrt{(i_b - i_a)^2 + (j_b - j_a)^2}} .$$

Jeżeli $|j_1'| \leq 1$, to odcinek $(i_a, j_a; i_1, j_1)$ położony jest w wyznaczonym przez nas pasie. Ponadto, zwracamy uwagę na to, aby $i_1' \geq 0$ co oznacza, że rozpatrywany odcinek skierowany jest w stronę punktu B lub jest prostopadły do prostej AB, a więc jest przydatny do zbudowania marszruty przez nas poszukiwanej.

Po wyznaczeniu jednego z odcinków przechodzimy do rozpatrzenia kolejnego odcinka $(i_1, j_1; i_2, j_2)$. Sposób postępowania jest analogiczny do opisanego poprzednio. Jeśli punkt (i_2, j_2) odpowiada warunkom wymienionym przy rozpatrywaniu poprzedniego odcinka, to odcinek ten będzie stanowił dalszą część jednej z poszukiwanych marszrut. Proces powyższy powtarzamy tak długo dopóki nie dojdziemy do ostatniego odcinka $(i_k, j_k; i_b, j_b)$. Zbudowaliśmy więc jedną z marszrut prowadzących od punktu A do punktu B. W ten sposób wyznaczamy wszystkie pozostałe marszruty, łączące punkty A i B.



Przykładowo rozpatrzmy niektóre odcinki układu sieci komunikacyjnej przedstawionej na rys.20. Załóżmy, że rozpatrujemy odcinek prowadzący od punktu A (i_a, j_a) do punktu 1 (i_1, j_1). Nowe współrzędne punktu 1 w nowym prostokątnym układzie współrzędnych będą następujące:

$$i_1' = \frac{(4-3)(12-3) + (8+4)(10-4)}{\sqrt{(12-3)^2 + (10-4)^2}} = \frac{33}{\sqrt{117}} = \frac{33}{10,8} \approx 3;$$

Oznacza to, że rozpatrywany odcinek skierowany jest w stronę punktu B /ponieważ $i_1' > 0$ /, a więc można go wykorzystać do zbudowania poszukiwanej przez nas marszruty.

Wyznaczamy wartość drugiej współrzędnej punktu 1:

$$j_1' = \frac{-(4-3)(10-4) + (8-4)(12-3)}{\sqrt{(12-3)^2 + (10-4)^2}} = \frac{30}{10,8} \approx 2,8 ;$$

Wartość 1 wynosi 3,5.^{x/} A zatem $j_1' < 1$, co oznacza, że rozpatrywany odcinek ($i_a, j_a; i_1, j_1$) położony jest w wyznaczonym przez nas pasie.

Rozpatrzmy obecnie odcinek prowadzący od punktu 1 (i_1, j_1) do punktu 2 (i_2, j_2). Wartość nowej współrzędnej i_2' będzie następująca:

$$i_2' = \frac{(1-4)(12-4) + (10-8)(10-8)}{\sqrt{(12-4)^2 + (10-8)^2}} = \frac{-20}{\sqrt{68}} = \frac{-20}{8,2} \approx -2,4;$$

Ponieważ $i_2' < 0$, rozpatrywany odcinek nie jest skierowany w stronę punktu B i nie może być brany pod uwagę przy zestawianiu marszruty.

I jeszcze jeden przykład liczbowy. Załóżmy, że rozpatrujemy odcinek prowadzący od punktu 5 (i_5, j_5) do punktu

x/ Długość odcinka 1 obliczono posługując się wzorem:
 $l = \sqrt{(i_a - i_c)^2 + (j_a - j_c)^2} = \sqrt{(3-1)^2 + (4-7)^2} = \sqrt{13} \approx 3,5.$

8 (i_8, j_8) . Wartość współrzędnej j_8' będzie wynosić:

$$j_8' = \frac{-(11-6)(10-3) + (2-3)(12-6)}{\sqrt{(12-6)^2 + (10-3)^2}} = \frac{-41}{\sqrt{85}} = \frac{-41}{9,2} \approx -4,3;$$

Widzimy zatem, że $|j_8'| > 1$, co oznacza iż rozpatrywany odcinek $(i_8, j_8; i_8, j_8)$ położony jest poza wyznaczonym przez nas pasem, a więc nie jest przydatny do zbudowania marszruty od A do B.

Dla dokonania wyboru jednej z wyznaczonych marszrut można wykorzystać zapisane uprzednio w pamięci EMC informacje dotyczące charakterystyki poszczególnych odcinków, zestawie je dla każdej z marszrut i porównać. Może to być na przykład: długość marszruty $L_{ab} = \sum l_{pq}$, gdzie l_{pq} - długość odcinka P do Q; czas potrzebny na przebycie marszruty $T_{ab} = \sum t_{pq}$, gdzie t_{pq} - czas potrzebny na przebycie odcinka; koszty przewozu po marszrucie $K_{ab} = \sum k_{pq}$, a więc równe sumie kosztów przewozu na poszczególnych odcinkach, składowych danej marszruty; zdolność przepustowa marszruty $n_{ab} = \min \{n_{pq}\}$, a więc równa najmniejszej zdolności przepustowej jednego z odcinków marszruty.

Porównanie w ten sposób zestawionych danych, według ustalonych kryteriów, pozwoli wybrać jedną z marszrut dla wykonania dowozu.

3. Zestawienie optymalnego planu dowozu środków materiałowych przy kryterium kosztów^{x/} i czasu

Za podstawę do opracowania zadania dotyczącego optymalnego planu dowozu środków materiałowych przy pomocy EMC przy-

x/ Kryterium kosztów rozumiane jest tu bardzo ogólnie. W naszym przypadku, jako kryterium kosztów przyjęto pracę transportu wyrażoną w tonokilometrach /tkm/.

jęto dynamiczny układ baz zaopatrzenia, odbiorców i transportu. Algorytm jest tak pomysłany, aby uwzględniał możliwie każdą sytuację, jaka może zaistnieć w toku działań, uchwytując ją w określonym momencie czasu. Algorytm przewiduje wykorzystanie następujących danych wejściowych zmiennych:

- możliwości przewozowe poszczególnych kolumn transportowych;
- wysokość zapasów w poszczególnych bazach zaopatrzenia;
- potrzeby poszczególnych związków operacyjnych /tactycznych/ oraz kolejność dowozu;
- odległości poszczególnych kolumn transportowych od poszczególnych baz zaopatrzenia;
- odległości poszczególnych związków operacyjnych /tactycznych/ od poszczególnych baz zaopatrzenia.

Ponadto, dla wykonania obliczeń wykorzystywane są dane względnie stałe, takie jak nominalna ładowność pojazdów oraz współczynniki ładowności poszczególnych rodzajów środków materiałowych.

Wszystkie czynności związane z opracowaniem optymalnego planu dowozu ujęte zostały w pięciu blokach /patrz rys. 21/. W bloku A wykonywane są czynności przygotowawcze, polegające na przeliczeniu ciężaru środków materiałowych znajdujących się w bazach oraz ogólnej objętości potrzeb poszczególnych związków operacyjnych /tactycznych/ na ciężar umowny, uwzględniający współczynnik ładowności:

$$Q_u = \frac{Q_s}{w_s}$$

gdzie: Q_u - ciężar umowny środków materiałowych;
 Q_s - ciężar rzeczywisty środków materiałowych;
 w_s - współczynnik ładowności poszczególnych środków materiałowych.

Przeliczenia powyższe okazały się konieczne, bowiem w znacznym stopniu ułatwiają późniejsze operacje arytmetyczne związane z obliczeniem potrzeb transportu dla przewiezienia poszczególnych środków materiałowych.

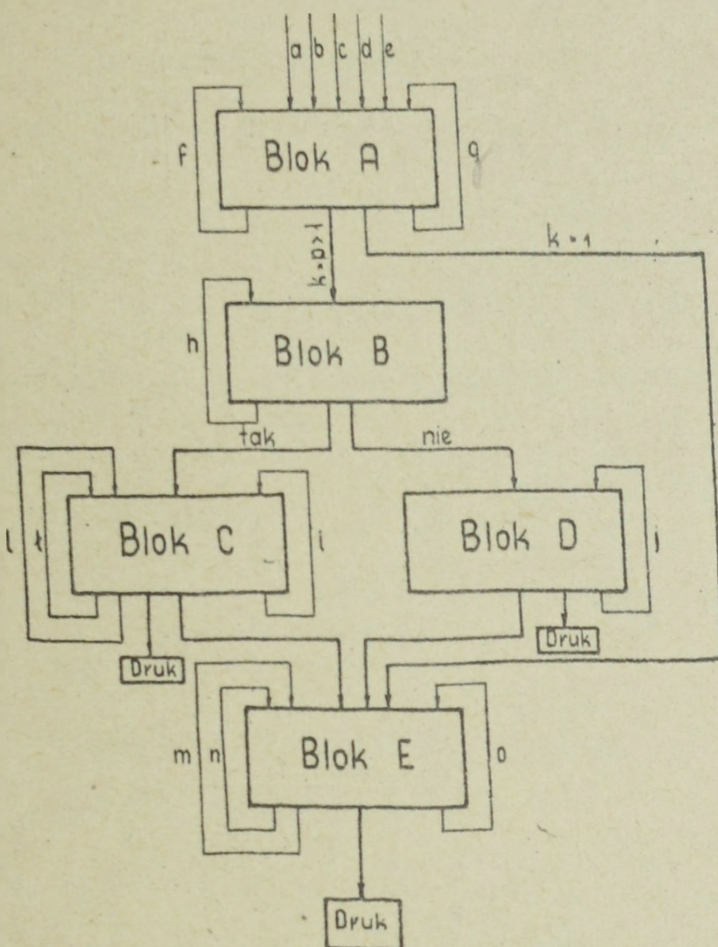
Przebieg dalszych obliczeń uwarunkowany jest ilością baz zaopatrzenia oraz rozmieszczeniem poszczególnych rodzajów środków materiałowych w tych bazach. Praktyczne znaczenie dla obliczeń mają warianty, kiedy występuje:

- a/ tylko jedna baza zaopatrzenia, w której znajdują się wszystkie środki materiałowe;
- b/ więcej niż jedna baza zaopatrzenia, przy czym jednorodne środki materiałowe znajdują się w kilku bazach;
- c/ więcej niż jedna baza zaopatrzenia, przy czym jednorodne środki materiałowe znajdują się tylko w jednej bazie.

W przypadku, gdy występuje tylko jedna baza zaopatrzenia optymalny plan dowozu opracowuje się w bloku E, z uwzględnieniem kryterium czasu. Obliczenia rozpoczynamy od ustalenia łącznego czasu potrzebnego na wykonanie dowozu w relacji kolumny transportowe - poszczególne związki operacyjne /taktyczne/:

$$t_{ij} = \frac{c_{ik} + c_{kj}}{v} + t_p$$

RYŚ. 21 CYBERNETYCZNY MODEL ALGORYTMU DOWOZU ŚRODKÓW
MATERIAŁOWYCH NA SZCZEBLU OPERACYJNYM



Blok A: Czynności przygotowawcze

- przeliczenie ciężaru środków materiałowych znajdujących się w bazach na ciężar umowny
- przeliczenie potrzeb ZO (ZT) na ciężar umowny

Blok B: Czynności porządkujące

- obliczenie sumy potrzeb ZO (ZT) wg rodzajów środków materiałowych
- uporządkowanie potrzeb wg objętości
- zbadanie, czy uporządkowane środki występują w dwóch i więcej bazach

Blok C: Przydział transportu do baz

- ułożenie macierzy i rozwiązanie zadania transportowego z uwzględnieniem kolumn transportowych, baz zaopatrzenia i ZO (ZT)

Blok D: Przydział transportu do baz

- ułożenie macierzy i rozwiązanie zadania transportowego, z uwzględnieniem kolumn transportowych i baz zaopatrzenia

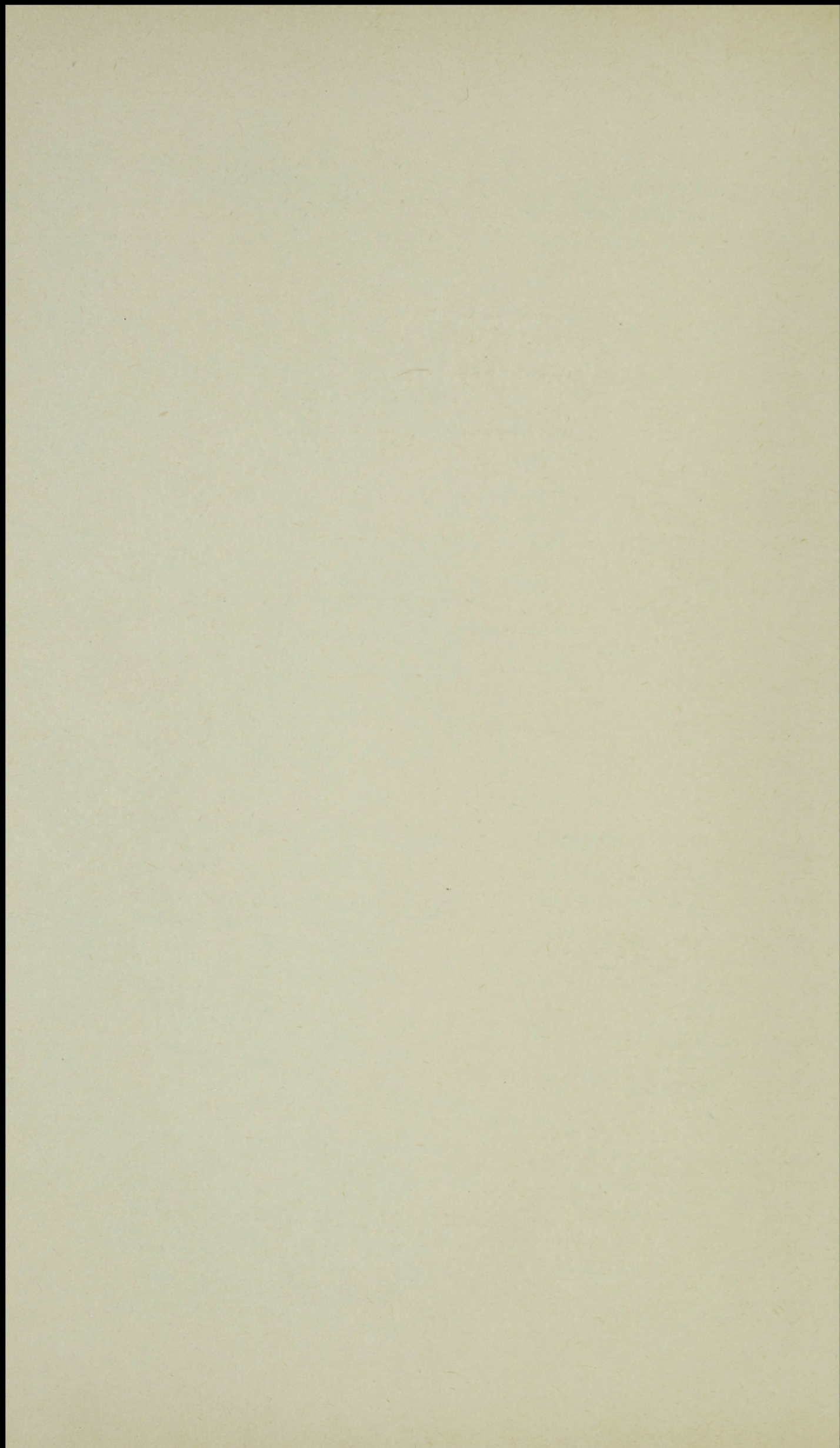
Blok E: Rozdysponowanie transportu dla wykonania dowozu do poszczególnych ZO (ZT)

- zestawienie ogólnego tonażu ładunków przeznaczonych do dowozu
- zestawienie transportu i jego możliwości
- ustalenie łącznego czasu potrzebnego na wykonanie dowozu w odniesieniu do poszczególnych ZO (ZT)
- rozwiązanie zadania transportowego z kryterium czasu

O b j a s n i e n i a

- a - możliwości przewozowe poszczególnych kolumn transportowych T_i ($i = 1, 2, \dots, m$)
- b - wysokość zapasów w poszczególnych bazach B_k ($k = 1, 2, \dots, p$)
- c - potrzeby poszczególnych ZO (ZT) D_j ($j = 1, 2, \dots, n$)
- d - macierz odległości transportu od baz zaopatrzenia C_{ik}
- e - macierz odległości baz zaopatrzenia od ZO (ZT) C_{kj}
- f - dane stałe dotyczące:
 - nominalnej ładowności pojazdów (q)
 - współczynników ładowności (w)
- g - wzór na przeliczanie ciężaru rzeczywistego na ciężar umowny

- h - instrukcja o sposobie uporządkowania potrzeb
- i - podprogram zadania transportowego ($T_i \rightarrow B_k \rightarrow p_j$)
- j - podprogram zadania transportowego ($T_i \rightarrow B_k$)
- l - wzór na przeliczenie ciężaru umownego środków materiałowych na jednostki wagowe rzeczywiste
- k - wzór na przeliczenie transportu na ilość pojazdów
- m - wzór na ustalenie łącznego czasu potrzebnego na wykonanie dowozu
- n - instrukcja dotycząca rozwiązywania zadania transportowego z kryterium czasu
- o - wzór na przeliczenie transportu na ilość pojazdów



gdzie: t_{ij} - łączny czas potrzebny na wykonanie dowozu;
 c_{ik} - odległość i -tej kolumny transportowej od bazy;
 c_{kj} - odległość bazy od j -tego związku operacyjnego
/taktycznego/;
 v - przeciętna szybkość przewozu;
 t_p - czas prac ładunkowych.

Następnie porządkujemy związki operacyjne /taktyczne/ według kolejności dowozu i rozwiązujemy zadanie transportowe z kryterium czasu.

Gdy występuje więcej niż jedna baza zaopatrzenia, przechodzimy z bloku A do bloku B, w którym wykonujemy czynności porządkujące. Obejmują one:

- obliczenie sumy potrzeb w zakresie dowozu według rodzajów środków materiałowych;
- uporządkowanie sumy potrzeb według objętości /od największej do najmniejszej/ w odniesieniu do poszczególnych rodzajów środków materiałowych;
- zbadanie, czy uporządkowane jednorodne środki materiałowe występują w więcej niż jednej bazie.

Jeżeli uporządkowane jednorodne środki materiałowe występują w więcej niż jednej bazie, rozwiązujemy kompleksowe zadanie transportowe obejmujące dwa zależne od siebie zadania /blok C/, z funkcją celu:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^p c_{ik} \cdot x_{ik} + \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^n c_{kj} \cdot x_{kj} = \min$$

z uwzględnieniem następujących warunków:

$$a/ \sum_{k=1}^p x_{ik} \leq T_i ;$$

$$b/ \sum_{k=1}^p x_{kj} = P_j ;$$

$$c/ \sum_{j=1}^n x_{kj} = \sum_{i=1}^m x_{ik} \leq B_k ;$$

$$d/ x_{ik} \geq 0 ; \quad x_{kj} \geq 0 ;$$

- gdzie: T_i - nominalna możliwość przewozowa poszczególnych kolumn transportowych ($i = 1, 2, \dots, m$);
- B_k - wysokość zapasów w poszczególnych bazach zaopatrzenia ($k = 1, 2, \dots, p$);
- P_j - potrzeby poszczególnych związków operacyjnych /taktycznych/ w zakresie dowozu ($j = 1, 2, \dots, n$);
- x_{ik} - ilość transportu /wyrażona w nominalnych możliwościach przewozowych/ i -tej kolumny transportowej przewidziana do przewozu ładunków z k -tej bazy zaopatrzenia;
- x_{kj} - ilość ładunków /w tonach/ przewidziana do przewiezienia z k -tej bazy zaopatrzenia do j -tego związku operacyjnego /taktycznego/;
- c_{ik} - macierz odległości i -tej kolumny transportowej od k -tej bazy zaopatrzenia ($i = 1, 2, \dots, m$;
 $k = 1, 2, \dots, p$);
- c_{kj} - macierz odległości k -tej bazy zaopatrzenia od j -tego związku operacyjnego /taktycznego/
 $(k = 1, 2, \dots, p$;
 $j = 1, 2, \dots, n)$.

Jak łatwo zauważyć całość rozwiązania składa się z dwóch zadań. Jedno z nich, obejmujące kolumny transportowe i bazy zaopatrzenia, polega na ustaleniu optymalnego przydziału transportu do baz; drugie - obejmujące bazy zaopatrzenia i poszczególne związki operacyjne /taktyczne/ ma wskazać optymalne wykorzystanie transportu dla przewozu ładunków z baz do poszczególnych odbiorców. Aby sprowadzić rozwiązanie tego problemu do jednego zadania transportowego rozpatrujemy bazy zaopatrzenia /k/ z jednej strony - jako normalne bazy /k'/ i z drugiej - jako fikcyjnych "odbiorców" /k''/. Wysokość zapasów w bazie zaopatrzenia k' oraz potrzeby "odbiorcy" k'' przyjmujemy jednakowe; równe wysokości zapasów posiadanych w danej bazie zaopatrzenia k / $B_{k'} = B_{k''} = B_k$ /. Następnie wprowadzamy umowne zmienne $x_{k'k''}$ stanowiące objętość przewozów z k' -tej bazy do k'' -tego "odbiorcy" oraz $c_{k'k''}$ - odległości k' -tej bazy od k'' -tego "odbiorcy". Jeżeli k' i k'' oznaczają jedną i tę samą bazę zaopatrzenia, to odległość przewozu przyjmujemy równą zero / $c_{k'k''} = 0$ /; jeżeli natomiast k' i k'' są odpowiednikami różnych baz zaopatrzenia, to odległość przewozu przyjmujemy jako odpowiednio dużą wielkość / $c_{k'k''} = M$ /. W ten sposób w optymalnym planie dowozu uzyskamy dla zmiennych $x_{k'k''}$ wartości zerowe. Struktura macierzy z uwzględnieniem wymaganych zmian i przekształceń przedstawiona jest na tabeli 3.

Przyjęte oznaczenia uzupełniające:

- i_1, i_2, \dots, i_m - kolumny transportowe;
- k'_1, k'_2, \dots, k'_p - bazy zaopatrzenia;
- $k''_1, k''_2, \dots, k''_p$ - bazy zaopatrzenia, występujące jako "odbiorcy";
- j_1, j_2, \dots, j_n - związki operacyjne /taktyczne/.

Tabela 3

		k_1''	k_2''	.	.	.	k_p''	J_1	J_2	.	.	.	J_n
		B_1	B_2	.	.	.	B_p	P_1	P_2	.	.	.	P_n
i_1	T_1	$c_{i_1 k_1}''$	$c_{i_1 k_2}''$	.	.	.	$c_{i_1 k_p}''$	M	M	.	.	.	M
i_2	T_2	$c_{i_2 k_1}''$	$c_{i_2 k_2}''$	.	.	.	$c_{i_2 k_p}''$	M	M	.	.	.	M
.
.
i_m	T_m	$c_{i_m k_1}''$	$c_{i_m k_2}''$	.	.	.	$c_{i_m k_p}''$	M	M	.	.	.	M
k_1'	B_1	O	M	.	.	.	M	$c_{k_1' j_1}$	$c_{k_1' j_2}$	.	.	.	$c_{k_1' j_n}$
k_2'	B_2	M	O	.	.	.	M	$c_{k_2' j_1}$	$c_{k_2' j_2}$	.	.	.	$c_{k_2' j_n}$
.
.
.
k_p'	B_p	M	M	.	.	.	O	$c_{k_p' j_1}$	$c_{k_p' j_2}$	.	.	.	$c_{k_p' j_n}$

Na przecięciu wierszy i kolumn k' i k'' , oznaczających jedną i tę samą bazę /spełniającą również rolę "odbiorcy"/, mogą wystąpić w rozwiązaniu dodatnie wartości zmiennych $x_{k'k''}$. Interpretacja tego zjawiska jest prosta. Będą to poprostu niewykorzystane zapasy, jakie pozostały w poszczególnych bazach

zaopatrzenia $\left(\sum_{k=1}^p B_k - \sum_{j=1}^n P_j \right)$. Z tego też względu zadanie

zadanie powyższe sprowadza się do modelu zamkniętego nawet w tym przypadku, kiedy w bazach zaopatrzenia znajdują się większe zapasy niż wynoszą potrzeby związków operacyjnych /taktycznych/.

Po rozwiązaniu kompleksowego zadania transportowego następuje przeliczenie ciężaru umownego środków materiałowych, przewidzianych do przewozu z baz zaopatrzenia do poszczególnych związków operacyjnych /taktycznych/, na ciężar rzeczywisty $Q_s = Q_u \cdot w_s /$.

W ten sposób uzyskujemy dane dotyczące przydziału poszczególnych kolumn transportowych do baz zaopatrzenia oraz zwolnienia środków materiałowych z poszczególnych baz dla związków operacyjnych /taktycznych/. Jest to rozwiązanie optymalne, minimalizujące pracę transportu wyrażoną w tkm. Następnym krokiem będzie rozdysponowanie transportu dla wykonania dowozu do poszczególnych związków operacyjnych /taktycznych/. Jednak zanim to nastąpi EMC drukuje wyniki pośrednie wskazujące, do których baz zaopatrzenia należy skierować poszczególne kolumny transportowe /wzór nr 2/. Ma to duże znaczenie praktyczne, bowiem pozwala wcześniej /nie czekając na ostateczne wyniki/ wydać dyspozycje dowódcom kolumn transportowych będących poza bazami zaopatrzenia, i w ten sposób zyskać na czasie.

wzór nr 2

Przydział transportu do baz

B a z a	Kolumna transportowa	Możliwości przewozowe /ton/	Ilość pojazdów

Rozdysponowanie transportu dla wykonania dowozu do poszczególnych związków operacyjnych /taktycznych/ odbywa się w bloku E. Dla każdej bazy zaopatrzenia ustala się ogólny tonaż ładunków /według grup rodzajowych/ podlegających przewiezieniu do poszczególnych związków operacyjnych /taktycznych/ oraz ogólne możliwości przewozowe transportu przeznaczonego do wykonania dowozu z danej bazy zaopatrzenia. Dalsze obliczenia sprowadzają się do rozwiązania zadania transportowego z kryterium czasu według wariantu, kiedy występuje tylko jedna baza zaopatrzenia, opisanego poprzednio. Na wyjściu EMC drukuje się optymalny plan dowozu /wzór nr 3/.

wzór nr 3

Plan dowozu

Baza	Związki operacyjne /taktyczne/	Dowożone środki materiałowe		Przydzielony transport			Czas wykonania dowozu
		nazwa	ton	oddział /pododdział/	nominalne możliwości przewozowe	liczba pojazdów	

Omówiliśmy sposób postępowania w przypadku, gdy uporządkowane jednorodne środki materiałowe występują w więcej niż jednej bazie. Dla przypomnienia podajemy, że operacja logiczna mająca na celu ustalenie tego stanu rzeczy wykonywana jest w bloku B. W przypadku, gdy uporządkowane jednorodne środki materiałowe występują tylko w jednej bazie sumujemy potrzeby poszczególnych związków operacyjnych /taktycznych/ w odniesie-

niu do poszczególnych baz zaopatrzenia i rozwiązujemy zadanie transportowe z funkcją celu:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^P c_{ik} \cdot x_{ik} = \min$$

z uwzględnieniem warunków:

$$a/ \sum_{k=1}^P x_{ik} \leq T_i ;$$

$$b/ \sum_{i=1}^m x_{ik} \leq \sum_{j=1}^n P_j^k ;$$

$$c/ x_{ik} \geq 0 ;$$

gdzie: P_j^k - suma potrzeb związków operacyjnych /taktycznych/ zaspakajanych przez poszczególne bazy zaopatrzenia.

Obliczenia związane z rozwiązaniem tego zadania wykonywane są w bloku D.

Rozwiązanie powyższego zadania pozwala ustalić optymalny /ze względu na pracę transportu/ przydział poszczególnych kolumn transportowych do baz zaopatrzenia oraz zwolnienie środków materiałowych z poszczególnych baz dla związków operacyjnych /taktycznych/. Dalsze obliczenia wykonywane są w bloku E, w sposób omówiony przy poprzednim wariancie. Schemat blokowy algorytmu dowozu środków materiałowych przedstawiony został na rys. 22.

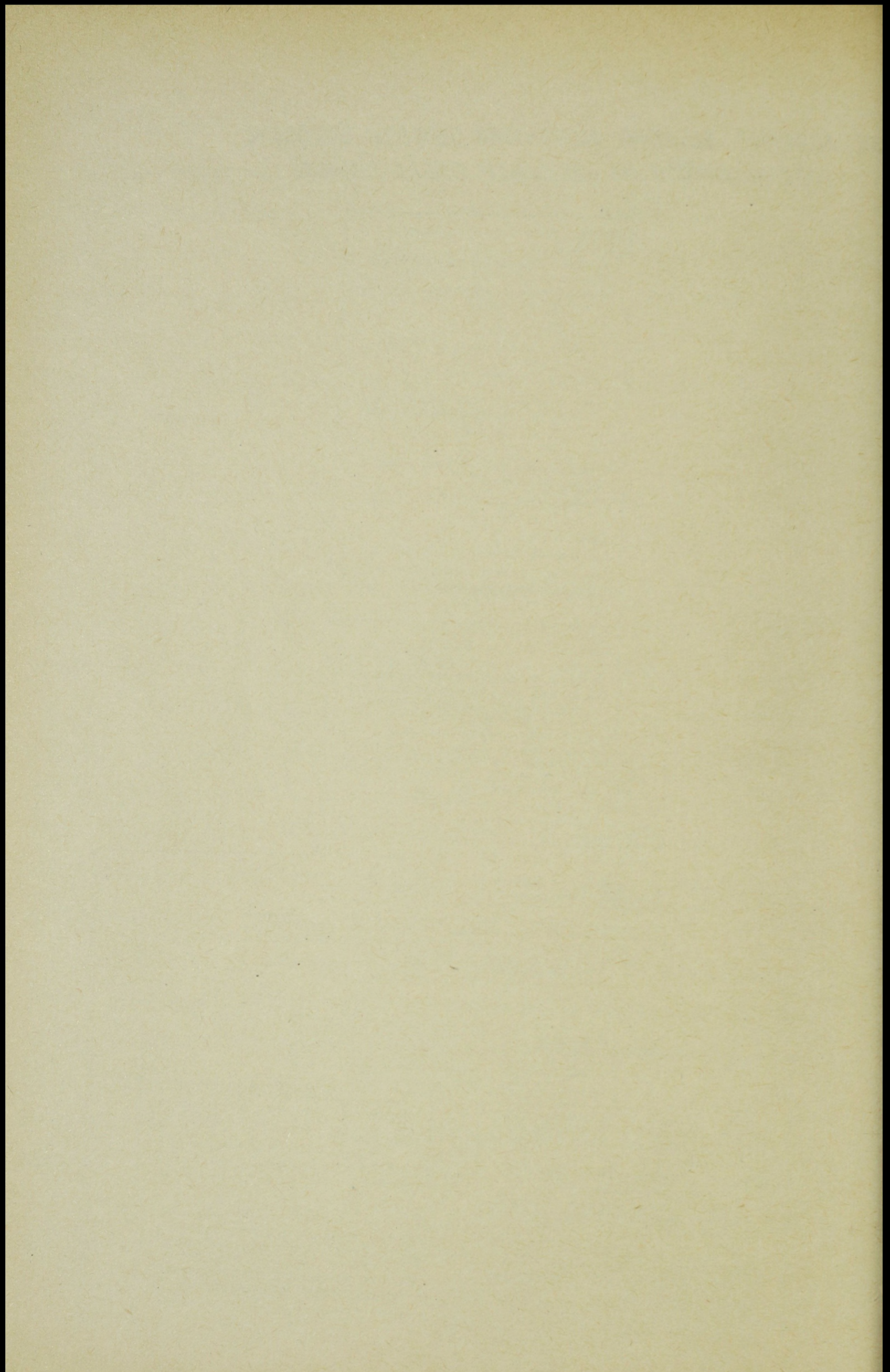
Omówiony wyżej algorytm może być wykorzystany do codziennego planowania dowozu do poszczególnych związków operacyjnych /taktycznych/.

Opracowany na podstawie tego algorytmu program na EMC MIŃSK-22 jest w trakcie prób i doświadczeń. Według założeń autora, zastosowanie programu w praktyce ma skrócić czas opracowania planu dowozu z 6-8 godzin /przy dotychczasowych metodach pracy/ do około 30-40 minut /przy zastosowaniu EMC/ i stworzyć w ten sposób warunki do operatywnego kierowania procesem dowozu.

4. Koncepcja optymalnego, kompleksowego wykorzystania różnych rodzajów transportu.

Związki operacyjne /taktyczne/, wchodzące w skład frontu, mogą być zaopatrywane z kilku różnych baz rozwiniętych na obszarze tyłów frontu, przy czym do dowozu mogą być wykorzystane równoległe różne rodzaje transportu, jak: transport samochodowy, kolejowy, wodny, rurociągowy, powietrzny. Istnieje zatem wiele wariantów wykorzystania źródeł zaopatrywania oraz środków transportu. Istnieje również optymalny wariant, który uwzględniając określone kryteria, pozwala osiągnąć najlepsze w danej sytuacji wyniki.

Zadanie jakie w ramach planowania dowozu na szczeblu frontu należy rozwiązać można sformułować następująco. Posiadamy kilka baz, w których znajdują się określone środki materiałowe. Związki operacyjne /taktyczne/ wchodzące w skład frontu mają określone potrzeby materiałowe, które należy zaspokoić poprzez dowóz. Dysponujemy określonym potencjałem przewozowym różnych rodzajów transportu, przy czym transport ten może być wykorzystany równoległe. Należy określić: z których baz zaopatrzenia i do których związków operacyjnych /taktycznych/



z uwzględnieniem następujących warunków:

1. $\sum_{k=1}^h X_{ik} \leq T_i$;
2. $\sum_{k=1}^p X_{kj} = P_j$;
3. $\sum_{j=1}^n X_{kj} = \sum_{i=1}^m X_{ik} \leq B_k$;
4. $X_{ik} \geq 0$; $X_{kj} \geq 0$

Przeliczenie ciężaru umownego środków materiałów, dowożonych z baz zaopatrzenia do poszczególnych ZO (ZT) na jednostki rzeczywiste

$$Q_s = Q_u \cdot W_s$$

Przeliczenie przydzielonego do baz zaopatrzenia transportu na ilość pojazdów

$$N_i = \frac{N_0}{q_0}$$

Powtórzenie cyklu

Druk (wzór nr 1)

Rozdyponowanie transportu do poszczególnych baz dla wykonania dowozu do ZO (ZT) poprzez rozwiązanie zadania transportowego

z funkcją celu:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^h C_{ik} X_{ik} = \min$$

z uwzględnieniem warunków:

1. $\sum_{k=1}^h X_{ik} \leq T_i$;
2. $\sum_{i=1}^m X_{ik} \leq \sum_{j=1}^n P_j^k$;
3. $X_{ik} \geq 0$

Druk (wzór nr 1)

Powtórzenie cyklu

Zestawienie ogólnego tonażu ładunków (w jednostkach umownych) jakie należy przewieźć z poszczególnych baz zaopatrzenia do poszczególnych ZO (ZT) według grup rodzajowych, w odniesieniu do:
a) transportu ogólnego przeznaczenia
b) transportu MPS

Zestawienie transportu (jego możliwości przewozowych) przeznaczonego do wykonania dowozu do ZO (ZT) z poszczególnych baz zaopatrzenia, wg grup rodzajowych, w odniesieniu do:
a) transportu ogólnego przeznaczenia
b) transportu MPS

Ustalenie łącznego czasu potrzebnego na wykonanie dowozu w odniesieniu do poszczególnych kolumn transportowych i ZO (ZT)

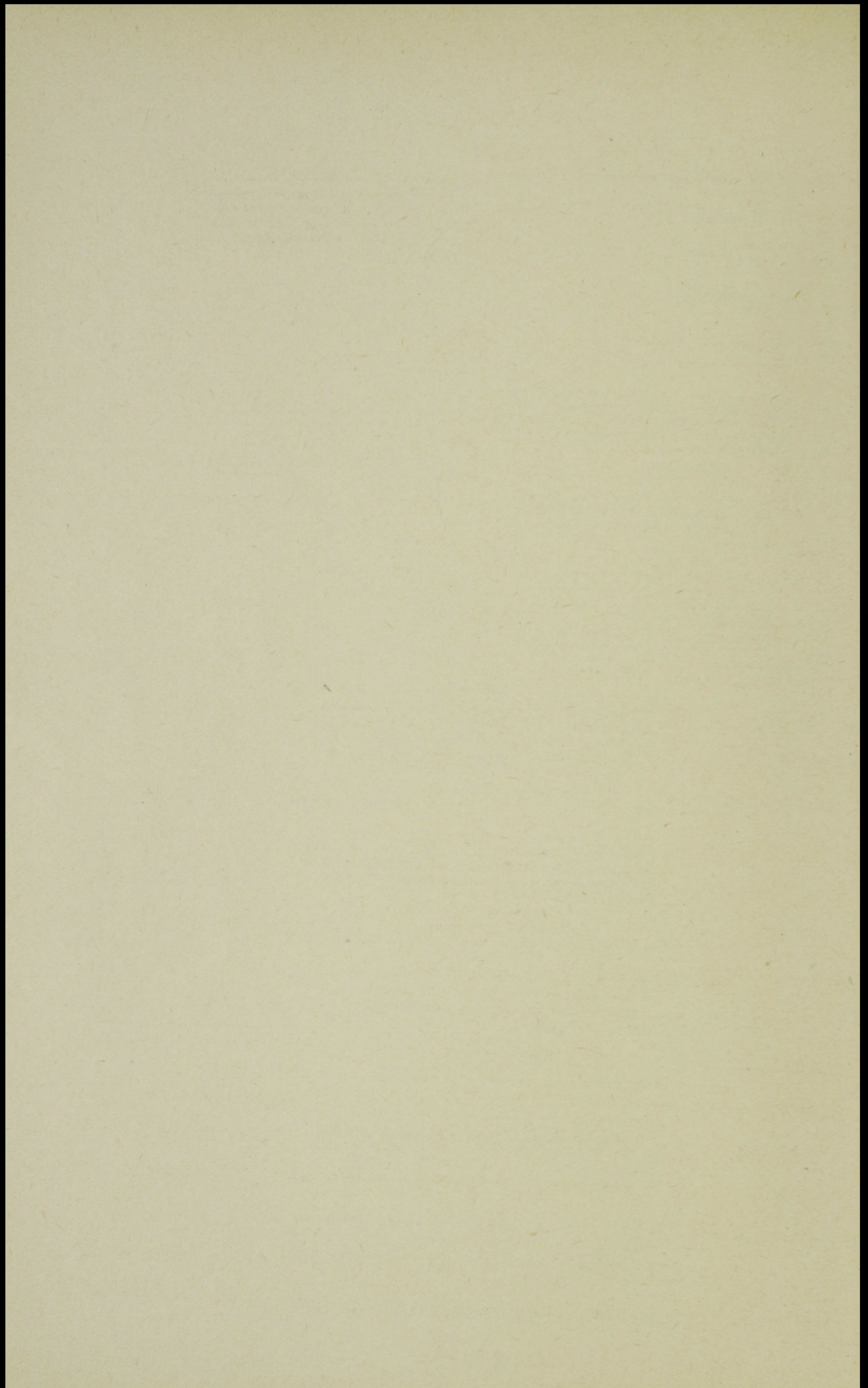
$$t_{ij} = \frac{C_{ik} + C_{jk}}{v} + t_p$$

Uporządkowanie ZO (ZT) wg kolejności dowozu i rozwiązanie zadania transportowego z kryterium czasu.

Przeliczenie transportu realizującego dowóz do poszczególnych ZO (ZT) na ilość pojazdów

$$N_i = \frac{N_0}{q_0}$$

Druk (wzór nr 2)



wykonywać dowóz; jaki rodzaj transportu najcelowiej jest użyć oraz jaki potencjał przewozowy wykorzystać. Inaczej mówiąc zadanie powyższe sprowadza się do określenia źródeł zaopatrywania dla poszczególnych związków operacyjnych /taktycznych/ oraz podziału zadań przewozowych pomiędzy poszczególne rodzaje transportu.

Aby rozwiązać powyższe zadanie należy uwzględnić szereg danych, a mianowicie:

- zakres /objętość/ dowozu do poszczególnych związków operacyjnych /taktycznych/;
- źródła zaopatrywania oraz zapasy środków materiałowych, jakimi dysponują;
- środki transportu oraz ich nominalne możliwości przewozowe od poszczególnych źródeł zaopatrywania do poszczególnych związków operacyjnych /taktycznych/;
- kryteria, które decydować będą tak o ilościowej jak i jakościowej stronie procesu dowozu.

Zakres dowozu do poszczególnych związków operacyjnych /taktycznych/ otrzymany jako informację wyjściową po rozwiązaniu zadania opisanego w rozdziale IV - 1.

Dane dotyczące źródeł zaopatrywania oraz zapasów środków materiałowych, jakimi dysponują, otrzymany jako informację wyjściową od organu zaopatrującego. Również dane dotyczące środków transportu oraz ich nominalnych możliwości przewozowych zostaną ujęte w formie informacji wyjściowej, otrzymanej od organu zaopatrującego.

Pozostały jeszcze kryteria, które decydować będą o ilościowej i jakościowej stronie procesu dowozu. Lecz tu sprawa

nie jest tak prosta jak w odniesieniu do poprzednich informacji. W zależności od warunków, w jakich odbywać się ma dowóz oraz od ostatecznych rezultatów tego procesu, jakie chcemy osiągnąć, uwzględniane są różne kryteria. Niektóre z nich wyrażane są w jednostkach ilościowych, inne zaś uwzględniają jedynie stany jakościowe procesu dowozu.

Spróbujemy przeprowadzić krótką analizę - kilku podstawowych czynników uwzględnianych zwykle jako kryteria w procesie dowozu i wyrazić ich wartość w taki sposób, aby było to przydatne przy budowie modelu naszego zadania.

Jednym z podstawowych czynników uwzględnianych w procesie dowozu jest odległość przewozu, wyrażana zazwyczaj w km. Odległość przewozu stanowi punkt wyjścia dla ustalania kryterium czasu, kosztów itp. W naszym zadaniu rola tego czynnika będzie również decydująca.

Drugim ważnym czynnikiem jest szybkość przewozu. Dla poszczególnych rodzajów transportu jest ona wielkością różną, wyrażaną w km/godz. Dla naszych potrzeb obliczymy wskaźniki średniej szybkości poszczególnych rodzajów transportu. Przyjmijemy, że wskaźnikiem średniej szybkości danego rodzaju transportu będzie stosunek średniej szybkości jednego wybranego rodzaju transportu do średniej szybkości transportu, dla którego obliczamy wskaźnik. Wybrany rodzajem transportu w naszym przypadku będzie transport samochodowy. Stąd też przykładowo wskaźnik średniej szybkości dla transportu kolejowego będzie:

$$W_k = \frac{v_s}{v_k}$$

gdzie: W_k - wskaźnik średniej szybkości dla transportu kolejowego;

v_s - średnia szybkość transportu samochodowego;

v_k - średnia szybkość transportu kolejowego.

Uwzględniając najczęściej przyjmowane do obliczeń średnie szybkości poszczególnych rodzajów transportu, możemy zestawić wskaźniki średniej szybkości w formie tabeli:

Tabela 4

Wyszczególnienie	Średnia szybkość w km/godz. $/v_1/$	Wskaźnik średniej szybkości $/W_1/$
transport samochodowy	20	1
transport kolejowy	15	1,3
transport wodny śródlądowy	8	2,5
transport powietrzny	160 ^{x/}	0,125
transport rurociągowy ^{xx/}	-	0,8

Podczas organizacji przewozów zaopatrzeniowych możemy wykorzystywać szeregowo dwa lub więcej rodzajów transportu. Znajdzie wtedy konieczność organizowania przeładunku z jednego rodzaju transportu na drugi, co znacznie wydłuży ogólny czas dowozu. Stosunek ogólnego czasu przewozu $/T_o/$ do czasu jazdy $/T_j/$ nazwiemy wskaźnikiem zwiększenia czasu pracy transportu $/y/$.

x/ Uwzględniono przeciętną szybkość przelotową śmigłowca.

xx/ Wskaźnik średniej szybkości transportu rurociągowego obliczono na podstawie porównania dobowych możliwości przetażania paliw płynnych przy pomocy jednej nitki rurociągu na odległość 250 km z możliwościami przewozu paliwa przez batalion dowozu mps na tę samą odległość.

$$y = \frac{T_o}{T_j}$$

/2/

Łatwo zauważyć, że przy założonej stałej szybkości oraz określonym czasie przeładunku /również przyjmowanym jako wielkość stała/, wskaźnik zwiększenia czasu pracy transportu będzie zmniejszał się wraz ze zwiększaniem się odległości, na jaką wykonujemy przewóz. Przedstawia to niżej zamieszczona tabela, opracowana dla szybkości przewozu równej 20 km/godz. i czasu przeładunku - 4 godz., przyjętych jako wielkości stałe.

Odległość w km	Czas jazdy /T _j /	Ogólny czas przewozu /T _o /	Współczynnik zwiększenia czasu pracy transportu /y/
1	2	3	4
10	0,5	4,5	9,0
20	1,0	5,0	5,0
30	1,5	5,5	3,7
40	2,0	6,0	3,0
50	2,5	6,5	2,6
60	3,0	7,0	2,3
70	3,5	7,5	2,14
80	4,0	8,0	2,0
90	4,5	8,5	1,9
100	5,0	9,0	1,8
110	5,5	9,5	1,72
120	6,0	10,0	1,66
130	6,5	10,5	1,61
140	7,0	11,0	1,57
150	7,5	11,5	1,53
160	8,0	12,0	1,5
170	8,5	12,5	1,47
180	9,0	13,0	1,44
190	9,5	13,5	1,42
200	10,0	14,0	1,4

1	2	3	4
210	10,5	14,5	1,38
220	11,0	15,0	1,36
230	11,5	15,5	1,34
240	12,0	16,0	1,33
250	12,5	16,5	1,32
260	13,0	17,0	1,31
270	13,5	17,5	1,3
280	14,0	18,0	1,28
290	14,5	18,5	1,27
300	15,0	19,0	1,26

Opierając się na omówionej wyżej prawidłowości, dla celów obliczeniowych przyjęto, że w przeciętnych warunkach wartość wskaźnika zwiększenia czasu pracy transportu może być następująca:

- dla każdego przeładunku wykonywanego na trasie do 150 km - 1,8;
- dla każdego przeładunku wykonywanego na trasie powyżej 150 km - 1,4.

Następnym elementem, który należy uwzględnić przy planowaniu dowozu to pewność przewozu. Chodzi tu o to, że organizując dowóz decydujemy się na taki rodzaj transportu, który ze względu na istniejące ogólne warunki, w jakich odbywa się dowóz, stwarza możliwie najmniejsze ryzyko nie wykonania dowozu. Punktami newralgicznymi sieci komunikacyjnej są przede wszystkim mosty na dużych przeszkodach wodnych, duże węzły kolejowe i drogowe, urządzenia hydrotechniczne na szlakach wodnych, wiadukty itp. Ryzyko w wykorzystaniu danego rodzaju transportu do dowozu będzie zwiększać się wraz z ilością punktów newralgicznych

na drogach, po których realizowany będzie dowóz. Ten element możemy w naszym zadaniu wyrazić jako wskaźnik ryzyka /m/ przyjmowany dla transportu rurociągowego i lotniczego jako 1, zaś dla pozostałych rodzajów transportu obliczany wg wzoru: x/

- dla transportu samochodowego:

$$m = 1 + /r \cdot 0,1/ \quad /3/$$

gdzie: r - ilość punktów newralgicznych;

- dla transportu kolejowego:

$$m = 1 + /r \cdot 0,2/ \quad /4/$$

- dla transportu wodnego śródlądowego:

$$m = 1 + /r \cdot 0,3/ \quad /5/$$

Dla uwzględnienia jakości i stanu dróg, warunków ruchu oraz warunków atmosferycznych wprowadzimy wskaźnik utrudnienia /n/ posiadający wartość w granicach 1,1 - 1,5. Będziemy go stosować na podstawie analizy stanu dróg oraz warunków, w jakich odbywać się będzie ruch związany z przewozami zaopatrzeniowymi.

W praktyce często zdarza się, że z różnych względów niektóre rodzaje transportu pragniemy wykorzystać w pierwszej kolejności. Np. wybudowaliśmy rurociąg, za pomocą którego równoległe z transportem kolejowym, możemy dostarczać paliwo. Dążeniem naszym w takim wypadku będzie wykorzystanie pełnych możliwości rurociągu w przetaczaniu paliw płynnych, a więc wykorzystanie w pierwszym rzędzie transportu rurociągowego. Przypadki takie mogą występować również w odniesieniu do innych rodzajów transportu. Aby uwzględnić w naszym zadaniu również i ten element, wprowadzimy wskaźnik priorytetu /u/, posiadający pięć

x/ Współczynniki przyjęte we wzorach /3/, /4/, /5/ są współczynnikami porównawczymi i mają one wyrażać zróżnicowanie możliwości punktów newralgicznych poszczególnych rodzajów transportu na niszczące działanie przeciwnika.

stopni od 0,5 do 0,9.^{x/}

Ważnym czynnikiem, uwzględnianym przy planowaniu i organizacji dowozu, są koszty transportu. Koszty powyższe kształtują się różnie w odniesieniu do różnych rodzajów transportu. Jeżeli koszty poszczególnych rodzajów transportu przyrównalibyśmy do kosztów transportu samochodowego to otrzymamy następujące wskaźniki kosztów transportu /k/, uwzględniające koszt przewozu 1 tony na odległość 1 km:^{xx/}

- dla transportu samochodowego - 1,0 ;
- dla transportu kolejowego - 0,5 ;
- dla transportu wodnego śródlądowego - 0,25 ;
- dla transportu powietrznego - 5 ;
- dla transportu rurociągowego - 0,34.

W ten sposób omówiliśmy podstawowe czynniki decydujące o ilościowej i jakościowej stronie procesu dowozu. Krótka ich analiza pozwoliła nam ustalić określone wskaźniki, które mogą być przydatne podczas rozwiązywania zadania w zakresie określania źródeł zaopatrywania oraz ustalania najdogodniejszego środka transportu. Oto zestawienie omówionych wskaźników:

Tabela 6

Lp.	Wyszczególnienie	Symbol	Wartości poszczególnych wskaźników
1	2	3	4
1	Odległość przewozu	1	Dla wszystkich rodzajów transportu określana w km

x/ Wartości wskaźników priorytetu wyznaczono na podstawie doświadczeń uzyskanych podczas ćwiczeń dowódczo-sztabowych.

xx/ Wskaźniki kosztów transportu opracowano w oparciu o następujące materiały: "Transport ZSRR" wyd. "Morskiej transport", Moskwa 1960r. oraz B.Kalestyński "Ekonomika transportu lotniczego", wyd. Komunikacja i Łączność, Warszawa 1961 r.

1	2	3	4
2	Wskaźnik średniej szybkości	w	a/ dla transportu samochodowego - 1 b/ dla transportu kolejowego - 1,3 c/ dla transportu wodnego śródlądowego - 2,5 d/ dla transportu powietrznego - 0,125 e/ dla transportu rurociągowego - 0,8
3	Wskaźnik zwiększenia czasu pracy transportu	y	W odniesieniu do wszystkich rodzajów transportu: a/ dla każdego przeładunku wykonywanego na trasie do 150 km - 1,8 b/ dla każdego przeładunku wykonywanego na trasie powyżej 150 km - 1,4
4	Wskaźnik ryzyka	m	a/ dla transportu samochodowego: $m = 1 + /r \cdot 0,1/$ b/ dla transportu kolejowego: $m = 1 + /r \cdot 0,2/$ c/ dla transportu wodnego śródlądowego: $m = 1 + /r \cdot 0,3/$ d/ dla transportu powietrznego - 1,0 e/ dla transportu rurociągowego - 1,0 Uwaga: "r" jest to ilość punktów niewralgicznych występujących na danym odcinku
5	Wskaźnik utrudnienia	n	W odniesieniu do wszystkich rodzajów transportu: I stopień - 1,1 II stopień - 1,2 III stopień - 1,3 IV stopień - 1,4 V stopień - 1,5
6	Wskaźnik priorytetu	u	W odniesieniu do wszystkich rodzajów transportu: I stopień - 0,5 II stopień - 0,6 III stopień - 0,7 IV stopień - 0,8 V stopień - 0,9
7	Wskaźnik kosztów transportu	k	a/ dla transportu samochodowego - 1,0 b/ dla transportu kolejowego - 0,5 c/ dla transportu wodnego śródlądowego - 0,25 d/ dla transportu powietrznego - 5,0 e/ dla transportu rurociągowego - 0,34

Przedstawione w tabeli 6 wskaźniki można wykorzystać do ustalania odpowiednich kryteriów przy rozwiązywaniu naszego zadania^{x/}. Zarysowują się wyraźnie dwa układy wskaźników:

- pierwszy - dla kryterium uwzględniającego wymogi taktyczno-operacyjne, a obejmujący 1-szy wskaźnik oraz wskaźniki 2,3,4,5,6;
- drugi - dla kryterium uwzględniającego wymogi natury ekonomicznej, obejmujący 1-szy wskaźnik i 7-my wskaźnik, a niekiedy również wskaźniki 4,5 i 6.

Przyjmowana przy rozwiązywaniu wielkość poszczególnych wskaźników może być dla nas korzystna lub niekorzystna, co oznacza, że jedne mogą być wyższe, inne natomiast niższe. Nie trudno jednak zauważyć, że na wielkość i jakość usług przewozowych działają one łącznie, przy czym ich wpływy nakładają się lub kompensują. Stąd też analiza, poprzedzająca rozwiązywanie zadania, powinna ustalić z jednej strony wpływ każdego wskaźnika oddzielnie na proces dowozu, z drugiej zaś strony - kolejno nakładający się wpływ szeregu wskaźników. Tego rodzaju analizę ułatwia i umożliwia metoda łańcuchowych podstawień, jaką można stosować do badania każdego zjawiska, którego wielkość wynika z szeregu matematycznie ze sobą powiązanych czynników.

Możemy zatem powiedzieć, że kryterium taktyczno-operacyjne będzie w naszym zadaniu stanowiło iloczyn wskaźników 1-6, a więc:

$$K_{to} = l \cdot w \cdot y \cdot m \cdot n \cdot u \quad /6/$$

x/ Wielkości wskaźników przedstawionych w tabeli 6 przyjęto na podstawie obliczeń i porównań w oparciu o dostępne materiały z ekonomiki transportu /np. koszty transportu/ oraz szacunkowo na podstawie doświadczeń z ćwiczeń. Przyjęte w pracy wartości wskaźników stanowią jedynie przesłankę do wyjaśnienia ogólnej koncepcji rozwiązania zadania i wymagają dalszej wnikliwej analizy dla ustalenia ich rzeczywistych wartości.

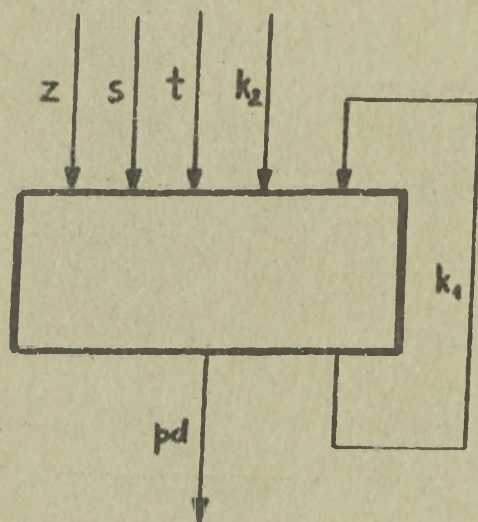
zaś kryterium ekonomiczności - iloczyn wskaźników 1 i 7 /niekiedy iloczyn wskaźników 1,4,5,6 i 7/, a więc:

$$K_{ek} = 1 \cdot k \quad /7/$$

lub:

$$K_{ek} = 1 \cdot m \cdot n \cdot u \cdot k \quad /7a/$$

W ten sposób mamy już wszystkie podstawowe dane, aby rozwiązać zadanie obejmujące określenie źródeł zaopatrywania oraz ustalenia najdogodniejszych środków transportu dla dowozu środków materiałowych. Cybernetyczny model tego zadania można przedstawić następująco:



Rys. 23

- z - informacja wejściowa dotycząca zakresu dowozu do poszczególnych związków operacyjnych /taktycznych/;
- s - informacja wejściowa, otrzymana od organu zaopatrującego, dotycząca źródeł zaopatrywania oraz zapasów środków materiałowych, jakimi dysponują;
- t - informacja wejściowa, otrzymana od organu zaopatrującego, obejmująca rodzaje środków transportowych oraz ich nominalne możliwości przewozowe w odniesieniu do poszczególnych środków materiałowych;
- k_1 - zapisane w pamięci EMC informacje dotyczące wskaźników, uwzględnianych przy ustalaniu kryterium;
- k_2 - informacje uzupełniające, otrzymane od organu planującego, dotyczące wyboru i ustalenia kryterium;
- p_d - wyjście: plan dowozu.

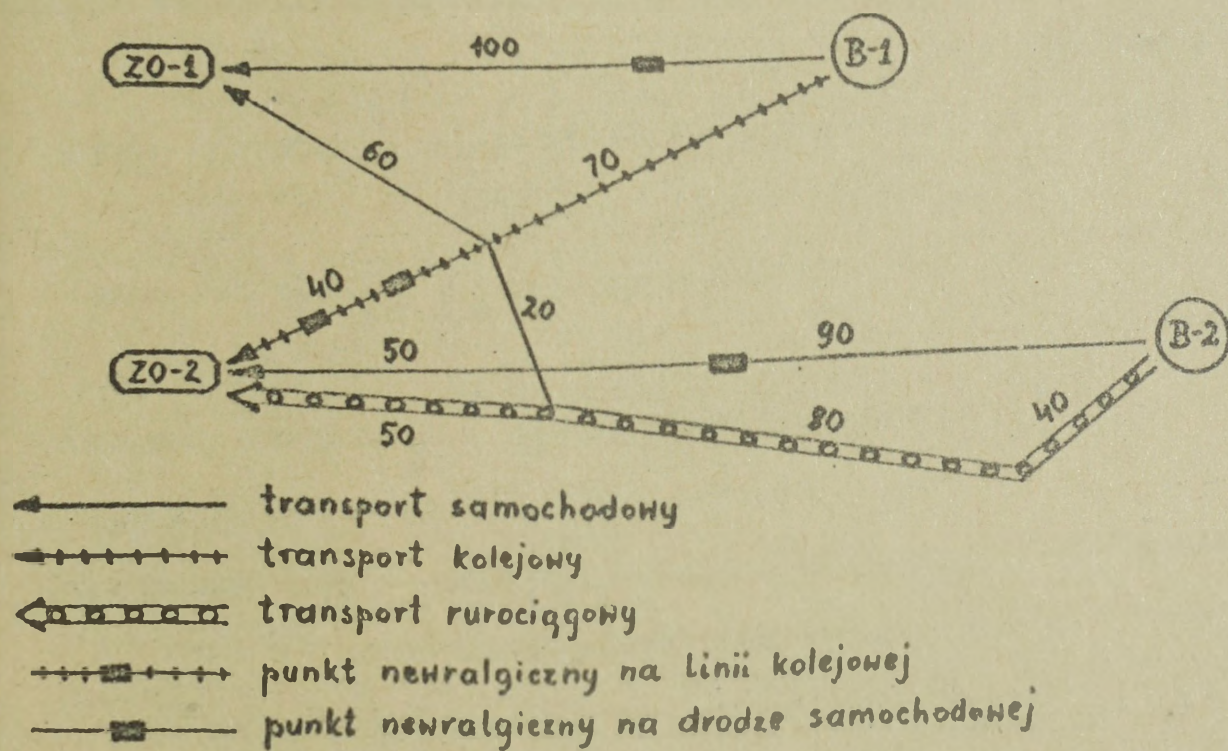
Rozwiązywanie zadania

Zadanie, które omówiliśmy wyżej można rozwiązywać przy pomocy znanych nam metod zadania transportowego. Możemy np. zastosować metodę rent różnicowych^{x/}. Omówimy ją na prostym

x/ Metoda powyższa opracowana przez A.L. Lurie nosi także nazwę metody składników rozwiązujących.

przykładzie liczbowym.

Założmy, że mamy dwie bazy, z których zaopatrujemy dwa związki operacyjne. Związki operacyjne mają określone potrzeby na środki materiałowe, bazy z kolei dysponują odpowiednimi środkami materiałowymi, które można użyć na pokrycie potrzeb związków operacyjnych. Dowóz z baz do związków operacyjnych można wykonać przy pomocy transportu samochodowego, kolejowego, rurociągowego lub sposobem kombinowanym przez wykorzystanie w sposób szeregowy dwóch z wyżej wymienionych rodzajów transportu. Oto schemat sieci komunikacyjnej łączącej bazy ze związkami operacyjnymi.



Rys. 24

Niech potrzeby materiałowe związków operacyjnych wynoszą:

ZO-1: 2400 ton amunicji i 1200 ton mps;

ZO-2: 2600 ton amunicji i 1800 ton mps;

zaś ogólne możliwości baz w zakresie zaspokojenia potrzeb są następujące:

B-1: 3200 ton amunicji i 800 ton mps;

B-2: 2400 ton amunicji i 2800 ton mps.

Z rys.24 wynika, że z bazy 1 możemy wykorzystać do do-
wozu następujący transport:

- do Z0-1: transport samochodowy oraz szeregowo - trans-
port kolejowy i samochodowy;

- do Z0-2: transport kolejowy;

zaś z bazy 2:

- do Z0-1: transport samochodowy oraz szeregowo - trans-
port rurociągowy i samochodowy;

- do Z0-2: transport samochodowy i transport rurociągowy.

Niech możliwości przewozowe poszczególnych rodzajów trans-
portu będą następujące:

- z bazy nr 1: transportu samochodowego - 1400 ton amu-
nicji;

transportu kolejowego - 1200 ton amu-
nicji;

transportu kolejowego + transport samocho-
dowy - 600 ton amunicji oraz 800 t mps;

- z bazy nr 2: transportu samochodowego - 2400 ton amuni-
cji oraz 800 ton mps;

transportu rurociągowego - 1200 ton mps;

transportu rurociągowego + transport sa-
mochodowy - 800 t mps.

Wartość poszczególnych wskaźników, tworzących kryterium
wyboru optymalnego określenia źródeł zaopatrywania oraz najdo-
godniejszych środków transportu, przedstawione są w poniższej
tabeli;^{x/}

x/ Dane do tabeli 7 opracowano na podstawie rys.24, przy wyko-
rzystaniu danych zawartych w tabeli 6.

Tabela 7

Wyszczególnienie	Odległość przewozu /l/	Wskaźnik średniej szybkości /w/	Wskaźnik zwiększenia czasu pracy transportu /y/	Wskaźnik ryzyka /m/	Wskaźnik priorytetu /u/	Wskaźnik ogólny /l.w.y.m.u./
1/ <u>z B-1 do Z0-1:</u>						
- transport samochod.	100	1,0	-	1,1	-	110
- transport kolejowy i transport samochodowy /wykorzystywane szeregowo/	{ 70 60	1,3 1,0	1,8 -	1,0 1,0	0,7 -	} 175
2/ <u>z B-1 do Z0-2:</u>						
- transport kolejowy	110	1,3	-	1,4	0,7	140
3/ <u>z B-2 do Z0-1:</u>						
- transport samochod.	170	1,0	-	1,1	-	187
- transport rurociągowy i transport samochodowy /wykorzystywane szeregowo/	{ 120 80	0,8 1,0	1,8 -	1,0 1,0	0,5 -	} 166
4/ <u>z B-2 do Z0-2:</u>						
- transport samochod.	140	1,0	-	1,1	-	154
- transport rurociągowy	170	0,8	-	1,0	0,5	68

Dane dotyczące naszego zadania możemy przedstawić w formie macierzy:

Tabela 8

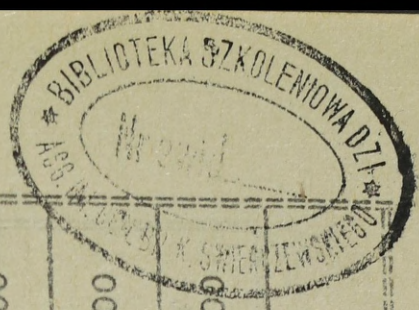
Bazy	Rodzaj transportu	ZO oraz ich potrzeby Rodzaj śr.mat. oraz ilość	ZO-1		ZO-2	
			$a_1=2400$	$a_2=1200$	$a_1=2600$	$a_2=1800$
B-1	S	$a_1 = 1400$	110			
	K	$a_1 = 1200$			140	
	K+S	$a_1 = 600$	175			
		$a_2 = 800$		175		
B-2	S	$a_1 = 2400$	187		154	
		$a_2 = 800$		187		154
	R	$a_2 = 1200$				68
	R+S	$a_2 = 800$		166		

Tabela 8 wymaga pewnego omówienia i objaśnienia przyjętych symboli. W główce tabeli wyszczególnione są związki operacyjne oraz ich potrzeby w zakresie dowozu, natomiast w boczku wykazano bazy oraz możliwości przewozowe poszczególnych rodzajów transportu. S oznacza transport samochodowy, K - transport kolejowy, K+S - transport kolejowy i samochodowy użyte szeregowo, R - transport rurociągowy, R+S - transport rurociągowy i samochodowy użyte szeregowo. Symbolem a_1 oznaczono amunicję, zaś symbolem a_2 - mps. Na przecięciu wierszy i kolumn podane są wartości ogólnego wskaźnika obliczonego w tabeli 7.

Obecnie rozwiążemy zapisany wyżej przykład, stosując metodę rent różnicowych. Oto kolejne iteracje uzyskane podczas rozwiązywania zadania:^{x/}

x/ Zadanie nasze tworzy model otwarty, bowiem suma możliwości przewozowych transportu jest większa od sumy potrzeb związków operacyjnych. Stąd też w tabeli przedstawiającej iterację 1 wprowadziliśmy fikcyjnego odbiorcę /FO/, któremu wpisaliśmy potrzeby w wysokości będącej różnicą między ogólnymi możliwościami przewozowymi transportu a ogólnymi potrzebami związków operacyjnych. Ponadto, aby wyeliminować niemożliwe lub niepożądane przewozy, do kratek w jakich nie występuje ogólny wskaźnik wpisaliśmy liczbę 500. Tak wysoki fikcyjny wskaźnik, znacznie przekraczający wskaźniki obliczone wg tab.7, nie pozwoli uwzględnić powyższe kratki w dokonywanych obliczeniach.

Iteracja 1



	Z0-1		Z0-2		FO $a_1 + a_2$ 1200	Deficyt lub nadmiar
	$a_1 = 2400$	$a_2 = 1200$	$a_1 = 2600$	$a_2 = 1800$		
Bazy, rodzaj transportu oraz jego możliwości przewozowe	S	110	500	500	0	- 1000
		1400				
B-1	K	500	500	140	500	- 1400
				1200		
	K+S	175	500	500	500	+ 600
B-2	S	187	500	154	500	+ 1200
					1200	
	R	500	187	500	154	+ 800
	R+S	500	500	500	68	- 600
					1200	
	R+S	500	166	500	500	- 400
			800			
	Renta różnicowa					
		65	9	14	86	

Iteracja 2

Bazy, rodzaje transportu oraz jego możliwości przewozowe	Z0-1		Z0-2		FO	Deficyt lub nadmiar	
	$a_1 = 2400$	$a_2 = 1200$	$a_1 = 2600$	$a_2 = 1800$			
	a_1	a_2	a_1	a_2			
B-1	S	119	509	509	9	- 1000	
	K	509	509	149	509	9	- 1400
	K+S	$a_1 = 600$	175	500	500	0	+ 600
		$a_2 = 800$	500	175	500	0	+ 400
B-2	S	$a_1 = 2400$	187	500	154	0	+ 1600
		$a_2 = 800$	500	187	500	0	+ 800
	R	509	509	509	77	9	- 600
	R+S	509	175	509	509	9	+ 0
Renta różnicowa		56	-	5	77	-	

	Z0-1		Z0-2		F0	Deficyt lub nadmiar
	a_1	a_2	a_1	a_2			$a_1 + a_2$ 1200
Związki operacyjne oraz ich potrzeby						
Bazy, rodzaj transportu oraz ich możliwości przewozowe						
S	$a_1 = 1400$	514	514	514	14	- 1000
K	$a_1 = 1200$	514	154	514	14	+ 0
B-1	$a_1 = 600$	500	500	500	0	+ 600
K+S	$a_2 = 800$	175	500	500	0	+ 0
	$a_1 = 2400$	187	154	500	0	+ 200
S	$a_2 = 800$	500	500	154	0	+ 800
B-2	$a_2 = 1200$	514	514	82	14	- 600
R+S	$a_2 = 800$	509	509	509	9	+ 0
Renta różnicowa	51	-	-	72	-	

Iteracja 4

Bazy, roczny transport oraz jego możliwości przewozowe	Z0-1		Z0-2		FO	Deficyt lub nadmiar
	$a_1 = 2400$	$a_2 = 1200$	$a_1 = 2600$	$a_2 = 1800$		
B-1	S $a_1 = 1400$	175 1400	565	565	65	- 400
	K $a_1 = 1200$	514	514 1200	514	14	+ 0
	K+S $a_1 = 600$	175 600	500	500	0	- 0
B-2	S $a_2 = 800$	500	175	500	0	+ 0
	S $a_1 = 2400$	187	500 1400	500	0	+ 200
	R $a_2 = 800$	500	187	154	0	+ 800
R+S	$a_2 = 1200$	565	565	133 1200	65	- 600
	$a_2 = 800$	509	175 800	509	9	+ 0
Renta różnicowa		12	-	21	-	

Iteracja 6

Bazy, rodzaj transportu oraz jego możliwości przewozowe	ZO-1		ZO-2		FO	Deficyt lub nadmiar	
	$a_1 = 2400$	$a_2 = 1200$	$a_1 = 2600$	$a_2 = 1800$			
B-1	S	$a_1 = 1400$	187 1400	577	77	0	
	K	$a_1 = 1200$	514	514 1200	14	0	
	K+S	$a_1 = 600$	187 600	512	512	12	0
B-2	S	$a_2 = 800$	500	175 400	500	0	400
		$a_1 = 2400$	187 400	500	154 1400	0	600
	R	$a_2 = 800$	500	187	500	0	200
		$a_1 = 1200$	586	586	154 1200	86	0
	R+S	$a_2 = 800$	509	175 800	509	9	0
Renta różnicowa		-	-	-	-	-	

Uzyskaliśmy w ten sposób rozwiązanie omawianego przykładu, z którego wynika, że najdogodniej jest wykonać dowóz w sposób następujący:

a/ do Z0-1:

- z B-1: transportem samochodowym - 1400 ton am.
transportem kol.+samoch. - 600 ton am.
- z B-2: transportem samochodowym - 400 ton am.
transportem ruroc.+samoch.- 800 ton mps

b/ do Z0-2:

- z B-1: transportem kolejowym - 1200 ton am.
- z B-2: transportem samochodowym - 1400 ton am.
- 600 ton mps
transportem ruropociągowym - 1200 ton mps

Ponadto, pozostają jeszcze nie wykorzystane możliwości przewozowe transportu. I tak: z B-1 transportu kolejowego + transp.samoch. - 400 ton mps oraz z B-2 transportu samochodowego - 600 ton amunicji i 200 ton mps.

Omówione i rozwiązane zadanie jest przykładem niewątpliwie uproszczonym. Przy jego sformułowaniu poszliśmy świadomie na pewne uproszczenia, aby w sposób przejrzysty pokazać mechanizm rozwiązywania zadań tego typu. W praktyce spotykać się będziemy z zadaniami bardziej skomplikowanymi, obejmującymi znacznie więcej zaopatrywanych związków operacyjnych /taktycznych/ oraz więcej baz. Należy liczyć się również z tym, że w niektórych wypadkach trzeba będzie bardziej różnicować środki materiałowe dowożone do poszczególnych związków operacyjnych /taktycznych/ dzieląc je nie tylko na środki materiałowe przewożone transportem ogólnego przeznaczenia /amunicja, sprzęt

techniczny, żywność itp./ i środki wymagające specjalnego transportu lub opakowania /np. mps/. Ponadto, przy formułowaniu zadania można będzie wydzielić, jako oddzielną grupę, własny transport samochodowy związków operacyjnych /taktycznych/, przeznaczony do odbioru środków materiałowych z odpowiednich baz. Jednak rozszerzenie zadania nie wpłynie na metodykę rozwiązywania. Pozostanie ona taką, jak to omówiliśmy wyżej.

Obecnie prześledzimy w skrócie jeszcze raz kolejność postępowania przy rozwiązywaniu zadania związanego z określeniem źródeł zaopatrywania oraz ustalaniem najdogodniejszego środka transportu. Kolejność ta jest następująca:

1. Zapisanie w pamięci EMC danych dotyczących wskaźników, uwzględnianych przy ustalaniu kryterium.
2. Wprowadzenie do EMC danych o zakresie /objętości/ dowozu do poszczególnych związków operacyjnych i taktycznych.
3. Na podstawie danych o źródłach zaopatrywania /bazach/, ich rozmieszczeniu, posiadaniu zapasów oraz możliwościach i aktualnym rozmieszczeniu środków transportu -- zestawienie wszystkich możliwych wariantów wykorzystania transportu oraz ustalenie dla nich nominalnych możliwości przewozowych.
4. Wprowadzenie do EMC zestawienia ustalonych nominalnych możliwości przewozowych poszczególnych rodzajów transportu /lub ich kombinacji/.
5. Ustalenie wartości liczbowej wskaźników dla poszczególnych rodzajów transportu w ramach możliwych wariantów wykorzystania transportu do dowozu.

Włożenie do pamięci EMC informacji dotyczących wskaźników, uwzględnianych przy ustalaniu kryterium

Odczytanie informacji wejściowej dotyczącej zakresu dowozu do poszczególnych ZO (ZT)

Odczytanie informacji wejściowej dotyczącej rodzaju transportu oraz ich nominalnych możliwości przewozowych z poszczególnych baz w odniesieniu do poszczególnych rodzajów środków materiałowych

Odczytanie informacji uzupełniających otrzymanych od organu zaopatrującego, dotyczących wyboru i ustalenia kryterium

Na podstawie ułożonych w pamięci EMC informacji dotyczącej wskaźników oraz informacji uzupełniających o wyborze i ustaleniu kryterium określamy wartości poszczególnych wskaźników

Obliczamy wartość ogólnego wskaźnika (\mathcal{L}) w sposób następujący:

1) Przy kryterium taktyczno - operacyjnym

$$\mathcal{L} = l. w. y. m. n. u$$

2) Przy kryterium ekonomiczności:

$$\mathcal{L} = l. k$$

$$\text{lub } \mathcal{L} = l. m. n. u. k$$

Zstawiamy macierz zadania transportowego z wyszczególnieniem baz, rodzaju transportu, związków operacyjnych (taktycznych) oraz wskaźników ogólnych ustalonych dla poszczególnych rodzajów transportu. Funkcją celu w tym zadaniu będzie:

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} = \min. \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n)$$

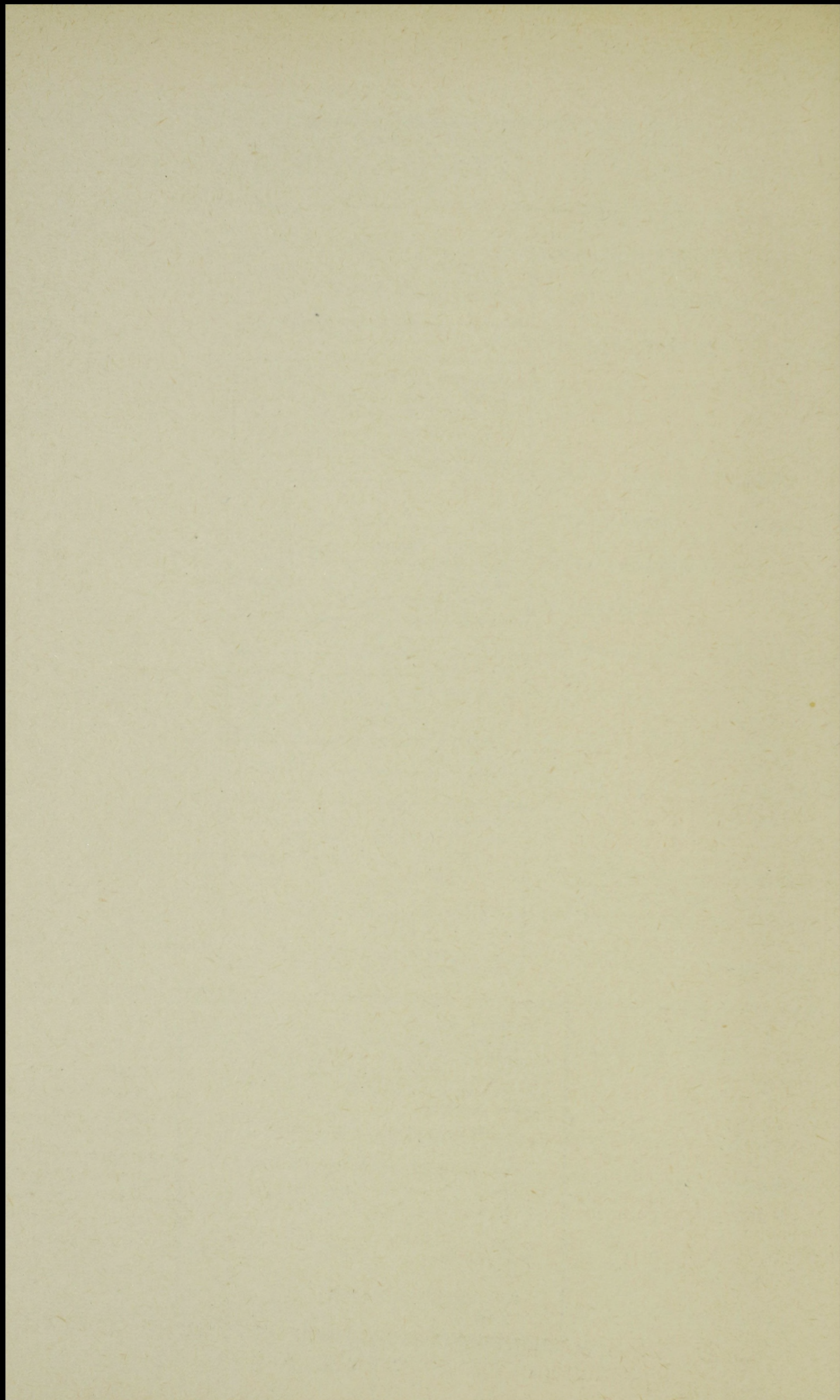
przy zachowaniu warunków ubocznych:

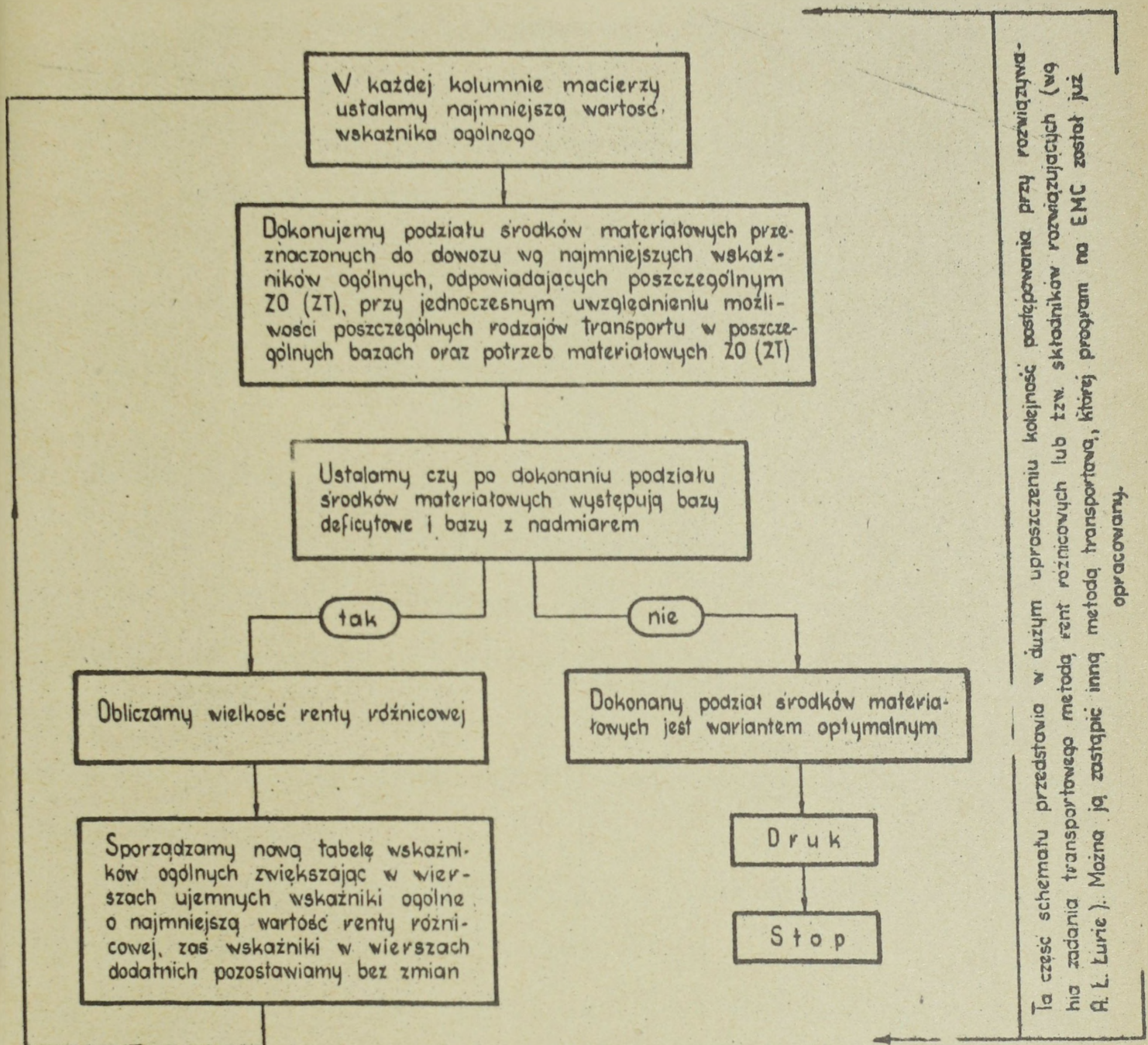
$$1) \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$2) \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

oraz warunku brzegowego:

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n)$$





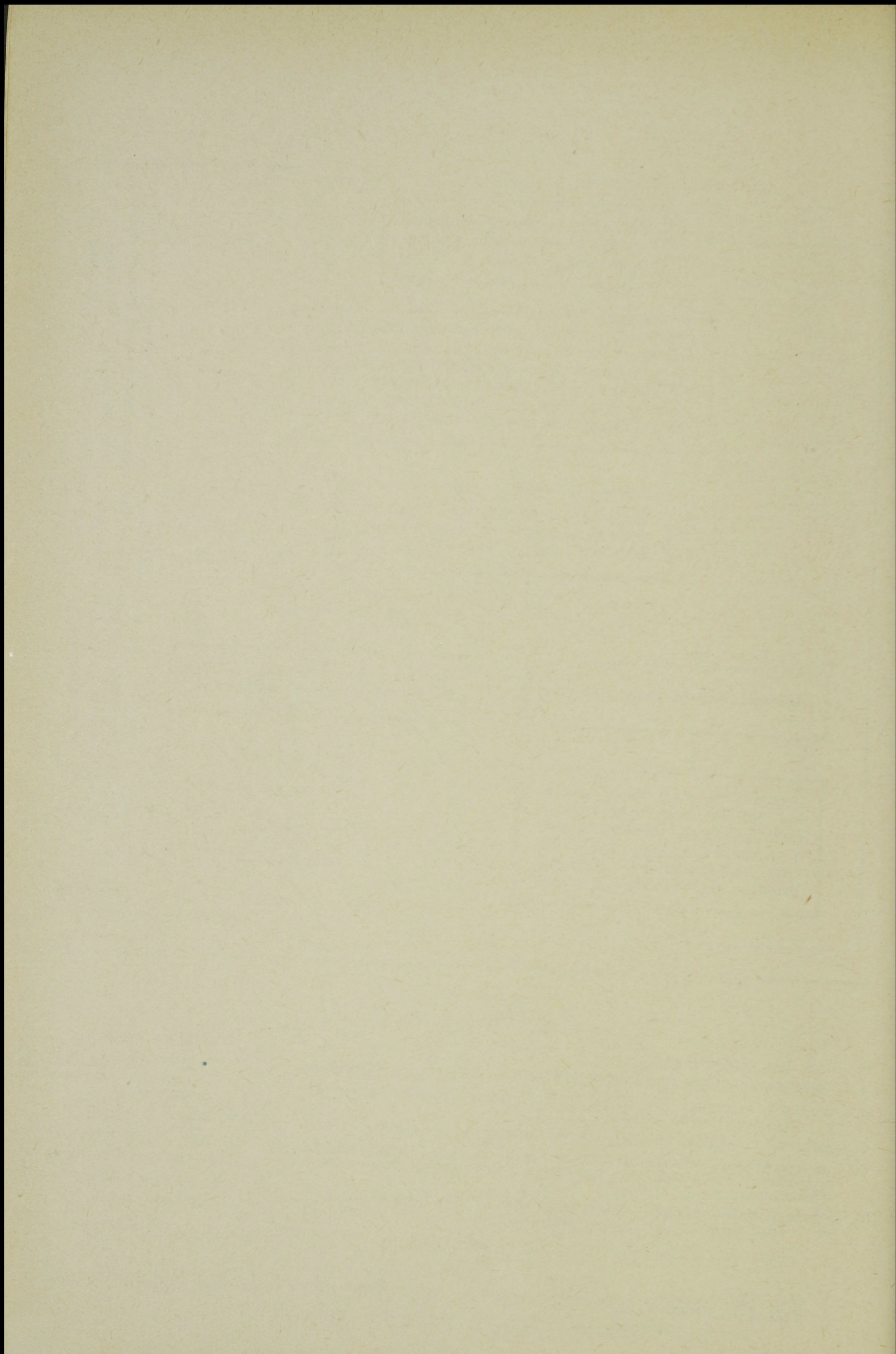
Ta część schematu przedstawia w dużym uproszczeniu kolejność postępowania przy rozwiązywaniu zadania transportowego metodą rent różnicowych lub tzw. składowek rozwiązujących (wg A. L. Lurie). Można ją zastąpić inną metodą transportową, której program na EMC został już opracowany.

O b j a ś n i e n i a

- m - ilość baz zaopatrywania,
- n - ilość związków operacyjnych (faktycznych), do których wykonujemy dowóz,
- a_j - nominalne możliwości przewozowe poszczególnych rodzajów transportu z 1-tej bazy zaopatrywania,
- b_j - potrzeby j -tego związku operacyjnego (faktycznego) w zakresie dowozu,
- c_{ij} - wartość ogólnego wskaźnika liczona dla jednej jednostki wagowej ładunku przewozonego z 1-tej bazy zaopatrywania do j -tego związku operacyjnego (faktycznego),
- x_{ij} - rozmiary dowozu środków materiałowych z 1-tej bazy zaopatrywania do j -tego związku operacyjnego (faktycznego),

- l - odległość przewozu,
- v - wskaźnik średniej szybkości,
- y - wskaźnik zwiększenia czasu pracy transportu,
- m - wskaźnik ryzyka,
- n - wskaźnik utrudnienia,
- u - wskaźnik uprzywilejowania,
- k - wskaźnik kosztów transportu,
- λ - wskaźnik ogólny,

Rys. 25 Ideowy schemat blokowy algorytmu określającego optymalne wykorzystanie różnych rodzajów transportu



6. Wprowadzenie do EMC informacji uzupełniających dotyczących wartości liczbowej wskaźników oraz wyboru i ustalania kryterium.

7. Rozwiązanie zadania przy zastosowaniu jednej z metod zadania transportowego.

Ideowy schemat blokowy algorytmu określającego optymalne wykorzystanie różnych rodzajów transportu w procesie dowozu przedstawia rys. 25. (2.102)

5. Dynamiczny problem dowozu i zapasów

Problem dowozu środków materiałowych dla zaspokojenia potrzeb związków operacyjnych /taktycznych/ wiąże się ściśle z problemem tworzenia i utrzymywania zapasów na poszczególnych szczeblach organizacyjnych. Dlatego też, nie rozwiązując tego problemu do końca, pragniemy chociaż zasygnalizować go i wstępnie omówić.

W dowolnym zadaniu dotyczącym problemu zapasów rozpatrujemy zwykle następujące czynniki:

- zapotrzebowanie na określone środki materiałowe, które może być zjawiskiem określonym lub losowym, zależnym od czasu;

- zapas środków materiałowych, przeznaczony na pokrycie zapotrzebowania, przy czym zapas powyższy może być uzupełniany systematycznie lub doraźnie w pewnych przedziałach czasu;

- koszty związane ze składowaniem środków materiałowych lub doraźnym ich dowiezieniem; koszty powyższe stanowią funkcję ekonomiczną, którą należy optymalizować;

- ograniczenia określane przez różne czynniki wiążące się z problemem zapasów.

Dla przedstawienia wzajemnych powiązań i zależności powyższych czynników przyjmujemy następujące oznaczenia:

- b_1, b_2, \dots, b_n - rozkład zapotrzebowania w określonych okresach czasu;
- x_1, x_2, \dots, x_n - rozmiary dowozu;
- S_0 - stan początkowy zapasów;
- c_1, c_2, \dots, c_n - dodatkowa odległość, jaką musi pokonać transport w przypadku realizacji dowozu doraźnego;
- s_1, s_2, \dots, s_n - przyrost zapasów w poszczególnych okresach czasu;
- r_1, r_2, \dots, r_n - dodatkowa odległość, na jaką należy przewieźć każdą jednostkę zapasów pochodzących z przyrostu;
- z_1, z_2, \dots, z_n - stan zapasów w poszczególnych okresach czasu;
- q_1, q_2, \dots, q_n - rozmiary doraźnego dowozu.

Przeprowadzając ilościową analizę procesu dowozu i kształtowania się zapasów możemy wyodrębnić następujące warianty tego procesu:

a/ Rozmiary dowozu w poszczególnych okresach czasu równe są rozkładowi zapotrzebowania

$$x_i = b_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

W tym przypadku stan początkowy zapasów $/S_0/$ pozostaje nie zmieniony.

b/ Rozmiary dowozu w poszczególnych okresach czasu przewyższają rozkład zapotrzebowania

$$x_i > b_i \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

W tym przypadku, w poszczególnych okresach czasu następuje przyrost zapasów /posiadane zapasy ulegają zwiększeniu/

$$S_i = x_i - b_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

$$Z_i = S_0 + S_i = S_0 + (x_i - b_i) \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

c/ Rozmiary dowozu w poszczególnych okresach czasu są mniejsze od rozkładu zapotrzebowania, a suma zapasów początkowych i dowiezionych jest równa lub większa od zapotrzebowania

$$x_i < b_i$$

ale $(S_0 + x_i) \geq b_i \quad (i = 1, 2, \dots, n).$

W takim przypadku następuje zużywanie się zapasów początkowych, przy czym gdy:

$$(S_0 + x_i) = b_i$$

następuje całkowite zużycie zapasu początkowego, a więc

$$Z_i = (S_0 + x_i) - b_i = 0.$$

d/ Rozmiary dowozu w poszczególnych okresach czasu są mniejsze od rozkładu zapotrzebowania, a suma zapasów początkowych i dowiezionych jest mniejsza od zapotrzebowania

$$x_i < b_i$$

ale $(S_0 + x_i) < b_i \quad (i = 1, 2, \dots, n).$

W tym przypadku, aby zaspokoić w pełni zapotrzebowanie należy przeprowadzić dowóz doraźny, rozmiary którego będą równe:

$$q_i = b_i - (S_0 + x_i) \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

W praktycznej działalności bardzo rzadko udaje się osiągnąć pełną zgodność stanu zapotrzebowania, stanu zapasów i rozmiaru dowozu, która zapewniłaby harmonię pracy organów zaopatrujących. Znacznie częściej spotykamy się z pewnymi zakłóceniami w ogólnym procesie dowozu, wynikającymi z niezgodności tych trzech elementów wymienionych wyżej, przy czym najczęściej niezgodności te występują na tle różnicy pomiędzy rozmiarami dowozu a rozkładem zapotrzebowania. Pociąga to za sobą dodatkową, zbędną w określonym czasie, pracę transportu.

W takich przypadkach funkcja celu sprowadzać się będzie przede wszystkim do znalezienia takiego rozwiązania, w którym ewentualne straty wyrażające się zwiększoną pracą transportu będą możliwie jak najmniejsze

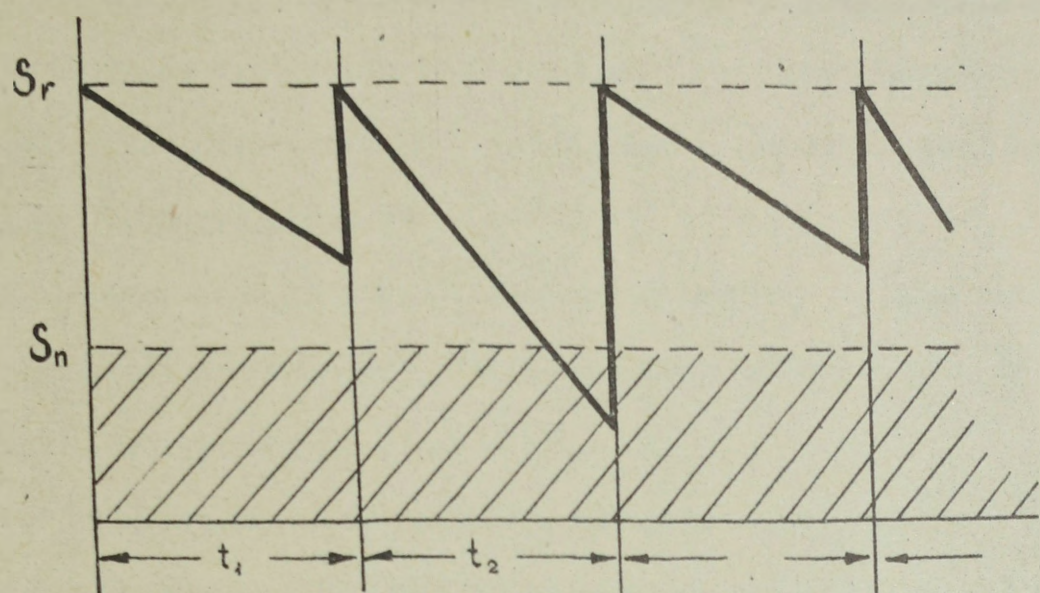
$$p = \sum_i S_i \cdot r_i + \sum_i q_i \cdot c_i = \sum_j r_j (x_j - b_j) + \sum_i c_i [b_i - (S_0 + x_i)] = \min$$

przy zachowaniu warunków ubocznych:

$$1/ \begin{cases} S_0 + \sum_{i=1}^n S_i \geq 0 & (i = 1, 2, \dots, n) \\ S_i = x_i - b_i \end{cases}$$

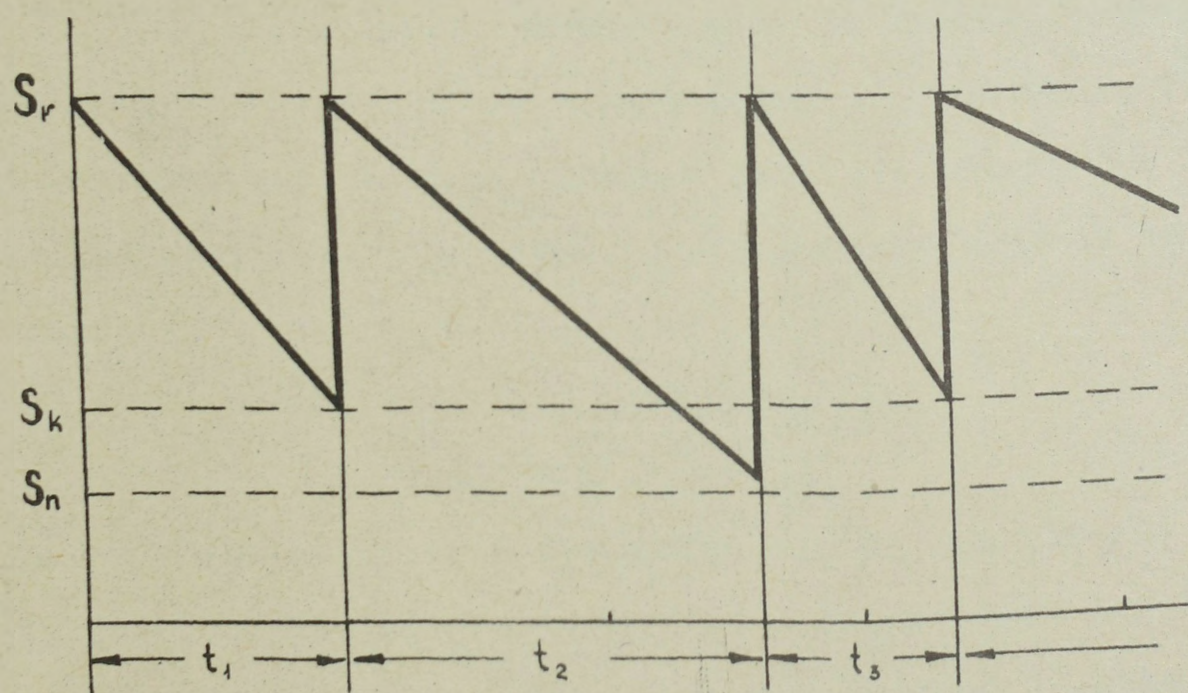
$$2/ \quad x_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

W rozwiązywaniu zadań dotyczących problemu zapasów spotykamy się przeważnie z dwoma metodami kierowania uzupełnianiem zapasów. Pierwsza z nich - metoda regularnego uzupełniania - polega na tym, że niezależnie od tempa zużywania się zapasów, uzupełniamy je po upływie jednakowych okresów czasu /rys.26/.



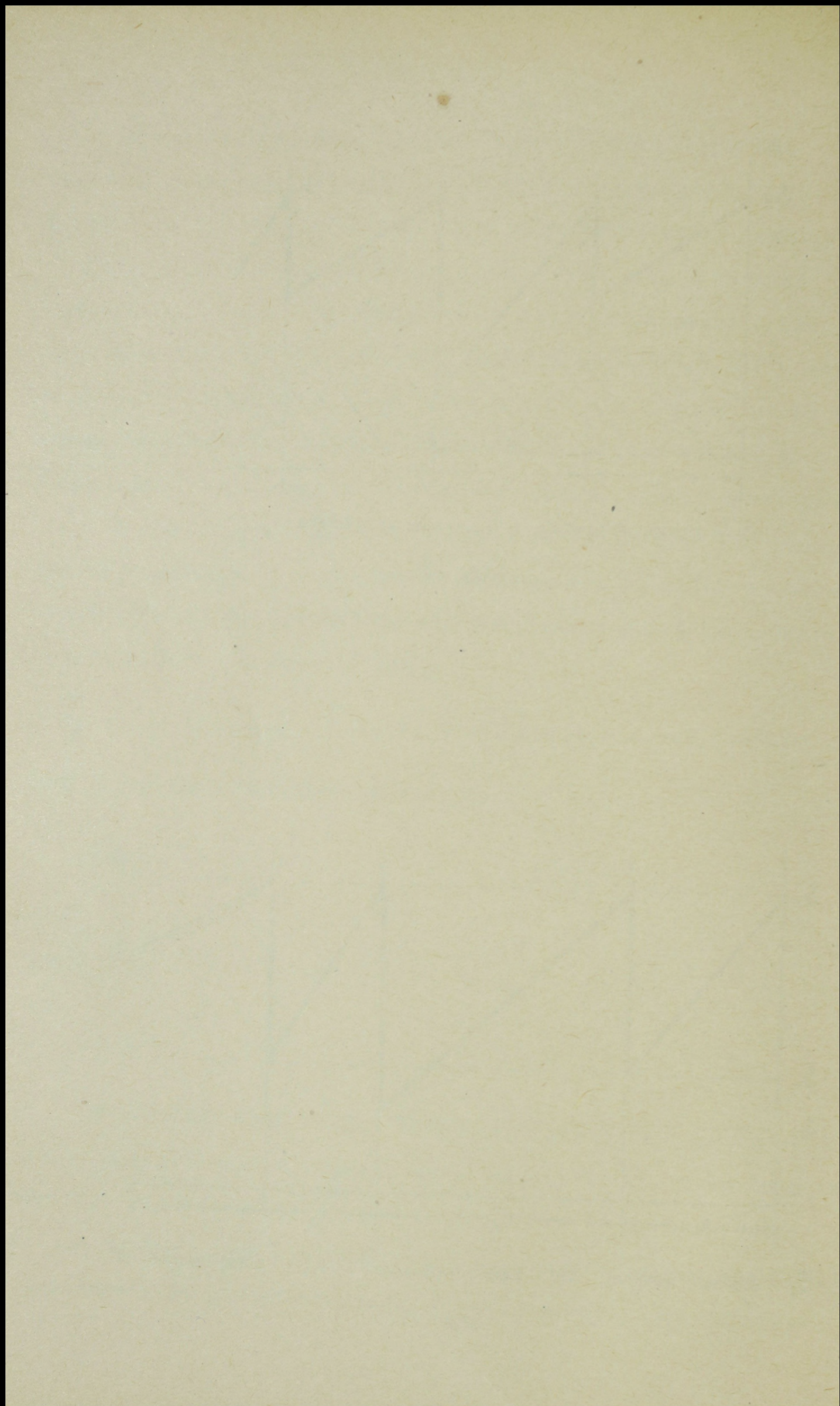
S_r - zapasy ruchome; S_n - zapasy niezniżalne

Rys. 26



S_r - zapasy ruchome; S_k - zapasy krytyczne; S_n - zapasy niezniżalne

Rys. 27



Metoda powyższa posiada ujemne strony, bowiem stosowanie jej związane jest z ryzykiem, że przy dużym stosunkowo zużyciu środków materiałowych zapasy spadną poniżej granicy zapasów niezniżalnych.

Druga metoda, tzw. dwóch składów, polega na uzupełnianiu zapasów wtedy, gdy stan zapasów obniży się do poziomu zapasów krytycznych /rys.27/.

Stosowanie tej metody zabezpiecza nas przed spadkiem poziomu zapasów poniżej zapasów niezniżalnych, bowiem zapasy stanowiące różnicę pomiędzy stanem zapasów krytycznych $/S_k/$ a stanem zapasów niezniżalnych $/S_n/$ pokrywają ewentualne zużycie, jakie może zaistnieć w przedziale czasu od podjęcia decyzji o uzupełnieniu zapasów a dowiezieniem środków materiałowych. Nie trudno jednak zauważyć, że w tym przypadku przedziały czasu, w jakich realizowany jest dowóz nie muszą być sobie równe, bowiem zależne są od intensywności zużycia.

Tak sformułowane zadanie posiada liniową funkcję celu i można je rozwiązać za pomocą metod programowania liniowego. W wypadku, gdy zadanie powyższe jest sformułowane w ten sposób, że rozmiary dowozu x_1 oraz inne parametry zadania są funkcją czasu:

$$x(t), \quad b(t), \quad c(t), \quad r(t),$$

$$0 \leq t \leq T$$

to rozwiązanie zadania sprowadza się do wyznaczenia optymalnej funkcji ciągłej $x(t)$ w przedziale $\langle 0, T \rangle$ tak, aby łączne straty wyrażające się zwiększoną pracą transportu osiągnęły minimum.

Funkcja celu przyjmie wtedy postać:

$$p = \int_0^T r(t)[x(t) - b(t)]dt + \int_0^T c(t)[b(t) - x(t) - S_0]dt \rightarrow \min;$$

a warunki uboczne:

$$1/ \quad S_0 + \int_0^k s(t) dt \geq 0; \quad \text{gdzie } k \text{ oznacza moment}$$

czasu ($k \leq T$);

$$s(t) = x(t) - b(t);$$

$$2/ \quad x(t) \geq 0.$$

W takim przypadku rozwiązanie problemu dynamicznego, sformułowanego w sposób ciągły, uzyskuje się metodą rachunku całkowego, a ściślej mówiąc metodami równań całkowych i rachunku wariacyjnego.

Dynamiczny problem dowozu i zapasów został jedynie zasygnalizowany, bez szerszego omówienia, które stwarzałoby warunki do bezpośredniego praktycznego wykorzystania. Problem powyższy jest bardzo złożony w sensie przeniesienia go na grunt wojskowy i wymaga dalszych badań i eksperymentowania.

ZAKOŃCZENIE

W niniejszej pracy, obok krótkiej analizy procesu związanego z organizacją, planowaniem i kierowaniem dowozem, przedstawiono pewien wycinek praktycznie zrealizowanych już prac, ukazujących duże możliwości algorytmizacji procesów dowozu i zastosowania elektronicznej techniki obliczeniowej do rozwiązywania złożonych zadań. Praktyczne eksperymenty z opracowanymi algorytmami i programami dotyczącymi planowania i kierowania dowozem, przeprowadzone przy wykorzystaniu EMC "ODRA-1003" i EMC "MIŃSK-22" wskazują, że czas obliczeń i kalkulacji ulega 5-krotnemu a w niektórych przypadkach nawet 16-krotnemu skróceniu. Algorytmizacja procesów związanych z planowaniem dowozu pozwala uporządkować wykonywane dotychczas czynności obliczeniowe i tym samym osiągnąć lepszą organizację ich wykonania. Uporządkowanie czynności w zakresie planowania dowozu oraz zastosowanie metod matematycznych w rozwiązywaniu poszczególnych zadań stwarza warunki do uściślenia obliczeń i kalkulacji oraz uzyskania dokładniejszych i bardziej pełnych danych niezbędnych do podejmowania decyzji.

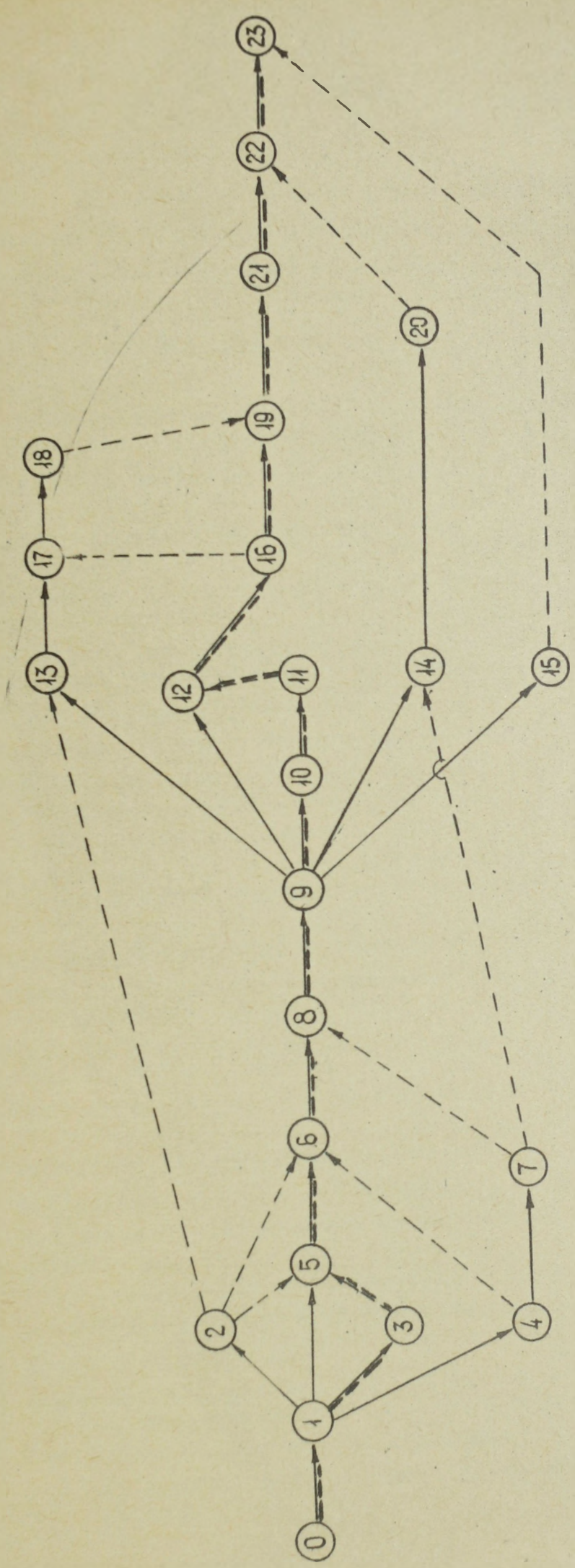
Już na podstawie skromnych doświadczeń, jakie uzyskano podczas eksperymentowania w latach 1965-1969 można stwierdzić, że drogą algorytmizacji procesów dowozu i zastosowania EMC można osiągnąć:

- 1/ skrócenie czasu potrzebnego na wykonanie podstawowych obliczeń i kalkulacji w dziedzinie planowania dowozu;
- 2/ uzyskanie możliwie jak najbardziej obiektywnych danych pozwalających dokonanie wyboru optymalnego rozwiązania z ogromnej liczby różnych alternatyw;

3/ odciążenie oficerów aparatu kwatermistrzowskiego od uciążliwych, pracochłonnych i często zupełnie mechanicznych czynności;

4/ uzyskanie niezbędnych doświadczeń i wniosków co do utworzenia jednolitego systemu zbierania, gromadzenia i przetwarzania informacji tyłowych na szczeblu operacyjnym.

W oparciu o dane uzyskane z przeprowadzonych eksperymentów oraz na podstawie analizy procesu dowozu opracowano model sieciowy czynności związanych z organizacją i planowaniem dowozu na szczeblu operacyjnym /rys.28/, a także zestawienie czasu trwania poszczególnych czynności /tabela 9/. Obliczenia wykonane przy pomocy tego modelu wskazują, że ścieżka krytyczna biegnie przede wszystkim poprzez czynności obejmujące planowanie dowozu, a ogólny czas realizacji tych przedsięwzięć przy stosowaniu metod tradycyjnych wynosi 29 godzin, natomiast przy zastosowaniu EMC - tylko 12 godzin. Ponad 2-krotnemu skróceniu ulegają czynności przygotowawcze /odnosi się to głównie do naliczeń wstępnych, np. obliczenie ciężaru jk/ oraz 6-krotnemu skróceniu - czynności związane z planowaniem dowozu /ustalenie zakresu dowozu, podział zadań przewozowych, plan dowozu itp./ Ale istotne jest tu nie tylko skrócenie czasu realizacji dowozu. Zastosowanie EMC odciąży pracowników aparatu kwatermistrzowskiego od pracochłonnych i mechanicznych czynności i pozwoli im skoncentrować się na pracy twórczej, koncepcyjnej i organizatorskiej. Jednocześnie jednak pociągnie to za sobą konieczność dokonania radykalnych zmian stylu pracy pojedynczych pracowników i całych kolektywów ludzkich. Trzeba będzie przyswoić sobie umiejętności wykorzystania elektronicznej



Rys. 28. Model sieciowy czynności związanych z organizacją i planowaniem dowozu na szczeblu operacyjnym

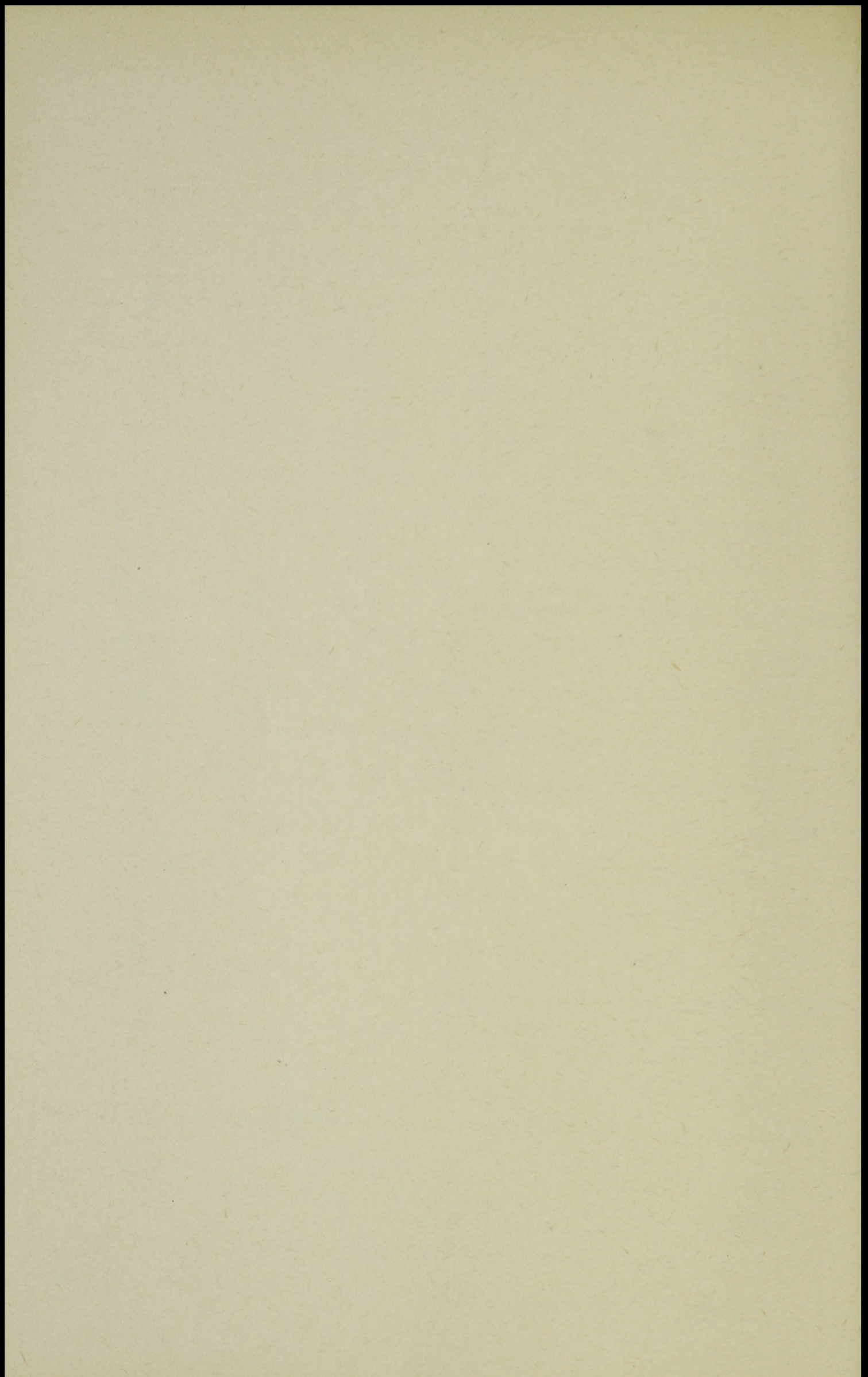


Tabela 9

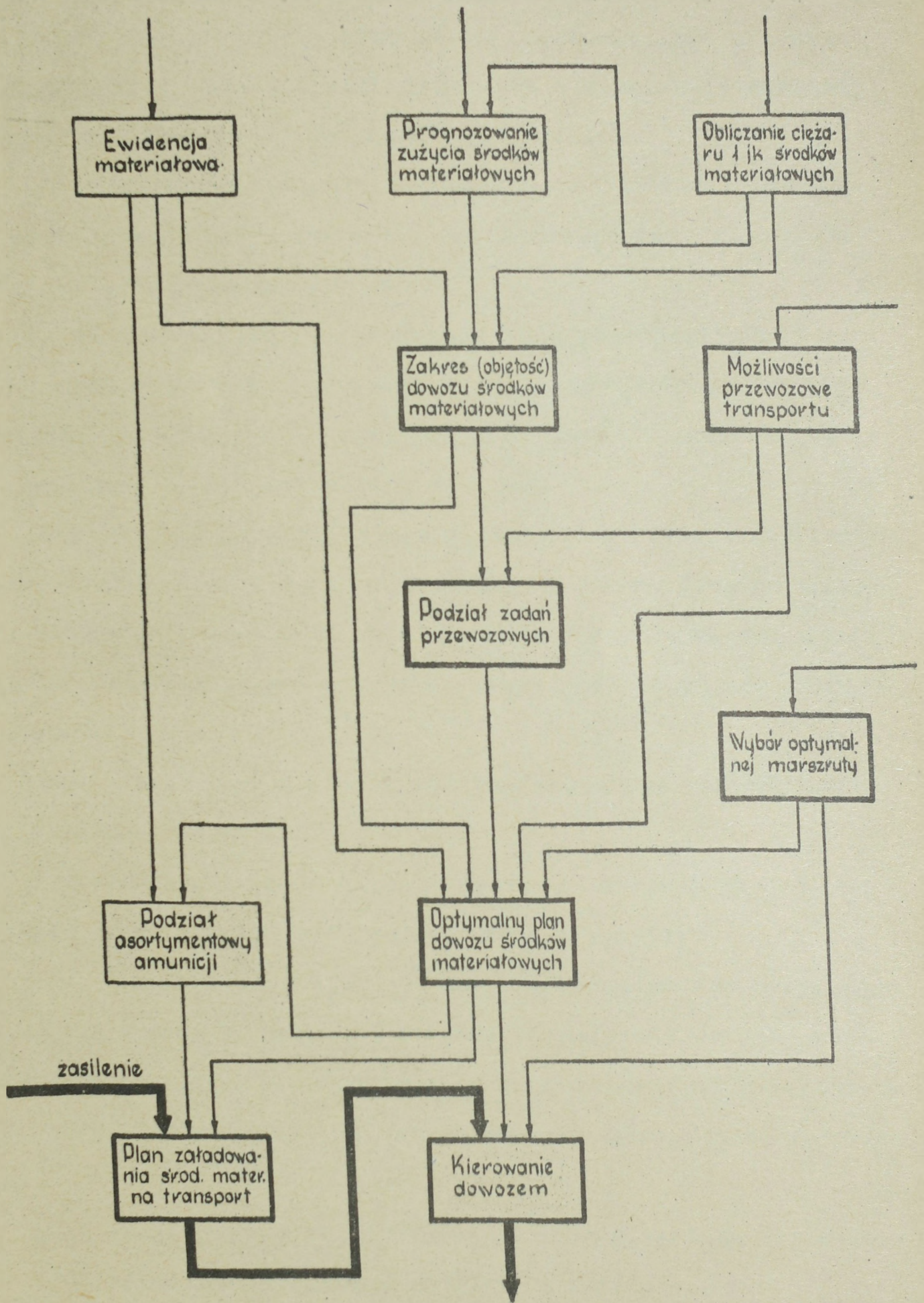
Zestawienie czynności związanych
z organizacją i planowaniem dowozu na szczeblu operacyjnym

Numer czynności	Nazwa czynności	Czas trwania czynności /w godz./ przy zastosowaniu	
		metod tradycyjnych	EMC
0 - 1	Otrzymanie i analiza zadania	0,5	0,5
1 - 2	Ustalenie możliwości przewozowych transportu	0,5	0,3
1 - 5	Ustalenie stanu zapasów w wojskach i składach	1,0	0,3
1 - 3	Obliczenie ciężaru jednej jk środków materiałowych	3,0	1,0
1 - 4	Ustalenie przepustowości sieci komunikacyjnej wykorzystywanej do dowozu	1,0	0,3
4 - 7	Wybór optymalnej marszruty	2,0	0,3
5 - 6	Ustalenie zakresu /objętości/ dowozu	4,0	0,5
6 - 8	Podział zadań przewozowych między poszczególne rodzaje transportu	4,0	0,5
8 - 9	Opracowanie planu dowozu	4,0	0,6
9 -10	Wydanie dyspozycji poszczególnym służbom dotyczących szczegółowego planowania	0,5	0,5
10-11	Opracowanie szczegółowych planów	4,0	1,0
9 -13	Wydanie dyspozycji na przygotowanie transportu do dowozu	0,5	0,5
9 -12	Wydanie dyspozycji na przygotowanie środków materiałowych	0,5	0,5
9 -14	Wydanie dyspozycji na zabezpieczenie ruchu	0,5	0,5
9 -15	Powiadomienie odbiorców o dowozie	4,0	4,0
12-16	Opracowanie planu załadowania	2,0	0,5
13-17	Przygotowanie transportu do wykonania dowozu	2,0	2,0
16-19	Organizacja punktów ładunkowych	1,0	1,0
17-18	podstawienie transportu pod załadunek	0,5	0,5
19-21	Prace ładunkowe	2,0	2,0
14-20	Opracowanie i przekazanie wykonawcom za- rządzeń dot.zabezp.ruchu kolumn transp.	5,0	3,0
21-22	Formowanie kolumn zaopatrzeniowych	1,0	1,0
22-23	Przewóz środków materiałowych od nadawcy do odbiorcy	3,0	3,0

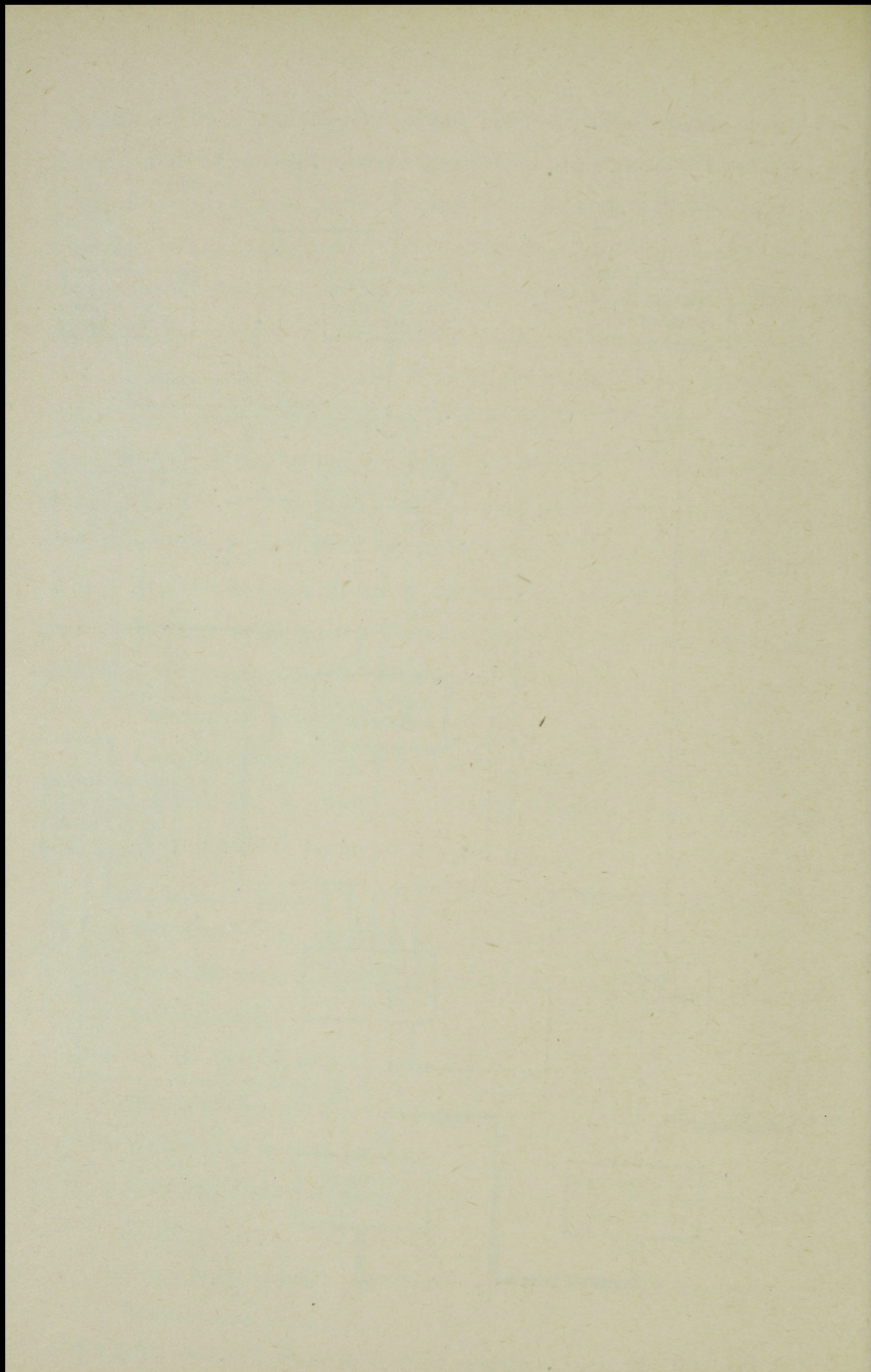
techniki obliczeniowej, określić jakie zadania będzie rozwiązywać człowiek + EMC, jakie czynności pozostawić wyłącznie w gestii człowieka, a jakie prowadzić równoległe: za pomocą EMC i przy zastosowaniu metod tradycyjnych. Są to problemy, które przynosi z sobą współczesna elektroniczna technika obliczeniowa, a które w trakcie realizacji będą musiały być rozwiązane.

Przedstawione w pracy algorytmy obejmują i rozwiązują tylko część zadań występujących w procesie dowozu. Na podstawie uzyskanych doświadczeń widać jednak, że dalsze prace powinny iść w kierunku rozwijania i opracowywania kolejnych algorytmów i programów oraz łączenie ich w jedną, powiązaną z sobą całość. W ramach procesu związanego z organizacją, planowaniem i kierowaniem dowozem konieczna i możliwa jest algorytmizacja następujących zadań /rys.29/:

- ewidencja materiałowa;
- prognozowanie zużycia środków materiałowych;
- obliczanie ciężaru jednostek kalkulacyjnych podstawowych środków materiałowych;
- zakres /objętość/ dowozu środków materiałowych;
- możliwości przewozowe transportu;
- podział zadań przewozowych między różne rodzaje transportu;
- wybór optymalnej marszruty;
- optymalny plan dowozu środków materiałowych z kryterium kosztów i czasu;
- podział asortymentowy amunicji według rodzajów i kalibrów;
- plan załadowania środków materiałowych na transport;
- kierowanie dowozem.



Rys. 29. Kolejność opracowania informacji podczas planowania i kierowania dowozem



Połączenie wyżej wymienionych algorytmów w jedną całość stanowić może niemal pełny system tego procesu.

Budowa kompleksowego systemu zautomatyzowanego przetwarzania informacji dla potrzeb planowania i kierowania dowozem może być zrealizowana dwoma sposobami:

a/ jednorazowo, poprzez zaproponowanie i zbudowanie nowego zautomatyzowanego systemu, jego sprawdzenie i jako jednorazowy akt - wprowadzenie w życie;

b/ stopniowo, poprzez rozwiązywanie poszczególnych zadań i opracowywanie algorytmów i programów według przyjętej koncepcji, zapewniającej koordynację prac dla włączenia ich do przyszłego zautomatyzowanego systemu.

Wydaje się, że w związku z ograniczoną ilością elektronicznej techniki obliczeniowej, niskim poziomem środków transmisji informacji oraz skromnymi jeszcze doświadczeniami w budowie zautomatyzowanych systemów celowe jest przyjęcie drugiego sposobu.

Prace związane z budową zautomatyzowanego systemu można podzielić na cztery etapy:

1/ analiza dotychczasowego systemu, obejmująca badanie procesów zachodzących w dotychczasowym systemie;

2/ propozycje nowego systemu, zawierające algorytmizację wybranych procesów, zaprogramowanie zalgorytmizowanych procesów i ich weryfikację, opracowanie organizacyjnych i technicznych projektów związanych z wprowadzeniem nowego systemu w życie;

3/ eksperymentalne sprawdzenie nowego systemu w praktyce;

4/ wprowadzenie nowego systemu w życie.

Wprzęgnięcie elektronicznej techniki obliczeniowej na usługi człowieka i utworzenie zautomatyzowanego systemu przetwarzania informacji począwszy od fazy przygotowawczej, poprzez planowanie aż do właściwej realizacji wszelkich przedsięwzięć związanych z dowozem spowoduje nowe ustawienie strukturalne i organizacyjne poszczególnych komórek biorących udział w dowozie. Znajdzie to wyraz przede wszystkim w zmianie stylu i charakteru pracy, w przesunięciu w działaniu z czynności czysto mechanicznych na czynności organizatorskie, kierujące i kontrolujące. Będzie to niewątpliwie olbrzymi krok naprzód, zgodny z ogólną tendencją rozwoju techniki i jej wykorzystania.

Prezentując niniejsze opracowanie autor sądzi, że przyczyni się ono do rozszerzenia kręgu zwolenników automatyzacji i mechanizacji procesów dowodzenia tyłami oraz do postępu prac w tej dziedzinie.

DODATEK

Podstawowe terminy przyjęte w pracy

Algorytm - przepis postępowania, jednoznacznie określający kolejność czynności przy rozwiązywaniu danego typowego zadania, posiadający następujące charakterystyczne właściwości:

- a/ określoność - przejawiająca się w jednoznaczności przepisu;
- b/ uniwersalność - wyrażająca się w tym, że algorytm można wykorzystać nie tylko dla rozwiązania jednego zadania lecz do rozwiązywania wszystkich zadań tej samej kategorii;
- c/ celowość - polegająca na tym, że zastosowanie algorytmu doprowadza do osiągnięcia określonego celu.

Automatyzacja - wprowadzenie do procesów związanych z działalnością ludzką takich urządzeń, które samoczynnie bez udziału człowieka wykonują określone operacje. Udział człowieka polega na zaprogramowaniu czynności, uruchomieniu, sprawowaniu kontroli i zatrzymaniu urządzenia.

Rozróżniamy trzy stopnie rozwojowe automatyzacji:

- pierwszy - automatyzacja bez samoczynnej regulacji, jako wyższy stopień mechanizacji;
- drugi - automatyzacja z samoczynną regulacją;
- trzeci - automatyzacja z logicznymi elementami. Oznacza to wprowadzenie takich urządzeń, które nie tylko samoczynnie regulują i kierują procesami ale i same wybierają i określają warunki regulacji i kierowania.

Bodziec - w pojęciu cybernetycznym - stan każdego wejścia.

Czas krytyczny - przedział czasu, po przekroczeniu którego wartość przekazywanej informacji zdecydowanie się obniża lub staje się zupełnie bezwartościową, co oznacza, że wszelkie przeciwdziałanie oparte na takiej informacji jest zbędne lub trudne do wykonania, a uzyskane wyniki /efekty/ nie są równe wysiłkowi oraz użytym do tego celu siłom i środkom.

Czas przekazania - czas, jaki upływa od momentu zaistnienia reakcji na wyjściu układu kierującego do momentu zaistnienia bodźca na wejściu układu kierowanego. Jeżeli pomiędzy tymi dwoma układami istnieje bezpośrednia styczność, to czas przekazania praktycznie równy jest zeru.

Czas reakcji - czas, jaki upływa od momentu zaistnienia bodźca na wejściu do dowolnego układu, do momentu zaistnienia reakcji na wyjściu tego układu.

Dowóz środków materiałowych - zespół czynności związanych z dostarczeniem środków materiałowych odbiorcy obejmujący: planowanie; czynności organizacyjne, związane z przygotowaniem transportu i ładunków do przewozu; prace ładunkowe; wykonanie przewozu.

Element - podstawowa część każdego systemu. Rozumiemy go jako względnie zamknięty system niższego rzędu względem rozpatrywanego systemu. Tworzy zawsze niepodzielną całość, a jego strukturę nie chcemy lub nie możemy rozróżniać.

Funkcjonowanie - proces organizacyjny nie naruszający dynamicznej równowagi struktury organizacyjnej.

Informacja - wszelki sygnał, komunikat, zezwolenie, nakaz, zakaz itp. wyrażający pewną treść lub dane o stanach, właściwościach i działaniu układów oraz o zjawiskach, zdarzeniach, sytuacjach i procesach zachodzących zarówno w samych układach jak i między układami. Odnosi się to nie tylko do czasu teraźniejszego, w którym rozpatrywany jest stan i właściwości danego układu, lub w którym przebiega dany proces, zdarzenie czy zjawisko, lecz również do czasu przeszłego i przyszłego. Informacja w swej istocie stanowi uzgodniony /zrozumiały/ sposób opisu systemu kierowania oraz komunikowania o nim, jest jednym z narzędzi kierowania.

Kolumna transportowa - wydzielona grupa środków transportowych wykonująca określone zadanie przewozowe.

Mechanizacja - wprowadzenie do procesów związanych z działalnością ludzką takich urządzeń z zewnętrznym zasilaniem energetycznym, które usprawniają lub zastępują pracę ludzką. Mechanizację procesów dowodzenia należy rozumieć jako proces świadomego wprowadzania różnorodnych środków technicznych dla przyspieszenia realizacji niektórych prac sztabowych. Proces ten prowadzi do zmniejszenia liczby pracowników sztabu /zwłaszcza sił pomocniczych/ i umożliwia pracownikom sztabu poświęcić się twórczej, koncepcyjnej i organizatorskiej działalności związanej z dowodzeniem wojskami.

Natężenie przewozów - ilość środków transportu wykonujących przewozy w określonym czasie, na danym obszarze, odcinku drogi lub linii komunikacyjnej.

Obieg informacji - ruch wszelkich informacji w ramach systemu organizacyjnego. Obejmuje ruch tak informacji pierwotnych, jak i informacji wtórnych powstałych z opracowania informacji pierwotnych. Obieg informacji posiada określoną intensywność, wyrażającą ilość informacji, jaka przejdzie w jednostce czasu przez dany kanał lub zespół kanałów łączących poszczególne punkty węzłowe systemu.

Obszar komunikacyjny - określony obszar kraju stanowiący pod względem komunikacyjnym wyodrębnioną całość, którego wielkość i granice wynikają bądź z naturalnych warunków geofizycznych, gospodarczych, administracyjno-politycznych, bądź z układu sieci komunikacyjnej.

Opracowanie informacji - proces, w którym następuje przetworzenie informacji do postaci użytecznej dla podejmowania decyzji. Formy opracowania informacji mogą być różne i są określane celami kierowania. Opracowanie informacji posiada następujące główne fazy:

- rejestracja zjawisk;
- zbieranie /gromadzenie/ informacji;
- transmisja informacji;
- selekcja informacji /wybór informacji dla dalszego opracowania/;
- przetwarzanie informacji;
- synteza informacji wynikowych oraz wybór wariantu decyzji.

Periodyczność przewozów - cecha charakterystyczna przewozów, polegająca na okresowym powtarzaniu się ich wykonywania.

Podsystem - system niższego rzędu względem określonego SYSTEMU.

Charakterystyka podsystemu jest taka sama jak systemu /patrz hasło "SYSTEM"/.

Potencjał przewozowy - ilość i ogólna ładowność znajdujących się do dyspozycji środków transportowych, przeznaczonych do przewozu ładunków.

Potok ładunków - stan ciągłości przewożonych lub przewidzianych do przewiezienia ładunków na określonej drodze, w określonym czasie i jednym kierunku.

Potok powrotny - stan ciągłości przewożonych lub przewidzianych do przewiezienia ładunków w kierunku przeciwnym do zasadniczego /właściwego/ kierunku przewozów.

Powiązania komunikacyjne - połączenia między miejscowościami.

Poziomy układ komunikacyjny - ogólna sieć dróg i połączeń komunikacyjnych na określonym obszarze.

Praca przewozowa - przemieszczenie określonego ładunku na określoną odległość, mierzona iloczynem ciężaru ładunku przez odległość przewozu, wyrażona w tkm.

Proces - ogół następujących po sobie i w jakikolwiek sposób wzajemnie uzależnionych oraz z sobą powiązanych zdarzeń.

Proces informacyjny - proces, którego istotą jest przyjmowanie, transmisja /przenoszenie/, opracowywanie, przechowywanie itp. informacji. W procesach informacyjnych dochodzi do takiego oddziaływania między elementami systemu /lub między elementami systemu a środowiskiem/, kiedy decydującym czynnikiem jest uporządkowanie a nie wielkość energii.

O procesie informacyjnym mówimy zatem tylko w powiązaniu z systemem, na działalność którego wywiera wpływ. Celem procesu informacyjnego jest, aby każdy element systemu otrzymał na czas informacje, niezbędne do wykonywania swych czynności.

Proces podejmowania decyzji - wybór określonego rozwiązania z liczby wszystkich możliwych rozwiązań, które w danym momencie są możliwe ze względu na materialno-energetyczny stan systemu. Proces podejmowania decyzji uwarunkowany jest możliwością wyboru rozwiązania z wielu innych istniejących rozwiązań. Logicznie wiąże się z procesem informacyjnym, bowiem może przebiegać jedynie w oparciu o informacje wejściowe. Proces podejmowania decyzji może być prosty, jeżeli mamy tylko dwie możliwości wyboru /tak lub nie/. Takie procesy podejmowania decyzji występują w systemach zdeterminowanych, w których decyzja zawsze jest określona jednoznacznie przyjętą informacją. Procesy podejmowania decyzji mogą być też złożone, kiedy decyzja nie jest określona jednoznacznie przyjętą informacją. Takie przypadki występują w systemach stochastycznych, kiedy dochodzi do nieokreśloności procesu podejmowania decyzji, wynikającej z ilości przyjętych informacji. Nieokreśloność decyzji jest tym większa, im większe są możliwości wyboru, i im bardziej równomiernie /pomiędzy poszczególnymi wariantami wyboru/ rozłożone jest prawdopodobieństwo wyboru.

Proces przekazywania /transmisji/ - proces, w wyniku którego nie dochodzi do transformacji, a więc reakcja na wyjściu jest taka sama jak bodziec na wejściu.

Proces transformacji - proces, którego wynikiem jest różnica jakościowa lub ilościowa reakcji od bodźca.

Przewozy łamane - ogniwo, łączące z sobą dwa lub więcej punktów, wymagające użycia przy przewozie ładunków co najmniej dwóch różnych środków transportowych, z przeładunkiem przewożonych środków materiałowych.

Reakcja - w pojęciu cybernetycznym - stan każdego wyjścia.

Relacja - sposób, w jaki jedna rzecz /cecha, zdarzenie/ ma się do drugiej albo więcej rzeczy /cech, zdarzeń/ ma się do siebie nawzajem. Właśnie to, że pomiędzy jakimiś rzeczami /cechami, zdarzeniami/ zachodzi określony stosunek lub zbiór stosunków, pozwala nam owe rzeczy /cechy, zdarzenia/ rozpatrywać jako elementy układu.

Rytmiczność przewozów - cecha przewozów polegająca na równomiernym nasileniu przewozów w poszczególnych, jednakowych okresach czasu.

Sieć komunikacyjna - układ linii komunikacyjnych na określonym obszarze.

Sposób działania - zamierzony dobór elementów zasobów i środków działania oraz kolejność ich stosowania.

Struktura - całościowy kształt stosunków między elementami jakiegoś układu lub między elementami a układem, rozpatrywany z określonego względu. Możemy więc rozpatrywać zarówno strukturę rzeczy złożonych, jak i strukturę procesów.

System - zbiór określonych elementów, między którymi i środowiskiem istnieją określone powiązania. Każdy system posiada swoje środowisko, do którego należy wszystko to

co nie jest częścią składową systemu, przy czym system i środowisko wzajemnie na siebie oddziałują. O systemie możemy mówić jako o układzie, którego struktura jest taka, że jego elementy możemy rozpatrywać jako w jakiś sposób uporządkowane. Strukturę systemu determinują stosunki między jego elementami i między elementami a systemem.

System informacyjny - system zapewniający przebieg opracowania informacji, obejmujący transmisję /przenoszenie/ informacji, selekcję pierwotnych informacji, redukcję, przetwarzanie informacji oraz przenoszenie informacji wyjściowych. Decydującą rolę w systemie informacyjnym spełnia przetwarzanie informacji, znajdujące wyraz w częściowych opracowaniach lub decyzjach, potrzebnych dla kierowania procesami przebiegającymi w ramach systemu i poza nim.

Sytuacja - suma określonych informacji o stanie ogółu rzeczy, rozpatrywanych ze względu na jakiś podmiot, oddziałujących lub mogących na niego oddziaływać.

Układ - całość złożona, rozpatrywana jako wyodrębniająca się pod jakimś względem z innej szerszej całości.

Wejście - droga, poprzez którą oddziałuje się na układ lub poszczególne jego elementy.

Więź funkcjonalna - ma z reguły charakter zależności jednostronnej. Jednak "człon funkcjonalnie uzależniający" nie decyduje o tym, co ma robić "człon funkcjonalnie uzależniony". W prawidłowo ustawionym stosunku nie decyduje on w ogóle o postępowaniu "członem uzależnionego". Rola "członem uza-

leżniącego" polega raczej na pomaganiu lub doradzaniu niż dysponowaniu. "Człon uzależniony" zachowuje uprawnienia do decyzji, a wraz z nim odpowiedzialność, ma jedynie obowiązek wysłuchania rady.

Więź informacyjna - polega na obowiązku wzajemnego informowania się o zdarzeniach i stanach rzeczy. Sprzężenia tego typu są najbardziej skomplikowane. Przebiegają one zarówno po liniach pionowych, jak i poziomych i skośnych, przy czym powinny przebiegać po drogach możliwie jak najkrótszych. Więź informacyjna decyduje o koordynacji pracy.

Więź służbowa - zależność podwładnego od przełożonego. Najistotniejszą cechą więzi służbowej jest uprawnienie przełożonego do decydowania, co podwładny ma robić w czasie pracy i do określania zadań, które podwładny powinien wykonać, kolejności wykonywania zadań itp.

Wyjście - droga, poprzez którą układ oddziałuje na otoczenie.

Wydrukowano w 30 egz.
Egz.nr 1-30 - Bibl. Tajna ASG
Wyk. plk W. Filar
Druk.M.R.da.19.5.1969 r.
Nr ks.masz.0320/ID
Poz. nr 01645/WW

SPIS RYSUNKÓW

1. Zależność wysokości zapasów od przewidywanego zużycia i czasu wymaganego na zrealizowanie dowozu.
2. Ideowy schemat systemu zaopatrywania wojsk operacyjnych.
3. Ideowy schemat organizacji dowozu na szczeblu operacyjnym /wybrane warianty/.
4. Cybernetyczny model obiegu informacji w procesie organizacji, planowania i kierowania dowozem na szczeblu frontu.
5. Cybernetyczny model obiegu informacji w procesie organizacji, planowania i kierowania dowozem na szczeblu armii.
6. Model czynności związanych z organizowaniem dowozu.
7. Wykres stopnia prawdopodobieństwa zrealizowania założeń planu.
8. Wykres stopnia elastyczności planu.
9. Wykres kształtowania się zapasów w poszczególnych fazach planowania, organizacji i realizacji dowozu.
10. Wykres stopnia elastyczności planu jako funkcji czasu planowania dowozu.
11. Zakres i zasięg decyzji oraz szczegółowość planowania.
12. Ogólny model kierowania.
13. Mechanizm funkcjonowania układu kierowania.
14. Uproszczony model procesu kierowania.
15. Idea kompleksowego wykorzystania różnych rodzajów transportu ze sprzężeniem równoległym.
16. Idea kompleksowego wykorzystania różnych rodzajów transportu z alternatywnym sprzężeniem równoległym.
17. Cybernetyczny model algorytmu "ELTA-2".

18. Schemat blokowy algorytmu "ELTA-2"
19. Schemat układu sieci komunikacyjnej
20. Układ sieci komunikacyjnej /przykład/
21. Cybernetyczny model algorytmu "DOMAT-1"
22. Schemat blokowy algorytmu dowozu środków materiałowych
23. Cybernetyczny model zadania dotyczącego wykorzystania różnych rodzajów transportu.
24. Schemat sieci komunikacyjnej łączącej bazy ze związkami operacyjnymi.
25. Ideowy schemat blokowy algorytmu określającego optymalne wykorzystanie różnych rodzajów transportu.
26. Graficzne przedstawienie metody regularnego uzupełniania zapasów.
27. Graficzne przedstawienie metody tzw. dwóch składów
28. Model sieciowy czynności związanych z organizacją i planowaniem dowozu na szczeblu operacyjnym.
29. Kolejność opracowania informacji podczas planowania i kierowania dowozem.

BIBLIOGRAFIA

- "Armada a řizeni" praca zbiorowa pod redakcją V.Kovarík i M. Broumskij, wyd. Naše Vojsko, Praha 1965 r.
- Banasiński A., Weryha A., Żurawicki S., Metody matematyczne w naukach ekonomicznych, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1963 r.
- Barsow A.S. "Liniejnoje programirovanije w techniko - ekonomiczeskich zadaczach", wyd. "Nauka", Moskwa 1964 r.
- Ehrlich Andrzej, O kierowaniu w przedsiębiorstwie, Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa, Warszawa 1963 r.
- Greniewski H. i Kempisty M. Cybernetyka z lotu ptaka, wyd. Książka i Wiedza 1963 r.
- Greniewski Marek, Robot kierownictwa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1967 r.
- Hofmann, Schreiter, Vogel, Optimierung der Lieferbeziehungen und des Transports, Transpress veb Verlag für Verkehrswesen, Berlin 1963
- Judin D.B., Golsztejn E.G. "Zadaczi i metody liniejnowo programirowanija", wyd. "Sowietskoje Radio", Moskwa 1961 r.
- Kantorowicz Leonid Rachunek ekonomiczny optymalnego wykorzystania zasobów, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1961 r.
- Kozakowcew W. "Instrumient uprawlenija", wyd. "Sowietskoje Radio" 1965 r.
- Kofman A. "Metody i modeli issledowanija operacji", wyd. "Mir", Moskwa 1966 r.
- Kuleszyński Leszek, Dowodzenie wojskami a cybernetyka, wyd. MON, Warszawa 1967 r.
- Lange Oskar, Optymalne decyzje, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1964 r.
- Lange Oskar, Wstęp do cybernetyki ekonomicznej, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1965 r.

- Metody matematyczne w organizacji i ekonomice przedsiębiorstwa, Praca zbiorowa pod redakcją Seweryna Chajtmana, Polskie Wydawnictwa Gospodarcze, Warszawa 1960 r.
- "Opieratywnyj tył", podręcznik, wyd. Wojskowa Akademia Tyłów i Transportu, Leningrad 1964 r.
- "Osnowy awtomatizacji procesow uprawlenija tyłom" /część II/ wyd. Wojskowa Akademia Tyłów i Transportu, Leningrad 1963 r.
- Rudniański Jarosław, Przed decyzją, wyd. Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1965 r.
- Schenk Zdenek, Organizační modely, Kancelářské Stroje N.P., Praha 1963 r.
- Štěpanek Vaclav, Základy analitické práce, wyd. MNO ČSAL, kwiecień 1965 r.
- Zastosowanie matematyki i maszyn elektronicznych w planowaniu, praca zbiorowa pod red. A.G. Aganbegiana i W.D. Biełkina, tłumaczenie polskie, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1963 r.
- Zastosowanie metod badań operacyjnych do rozwiązywania niektórych zagadnień wojskowych, praca zbiorowa, wyd. Akademia Sztabu Generalnego, Warszawa 1964 r.
- Zieleniewski Jan, Organizacja zespołów ludzkich, Wstęp do teorii organizacji i kierowania, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1964 r.

SPIS TREŚCI

WSTĘP

ROZDZIAŁ I. SYSTEM ZAOPATRYWANIA WOJSK OPERACYJNYCH

ROZDZIAŁ II. ORGANIZACJA I PLANOWANIE DOWOZU

ROZDZIAŁ III. KIEROWANIE DOWOZEM

ROZDZIAŁ IV. PRÓBA OPTIMALIZACJI NIEKTÓRYCH ZADAŃ W PROCESIE
DOWOZU PRZY ZASTOSOWANIU EMC

1. Ustalenie objętości /zakresu/ dowozu środków materiałowych na szczeblu operacyjnym
2. Wybór optymalnej drogi dowozu
3. Zestawienie optymalnego planu dowozu środków materiałowych z kryterium czasu i kosztów
4. Koncepcja optymalnego, kompleksowego wykorzystania różnych rodzajów transportu
5. Dynamiczny problem zapasów i dowozu

ZAKOŃCZENIE

DODATEK

SPIS RYSUNKÓW

BIBLIOGRAFIA



