

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



**AKADEMIA  
SZTABU GENERALNEGO**  
IM. GENERAŁA BRONI  
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

Źyk mgr inż. Jerzy GOGOLEWSKI

**MODEL DZIAŁAŃ WOJENNYCH  
ZAŁOŻENIA I WARUNKI REALIZACJI  
KOMPUTEROWEJ**

Rozprawa doktorska

31

Biblioteka Główna  
Akademii Obrony Narodowej  
S/1019  
05-001311-001-0

12655

WARSZAWA 1988





**AKADEMIA  
SZTABU GENERALNEGO**  
IM. GENERAŁA BRONI  
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

Plk mgr inż. Jerzy GOGOLEWSKI

**MODEL DZIAŁAŃ WOJENNYCH  
ZAŁOŻENIA I WARUNKI REALIZACJI  
KOMPUTEROWEJ**

Rozprawa doktorska

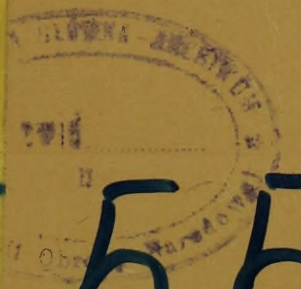
37

Biblioteka Główna  
Akademii Obrony Narodowej  
S/1019



05-001311-001-0

12655



WARSZAWA 1988

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP  
im. gen. broni Karola Świerczewskiego



Płk mgr inż. Jerzy GOGOLEWSKI

MODEL DZIAŁAŃ WOJENNYCH

Założenia i warunki realizacji komputerowej

Rozprawa doktorska

S/1019

Kierownictwo naukowe

Płk. prof. dr hab. inż. Piotr SIENKIEWICZ

SPIS TRESCI :

WSTEP.....	5
1. WOJNA JAKO PRZEDMIOT BADAN NAUKOWYCH.....	10
1.1. Geneza naukowego myślenia o wojnie.....	10
1.2. Wybrane współczesne poglądy na istotę wojny.....	16
1.3. Definicja wojny. Istotne cechy wojen.....	29
1.4. Wybrane metody badawcze zjawiska wojny.....	34
1.5. Badanie systemowe zjawiska wojny.....	38
2. WYBRANE TECHNIKI MODELOWANIA ELEMENTOW DZIAŁAN WOJENNYCH.....	41
2.1. Modele "proste" /wybrane przykłady/.....	43
2.1.1. Liniowy model walki Lanchestera.....	43
2.1.2. Modelowanie boju spotkaniowego.....	45
2.1.3. Eksperymentalny model procesów walki na szczeblu taktycznym.....	52
2.1.4. Symulacyjny model procesu walki.....	56
2.2. Modele "kompleksowe" /wybrane przykłady/.....	61
2.2.1. Uogólnione kwadratowe prawo Lanchestera.....	61
2.2.2. Model materiałowego zabezpieczenia wojsk.....	62
2.2.3. Ilościowo - jakościowa metoda oceny zdolności bojowej i prognoz wyników walki.....	66
2.2.4. Matematyczny model walki.....	71
2.2.5. Komputerowy symulacyjny model walki zbrojnej dla potrzeb prognostycznych.....	76
2.3. Modele "globalne" /wybrane przykłady/.....	80
2.3.1. Model Richardsona.....	80
2.3.2. "Wzór dystansów" Q. Wrighta.....	85

2.3.3. Wykorzystanie elementów teorii gier do modelowania sytuacji konfliktowych na przykładzie Kryzysu Kubańskiego 1962 r.....	87
2.3.4. Werbalny model wojny.....	90
2.3.5. Model systemu wojennego.....	91
2.3.6. Model Forreстера.....	95
3. KONCEPCJA MODELU DZIAŁAŃ WOJENNYCH.....	98
3.1. Cele poznawcze i praktyczne.....	98
3.2. Założenia i ograniczenia.....	99
3.3. Ogólna struktura modelu.....	102
3.4. Teoria potencjałów.....	109
3.4.1. Potencjał obronno - ekonomiczny.....	109
3.4.1.1. Potencjał gospodarczy.....	111
3.4.1.2. Potencjał demograficzny.....	122
3.4.1.3. Potencjał kierowniczy.....	126
3.4.2. Potencjał bojowy.....	133
3.4.2.1. Potencjał dowodzenia.....	133
3.4.2.2. Potencjał rażenia.....	134
3.4.2.3. Potencjał zasilania.....	136
3.4.2.4. Potencjał wspomagania.....	138
3.5. Opis dynamiki działań.....	141
3.5.1. Założenia.....	141
3.5.2. Równania bilansowe.....	145
3.5.3. Opis stanu systemu.....	154
3.5.4. Ocena efektywności działań wojennych.....	156
3.5.5. Makroalgorytm.....	159
3.6. Zasady statystycznego opracowania wyników dla potrzeb wnioskowania prognostycznego.....	164

#### 4. MOŻLIWOSCI KOMPUTEROWEJ REALIZACJI MODELU

DZIAŁAN WOJENNYCH.....	175
4.1. Wybór systemu liczącego.....	175
4.2. Wymagania na oprogramowanie.....	177
4.2.1. Język programowania.....	177
4.2.2. System zarządzania bazą danych.....	180
4.2.3. Inne pakiety oprogramowania systemowego.....	182
4.3. Wymagania na oprogramowanie użytkowe.....	183
ZAKONCZENIE.....	186
BIBLIOGRAFIA.....	191

" Z teoretycznego punktu widzenia byłoby zupełnym błędem zapominać, że wszelka wojna jest tylko kontynuowaniem polityki za pomocą innych środków ..."

" Wojna jest wypróbowaniem wszystkich ekonomicznych i organizacyjnych sił każdego narodu."

/Włodzimierz I. Lenin/

#### WSTEP

Jesteśmy świadkami zwiększonej ingerencji nauki we wszelkie niemal obszary działalności ludzkiej. Oznacza to coraz szersze stosowanie metod i technik badawczych w rozwiązywaniu różnych problemów poznawczych i praktycznych. Wśród nich szczególną rolę odgrywa modelowanie, czyli tworzenie swoistych obrazów obiektywnie istniejącej rzeczywistości.

Można więc sformułować następujące pytanie: czy możliwe jest - sensowne - modelowanie tak złożonego, wieloaspektowego i kontrowersyjnego /z poznawczego punktu widzenia/ zjawiska, jak wojna, a ściślej - działania wojenne?

Należy podkreślić, że chodzi tu o tworzenie modeli "sensownych", tj. takich, w których odwzorowano najistotniejsze czynniki, zdarzenia, procesy itp. oraz takich, których użyteczność w badaniach, np. prognostycznych, jest znaczna. Mówiąc o użyteczności modeli należy mieć na uwa-

dze użyteczność względna, np. gdy stosowanie modelu w badaniach pozwala na uzyskanie danych pełniejszych i obiektywniejszych niż w przypadku badań prowadzonych metodami tradycyjnymi.

Zaprezentowanie podstaw metodologicznych tworzenia modelu działań wojennych oraz warunków ich komputerowej realizacji określało cel niniejszej rozprawy.

Postęp w dziedzinie modelowania działań wojennych jest uzależniony z jednej strony od rozwoju badań nad istotą wojny, a z drugiej strony - od rozwoju metod, technik i środków modelowania. Zdaniem autora stan wiedzy w tych dziedzinach uzasadnia podjęcie prac modelowych z realną perspektywą wykorzystania ich w praktyce.

Hipoteza robocza jest więc następująca:

"Istnieje możliwość zbudowania modelu działań wojennych - między określonymi stronami - umożliwiającego prognozowanie /z określonym prawdopodobieństwem/ ich wyniku, a także zmian wartości innych czynników charakterystycznych dla zjawiska".

Sytuacja, w której występują dwie strony będące względem siebie w konflikcie stwarza potrzebę w miarę obiektywnej oceny możliwości rozstrzygnięcia tego konfliktu na korzyść jednej z nich. Ocena może być realizowana dla określonej sytuacji politycznej, społecznej, gospodarczej i wtedy można rozważać aktualny /dla tej sytuacji/ stosunek sił stron, bądź też może być realizowana w oparciu o krótko- lub długoterminowe prognozy kierunkowe i wtedy

można badać perspektywy ukształtowania się stosunku sił w określonym czasie. Zakładając, że istnieją sprzężenia zwrotne, tzn., że wyniki badań mogą wpływać na zmianę prognoz, to w przypadku prognoz długoterminowych można mówić o możliwości oddziaływania na kształtowanie np. stosunku sił w określonym horyzoncie czasowym.

Działania wojenne stanowią zjawisko wszechstronnie oddziałujące na całokształt życia społecznego. Z drugiej strony na możliwości ich skutecznego prowadzenia mają wpływ wszystkie dziedziny działalności tego społeczeństwa.

Kompleksowe uwzględnienie całości problematyki w jednym modelu jest praktycznie niemożliwe, należy przyjąć racjonalne założenia upraszczające oraz dokonać agregacji danych wybierając te, których wpływ na kształtowanie przebiegu działań jest najistotniejszy.

Zaprezentowana w pracy koncepcja modelowania jest zbieżna z nurtem modelowania systemowego procesów typu "globalnego", których przykładem mogą być współczesne modele prognostyczne.

Podstawę do przewidywania /prognozowania/ rozwoju stosunku sił między stronami znajdującymi się w stanie konfliktu stanowią założenia oparte na bilansowaniu ich szacunkowych możliwości w wybranych dziedzinach.

Rozprawa obejmuje cztery rozdziały oraz zakończenie.

W rozdziale pierwszym przedstawiłem - w oparciu o analizę wybranych pozycji literatury - historyczny rozwój poglądów na istotę zjawiska wojny oraz krótką charakterystykę stosowanych metod jego badania.

Rozdział drugi - to przegląd technik modelowania sytuacji konfliktowych w oparciu o dostępną literaturę.

W rozdziale trzecim przedstawiłem koncepcję budowy "globalnego" modelu działań wojennych. Podstawę do realizacji tego modelu stanowią "agregaty" nazwane potencjałami.

Każdy model symulacyjny powinien zawierać czynniki o charakterze losowym. Występują one także w prezentowanym modelu. Ich wpływ na wyniki eksperymentów symulacyjnych przedstawiony został w ostatniej części rozdziału trzeciego zawierającej zasady statystycznej analizy wyników.

Ostatni, czwarty rozdział pracy obejmuje ogólne wymagania na technikę komputerową i oprogramowanie - niezbędne do prowadzenia eksperymentów symulacyjnych w oparciu o zaprezentowany model.

W zakończeniu przedstawiłem krótkie podsumowanie pracy, możliwość jej praktycznego wykorzystania w prowadzonych w ASG WP pracach naukowo - badawczych i propozycję dalszych badań mających na celu zbudowanie modelu działań wojennych akceptowanego jako narzędzie przez użytkownika - prognostę.

Na ostateczny kształt rozprawy wpłynął niewątpliwie udział autora w pracach badawczych i projektowych w ramach tematu "MODEL-1". Wiele zagadnień podjętych w rozprawie stanowiło przedmiot dyskusji z uczestnikami tych prac, dzięki czemu m. in. uzyskano postać rozprawy satysfakcjonującą autora. Stanowiło to formę weryfikacji koncepcji i przyjętych założeń metodologicznych. Podstawowe problemy były prezentowane podczas seminariów w IBSO i PTC.

Na pomyślny przebieg pracy nad rozprawą znaczący wpływ

miała dobra atmosfera stworzona przez przełożonych w IBSO ASG WP oraz życzliwy, zaangażowany i inspirujący stosunek do przedmiotu rozprawy jej Kierownika Naukowego a także współpracowników i kolegów autora. Wszystkim tym osobom pragnę wyrazić swoją wdzięczność.

## 1. WOJNA JAKO PRZEDMIOT BADAN NAUKOWYCH.

### 1.1. Geneza naukowego myślenia o wojnie.

W sferze zainteresowań każdego społeczeństwa na każdym etapie rozwoju znajdują się problemy rzutujące w zasadniczy sposób na jego teraźniejszą i przyszłą egzystencję. Nie ulega wątpliwości, że do tych problemów zawsze należała wojna - najdramatyczniejsze zjawisko w stosunkach międzyludzkich, przynoszące najwięcej tragedii przypadających na jednostkę czasu, zjawisko, dla którego charakterystyczna jest narastająca tendencja do ogarniania coraz większej liczby ludzi i coraz większych obszarów.

Po raz pierwszy określenie "polemologia" w znaczeniu "nauka o wojnie" /z greckiego "polemos" - wojna, "logos" - nauka/ pojawiło się w 1951 roku we Francji /5/. Nie oznacza to jednak, że datę tą należy przyjąć za faktyczny początek naukowych zainteresowań wybitnych przedstawicieli ludzkości zjawiskiem wojny. Wojna zawsze była przedmiotem obserwacji, ocen i analiz, zmierzających do wykrycia i zrozumienia jej istoty, mechanizmów rządzących jej rozwojem i wynikiem oraz związków i zależności zewnętrznych i wewnętrznych. Na przestrzeni wieków poglądy na ten temat były wyrażane z pozycji filozoficznych, społecznych i politycznych.

W starożytności jednym z najstarszych, a jednocześnie najbardziej znanych i cenionych opracowań teoretycznych o wojnie i sposobach jej prowadzenia był traktat Sun-taj, chińskiego dowódcy i doradcy wojskowego z czasów panowania cesarza Holiu /514 - 495r. p.n.e./. W traktacie tym autor próbuje wyjaśnić strategiczną treść wojny, opierając się na pięciu elementach: drodze, niebie, ziemi, wodzie i prawie. Sun-taj wskazuje na ogromne ryzyko, które za sobą niesie wojna. Dlatego uważa ją za ostateczny środek do osiągnięcia celu politycznego /38,47/.

Bogata spuściznę dzieł o wojnie pozostawili po sobie teoretycy starożytnej Grecji i Rzymu. I tak np. Platon /427 - 347 r.p.n.e./, przedstawiciel kierunku idealistycznego uważał, że wojny są zjawiskiem wiecznym i naturalnym. Natomiast Demokryt /460 - 370 r.p.n.e./, prekursor kierunku materialistycznego, łączył zjawisko wojny z rozwojem społeczeństw oraz powstawaniem państw. Patrząc z perspektywy czasu, stwierdzenie powyższe było jednym z istotniejszych kroków na drodze poznawania istoty wojen i warunków ich powstawania.

Z prac rzymskich mężów stanu i teoretyków wojskowych dzieła Juliusza Cezara /100 - 44 r.p.n.e./ wywarły największy wpływ na rozwój sztuki wojennej. W "Pamiętnikach o wojnie domowej" oraz "Pamiętnikach o wojnie galijskiej" zawarte są poglądy autora na wojnę, zasady jej przygotowania i prowadzenia. Pamiętniki Juliusza Cezara zawierają też problemy natury psychologicznej, socjologicznej i pedagogiczno - szkoleniowej /39/.

W tym samym czasie Juliusz Cezar określił inny wybitny rzymski mąż stanu i filozof: Marcus Tullius Ciceron /106-43r.p.n.e./ W swoich pracach dotyczących konfliktów zbrojnych wyodrębnił dwie cechy konieczne do uznania danego zjawiska za wojnę: wystąpienie sporu i użycie siły zbrojnej. Te dwie cechy stały się podstawą też formuowanych przez wielu późniejszych teoretyków.

W IV w.n.e. żył kolejny wybitny rzymski teoretyk wojskowy, Flavius Vegetius Renatus - twórca najwszechstronniejszego i najpełniejszego kompendium starożytnej sztuki wojennej /"Epitoma rei militaris"/. Na szczególną uwagę w wymienionej pracy zasługują "wegecjuszowskie reguły" prowadzenia wojny i bitwy, takie jak: ekonomia sił, swoboda działania, inicjatywa, szybkość poczynań /39/.

Dzieło Wegecjusza traktować można jako uogólnienie i swóiste podsumowanie osiągnięć praktyków i teoretyków wojny czasów starożytnych. Stanowiło ono podstawę do dalszych rozważań o wojnie dla nowożytnych badaczy tego zjawiska.

Okres średniowiecza - to stagnacja w rozwoju nauki o wojnie /26/. Oceny tej nie zmienia fakt powstania potężnych organizmów państwowych oraz skutecznego działania wielkich armii i sławnych wodzów. U podstaw ich poczynań leżał przeważnie podświadomy racjonalizm, mądrość oparta na intuicji i instynkcie. Brak było doświadczeń zbieranych świadomie i teoretycznie uogólnianych.

Szybszy postęp w rozwoju teorii wojny rozpoczął się ponownie w epoce Odrodzenia. Z początkiem XVI w. zaczęły się ukazywać prace teoretyków wojskowych, w istotny sposób kształtujące rozwój wiedzy o działaniach wojennych.

Za jednego z najwybitniejszych myślicieli epoki Odrodzenia uznano Niccolò Machiavellego /1469 - 1527 r./. Generalnym założeniem jego doktryny politycznej /"machiavelizm"/ było uznanie jako zasady stosowanie każdego strategicznego środka, w tym także przemocy, w dążeniu do osiągnięcia założonego celu. Uważał, że głównym motywem działania ludzkości jest żądza władzy i posiadania.

Inny wybitny filizof tego okresu, Tomasz Hobbes /1588 - 1679r./ wiązał wojnę z przeludnieniem świata, a jej przyczyny - z charakterem człowieka, jego chęcią rywalizacji, brakiem zaufania do innych i żądzą sławy.

Ideolog rewolucji francuskiej - Jan Jakub Rousseau /1712 - 1778 r./ jako główne przyczyny wojen podawał dążność człowieka do posiadania własności oraz materialną nierówność w społeczeństwie /26/.

Także w polskim piśmiennictwie wojskowym epoki Odrodzenia trzeba odnotować wybitne prace poświęcone teorii wojny.

Należy tu wymienić pracę Andrzeja Frycza - Modrzewskiego /1503 - 1572/ "O naprawie Rzeczypospolitej", której III księga "O wojnie" zawiera ogólne humanitarne rozważania na temat wojen oraz praktyczne wskazania, jak podnieść wartość bojową wojska.

Za najwybitniejszą szesnastowieczną pracę z dziedziny teorii wojny uznano traktat hetmana Jana Tarnowskiego /1488 - 1561/ n.t. "Consilium vationis bellieae" rozpatrujący głównie z wojskowego punktu widzenia problemy związane z obronnością państwa polskiego.

Duży wkład w rozwój nauki o wojnie miał Napoleon Bonaparte /1769 - 1821/. Nie wydał on żadnego traktatu naukowego, ale jego praktyczne doświadczenia w powiązaniu z obszerną korespondencją stanowiły podstawę prac naukowych dla całych pokoleń.

Jednym z najwybitniejszych teoretyków wojskowych opierających się na spuściźnie Napoleona był Henri Jomini /1779 - 1869/. Podzielił on naukę wojenną na pięć działów: polityka wojny, strategia, wyższa taktyka, sztuka inżynieryjna, niższa taktyka. W swoich pracach krytykował metodę prowadzenia wojny pozycyjnej, przeciestawiając jej wojnę manewrową.

Filozof niemiecki F. Hegel /1770 - 1831/ usprawiedliwiając wojnę jako narzędzie historii głosił/51/, że wojna stanowi część polityki, armia zaś jest narzędziem w rękach państwa powołanym do obrony interesów narodowych.

Wątek ten podjął i rozwinął jeden z najwybitniejszych burżuazyjnych teoretyków wojny Carl von Clausewitz /1780 - 1831/ w dziele "O wojnie", gdzie zawarł realistyczną doktrynę wojenną i pełną definicję wojny. Jest ona wg. Clausewitza "aktem przemo-

cy, mającym na celu zmuszenie przeciwnika do spełniania naszej woli"/7/. Wojna jest to po prostu zjawisko, do którego każdy stosuje własne reguły, a które to zjawisko jest następstwem działań politycznych. Jest to zatem narzędzie polityki, które wg. Clausewitza odzwierciedla "interesy całego społeczeństwa, a więc jest ponadklasowe". Państwo jest wyłącznym rzecznikiem i podmiotem prowadzenia działań w imieniu lub w interesie zbiorowości ludzkich.

Relacje zachodzące między polityką a wojną sprowadzone zostały do trzech podstawowych twierdzeń/7/:

- polityka ma zapewnić egzystencję narodów,
- wojna nie stanowi samodzielnej wielkości, nie jest więc celem samym w sobie, jest narzędziem polityki,
- wojna jest działaniem zamierzonym i planowym, lecz dzięki własnej "gramatyce" ma tendencję do przekraczania wstępnie ustalonych granic.

Do poglądów Clausewitza nawiązywali w różnym stopniu późniejsi badacze wojny i jej związków z polityką.

Twórcy materializmu naukowego K. Marks /1818 - 1883/ i F. Engels /1820 - 1895/ podtrzymali tezę Clausewitza, że wojna jest kontynuacją polityki, ale od samego początku teorii marksistowskiej wiódącą była teza o klasowym charakterze wojen.

Praźródłam wszelkich konfliktów jest więc walka klasowa/14/.

Wojny toczone są celem zabezpieczenia politycznych interesów klas rządzących, głównie interesów ekonomicznych. Jak twierdził Engels, "przemoc jest tylko środkiem, celem jest korzyść ekonomiczna"/14/.

Marxizm uznaje możliwość przechodzenia walki klasowej w wojnę klasową.

Rozpoczęte przez Marksa i Engelsa badania nad zjawiskiem wojny kontynuował W. Lenin /1870 - 1924/. W odczycie "Wojna a rewolucja" stwierdził między innymi "Wojna - to kontynuowanie polityki innymi

środkami. Każda wojna jest nierozzerwalnie związana z tym ustrojem politycznym, z którego wynika". Ta sama polityka, którą dane państwo lub dana klasa w granicach swego państwa uprawiała przed wojną, nieuchronnie będzie kontynuowana przez tę samą klasę podczas wojny, tylko w zmienionej formie działania /36/.

Do wybitnych osiągnięć twórców naukowego marksizmu w dziedzinie badania wojny należy udowodnienie przez nich faktu historyczności wojen. Według F. Ryszki "historyczność wojen - zarówno w znaczeniu źródeł wywiedzionych z przeszłości, jak i w znaczeniu funkcji dla dalszego rozwoju społeczeństw - to podstawowa teza socjalizmu naukowego i zarazem przełomowy moment w długiej sekwencji doktryn filozoficznych, prawnych i politycznych"/51/.

Tak więc w drugiej połowie XIX wieku w pracach Marksa, Engelsa, a później Lenina zaczęły wyraźnie kształtować się podstawy współczesnej nauki wojennej - nauki, której przedmiotem badań jest wojna, tzn. procesy i zjawiska związane z jej przygotowaniem, prowadzeniem, a także zapobieganiem jej wybuchowi /26/.

Zasadami materializmu dialektycznego objęta została więc sfera badań zjawisk społecznych, a w ich ramach - pochodzenie i istoty wojen.

Odkryte zostały podstawowe zależności między metodami i sposobami przygotowania wojny a bazą ekonomiczną i rozwojem produkcji. Klasycy marksizmu wykazali, że od zmian jakościowych sił wytwórczych będą zależały udoskonalenia w dziedzinie szeroko pojętej wojskowości.

Tak zaczęły kształtować się nowe teoretyczne podstawy rozwoju nauk wojennych i wojskowych oparte na zasadach materializmu dialektycznego, będące uniwersalnym narzędziem rozstrzygania wielkich problemów wojskowości, zarówno w "makro", jak i w "mikro" skali.

Klasyki marksizmu dali naukowe podstawy do gwałtownego rozwoju nauki wojennej, do współcześnie obowiązujących poglądów na wojnę i walkę zbrojną.

## 1.2. Wybrane współczesne poglądy na istotę wojny.

W punkcie 1.1. starałem się wykazać, że na przestrzeni historii ludzkość odeszła daleko od zasad rozumowania dotyczących zjawiska wojny, opartych na intuicji i potocznym doświadczeniu. Postęp, jaki dokonał się w dziedzinie poznania tego zjawiska bierze się z jednej strony z potęgającej się grozy wojny i z drugiej strony z rozszerzania się horyzontów poznawczych człowieka.

Ostatnie pół wieku w historii ludzkości - to okres rewolucyjnych zmian społecznych zapoczątkowanych zwycięstwem Rewolucji Październikowej, to okres rewolucji przemysłowej i wreszcie okres rewolucji naukowo - technicznej. Wszystkie te elementy zadecydowały o znacznym wzroście zainteresowania zjawiskiem wojny i znacznym postępie w rozwoju wiedzy naukowej na ten temat.

Nowoczesne studia o wojnie bez względu na to, czy występują jako "badania pokoju" /"peace research"/ czy jako "badania konfliktu"/"conflict studies"/ opierają się na obserwacji i empirii /50/. Umiejętne łączenie między sobą obu tych postaw wobec przedmiotu badań pozwala całościowo spojrzeć na zjawisko wojny oraz prowadzić jego kompleksowe badania.

W dalszej części niniejszego rozdziału przedstawię syntetyczną charakterystykę wybranych poglądów wybitniejszych badaczy i teoretyków na zjawisko wojny.

Jednym z pierwszych współczesnych naukowców zachodnich, który podjął próbę "analizy dogmatycznej wojny" był prawnik francuski Louis Delbez /10/. Wyróżnił on cztery pojęcia wojny: socjologiczne, metafizyczne lub ontologiczne, etyczne lub prawne.

Wojna w pojęciu socjologicznym opisywana i wyjaśniana jest tak, jak objawia się ona ludziom, czyli jako zjawisko społeczne. Rozpatrując genezę, funkcję i rozmiary konfliktu uwzględnia się czynniki ideologiczny, ekonomiczny i geograficzny.

Metafizyczne /ontologiczne/ pojęcie wojny opiera się wyłącznie na racjonalistycznym wyjaśnieniu zjawiska. Wojna rozpatrywana jest wyłącznie w kategoriach filozoficznych. Może być ona np. "karą bożą", "koniecznością" itp. Przyjmując założenia filozoficzne materializmu, pojęcie metafizyczne jest zbieżne z pojęciem socjologicznym.

W pojęciu etycznym wojna oceniana jest wg praw moralnych danej epoki. Nurt ten obejmuje zarówno zwolenników prawa natury, jak i współczesny pogląd na wojny sprawiedliwe i niesprawiedliwe wynikające z klasowego charakteru wojny.

Wojnę określać można stosując jako kryterium podstawowe cichej przeciwników, a więc państwo przeciwko państwu, sojusz przeciwko sojuszowi, wojna domowa lub wojna rewolucyjna. Zatem to pojęcie wojny obejmuje z jednej strony wypowiedzenie wojny, interwencję, podjęcie działań zbrojnych, a z drugiej strony zawieszenie broni, rozejm, traktat pokojowy.

Przyjęty przez Delbeza podział pojęcia "wojna" jest na ogół akceptowany także przez współczesnych badaczy tego zjawiska.

Za pierwszą o znamionach wojny totalnej uznano wojnę secesyjną w Stanach Zjednoczonych/50/. Stworzone tam zostały obiektywne warunki /wynikające z powszechnego wprowadzenia nowych zasad taktyki, nowego uzbrojenia i.t.d./ przyspieszenia biegu "spirali zniszczenia", doprowadzenia do stanu, że wojna stała się "masową rzezią". Uznany przez Arona /2/ za największego pisarza wojskowego naszych czasów, Liddell Hart uważał, że natchnieniem ewolucji wojny w kierunku totalności były teorie C. von Clausewitza. Ideą przewodnią Harta,

na której oparł on praktycznie wszystkie swoje poglądy na sztukę wojenną, było stwierdzenie, że "świadoma myśl wyprzedza działanie, a zatem wywiera ona zasadniczy wpływ na zbiorowe działanie ludzkie" /50/. Celowe poczynania zbiorowe zaczynają się przemyślanymi inspiracjami ludzi wybitnych. Powyższa zasada dotyczy także /wg poglądów Harta/ sytuacji konfliktowych, jeżeli ma nimi rządzić jakakolwiek racjonalność. Stąd wniosek, że pierwszym źródłem sukcesów lub klęsk jest doktryna. Ona decyduje o organizacji wojska, o strategii i taktyce.

Najważniejsze swoje opinie dotyczące wojny Hart przedstawił w studium p.t. "The Ghost of Napoleon"/50/. Autor podkreśla tam zasługi Napoleona we wprowadzaniu w życie idei koncentracji i ruchliwości. Jest zdecydowanym zwolennikiem tzw. koncentracji mobilnej, której podstawową zaletą jest jej zmienność i płynność, a nie liczebność wojska. Pozwala ona dowódcy o talencie strategicznym uniknąć zbędnych strat poprzez osiągnięcie odpowiedniej przewagi w czasie i miejscu przez siebie wybranym.

Jednocześnie autor przedstawia się jako zdecydowany przeciwnik wojny prowadzonej przez wielkie armie narodowe, jest zwolennikiem wojny między armiami profesjonalistów, wyraża swoją niechęć do "ideologizowania" wojny, odbiera wszelką rację istnienia partyzantce. Błądność takiego poglądu wykazała II-ga wojna światowa, a szczególnie wojna toczona przez narody Związku Radzieckiego, Polski czy też Jugosławii.

Można więc w tym kontekście mówić o wojnie totalnej, przy czym za miarę totalności przyjmuje się miarę wrogości, co pozwala na sensowną analizę fenomenu wojny /50/. Zdefiniowanie "wrogości" było i jest jednym z najtrudniejszych zadań nauki o polityce.

Problemem "wrogości stopniowanej" zajmował się w swoich pracach Carl Schmitt, niemiecki filozof prawa i polityki. Uważał on, że

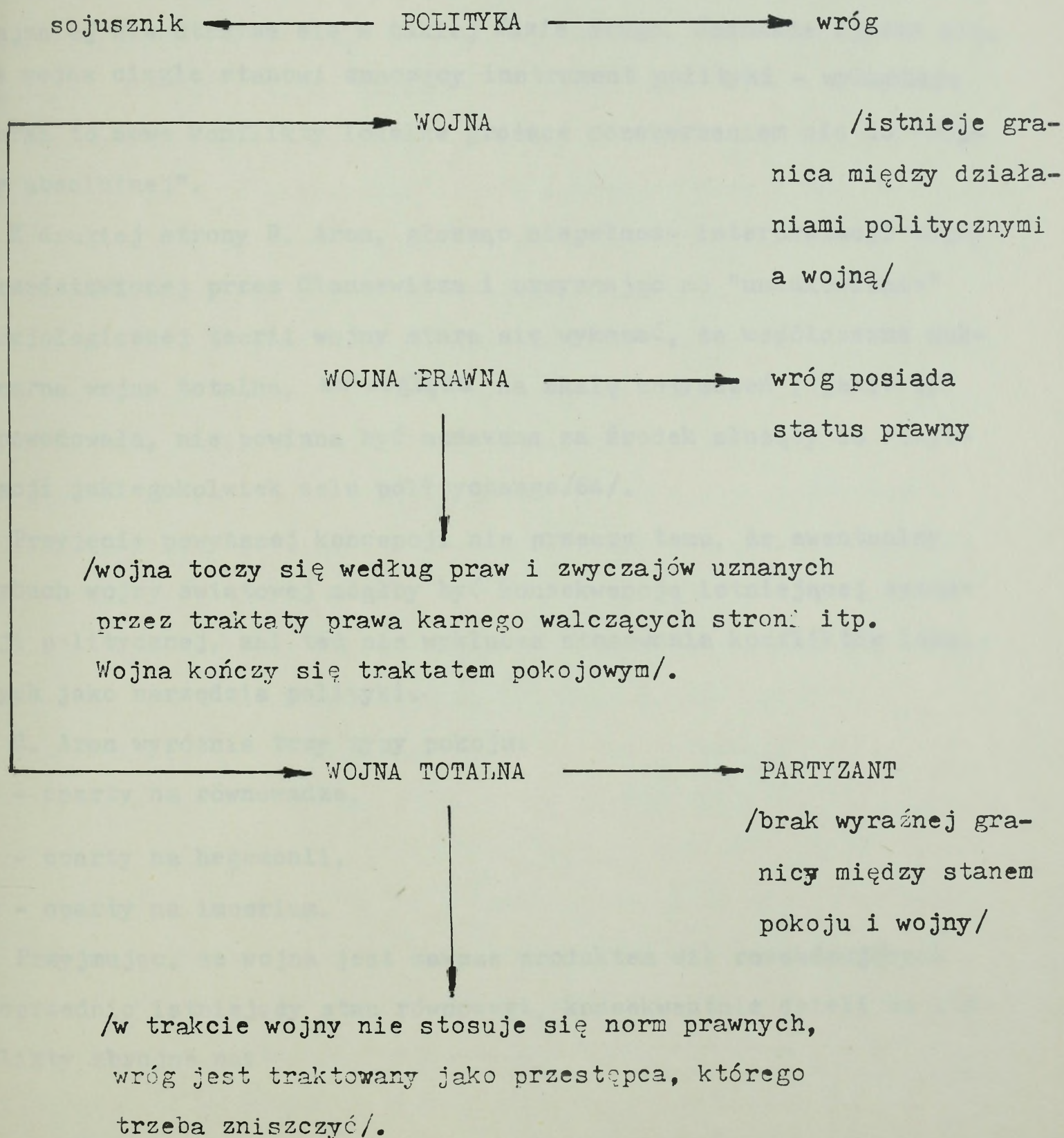
granice polityki wyznaczone są przeciwstawieniem "wróg - przyjaciel /sojuszniak/". Zatem "wrogość" i "przyjaźń" określają sferę "tego, co polityczne". Istnienie wroga zakłada zawsze ewentualność walki, a "wojna jest walką prowadzoną za pomocą uzbrojenia między jednostkami zorganizowanymi politycznie, wojna domowa jest walką prowadzoną za pomocą uzbrojenia wewnątrz jednej zorganizowanej jednostki /4/. W przeciwieństwie do Clausewitza, który podkreślał zasadę wynikania wojny z polityki, Schmitt "politykę" i "wojnę" podporządkowuje pojęciu "walki", które pojawia się zawsze w chwili podziału ludzi wg kryterium "wróg - sojuszniak". Czyli przyjmując, że możliwość wojny zależy wyłącznie od tego podziału oraz, że o wystąpieniu tego podziału decyduje zorganizowana zbiorowość publiczna /głównie państwo/, to wojna przestaje być "jakością" godną potępienia. Staje się ona zjawiskiem historycznym nierozzerwalnie związanym ze współczesnym jej światem tak samo, jak polityka.

Początkiem każdego działania jest wrogość. Wrogość jest zmienna, zmierza do "wrogości absolutnej", którą to wrogość Schmitt przypisuje wojnie rewolucyjnej, gdzie celem jest zniszczenie, a nie obezwładnienie wroga.

Innym, pokrewnym nurtem występującym w twórczości Carla Schmitt'a jest nurt "partyzanta"/53/. Autor uważa "partyzanta" za kategorię polityczną, jeżeli spełnia on następujące warunki: walczy nieregularnie, posiada wysoki stopień ruchliwości, wysoki stopień zaangażowania politycznego i związany jest z ziemią, którą zamieszkuje i której broni przed najeźdźcą. Według Schmitt'a "partyzant" jest kluczową postacią wojny rewolucyjnej, a więc jego pojawienie się związane jest z przyjęciem przez wojnę charakteru totalnego, objęcie jej oddziaływaniem całokształtu życia i egzystencji narodu.

Rozumowanie autora można za F. Ryszką przedstawić w sposób jak na rys. 1.1.

"Partyzant" w znaczeniu Carla Schmitt'a jest więc postacią abstrakcyjną. Historia jednak nie potwierdziła tak "ostrych" podziałów. Prezentowany powyżej pogląd sugerował jednoznacznie, że każda wojna rewolucyjna jest przejawem światowego procesu rewolucji, a więc zmierza on, by być "eksportowanym na bagnietach", czyli ideologia rewolucji z natury rzeczy zainteresowana jest w rozszerzaniu ognisk konfliktu.



Rys. 1.1. Polityka a wojna totalna wg C. Schmitta

Z zaprezentowanymi poglądami C. Schmitta polemizował R. Aron - współczesny francuski badacz zjawiska wojny. Twierdził on m. in. że tylko w hitleryźmie można doszukać się spełnienia kryterium "wrogości absolutnej", bowiem ideologia ta opierała się na koncepcji "wroga obiektywnego", stawiając sobie za cel zniszczenie go, a nie obezwładnienie.

W wielu problemach R. Aron jest bliski C. Schmittowi. Uważa on np, że wojny - jaką opisywał Clausewitz - nie będzie już nigdy, a przynajmniej nie utrzyma się w takiej fazie długo. Jednakże zgadza się, że wojna ciągle stanowi znaczący instrument polityki - wybuchają coraz to nowe konflikty lokalne grożące rozszerzeniem się do "wojny absolutnej".

Z drugiej strony R. Aron, głosząc niepełność interpretacji wojny przedstawionej przez Clausewitza i przyznając mu "unaukowienie" socjologicznej teorii wojny stara się wykazać, że współczesna nuklearna wojna totalna, ze względu na skalę zniszczeń, jakie by spowodowała, nie powinna być uznawana za środek służący do realizacji jakiegokolwiek celu politycznego/64/.

Przyjęcie powyższej koncepcji nie przeczy temu, że ewentualny wybuch wojny światowej mógłby być konsekwencją istniejącej sytuacji politycznej, ani też nie wyklucza stosowania konfliktów lokalnych jako narzędzia polityki.

R. Aron wyróżnia trzy typy pokoju:

- oparty na równowadze,
- oparty na hegemonii,
- oparty na imperium.

Przyjmując, że wojna jest zawsze produktem sił rozsadzających poprzednio istniejący stan równowagi, konsekwentnie dzieli on konflikty zbrojne na:

- międzypaństwowe,
- ponadpaństwowe /imperialne/,
- wewnątrzpaństwowe /wewnątrzimperialne/.

Klasyfikacja sporządzona w oparciu o kryteria społeczno - polityczne wskazuje na potrzebę traktowania wojny m. in. jako zjawiska społecznego.

Fakt ten wynika jednoznacznie także z prac Amerykanina Hermana Kahn'a. W swojej pracy /28/ zawarł on przewidywany scenariusz wybuchu, przebiegu i następstw ekonomicznych, demograficznych i biologicznych przyszłej wojny globalnej. Rozpatrując wiele możliwych wariantów konfliktu światowego wychodzi ze stanu pokojowej koegzystencji, która może przekształcić się w nowe stadium zimnej wojny, a to rozpocznie ciąg eskalacji, której apogeum może stanowić termonuklearny konflikt o zasięgu światowym.

Rozkładając ostarnią fazę wojny, tzn. jej następstwa na dziesiątki lat H. Kahn dochodzi do wniosku, że powszechna wojna atomowa nie musi zakończyć się całkowitą katastrofą. Szanse przeżycia i zwycięstwa są bowiem znacznie większe, niż można przypuszczać na podstawie wiedzy potocznej lub w świetle wywodów niekompetentnych moralistów /51/.

Przedstawiony wyżej wniosek stał się jednym z najbardziej znanych twierdzeń Kahna, przasparzając mu licznych głosów krytyki.

Kahn uważał, że wychodząc z istniejącej w świecie sytuacji międzynarodowej przedstawiony przez niego rozwój wydarzeń jest prawdopodobny. Wprowadzając termin "eskalacja" jako określenie zjawiska przechodzenia konfliktu do kolejnych faz, Kahn opracował swoisty scenariusz rozwoju sytuacji. Skrótowo przedstawia go rys. 1.2.

W miarę wchodzenia w wyższe stadia eskalacji zdarzenia następują po sobie coraz szybciej osiągając taką dynamikę /faza 4 i 5/, że istnieje duże prawdopodobieństwo dalszego rozwoju wydarzeń bez

Faza kryzysu	Stopień eskalacji	Zastosowane środki nacisku
0	Zimna wojna.	Stan przedkryzysowy.
1	Niebezpieczeństwo naruszenia równowagi: -usztynienie stanowisk, -demonstracja siły, -mobilizacja na większą skalę, -próby dywersji.	Kryzys w znaczeniu "tradycyjnym".
2	Wojna atomowa staje się wyobrażalna: -zerwanie stosunków dyplomatycznych, -wysoki stopień przygotowań sił obronnych, -przemieszczenie konfliktów, -początek wojny konwencjonalnej, -ultimatum atomowe, -ewakuacja 20% miast, -uderzenie na obiekty militarne, -embargo i blokada.	Fazy "intensywnego kryzysu".
3	Użycie broni atomowych: -zlokalizowany atak atomowy, -deklaracja o ograniczonej wojnie atomowej, -nadzwyczajne środki prowokacji, -ewakuacja dalszych 70% miast,	Faza "dziwnego kryzysu"
4	Atak na zaplecze wroga: -demonstracyjny atak na: a/terytorium wroga, b/obiekty wojskowe, gospodarcze, c/skupiska ludności, -ewakuacja dalszych miast, -akcje odwetowe.	Gotowość do ataku atomowego /sygnałem dla przeciwnika jest ewakuacja miast/.
5	Wojna totalna: -wojna przeciwko celom wojskowym i gospodarczym z użyciem broni konwencjonalnej i atomowej, -atakowanie celów wojskowych bez ograniczeń.	Wojna na zniszczenie potencjału materialnego, nie bierze się pod uwagę strat ludności cywilnej.
6	Celowane ataki na miasta: -niszczenie skupisk ludności, -atakowanie celów niewojskowych, -wojna do całkowitego wyniszczenia przeciwnika.	Zniszczenie "nerwów życiowych" społeczeństw. Stosowanie broni A,B,C.

Rys.1.2. Kolejne fazy eskalacji konfliktu wg Kahna.

żadnej kontroli.

W takim przypadku Khan uważa, że polityka jest manipulowaniem techniką w celu zapanowania nad zdarzeniami utrzymując jednocześnie inicjatywę wobec wroga. Postępując w ten sposób - wg autora - można prowadzić kalkulacje uzyskując szansę przetrwania i odbudowy.

Innym autorem, którego szczególne zainteresowania dotyczyły występującego w wojnie /jako zjawisku/ połączenia różnych aspektów konfliktu społecznego, rozgrywającego się równoległe na płaszczyźnie militarnej, psychologicznej i społecznej był Quincy Wright.

W jego traktacie /66/ podana jest definicja wojny jako zjawiska społecznego: "Analiza militarnych, psychologicznych, prawnych i socjologicznych przejawów wojny nasuwa myśl, że wszystkie one mogą być traktowane jako zmienne uzyskujące pewien stopień intensywności w rzeczywistej wojnie. Wojnę można więc ujmować z punktu widzenia każdej z walczących stron jako skrajne zintensyfikowanie aktywności militarnej, napięcia psychologicznego, władzy prawnej i integracji społecznej, które nie mają szans pojawienia się, jeśli przeciwnik nie jest w przybliżeniu równorzędny pod względem dysponowanej przez siebie siły materialnej. Z punktu widzenia każdej z walczących stron wojnę można rozpatrywać jako równoczesny konflikt sił zbrojnych, nastrojów ludności, zasad prawnych i kultur narodowych w takim stopniu niemal równych, że konflikt między nimi prowadzi do skrajnej intensyfikacji każdego z tych czynników po obu stronach" /64/.

W przytoczonym wyżej określeniu dominującymi są aspekty prawne i socjologiczne. Jednakże wyraźnie uwypukla się fakt traktowania wojny jako konfliktu społecznego między społecznościami występującymi w zwartych całościach, przy czym zaangażowane zostają obok wojskowych także pozamilitarne zasoby społeczeństwa powodując

znaczny wzrost integracji społecznej. Osobliwość tej formy konfliktu stanowi jego rozwiązywanie poprzez użycie sił zbrojnych.

Q. Wright klasyfikuje różne formy starć zbrojnych stosując jako kryterium prawny status walczących stron.

W przedstawionej w tabelicy 1.1. typologii konfliktów szczególnie sporne wydaje się - na co zwraca uwagę J. Wiatr /64/ - wyraźne akcentowanie równowagi sił stron - uczestników konfliktu. Tylko dla takich przypadków autor rezerwuje określenie "wojna".

Tablica 1.1.

TIPOLOGIA KONFLIKTOW /Q. WRIGHTA/

Wzajemny status walczących stron	C h a r a k t e r s t a r c i a		
	międzynarodowe	kolonialne	domowe
ROWNOSC	Wojna międzynarodowa	Wojna imperialna	Wojna domowa
UMIARKOWANA NIEROWNOSC	Agresja - - obrona	Rewolta kolonialna-ekspedycja karna	Powstanie zbrojne - - stłumienie go
WIELKA NIEROWNOSC	Bezrząd - - interwencja	Rozruchy tu- bylcze - pa- cyfikacja	Zamieszki - - użycie policji

Szerokie, ogólnospołeczne zainteresowanie zjawiskiem wojny ma oddźwięk także w wydawnictwach encyklopedycznych. Poniżej przytoczę przykłady definicji zaczerpniętych z wydawnictw encyklopedycznych.

"Wojna jest to konflikt między ugrupowaniami politycznymi /narodami/, państwami, rządami lub frakcjami pociągający za sobą rozpoczęcie działań zbrojnych na dużą skalę i trwających dłuższy czas.

Teoretycy wojskowi zazwyczaj ograniczają termin "wojna" do działań zbrojnych, w których walczące grupy posiadają wystarczająco równe siły, żeby ostateczny wynik był niepewny przez dłuższy czas" - według "Encyklopedii wojny współczesnej"/12/.

"Wojna jest to:

1. walka zbrojna pomiędzy państwami. Powoduje ona stosowanie specjalnych zasad w stosunkach wzajemnych między państwami będącymi w stanie wojny, jak też z państwami trzecimi. Zaczyna się umotywowanym wypowiedzeniem lub ultimatum. Kończy się zawieszeniem broni i traktatem pokojowym;
2. sztuka prowadzenia walki zbrojnej;
3. walka między grupami lub krajami, w których nie dochodzi do krwawych konfliktów /wojna ekonomiczna, wojna propagandowa itd/" - wg "Encyklopedii Larousse" /13/.

"Wojna jest to konflikt społeczeństw wyrażany przez starcie zorganizowanych grup /org. "bands"/ uzbrojonych ludzi" - według "Słownika terminów wojskowych"/25/.

Przedstawione powyżej poglądy wybranej grupy naukowców zajmujących się problematyką wojny bazują głównie na poglądach C. von Clausewitza, rozwijając je, modernizując i uaktualniając m.in. także poprzez włączenie elementów teorii wojny wypracowanych przez

klasyków marksizmu - leninizmu.

Cele studiów nad wojną mogą być różnorodne, nie zawsze związane z podnoszeniem bezpieczeństwa narodów i społeczeństw. W państwach imperialistycznych niejednokrotnie wynikają one z intencji ekspansjonistycznych.

W państwach socjalistycznych celem jest poznanie zjawiska wojny we wszystkich jego przejawach, procesach i zależnościach, sformułowanie praw i opracowanie optymalnych zasad i środków umożliwiających skuteczne zapobieganie wojnie, efektywne przygotowanie kraju do obrony i skuteczne prowadzenie wojny w przypadku agresji.

Podstawą do podjęcia i ukierunkowania badań nad każdym zjawiskiem jest przyjęcie możliwie ścisłej jego definicji. Stąd też większość naukowców zajmujących się zjawiskiem wojny formułuje "swoje" definicje, z których często wynika, jakie aspekty wojny znajdują się w centrum uwagi danej osoby.

I tak np. H. Michalski /41/ powołując się m.in. na tezy Lenina proponuje następującą definicję:

"Wojna to starcie między antagonistycznymi klasami społecznymi, narodami, państwami lub koalicjami, wyrażające się w kontynuowaniu przez nie dotychczasowej polityki środkami zorganizowanej walki zbrojnej oraz walki dyplomatycznej, ideologicznej itp. w imię osiągnięcia określonych celów politycznych".

J. Wiatr /64/ uważa, że wojny nie można traktować jako sumy bitew czy kampanii. Wojna jest stanem całego społeczeństwa w warunkach orężnie rozwiązywanego konfliktu. Tak więc definicja wojny musi obejmować obok elementów czysto wojskowych także aspekt społeczno - polityczny.

Kontynuując ten punkt widzenia autor proponuje następującą syntetyczną definicję: "Wojna jest stanem społeczeństwa, w którym

ostrzy konflikt zewnętrzny lub wewnętrzny wyrosły z dotychczasowej polityki, rozwiązywany jest środkami przemocy".

Prof. F. Ryszka w swoich pracach /51,52/ m.in. udowadnia, opierając się na historii oraz na pracach wielu wybitnych teoretyków, że wojna jest przede wszystkim problemem politycznym, a więc i nauka o wojnie stanowi specjalność w dziedzinie nauk politycznych.

Pogląd ten reprezentuje także zespół kierowany przez prof. J. Kaczmarka /26/, który w grupie nauk "Prawne i polityczne", w dyscyplinie "Nauki polityczne" wyróżnia specjalności: "Ogólna teoria wojny - marksistowsko-leninowska nauka o wojnie i wojsku. Nauka o obronności socjalistycznego państwa. Strategia wojenna."

Porównując przedstawione wyżej wybrane poglądy na istotę zjawiska wojny oraz na ich genezę, można zaliczyć do ogólnych założeń metodologicznych /57/:

- bazę metodologiczną tworzą podstawy marksistowsko-leninowskiej nauki o wojnie jako zjawisku społecznym, akcentujące istnienie obiektywnych, niezależnych od woli ludzkiej praw i prawidłowości wyrażających relacje rzeczy i zjawisk;
- wojna jest zjawiskiem wieloaspektowym, będącym realnym systemem określającym relacje między aspektami: politycznym, ideologicznym, moralno-psychologicznym, ekonomicznym, informacyjnym i militarnym;
- wojna jest wielowymiarowym procesem realizowanym w czasie i przestrzeni wszystkimi siłami i środkami zaangażowanych stron /państw, koalicji/;
- każdemu podstawowemu, wyróżnionemu aspektowi wojny odpowiada określony rodzaj walki, czyli określona relacja między stronami - uczestnikami o przeciwstawnych, niezgodnych celach.

Biorąc za podstawę prakseologiczny punkt widzenia wojnę należy

traktować jako system złożonych działań, który charakteryzują:

- cele działań wojennych, wynikające z polityki państw walczących i urzeczywistniane drogą wojny; determinują one charakter, formy, zakres i zasięg prowadzonych działań,
- podmiot działania, którym jest system kierowania politycznego państwa lub koalicji,
- przedmiot działania, którym jest system działań wojennych przeciwnika,
- środki działania, czyli całokształt środków militarnych, paramilitarnych, ideologicznych, moralno-psychologicznych, ekonomicznych, naukowo-technicznych itp. będących w dyspozycji danego systemu działań wojennych.

### 1.3. Definicja wojny. Istotne cechy wojen.

Badając zjawisko wojny na przestrzeni historii ludzkości, a szczególnie już w czasach nowożytnych naukowcy, różniąc się w szczegółach, w ich interpretacji, wyodrębnili określony zbiór elementów, których równoczesne zaistnienie powoduje wystąpienie zjawiska nazwanego wojną. Określenie zjawiska wojny przedstawione w Encyklopedii Powszechnej PWN /65/ zawiera wszystkie te elementy, które w istotny sposób wpływają na klasyfikację pojęcia "wojna".

"Wojna jest to walka zbrojna między koalicjami państw, państwami, grupami czy klasami społecznymi, będąca kontynuacją polityki przy użyciu środków przemocy; stanowi zjawisko społeczne i historyczne związane z antagonizmami właściwymi klasowej strukturze społeczeństwa ludzkiego".

Tak sformułowana definicja wskazuje na społeczny i klasowy charakter wojen, podając jako warunek konieczny wystąpienie walki zbrojnej.

Pod pojęciem walki zbrojnej rozumiemy /35/ wieloprzeciwstawne działanie przeciwstawnych sił zbrojnych zmierzających do osiągnięcia politycznych celów zaangażowanych stron niezgodnych z ce-

lami przeciwnika, drogą jego fizycznego obozwładnienia lub zniszczenia. Walka zbrojna stanowi całokształt przedsięwzięć realizowanych w trakcie działań wojennych przez siły zbrojne przy użyciu broni.

Złożoność zjawiska wojny powoduje, że dla jego kompleksowego rozpoznania konieczne jest rozpatrywanie wielu różnych cech. Ich zbadanie jest niezbędne do określenia związków przyczynowo-skutkowych między wojną i innymi zjawiskami społecznymi i w jego ramach oraz dla potrzeb celowego prowadzenia przygotowań i ewentualnego jej prowadzenia.

W związku z tym, że wojna obejmuje swoim zasięgiem cały zakres działalności walczących stron, także badane cachy ten zakres muszą pokrywać. Najogólniej wyróżnić można trzy grupy cech /nierozłączne/:

- społeczno-polityczne,
- gospodarcze,
- wojskowe.

Zbioru cech nie można traktować jako zamkniętego. Badanie różnych aspektów tej samej wojny może powodować konieczność rozpatrywania w każdym przypadku innego zbioru cech.

W pracy /26/ zestawione zostały wybrane zdaniem autora istotniejsze cachy wojen. Przedstawiono je w tablicy 1.2.

Fakt, że wojna jest zjawiskiem historycznym daje podstawy do analizy występujących na różnych jej etapach związków i zależności, a w efekcie możliwość sformułowania praw wojny.

Proces formułowania i badania tych praw jest procesem otwartym. Należy się liczyć z tym, że postęp w badaniach naukowych pozwoli ujawnić nowe prawa oraz rozszerzyć interpretację praw już znanych.

Prawa wojny należą do grupy praw społecznych /wojna jest m.in. zjawiskiem społecznym/, szersze od nich są ogólne prawa dialektyki, a węższe - prawa walki zbrojnej.

Tablica 1.2.

W Y B R A N E C E C H Y W O J E N

Grupy cech		Kryterium	Cecha
Społeczno - polityczne	Gospodarcze	Moralno - polityczne	Sprawiedliwa-niesprawiedliwa
		Następstwa społeczno-polityczne	Postępowa - reakcyjna
		Prawne	Agresywna - nieagresywna
		Charakter przeciwieństw	Między państwami o różnych ustrojach
			Między państwami o jednokowych ustrojach
		Suwerenność państwa	Domowa Zaborcza - niezaborcza
	Wojskowe	Stopień wykorzystania potencjału	Ograniczona - nieograniczona
		Stopień bezwzględności przemocy	Totalna - nietotalna
		Sposób osiągnięcia celu	Wyczerpanie-wyniszczenie nieprzyjaciela
		Czas trwania	Krótkotrwała-długotrwała
		Zasięg terytorialny	Lokalna - światowa
		Powiązania polityczno-wojskowe	Koalicyjna-niekoalicyjna
		Stosowane środki rażenia	Konwencjonalna - niekonwencjonalna
Organizacja sił zbrojnych	Regularna - partyzancka		
Sposób rozpoczęcia wojny	Prewencyjna-nieprewencyjna		
Sposób prowadzenia wojny	Manewrowa - pozycyjna		

Do chwili obecnej sformuowane zostały dwa prawa wojny /26/:

1. charakter, przebieg i wynik wojny zależne są od polityki państwa /koalicji państw, klas społecznych/ - jest to główne prawo wojny,
2. charakter, przebieg i wynik wojny zależy od wykorzystywanego na jej rzecz potencjału wojennego.

Pierwsze prawo wynika z następujących przesłanek:

- polityka wyznacza cele państwa /także wojenne/, a z tego wynika potencjalny przeciwnik,
- decyzje polityczne narzucają formy i metody przygotowania państwa do wojny,
- decyzje polityczne określają termin rozpoczęcia wojny i sposób wykorzystania potencjału wojennego.

Z ostatniej przesłanki wynika nadrzędność prawa pierwszego nad drugim, które wiąże charakter, przebieg i wynik wojny z potencjałem wojennym stron.

Na potencjał wojenny strony składa się:

- potencjał moralno - polityczny - wyrażający stosunek obywateli do wojny,
- potencjał gospodarczy - wyrażający mobilność gospodarki, stan sił wytwórczych, liczbę ludności, jej poziom wykształcenia, dysponowane bogactwa naturalne, stan komunikacji, stan rozwoju rolnictwa, stopień zorganizowania społeczeństwa,
- potencjał wojskowy - wyrażający liczebność sił zbrojnych, ich poziom wykształcenia, ilość i jakość techniki wojennej, sprawność kierowania.

Wszystkie wymienione potencjały są wzajemnie ściśle powiązane i dopiero ich "suma" stanowi o rzeczywistych możliwościach państwa /koalicji/ do prowadzenia wojny.

Oczywiście możliwości te są wartościami względnymi, szacowanymi

w stosunku do konkretnego, potencjalnego przeciwnika, w konkretnej prognozowanej sytuacji. Szacunki te mogą okazać się krańcowo inne przy zmianie założeń podstawowych, tzn. np. w stosunku do innego przeciwnika lub w zmienionych warunkach rywalizacji.

Przedstawione wyżej przesłanki stanowią konkretny czynnik przemawiający za celowością prowadzenia wszechstronnych analiz dotyczących możliwie dużej ilości prawdopodobnych wariantów przyszłych sytuacji, w jakich może znaleźć się dane państwo, klasa lub koalicja.

Analizy takie prowadzone były od zarania dziejów. W miarę rozwoju potencjałów naukowego i technicznego rozpatrywano coraz bardziej złożone sytuacje, "rozgrywane" w coraz bardziej skomplikowanym otoczeniu. Wymagało to zarówno wzbogacenia, jak i doskonalenia narzędzi badawczych. Nauki wojskowe, a więc grupa nauk podstawowa z punktu widzenia badania zjawiska wojny sprostakły temu zadaniu i obecnie stosowane przez nie metody stanowią system z określonymi powiazaniami, uwarunkowaniami i zależnościami.

Kończąc zaprezentowany tu krótki przegląd poglądów na zjawisko wojny niezbędnym wydaje się zasygnalizowanie pojawienia się ostatnio nowego poglądu na stany, w jakich może znajdować się świat.

Powszechny, dotychczasowy pogląd głosi, że świat może być w jednym z dwu stanów: pokoju lub wojny. Nie budziło to wątpliwości do chwili pojawienia się broni jądrowej. Od tego momentu, tzn. od 1945 r. możliwości tej broni uległy zasadniczym zmianom: wzrosła jej moc, "czystość", ilość i dostępność.

Równolegle rozwijały się środki jej przenoszenia. Wzrastała ich ilość /lotnictwo strategiczne, atomowe okręty podwodne, rakiety/ i jakość /broń precyzyjnego rażenia/.

Wszystkie te fakty doprowadziły do sytuacji, że pięć państw dysponuje bronią jądrową, głównie ZSRR i USA oraz znacznie więcej

państw /w tym wszystkie państwa NATO i UW / dysponują środkami jej przenoszenia. Każda ze stron w ewentualnym konflikcie światowym jest w stanie skutecznie porazić dowolny punkt na kuli ziemskiej.

Skutki użycia broni masowego rażenia sprawdzone praktycznie w Hiroszmie i Nagasaki, eksperymentalnie na poligonach jądrowych i teoretycznie w wielu pracach naukowych pozwalają wątpić w możliwość osiągnięcia jakichkolwiek celów politycznych drogą masowego jej użycia.

W przytoczonych wcześniej i obowiązujących obecnie poglądach na istotę wojny dominuje celowość jej prowadzenia: osiągnięcie korzyści politycznych.

Jeżeli działania z użyciem broni jądrowej nie pozwalają ich uzyskać, to nie można mówić o zjawisku wojny w sensie przyjętej definicji.

W tej sytuacji postuluje się /27/ wprowadzenia obok pokoju i wojny trzeciego stanu, w którym może znaleźć się świat - stanu kataklizmu atomowego.

Eskalacja wrogich działań między stronami może doprowadzić do zmian stanów, w których znajduje się świat. Przedstawia to rys.1.3. /27/.

Planując eksperymenty symulacyjne lub innego rodzaju badania zjawiska wojny należy mieć powyższe na uwadze, ograniczając problem badawczy do rozpatrzenia różnych wariantów użycia broni konwencjonalnych i ewentualnie wycinkowego - broni masowego rażenia /np. do 10 MT - rys.1.3./.

#### 1.4. Wybrane metody badawcze zjawiska wojny.

Wyróżnić można cztery podstawowe kryteria systemowego różnicowania metod wojskowych badań naukowych /26/:

KATAKLIZM ATOMOWY

Celów politycznych nie można osiągnąć

WOJNA

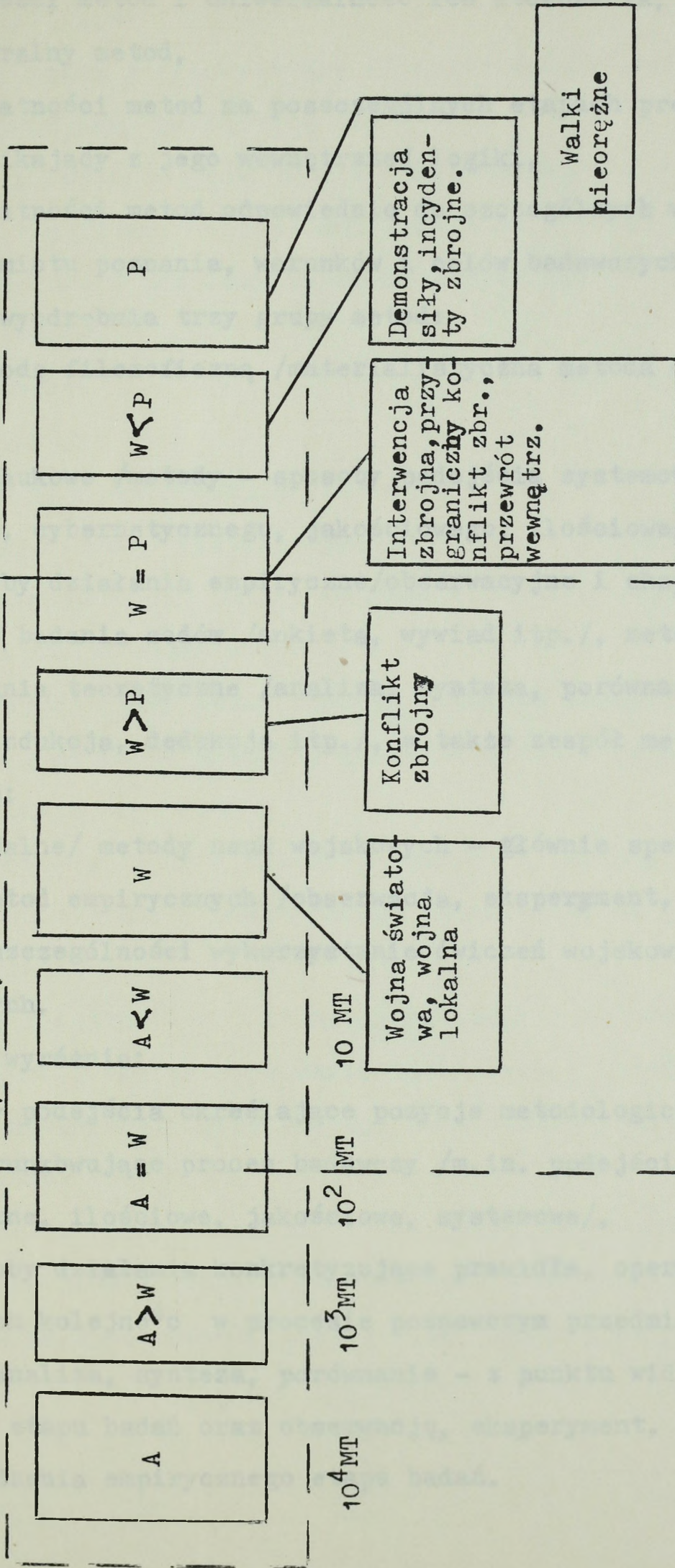
Cele polityczne można osiągnąć

POKOJ

poprzez:

wszystkie rodzaje walki /z walką zbrojną/

walki nieoreźne



Rys. 1.3. Stan pokoju, wojny i kataklizmu atomowego.

1. stopień ogólności metod i uniwersalność ich stosowania,
2. skład strukturalny metod,
3. stopień przydatności metod na poszczególnych etapach procesu poznania, wynikający z jego wewnętrznej logiki,
4. stopień przydatności metod odpowiednio do szczególnych właściwości przedmiotu poznania, warunków i celów badawczych.

Kryterium /1/ wyodrębnia trzy grupy metod:

- powszechną metodę filozoficzną /materialistyczna metoda dialektyczna/,
- metody ogólnonaukowe /metody - sposoby podejścia systemowego, informacyjnego, cybernetycznego, jakościowego, ilościowego itd; metody - sposoby działania empiryczne/obserwacyjne i eksperymentalne/, metody badania sądów /ankieta, wywiad itp./, metody - sposoby działania teoretyczne /analiza, synteza, porównanie, uogólnienie, indukcja, dedukcja itp./, a także zespół metod matematycznych;
- swoiste /specjalne/ metody nauk wojskowych - głównie specyficzne postacie metod empirycznych /obserwacja, eksperyment, modelowanie /, a w szczególności wykorzystanie ćwiczeń wojskowych do celów badawczych.

Kryterium /2/ wyróżnia:

- metody-sposoby podejścia określające pozycje metodologiczne badacza, ukierunkowujące proces badawczy /m.in. podejście historyczne, logiczne, ilościowe, jakościowe, systemowe/,
- metody - sposoby działania konkretyzujące prawidła, operacje, czynności i ich kolejność w procesie poznawczym przedmiotu badań /m.in. analiza, synteza, porównanie - z punktu widzenia teoretycznego etapu badań oraz obserwację, eksperyment, ćwiczenie z punktu widzenia empirycznego etapu badań.

Kryterium /3/ wyróżnia:

- empiryczny etap badań z typowymi dla niego metodami: obserwacyjna, eksperymentalna, poligonową itp.,
- teoretyczny etap badań z typowymi dla niego metodami - sposobami podejścia i metodami - sposobami działania.

Kryterium /4/ dokonuje podziału badań naukowych na:

- badania historyczne,
- badania współczesne,
- prognozykę wojskową.

Z powyższego wynika bezpośrednio istnienie:

- metod wojskowych badań historycznych,
- metod badań współczesnej sztuki wojennej,
- metod prognozowania wojskowego.

Przedstawione wyżej grupy metod badania zjawiska wojny nie są rozłącznymi, tzn., że pewne elementy powtarzają się w różnych metodach przy różnych kryteriach.

Istotnym zagadnieniem przy stosowaniu konkretnej metody jest poziom aparatu teoretyczno - praktycznego pozwalający na jej rozbudowę i wykorzystanie.

Pojawienie się elektronicznej techniki obliczeniowej zrewolucjonizowało możliwości i zakres stosowania niektórych z metod, takich jak badania prognostyczne, różne rodzaje modelowania /matematyczne, symulacyjne/ i inne.

Właśnie modelowanie przy szerokim, różnorodnym stosowaniu maszyn cyfrowych stanowi obecnie jedną z podstawowych metod badania skomplikowanych zjawisk społecznych, a więc m.in. także zjawiska wojny.

#### 1.5. Badanie systemowe zjawiska wojny.

"Przez system rozumie się zbiór wzajemnie powiązanych elementów lub części składowych pewnej całości"/33/.

"System działania to taki obiekt rzeczywisty, który:

- realizuje celowe działanie,
- może być współużyteczny z innymi systemami,
- może składać się z innych systemów,
- może zmieniać się i doskonalić,
- trwa w czasie,
- zużywa się i wymaga odnowy"/32/.

Przytoczone wyżej określenia pojęcia "system" pozwalają przyporządkować mu zjawisko wojny, a w konsekwencji stosować względem niej w celach poznawczych cały aparat badań systemowych, a w szczególności modelowanie systemowe.

Zbudowanie modelu systemowego wymaga przeprowadzenia szeregu działań poznawczych /56/:

- obserwacji danego systemu rzeczywistego,
- konceptualizacji, czyli stworzenia przestrzeni istotnych cech systemu,
- idealizacji, czyli określenia związków pomiędzy głównymi z istotnych cech systemu,
- konkretyzacji, czyli uwzględnienia cech ubocznych,
- weryfikacji, czyli logicznego i empirycznego sprawdzania praw systemowych,
- preparacji, czyli podjęcia działań praktycznych prowadzących do zaspokojenia konkretnych potrzeb.

Budując model systemu, w tym także wojny, należy mieć na uwadze cel, dla którego jest on konstruowany, a zatem będzie on /w rozpatrywanym w pracy przypadku/ modelem typu pragmatyczno-decyzyjnego poz-

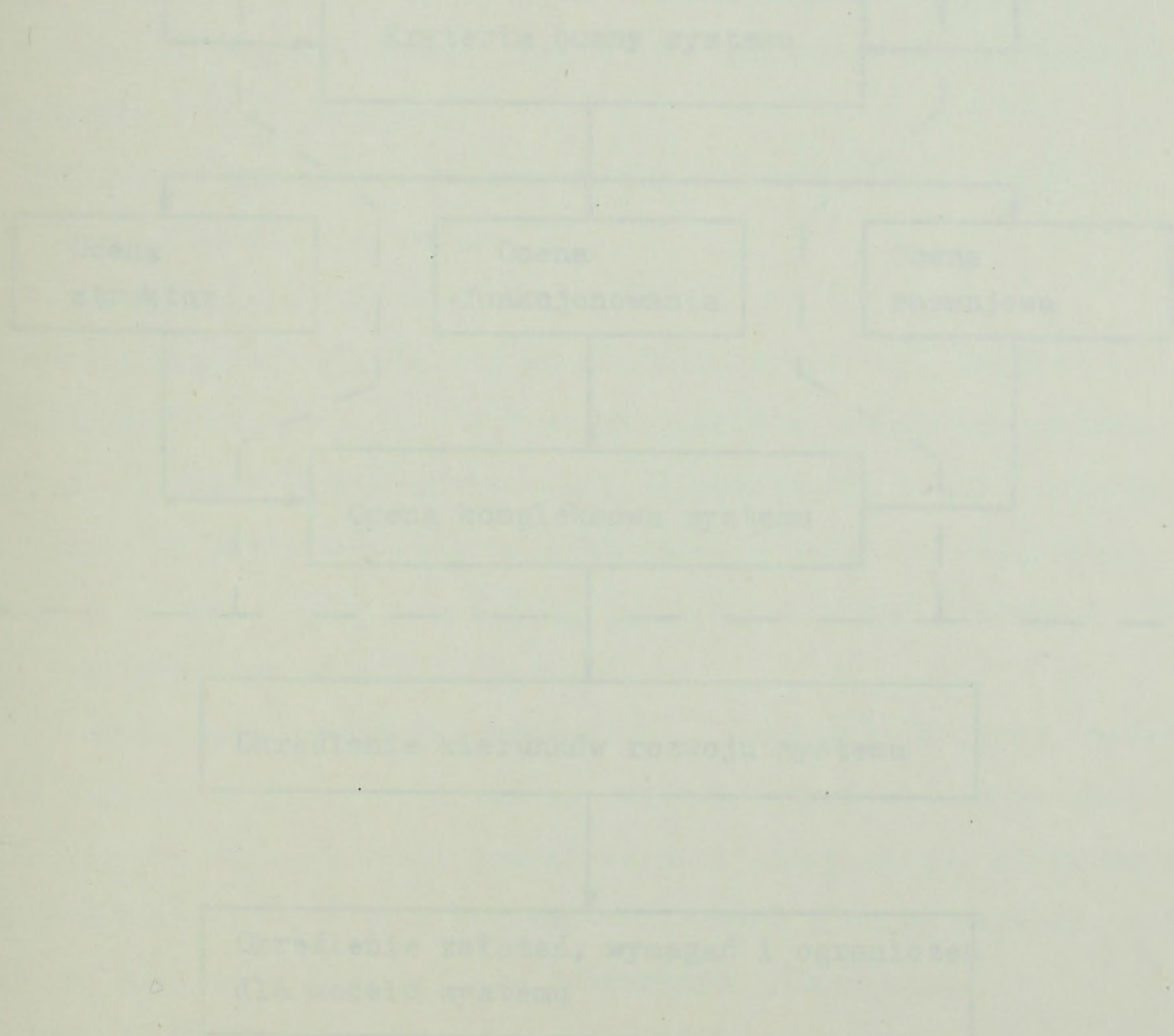
walającym wysnuwać wnioski niezbędne dla decyzji dotyczących przyszłości.

Z tego powodu należy uwzględnić:

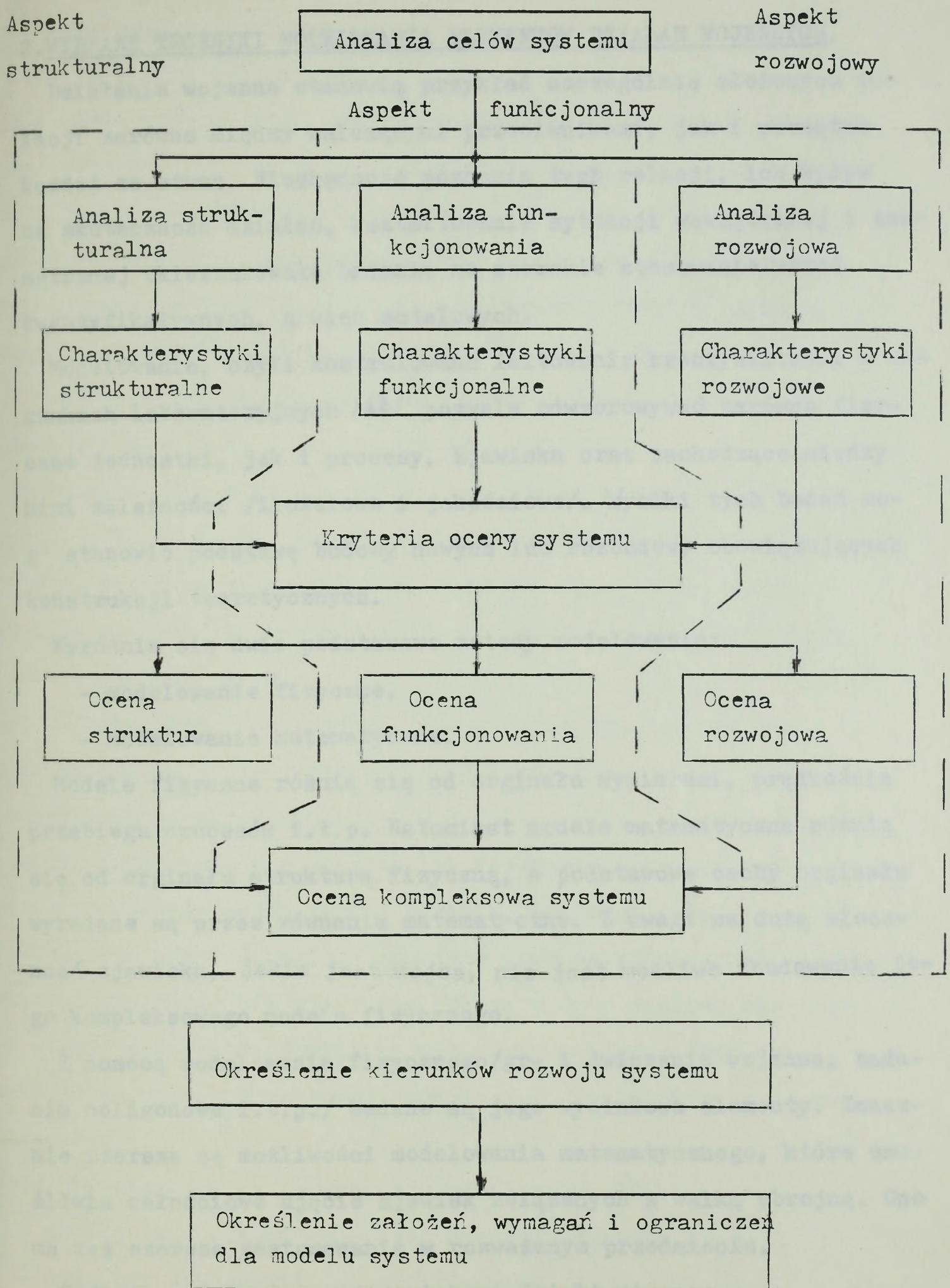
- strukturę /budowę/ systemu,
- funkcjonowanie /działanie/ systemu,
- rozwój /ewolucję/ systemu.

Rys. 1.4. przedstawia poglądowy schemat kompleksowego modelowania uwzględniającego wyżej wymienione aspekty badań.

Przedstawione wyżej podejście do modelowania systemowego zabezpiecza uwzględnianie podstawowych cech modelowanego systemu z uwagi na stawiane przed modelem zadania.



Rys. 1.4. Poglądowy schemat kompleksowego modelowania uwzględniającego wyżej wymienione aspekty badań.



Rys. 1.4. Poglądowy schemat kompleksowego modelowania systemowego.

## 2. WYBRANE TECHNIKI MODELOWANIA ELEMENTÓW DZIAŁAŃ WOJENNYCH.

Działania wojenne stanowią przykład szczególnie złożonych relacji zarówno między walczącymi przeciwnikami, jak i wewnątrz każdej ze stron. Niezbędność poznania tych relacji, ich wpływ na skuteczność działań, kształtowanie sytuacji wewnętrznej i zewnętrznej ukierunkowała badania na szerokie stosowanie metod kwantyfikatywnych, a więc modelowych.

Modelowanie, czyli kontrolowane imitowanie rzeczywistości w warunkach laboratoryjnych /44/ pozwala odwzorowywać zarówno fizyczne jednostki, jak i procesy, zjawiska oraz zachodzące między nimi zależności /ilościowe i jakościowe/. Wyniki tych badań mogą stanowić podstawę budowy nowych lub rozbudowy obowiązujących konstrukcji teoretycznych.

Wyróżnia się dwie podstawowe metody modelowania:

- modelowanie fizyczne,
- modelowanie matematyczne.

Modele fizyczne różnią się od oryginału wymiarami, prędkością przebiegu procesów i.t.p. Natomiast modele matematyczne różnią się od oryginału strukturą fizyczną, a podstawowe cechy oryginału wyrażane są przez równania matematyczne. Z uwagi na dużą złożoność zjawiska, jakim jest wojna, nie jest możliwe zbudowanie jego kompleksowego modelu fizycznego.

Z pomocą modelowania fizycznego/gry i ćwiczenia wojenne, badania poligonowe i.t.p./ badane są jego wycinkowe elementy. Znacznie szersze są możliwości modelowania matematycznego, które umożliwia całościowe ujęcie zjawisk związanych z walką zbrojną. Ono ma też szersze zastosowanie w rozważanym przedmiocie.

Ogólnie modelowanie matematyczne dzieli się na:

- modelowanie analityczne,

- modelowanie statystyczne,
- modelowanie symulacyjne.

Podstawową zaletą metod analitycznych jest umożliwienie oceny wpływu różnorodnych czynników /od strony ilościowej i jakościowej/.

Wadą natomiast - konieczność znacznych uproszczeń rzeczywistości, do tego stopnia, żeby możliwe było znalezienie rozwiązania analitycznego. Z tego też względu przy badaniu dużych, skomplikowanych systemów rzeczywistych wskazane jest modelowanie statystyczne. Pozwala ono na uzyskanie szeregu losowych realizacji kryteriów i następnie statystyczne ich opracowanie.

Wykonanie modeli statystycznych jest procesem bardzo pracochłonnym, z tego względu celowym jest wcześniejsze opracowanie prostych, wycinkowych modeli analitycznych zjawisk i w oparciu o analizę otrzymanych wyników podjęcie decyzji o ewentualnym modelowaniu statystycznym.

Pod modelowaniem symulacyjnym /16/ rozumie się "proces konstruowania modelu systemu rzeczywistego oraz przeprowadzenie eksperymentów symulacyjnych na tym modelu w celu poznania /zrozumienia/ zachowania się systemu lub dokonania oceny różnych strategii zapewniających funkcjonowanie danego systemu".

Przytoczona wyżej definicja traktuje problem modelowania kompleksowo, obejmując nie tylko sam proces budowy modelu, ale również celowe eksperymentowanie na nim. Tak więc przy modelowaniu symulacyjnym występują elementy modelowania analitycznego i statystycznego.

Model symulacyjny ma następujące właściwości /3/ :

- przedstawia całość lub część systemu przedmiotowego,
- może być wykonywany lub modyfikowany,
- jedna z jego zmiennych jest czas lub liczba powtórzeń,
- jego przeznaczeniem jest ułatwienie poznania systemu przed-

miotowego, co może oznaczać, że model :

- jest częściowym opisem tego systemu,
- służy wyjaśnieniu jego działania w przeszłości,
- pozwala na prognozowanie jego działania w przyszłości,
- służy nauczaniu istniejącej teorii, pozwalającej poznać system przedmiotowy.

Jak wynika z powyższego, modelowanie symulacyjne stanowi najdogodniejszą metodę badania bardzo skomplikowanych systemów rzeczywistych: nieliniowych, stochastycznych, niestacjonarnych. Niewątpliwie takim systemem jest zjawisko działań wojennych i do jego badania modelowanie symulacyjne z elementami analitycznymi i stochastycznymi jest adekwatne. Wyróżnia się trzy grupy modeli /57/:

1. "modele proste" odwzorowujące wybrane elementy walki zbrojnej /procesy rażenia/,
2. "modele kompleksowe" odwzorowujące procesy rażenia w połączeniu z procesami zabezpieczenia bojowego /wspomagania/ i /lub/ zabezpieczenia materiałowo - technicznego /zaśilania/,
3. "modele globalne" uwzględniające wszystkie procesy mające bezpośredni i pośredni wpływ na przebieg i wynik działań, np. walki niezbrojne, procesy gospodarcze, demograficzne i.t.p.

W dalszej części części rozdziału przedstawione zostaną przykłady technik modelowania w wyżej wymienionych grupach.

## 2.1. MODELE "PROSTE" /wybrane przykłady/.

### 2.1,1. Liniowy model walki Lanchester'a.

Uproszczony analityczny model walki, zwany równaniami Lanchester'a / 6, 8/ opisuje walkę zbrojną dwóch stron, określając jej wynik na podstawie stosunku sił. Sam proces jest zdeterminowany, rozgrywany przy znanej, nieziennej efektywności uzbrojenia.

Walka "toczy się" między dwoma jednorodnymi ugrupowaniami środ-

ków ogniowych walczących stron. Środki te opizane są następującymi parametrami:

- $m, n$  - ilość środków ogniowych walczących stron w chwili rozpoczęcia walki  $/t=0/$ ,
- $\lambda, \mu$  - intensywność prowadzenia ognia przez pojedyncze środki ogniowe,
- $p, q$  - prawdopodobieństwo zniszczenia środka ogniowego przeciwnika pojedynczym strzałem.

Równania modelujące walkę sformuowane zostały przy następujących założeniach:

- każdy środek ogniowy może znajdować się w jednym z dwóch stanów "rażony - nierażony",
- każdy środek ogniowy do chwili zniszczenia realizuje losowy strumień strzałów ze średnią szybkostrzelnością  $\lambda$  lub  $\mu$  o rozkładzie Poissona,
- jednym strzałem można zniszczyć co najwyżej jeden środek ogniowy przeciwnika z prawdopodobieństwem  $p$  lub  $q$ ,
- potencjał bojowy strony w dowolnej chwili  $t$  jest proporcjonalny do wartości oczekiwanej liczby ocalałych środków ogniowych:  $m/t/$  i  $n/t/$ .

Przy podanych wyżej założeniach układ równań różniczkowych modelujący przebieg walki ma postać tzw. liniowego prawa Lanchester:

$$\begin{cases} \frac{dm /t/}{dt} = -\mu \cdot q \cdot n/t/ \\ \frac{dn /t/}{dt} = -\lambda \cdot p \cdot m/t/ \end{cases}$$

z warunkami początkowymi: 
$$\begin{cases} m/0/ = M, \\ n/0/ = N. \end{cases}$$

Układ ten jest słuszny dla przedziału czasowego  $[0, T)$  takiego, że w tym czasie żadna ze stron nie została całkowicie zniszczona, tzn., że: 
$$\bigwedge_{t \in [0, T)} (m/t/ > 0) \wedge (n/t/ > 0)$$

Przedstawiony liniowy model Lanchestera odnosił się do wojen, w których "broń była bezpośrednio przeciwko broni", a więc był adekwatny mniej więcej do I wojny światowej /biorąc pod uwagę szczebel strategiczny/ /56/. Jego sens wyraża zależność:

$$E = \frac{n/t_0/ - n/t_k/}{m/t_0/ - m/t_k/}$$

gdzie:

$\left. \begin{matrix} n/t_0/ \\ m/t_0/ \end{matrix} \right\}$  ilość środków stron przed rozpoczęciem walki,

$\left. \begin{matrix} n/t_k/ \\ m/t_k/ \end{matrix} \right\}$  ilość środków stron po zakończeniu walki.

Zatem równania liniowe Lanchestera pozwalają poprzez uwzględnienie określonych współczynników "oddziaływania" otrzymać średnie oczekiwane straty stron w czasie walki przy założeniu, że walka rozpatrywana jest jako pojedynki między pojedynczymi jednostkami bojowymi prowadzące do zniszczenia jednej z nich. W modelu **nie** można uwzględniać ześrodkowania ognia, co powoduje, że przy rozpatrywaniu końcowej fazy walki otrzymane wyniki mogą być obarczone dużym błędem.

### 2.1.2. Modelowanie boju spotkaniowego.

W przytoczonym przykładzie autor /30/ wykorzystując ogólną

zasadę tworzenia równań Lanchestera, przy użyciu rachunku macierzowego stworzył model boju spotkaniowego oddziału, pozwalający w efekcie ocenić efektywność "rozegranej" walki pod kątem uczestniczących w niej stron. Nie wchodząc w szczegóły dotyczące opisu poszczególnych elementów składowych procesu modelowania, sam model przedstawiony jest jako układ równań określający dla każdej ze stron zmiany jej stanu bojowego w czasie wskutek niszczącego oddziaływania przeciwnika. Równania te zostały sformułowane przy następujących założeniach:

1. stan bojowy strony jest funkcją ilości środków walki w jej pododdziałach,
2. stan bojowy efektywny jest funkcją tej ilości środków walki, która jest zdolna zwalczać środki walki przeciwnika,
3. możliwości poszczególnych środków walki w zakresie zwalczania innych środków walki określa "intensywność zwalczania",
4. aktualna macierz walki opisuje oddziaływania istniejące między pododdziałami stron walczących w danej chwili czasu.

Zależności funkcyjne charakterystyk o kolejnych stopniach agregacji można przedstawić w postaci graficznej /jak na rys.

2.1./ lub w postaci symbolicznej /symbole ze znakiem ""

odnoszą się do strony przeciwnej/:

- stan bojowy efektywny:  $B = f_1 / b, Q, G, W /$

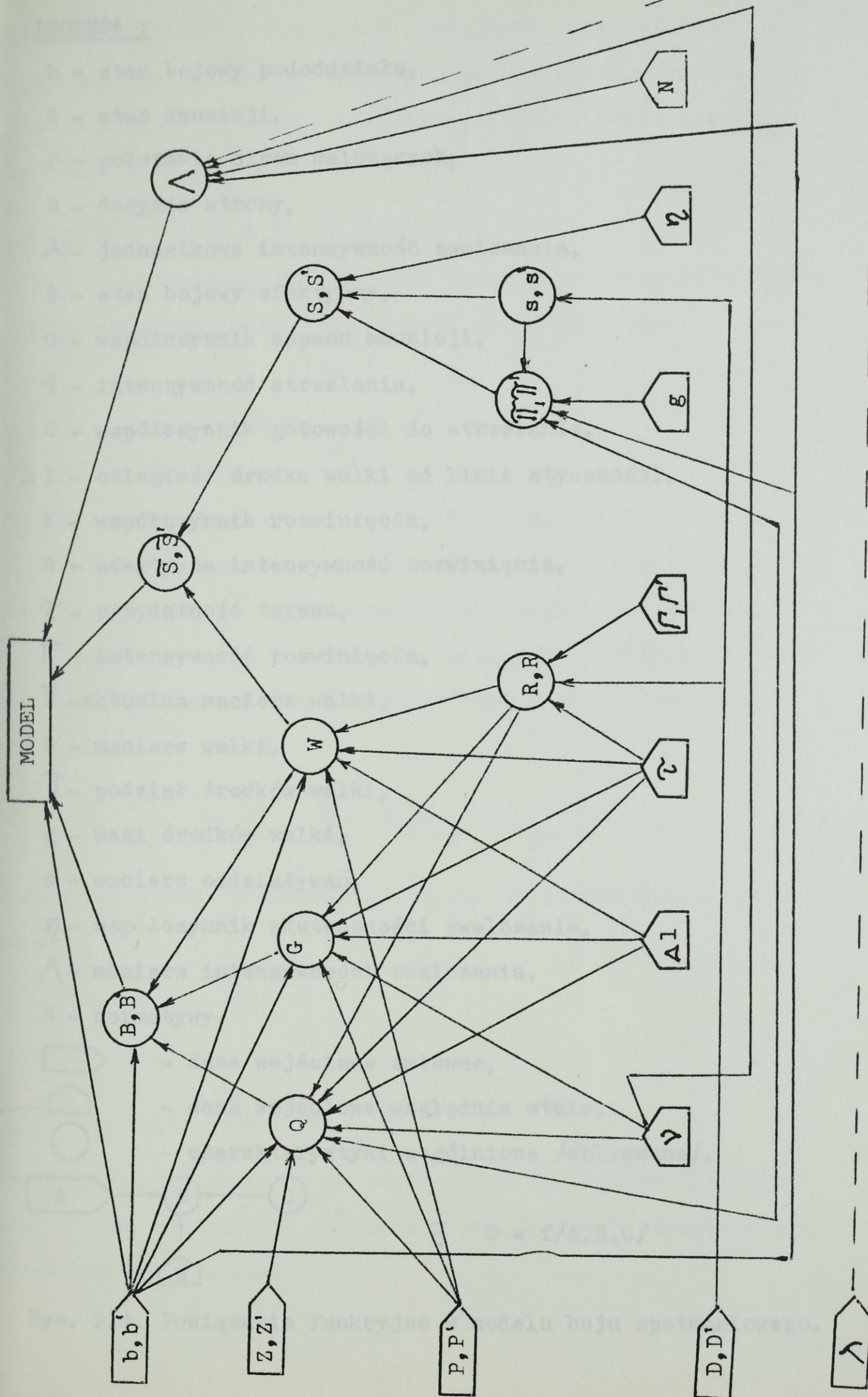
$$B' = f'_1 / b', Q, G, W /$$

- aktualna macierz walki:  $\bar{S} = f_2 / W, S /$

$$\bar{S}' = f'_2 / W, S' /$$

- macierz jednostkowej intensywności :




$$\lambda = f_3 / v, N, b, b' /$$

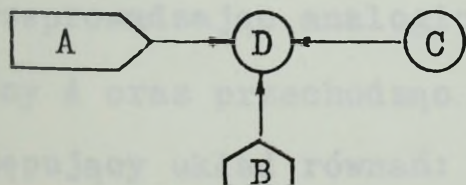


Uwaga. Legenda do rysunku - na kolejnej stronie.

LEGENDA :

- b - stan bojowy pododdziału,
- Z - stan amunicji,
- P - położenie stron walczących,
- D - decyzja strony,
- $\lambda$  - jednostkowa intensywność zwalczania,
- B - stan bojowy efektywny,
- Q - współczynnik zapasu amunicji,
- $\checkmark$  - intensywność strzelania,
- G - współczynnik gotowości do strzelania,
- $\Delta l$  - odległość środka walki od linii styczności,
- W - współczynnik rozwinięcia,
- R - efektywna intensywność rozwinięcia,
- $\tau$  - przydatność terenu,
- $\Gamma$  - intensywność rozwinięcia,
- $\bar{S}$  - aktualna macierz walki,
- S - macierz walki,
- $\Pi$  - podział środków walki,
- g - wagi środków walki,
- s - macierz oddziaływań,
- $\eta$  - współczynnik skuteczności zwalczania,
- $\Lambda$  - macierz intensywności zwalczania,
- N - normatywy.

-  - dane wejściowe zmienne,
-  - dane wejściowe względnie stałe,
-  - charakterystyki uogólnione /obliczone/.



$$\equiv D = f/A, B, C/$$

Rys. 2.1. Powiązania funkcyjne w modelu boju spotkaniowego.

gdzie oznaczenia zmiennych i ich powiązania - jak na rys. 2.1.

Model boju spotkaniowego oddziału stanowi układ równań wiążący stan bojowy, stan bojowy efektywny, aktualną macierz walki, intensywność zwalczania i czas walki:

$$\text{MODEL } \frac{df}{dt} = f / b, b', B, B', \bar{S}, \bar{S}', \Lambda, t /$$

Zmianę stanu bojowego  $\Delta b$  strony w przedziale czasu  $\Delta t$  w wyniku oddziaływania przeciwnika przedstawia się jako wektor:

$$\Delta b = \begin{bmatrix} \Delta b_1 \\ \vdots \\ \Delta b_k \end{bmatrix}$$

gdzie:  $\Delta b_i$  - zmiana stanu bojowego i-tego pododdziału.

Na  $E_i$  - ty poddziałek strony oddziałują środki walki z pododdziałów  $E_{k+1}, E_{k+2}, \dots, E_n$  przeciwnika /strona A posiada  $1, \dots, k$  pododdziałów, a strona B -  $k+1, \dots, n$  pododdziałów/. Aktualną ich ilość w danej chwili podaje wektor  $\bar{S}$  = aktualna macierz walki/:

$$\left\langle \sum_{p=k+1}^n S_{ip}^B P_1, \sum_{p=k+1}^n S_{ip}^B P_2, \dots, \sum_{p=k+1}^n S_{ip}^B P_r \right\rangle$$

Mnożąc ten wektor skalarnie przez wektor intensywności zwalczania

$$\langle \Lambda_{j_1}, \Lambda_{j_2}, \dots, \Lambda_{j_r} \rangle$$

otrzymuje się:

$$\Delta b_{ij} = \left( \sum_{q=1}^r \sum_{p=k+1}^n \bar{S}_{ip} \cdot B_{pq} \cdot \Lambda_{jq} \right) \cdot \Delta t$$

Przeprowadzając analogiczne rozumowanie dla strony B jak dla strony A oraz przechodząc do postaci różniczkowej otrzymuje się następujący układ równań:

$$\left. \begin{aligned} \frac{db}{dt} &= \bar{S}' B' \Lambda^T \\ \frac{db'}{dt} &= \bar{S} B \Lambda^T \\ b|_{t_0} &= b_0 \\ b'|_{t_0} &= b'_0 \end{aligned} \right\}$$

gdzie:

$\bar{S}, \bar{S}'$  - aktualna macierz walki strony,

$B, B'$  - stan bojowy efektywny strony,

$\Lambda^T$  - transponowana macierz  $\Lambda$  /intensywności zwalczania/,

$\bar{S}' B', \bar{S} B$  - iloczyn odpowiednich macierzy.

Ocenę "jakościową" rozegranego boju spotkaniowego przeprowadza się przy użyciu wskaźników wyliczonych w oparciu o potencjał strony walczącej zdefiniowany jako suma ważona ilości środków walki będących w posiadaniu strony walczącej:

$$\|b\| = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^r g_j \cdot b_{ij} \quad \text{dla strony A}$$

$$\|b'\| = \sum_{i=k+1}^n \sum_{j=1}^r g_j \cdot b_{ij} \quad \text{dla strony B}$$

gdzie:

$g_j$  - waga j-tego rodzaju środka walki,

$b_{ij}$  - ilość j-tego rodzaju środka walki w  $E_i$ -tym pododdziale,

$1, \dots, k$  - pododdziały strony A,

$k+1, \dots, n$  - pododdziały strony B.

Oznaczając ilość środków walki j-tego rodzaju strony przez:

$$\bar{b}_j = \sum_{i=1}^k b_{ij}$$

otrzymujemy łączny, ważony potencjał strony walczącej:

$$\|b\| = \sum_{j=1}^r g_j \bar{b}_j$$

Używając jako podstawy tej zależności przyjmuje się następujące wskaźniki oceny:

1. wskaźnik strat strony /jako różnica potencjałów/:

$$\|b_0\| - \|b_t\| - \text{dla strony A,}$$

$$\|b'_0\| - \|b'_t\| - \text{dla strony B,}$$

gdzie:

$$\|b_0\|, \|b'_0\| - \text{początkowe potencjały stron,}$$

$$\|b_t\|, \|b'_t\| - \text{potencjały stron w chwili } t;$$

2. wskaźnik stosunku sił stron /jako "bieżący" stosunek potencjałów stron/:

$$\frac{\|b_t\|}{\|b'_t\|} ;$$

3. wskaźnik strat względnych strony /jako różnicę wskaźników strat stron/:

$$V = (\|b_0\| - \|b_t\|) - (\|b'_0\| - \|b'_t\|)$$

Z analizy tego wskaźnika wynika, że celem strony A jest znalezienie decyzji pozwalającej minimalizować wartość V, natomiast celam strony B - znalezienie decyzji pozwalającej maksymalizować wartość V.

Zaprezentowany model daje możliwości przebadania dynamiki walki w warunkach w przybliżeniu oddających rzeczywistość.

"Macierzowe" opisy poszczególnych elementów pozwalają na przebadanie wpływu wybranych charakterystyk /przy ustalonych pozostałych/ na wynik końcowy, bądź przebieg całej walki.

### 2.1.3. Eksperymentalny model procesów walki na szczeblu taktycznym.

Eksperymentalny, symulacyjny model walki na szczeblu taktycznym /17/ pozwala na "odtworzenie" przebiegu walki związku taktycznego /z uwzględnieniem broni jądrowej/ w warunkach uwzględniających elementy pola walki wpływające na jej dynamikę i przebieg.

Przyjmuje się /dla potrzeb modelowania/, że proces walki jest to proces oddziaływania ogniowego i ruchu obiektów. Pod pojęciem obiekt rozumie się pododdziały, oddziały i związki taktacyjne stron.

Obiekt definiowany jest jako:

$$A \stackrel{\text{df}}{=} \langle X, Y \rangle$$

gdzie:

A - obiekt,

X - zbiór ludzi /stan osobowy/,

Y - zbiór urządzeń /uzbrojenie/.

Wyróżnia się zbiór L typów /rodzajów/ obiektów:

$$L = \{1, 2, \dots, 1, \dots, n\}$$

$A^1$  - obiekt 1-tego typu /rodzaju/.

Przyjmuje się hierarchiczną strukturę organizacyjną modelu. Podstawę /najniższy szczebel w hierarchii/ stanowi obiekt szczebla 0, rodzaju 1-tego o zadanej liczebności zbiorów  $X^0$  i  $Y^0$ :

$$A^{0,1} = \langle X^0, Y^0 \rangle.$$

Obiekt szczebla wyższego definiowany jest przy użyciu zbioru obiektów szczebla o 1 niższego:

$$A^{J,1} = \langle A^{J-1}, G^{J,1} \rangle$$

gdzie:

$$A^{J-1} = \{A_1^{J-1}, A_2^{J-1}, \dots, A_H^{J-1}\}$$

H - maksymalny numer obiektu szczebla J-1 wchodzącego w skład obiektu rzędu J,

$G^{J,1}$  - relacja określająca rodzaj obiektów rzędu /J-1/ wchodzących w skład obiektu rzędu J:

$$G^{J,1} \subset A^{J-1} \times L$$

Zatem każdy obiekt /zgodnie z powyższym opisem/ określany jest ilością i rodzajem wchodzących w jego skład obiektów niższego rzędu.

Każdy z obiektów dysponuje określoną zbiorem sił i środków.

Oznaczając przez

$$E_x^{J,1} = \{E_1, E_2, \dots, E_N\}$$

zbiór specjalności żołnierzy, to relacja

$$Q_x^{J,1} \subset E_x \times L$$

wyznacza zbiór specjalności wojskowych w etacie obiektu, a wektor

$$S_x^{J,1} = \langle S_1, S_2, \dots, S_N \rangle$$

określa liczbę żołnierzy każdej specjalności w obiekcie  $A^{J,1}$ .

Zatem:

$$S_x^{J,1} = \sum_{n=1}^N S_n$$

określa licznosc stanu osobowego obiektu  $A^{J,1}$ .

Analogicznie dla zbioru środków /uzbrojenia/ obiektu:

- zbiór grup uzbrojenia  $E_y = \{E_1, E_2, \dots, E_k\}$

- relacja określająca zbiór grup uzbrojenia na wyposażeniu obiektu  $A^{J,1}$ :

$$Q_y^{J,1} \subset E_y \times L$$

- wektor o składowych określających licznosci grup uzbrojenia na etacie obiektu  $A^{J,1}$ :

$$S_y^{J,1} = S_{1y}, S_{2y}, \dots, S_{Ny}$$

Czyli obiekt  $A^{J,1}$  o siłach  $X^{J,1}$  i środkach  $Y^{J,1}$   
 $/A^{J,1} = \langle X^{J,1}, Y^{J,1} \rangle /$  będzie określony przez wektory:

$$S_x^{J,1}, S_y^{J,1}$$

Oznaczając przez:

$S_{n,x}^{-J,1}, S_{m,y}^{-J,1}$  - licznosc odpowiednio n-tej specjalnosci żołnierzy i m-tego typu sprzętu na ewidencji obiektu  $A^{J,1}$ ,

$S_{n,x}^{J,1}, S_{m,y}^{J,1}$  - jak wyzej, ale licznosc zgodna z etatem,

można zdefiniować współczynniki ukompletowania dla n-tej specjalności wojskowej  $\alpha_{xn}$  i m-tego typu uzbrojenia  $\alpha_{ym}$  obiektu  $A^{J,1}$ :

$$\alpha_{x,n} = \frac{S_{n,x}^{-J,1}}{S_{n,x}^{J,1}} \quad \alpha_{y,m} = \frac{S_{m,y}^{-J,1}}{S_{m,y}^{J,1}}$$

Śledząc dynamikę zmian tych współczynników w funkcji czasu dla różnych obiektów otrzymuje się histogram ukompletowania za dany przebieg symulacyjny.

Omawiany model pozwala wyznaczać także ilościowy i jakościowy stosunek sił.

Dane są dwa różne obiekty:  $A_1^{J,1}, A_2^{J,1}$  o stosunkach osobowych /odpowiednio/  $S_{x1}^{J,1}, S_{x2}^{J,1}$  i stanach sprzętu /odpowiednio/  $S_{y1}^{J,1}, S_{y2}^{J,1}$ . Ilościowy stosunek stanów osobowych tych obiektów wyznacza się z zależności:

$$SS_x = \frac{\bar{S}_{x1}}{S_{x2}}$$

tzn. jako stosunek licznosci zbiorow osobowych obu obiektow.

I odpowiednio stosunek stanów sprzętu dla dwu obiektów wyznacza wektor:

$$G_y = \langle G_1, G_2, \dots, G_N \rangle$$

gdzie:

$$G_n = \frac{\bar{S}_{n,1}}{\bar{S}_{n,2}}$$

tzn. składowe wektora stanowią stosunek licznosci jednorodnych grup sprzętu i uzbrojenia.

Jakościowy stosunek sił wyznacza się w oparciu o potencjały elementarne: każdy element obiektu jest nosicielem określonego potencjału elementarnego. Ich suma stanowi potencjał obiektu.

Zatem potencjał bojowy  $P_A$  obiektu  $A^{J,1}$  wynosi:

$$P_A = \bar{S}_x \cdot h_0 + \sum_{n=1}^N \bar{S}_i \cdot h_i$$

gdzie:

$\bar{S}_x$  - licznosc zbioru żołnierzy,

$\bar{S}_i$  - licznosc zbioru i-tego rodzaju sprzętu,

$h_0$  - potencjał elementarny pojedynczego żołnierza,

$h_i$  - potencjał elementarny pojedynczego egzemplarza uzbrojenia i-tego typu.

Mając dwa obiekty  $A_1$  i  $A_2$  w stanach /odpowiednio/:  $S_{x,1}$ ,  $S_{x,2}$ ,  $S_{y,1}$ ,  $S_{y,2}$  jakościowy stosunek sił wyznaczany jest jako:

$$P = \frac{P_{A1}}{P_{A2}} = \frac{\bar{S}_{x1} \cdot h_{01} + \sum_{i=1}^{N_1} \bar{S}_i \cdot h_i}{\bar{S}_{x,2} \cdot h_{02} + \sum_{i=1}^{N_2} \bar{S}_i \cdot h_i}$$

Dla pełniejszego oddania dynamiki walki określona jest relacja w przyporządkowująca w czasie obiekty dwu walczących stron:

$$W \subset STR_{CZ} \times STR_N \times T$$

gdzie:

$STR_{cz} = \{N_1, N_2, \dots, N_i\}$  - zbiór obiektów strony cz,

$STR_N = \{N_{i+1}, N_{i+2}, \dots, N_{i+j}\}$  zbiór obiektów strony N,

$T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$  - zbiór chwil czasowych.

Zmieniając czas systemowy śledzi się w kolejnych chwilach  $t_1, t_2 \dots$  wzajemne przyporządkowanie sobie obiektów walczących stron określając dla nich omówione wyżej wskaźniki oraz poniesione w walce straty  $\Delta s$  w czasie  $t = t_2 - t_1$ :

$$\Delta s / t = s / t_1 - s / t_2$$

przyjmując, że

$$\Delta s = f / D, P /$$

gdzie:

D - rodzaj działań bojowych,

P - jakościowy stosunek sił.

Straty można obliczać np. z równań Lanchestera lub oceniać metodą ekspertów. Dla potrzeb modelu wielkość strat stabilizowano dla parametrów: stosunek potencjałów i rodzaj działań, przyjmując przedziały strat prawdopodobnych  $/s', s'' /$ , z których wielkość strat rzeczywistych wyznacza się losowo.

#### 2.1.4. Symulacyjny model procesu walki.

Omawiany model procesu walki /15/ stanowi przykład typowego modelu symulacyjnego. Ciągły proces walki przedstawiony jest metodą kolejnych zdarzeń. W efekcie realizacji eksperymentu symulacyjnego otrzymuje się historię stanów dwu zgrupowań, prowadzących przeciwko sobie działania bojowe, w oparciu o którą możliwe jest ustalenie względnej wyższości różnych rodzajów sił zbrojnych zaangażowanych w konflikcie zbrojnym.

System obejmuje czołgi, środki przeciwpancerne, jednostki kawalerii powietrznej. Walki "prowadzone" są przez dwa zgru-

powania bojowe na polu bitwy obejmującym określony obszar w terenie i przestrzeń powietrzną nad tym obszarem.

Jako "jednostki" w modelu występują pododdziały, pojazdy naziemne i powietrzne. Z chwilą zaistnienia dogodnych warunków /widoczność, zasięg, odpowiednia kombinacja "uzbrojenie - cel", odpowiednie prawdopodobieństwo zadania strat/ każda jednostka jest gotowa do rażenia określonej jednostki przeciwnego ugrupowania.

Podstawą symulacji jest "plan bitwy" określający dla każdej z jednostek drogę /wraz z alternatywami/ na polu walki i okresy czasu na przebycie określonych jej odcinków.

"Wykrycie" jednostki przeciwnika powoduje podjęcie decyzji odnośnie ataku. Jeżeli atak nastąpi /zdarzenie "otwarcia ognia"/, to w następnym kroku są szacowane straty /kilka stopni - od zniszczenia do braku strat/ i kontynuowane jest dalsze poruszanie się zgodnie z planem bitwy. Jednostka zaatakowana podejmuje decyzję o ewentualnym odpowiedzeniu ogniem. Symulacja dla danej jednostki kończy się w przypadku jej unieruchomienia lub dotarcia do końca drogi wyznaczonej planem bitwy.

Jak powiedziano na wstępie, efektem eksperymentu symulacyjnego jest historia stanów systemu. Jest ona tworzona przez historię stanów wszystkich jednostek. Stan pojedynczej jednostki określany jest przez wektor jej parametrów, którego składowymi są:

- wskaźniki przynależności do zgrupowania,
- wskaźniki grupy / można podobne jednostki łączyć tworząc dla nich wspólny plan walki/,
- kody typów i podtypów jednostek,
- uzbrojenie jednostki - maksymalnie w dwa rodzaje broni,
- ilość amunicji,

- aktualny stopień uszkodzenia,
- parametry aktualnego położenia na polu walki,
- wykaz jednostek przeciwnika wykrytych przez daną jednostkę,
- informacje dotyczące planu bitwy.

Podstawą "działań bojowych" stanowiących główny przedmiot badania symulacyjnego stanowi plan bitwy - opis dróg, wzdłuż których jednostka ma się poruszać. Plan ten składa się z węzłów i łączących je odcinków prostoliniowych. Do każdego węzła "przywiązane" są cztery parametry:

- $x, y$  - pozycja węzła na polu walki,
- $z$  - wysokość terenu w punkcie  $/x,y/$  lub dla pojazdów powietrznych - wysokość nad punktem  $/x,y/$ ,
- $t$  - czas na przebycie kolejnego odcinka drogi.

Po "przybyciu" do danego węzła jednostka prowadzi obserwację w celu wykrycia innych jednostek. Jednostki wykryte podlegają identyfikacji / w oparciu o "macierz identyfikacyjną"/. Po wykryciu i identyfikacji jednostki przeciwnika dana jednostka podejmuje decyzję o ewentualnym ataku w oparciu o wartość szeregu parametrów, takich jak:

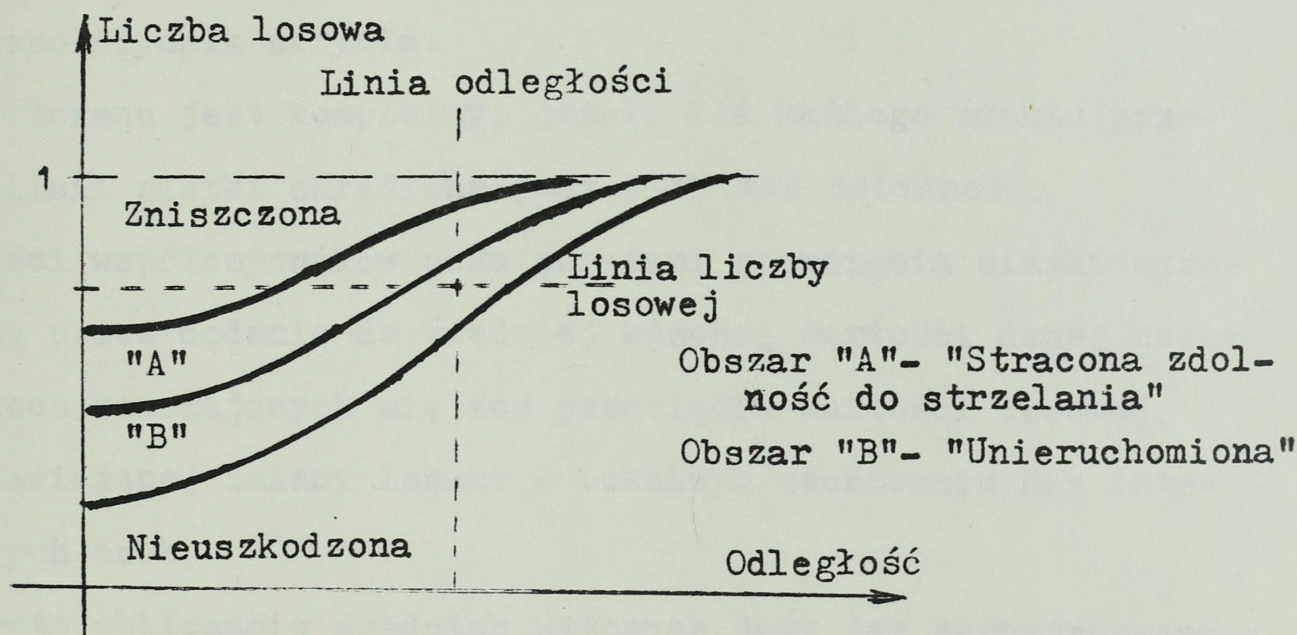
- istnienie właściwej kombinacji "broń - cel",
- oczekiwane prawdopodobieństwo zniszczenia / jako funkcja typu broni , typu rozpoznanej jednostki, odległości "strzelania"/.

W przypadku podjęcia decyzji o ataku, jednostka "strzela" raz, czego następstwem jest ocena zadanych strat. Są cztery stopnie sprawności jednostki:

- nieuszkodzona,
- unieruchomiona,
- pozbawiona zdolności strzelania,
- zniszczona.

Ocena strat wykonywana jest w oparciu o "krzywe szacowania strat" wykonywane dla każdej kombinacji współczynnika ochrony

terenowej, typu broni, typu jednostki i różnicy poziomów. Dla konkretnej kombinacji generowana jest liczba pseudolosowa z przedziału  $[0, 1]$  i dla danej odległości między jednostkami przyjmowany jest stan jednostki po ataku. Przykładowe krzywe szacowania strat dla załogi na ziemi przy współczynniku ochrony 1, różnicy wysokości 3 - 15 m i karabinie maszynowym jako jednostce atakującej przedstawia rys. 2.2. Symulacja procesu walki polega na wielokrotnym powtarzaniu omówionego wyżej cyklu, aż do wyczerpania listy zadań lub upłynięcia czasu przeznaczonych na badanie symulacyjne.



Rys. 2.2. Krzywe szacowania strat /przykład/.

Jednym z kluczowych elementów przedstawionego wyżej podejścia jest modelowanie terenu. Ma on wpływ bezpośredni lub pośredni na "walczące" jednostki, a więc na: ochronę terenową, obserwację, rozpoznawanie, strzelanie. Z tego względu bliżej przedstawię ideę odwzorowania terenu walki.

Kształt ziemi określony jest trójwymiarowym układem współrzędnych  $/x, y, z/$ . Osie  $x$  i  $y$  są w płaszczyźnie poziomej przechodzącej przez najniższy punkt terenu. Początek układu jest tak zlokalizowany, że wszystkie współrzędne jednostek mogą przyj-

mować wartości dodatnie. Na płaszczyznę  $/x,y/$  nałożona jest siatka prostokątna i wysokość terenu jest wyznaczona nad punktem przecięcia linii siatki. Wysokość dla innych punktów wyznacza się jako średnią ważoną wysokości zmierzonych w czterech otaczających ten punkt przecięciach.

Właściwości terenu opisywane są trójką:

$$WT = \langle z, c, s \rangle$$

gdzie:

$z$  - wysokość,

$c$  - współczynnik ochrony terenowej,

$s$  - współczynnik ukrycia.

Model terenu jest kompletny, jeżeli dla każdego punktu przecięcia linii siatki określona jest powyższa zależność.

Wartości współczynników poza punktami przecięcia siatki określone są przez dodanie do średniej ważonej wartości danej cechy w czterech otaczających miejsca przecięcia wartości losowej, przedstawiającej zmiany losowe w lokalnym zachowaniu się interesujących cech.

Algorytm obliczania średnich wyżonych jest tak skonstruowany, żeby dawał równomierną i ciągłą zmianę wartości cechy na obszerze danego prostokąta siatki oraz płaszczyznę ciągłą łączącą poszczególne prostokąty. Z przedstawionego powyżej opisu modelu symulacyjnego widać, że wymaga on dużych ilości informacji wejściowych. Każda rozbudowa lub uszczegółowienie modelu powoduje dalszy wzrost niezbędnej dla jego działania ilości informacji. Dodatkowym utrudnieniem jest fakt, że informacja ta wymaga uprzedniego przygotowania i wstępnego przetworzenia. Planując więc eksperymenty symulacyjne należy mieć ten fakt na uwadze.

2.2. MODELE "KOMPLEKSOWE" /wybrane przykłady/.

2.2.1. Uogólnione kwadratowe prawo Lanchastera.

W punkcie 2.1.1. omówiony został tzw. liniowy model walki Lanchastera, który opisuje dynamikę walki równaniami /56/:

$$\begin{cases} \frac{dn}{dt} = - \frac{1}{1+E} \\ \frac{dm}{dt} = - \frac{E}{1+E} \end{cases}$$

/ oznaczenia - jak w punkcie 2.1.1./.

Jeżeli w tych równaniach uwzględnione zostaną ubytki naturalne stanów osobowych i techniki oraz możliwości dokonywania uzupełnień, to otrzymamy układ równań o postaci /8/ :

$$\begin{cases} \frac{dm}{dt} = P - \frac{1}{1+E} - em \\ \frac{dn}{dt} = Q - \frac{E}{1+E} - dn \end{cases}$$

gdzie:

e, d - współczynniki określające ubytki naturalne stron / procent ubytków naturalnych w jednostce czasu/,

Q, P - prędkość uzupełniania jednostek odpowiednio jednej i drugiej strony.

Rozwiązanie tego układu równań jest znacznie bardziej skomplikowane niż poprzedniego i ma postać /8/ :

$$m = \frac{Qa - Pd}{ab - cd} + De^{\frac{1-\beta}{t}} + \frac{\alpha + k}{b} Fe^{-\frac{1+\beta}{t}}$$

$$n = \frac{Pb - Qc}{ab - cd} - \frac{\alpha + k}{d} De^{\frac{1-\beta}{t}} + Fe^{-\frac{1+\beta}{t}}$$

gdzie:

$$a = \frac{1}{1 + E}$$

$$b = \frac{E}{1 + E}$$

$$F = \frac{ab}{2\alpha/\alpha + k/} \left\{ \frac{\alpha - k}{a} \left[ m_0 + \frac{d - \alpha + k}{ab - cd} P \right] + \left[ n_0 + \frac{c - \alpha - k}{ab - cd} Q \right] \right\}$$

$$D = \frac{ab}{2\alpha/\alpha + k/} \left\{ \left[ m_0 + \frac{d + \alpha + k}{ab - cd} P \right] - \frac{\alpha + k}{b} \left[ n_0 + \frac{c + \alpha + k}{ab - cd} \right] \right\}$$

$$\beta = \frac{1}{2} / c + d / \quad k = \frac{1}{2} / c - d / \quad \alpha = \sqrt{k^2 - ab}$$

Z porównania postaci rozwiązania równań z punktu 2.1.1. z rozwiązaniami przedstawionymi powyżej widać, jak rosną trudności w przypadku analitycznego modelowania walki zbrojnej przy zwiększaniu liczby uwzględnionych jej charakterystyk.

### 2.2.2. Model materiałowego zabezpieczenia wojsk.

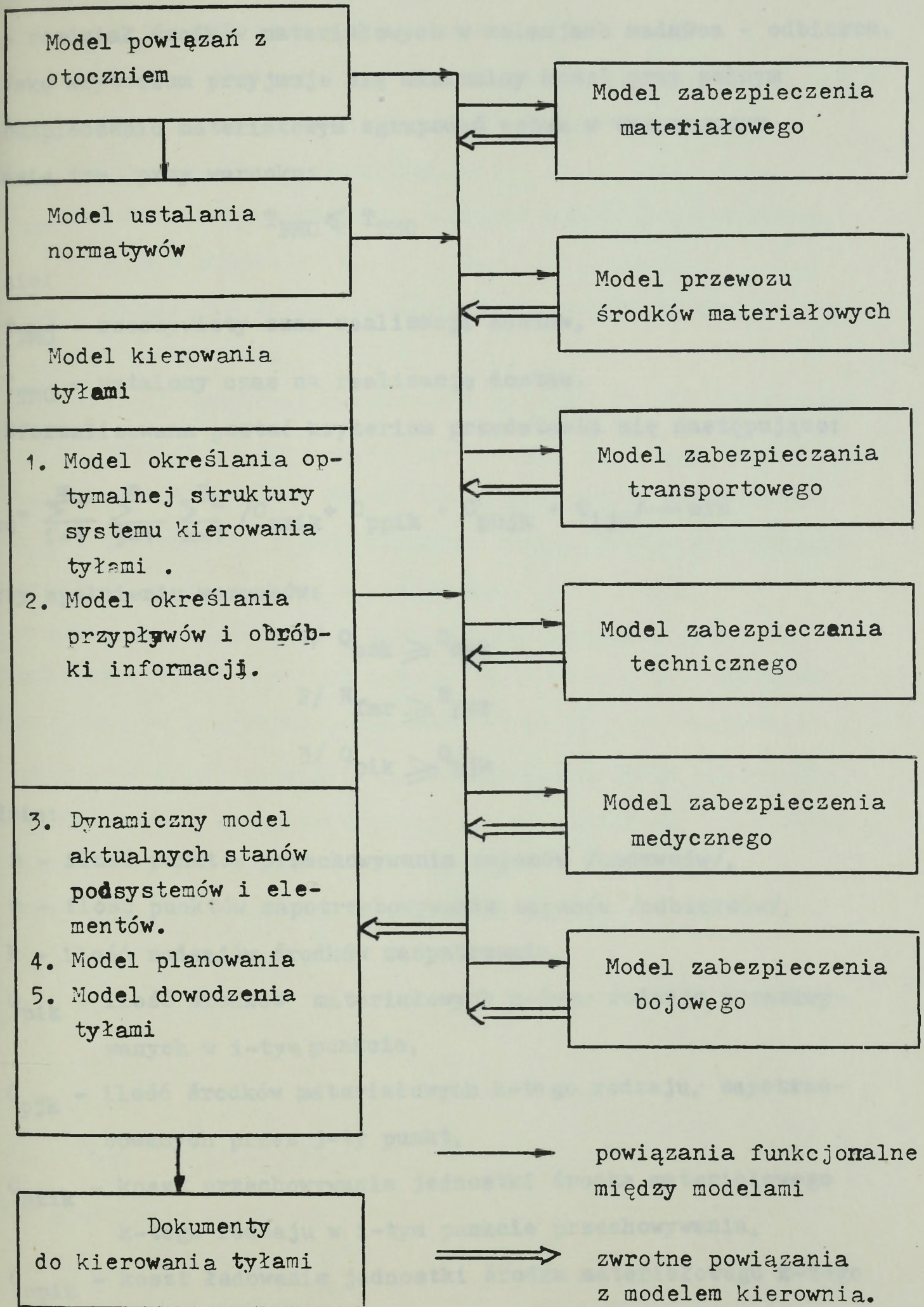
Omawiany model jest elementem kompleksowego systemu tyłowego zabezpieczenia wojsk /19/.

Miejsce modelu materiałowego zabezpieczenia wojsk w całym systemie przedstawia schemat blokowy na rys. 2.3. W ramach tego systemu podsystem materiałowego zabezpieczenia wojsk ma za zadanie utrzymywanie poziomu zaopatrywania wojsk w środki materiałowe w asortymencie i ilości niezbędnych do prowadzenia działań bojowych.

Danymi wejściowymi do modelu są: skład wojsk, ich zadania oraz elementy podsystemu zabezpieczenia materiałowego.

Należy określić:

- potrzeby środków materiałowych /globalnie/,
- potrzeby elementów podsystemu zabezpieczenia materiałowego



Rys. 2.3. Kompleksowy model systemu tyłowego zabezpieczenia wojsk.

oraz ich rozmieszczenie,

- rozdział środków materiałowych w relacjach nadawca - odbiorca.

Jako kryterium przyjmuje się minimalny koszt przy pełnym zabezpieczeniu materiałowym zgrupowań wojsk w wyznaczonym czasie tzn. przy warunku:

$$T_{FMO} \leq T_{TMO}$$

gdzie:

$T_{FMO}$  - rzeczywisty czas realizacji dostaw,

$T_{TMO}$  - ustalony czas na realizację dostaw.

Sformalizowana postać kryterium przedstawia się następująco:

$$C_{om} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^{n_k} /C_{pxik} + C_{ppik} + C_{pbjk} + C_{ijk} / \rightarrow \min$$

przy spełnieniu warunków:

$$1/ Q_{mzk} \geq Q_{mpk}$$

$$2/ N_{fmr} \geq N_{pmr}$$

$$3/ Q_{pik} \geq Q_{pjk}$$

gdzie:

n - ilość punktów przechowywania zapasów /nadawców/,

m - ilość punktów zapotrzebowywania zapasów /odbiorców/,

k - ilość rodzajów środków zaopatrzenia,

$Q_{pik}$  - ilość środków materiałowych k-tego rodzaju przechwy-  
wanych w i-tym punkcie,

$Q_{pjk}$  - ilość środków materiałowych k-tego rodzaju, zapotrze-  
bowanych przez j-ty punkt,

$C_{pxik}$  - koszt przechowywania jednostki środka materiałowego  
k-tego rodzaju w i-tym punkcie przechowywania,

$C_{opik}$  - koszt ładowania jednostki środka materiałowego k-tego  
rodzaju w i-tym punkcie,

$C_{pbik}$  - koszt rozładowania jednostki środka materiałowego k-tego rodzaju w i-tym punkcie,

$C_{ijk}$  - koszt dostarczenia jednostki środka materiałowego k-tego rodzaju od i-tego nadawcy do j-tego odbiorcy,

$C_{om}$  - koszty ogólne w podsystemie,

$Q_{mpk}$  - sumaryczne potrzeby na k-ty rodzaj środka materiałowego w podsystemie,

$Q_{mzk}$  - sumaryczne zapasy k-tego rodzaju środka materiałowego w podsystemie,

$Q_{ijk}$  - ilość środków materiałowych k-tego rodzaju przeznaczonych do dostawy od i-tego nadawcy do j-tego odbiorcy,

$N_{pmr}$  - niezbędna ilość elementów r-tego typu w podsystemie,

$N_{fmr}$  - rzeczywista ilość elementów r-tego typu w podsystemie,

$r$  - ilość typów elementów podsystemu.

Przedstawiony wyżej model dotyczył pełnego zabezpieczenia potrzeb odbiorców. Niemniej istotne jest rozwiązanie problemu rozdziału zapasów w wypadku braku możliwości pełnego zaspokojenia potrzeb.

W takim przypadku rozdział zasobów polega na takim sterowaniu, żeby odbiorców o najwyższym priorytecie zabezpieczyć całkowicie, a pozostałych - w określonym stopniu.

Jako kryterium rozdziału przyjęto zależność:

$$K_{y kj}^{/z/} = \frac{Q_{kzj}}{Q_{kpj}}$$

$$Q_{mpk} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Q_{ijk} \rightarrow \max$$

przy spełnieniu warunków:

$$0.8 \leq K_{y kj}^{/1/} \leq 1.0$$

$$0.5 \leq K_{y kj}^{/2/} \leq 0.8$$

$$Q_{mzk} < Q_{mpk}$$

$$N_{Fmr} < N_{pmr}$$

gdzie:

$K_{ykj}^{/z/}$  - współczynnik zaspokojenia k-tym rodzajem środków materiałowych j-tego odbiorcy z z-tym priorytetem,

$Q_{kzj}$  - zapasy k-tego rodzaju środków materiałowych u j-tego odbiorcy,

$Q_{kpj}$  - zapotrzebowanie na k-tego rodzaju środki materiałowe przez j-tego odbiorcę.

Przedstawione wyżej opisy modeli materiałowego zabezpieczenia wojsk mogą stanowić podstawę do badań symulacyjnych tego problemu. Konkretna realizacja rozdziału resursów może być oparta na wykorzystaniu różnych metod, takich jak np. programowanie liniowe, programowanie dynamiczne, ocena ekspertów itp.

### 2.2.3. Ilościowo - jakościowa metoda oceny zdolności bojowej i prognoz wyników walki.

Prezentowana metoda, zwana w skrócie QJMA /Quantifield Judgement Method of Analysis/ opiera się na "Modelu Oceny Jakościowej" - QJM /11/.

Model ten wykorzystywany był do analizy historycznych operacji wojennych, a także do prowadzenia prób prognozowania przyszłych działań wojennych.

Jako podstawę / dane wejściowe/ przyjęto dwie grupy danych: efektywność uzbrojenia i zmienne walki.

Efektywność uzbrojenia, a więc relacje między uzbrojeniem a stratami zależy od ogólnego stanu ilościowego, ilości uzbrojenia w grupach oraz od skuteczności niszczenia.

O ile określenie pierwszych składników nie przedstawia trud-

ności, o tyle efektywność niszczenia broni jest wielkością, której wprost nie da się ocenić. Została ona zdefiniowana jako "ograniczona zdolność broni /uzbrojenia/ do zabijania ludzi oraz powodowania zniszczeń materialnych w zadany okresie czasu. Zależy od szybkostrzelności, zasięgu efektywnego, celności, promienia działania i ruchliwości na polu walki".

Uwzględniając te parametry wyznaczona została tzw. teoretyczna efektywność niszczenia. Ograniczeniem dla teoretycznej efektywności niszczenia /TLI/ na polu walki jest głównie rozproszenie /rozśrodkowanie/ przeciwnika odwzorowywane współczynnikiem rozproszenia. Posługując się tymi współczynnikami można wyznaczyć praktyczną efektywność niszczenia /OLI/.

Drugą grupę elementów bazowych do tworzenia modelu właściwego stanowią zmienne walki. Zmiennych tych wyróżnionych zostało 73. Podzielono je na 11 grup:

- A. zmienne uzbrojenia,
- B. zmienne terenu,
- C. wpływ pogody,
- D. wpływ pory roku,
- E. wpływ przewagi w powietrzu,
- F. wpływ rodzaju działań,
- G. wpływ mobilności środków walki,
- H. zmienne dotyczące podatności na straty,
- I. wpływ działań taktyki lotnictwa,
- J. inne zmienne pola walki,
- K. czynniki niemierzalne.

Zmienne walki można też sklasyfikować inaczej:

- a/ zmienne środowiskowe /grupa B do E/ i operacyjne /grupa B do E i F do K/,
- b/ zmienne tabelaryczne i zadane wzorami,

c/ zmienne mierzalne i niemierzalne.

Współczynniki wpływu wymienionych czynników na skuteczność działań bojowych oddają odpowiednie tablice lub wzory. Dysponując metodami określania wartości charakteryzujących poszczególne rodzaje uzbrojenia w idealnych warunkach i metodą obliczania "zmiennych walki" można określić wielkości pozwalające porównać walczące strony.

Siła bojowa wojsk jest to suma wartości poszczególnych wielkości, określających rzeczywiste efektywności niszczenia poszczególnych rodzajów uzbrojenia wchodzących w skład danej strony:

$$S = \sqrt{W_s + W_{mg} + W_{hw}} \cdot r_n + W_{gt} \cdot r_n \sqrt{W_g + W_{gy}} // r_{wg}^{xh_{wg}} \times Z_{wg} \times W_{yg} / + \\ + \sqrt{W_t + r_{wt} + h_{wt}} / + \sqrt{W_y \times r_{wy} \times h_{wy} \times Z_{wy} \times W_{yy}} /$$

gdzie:

S - siła bojowa strony walczącej /suma łączna efektywności uzbrojenia strony zmodyfikowana zmiennymi środowiskowymi/,

W - efektywność uzbrojenia /OLI/ środków ogniowych strony:

$W_s$  - broni strzeleckiej piechoty,

$W_{mg}$  - broni maszynowej,

$W_{hw}$  - ciężkiego uzbrojenia piechoty,

$W_{gt}$  - broni przeciwpancernej,

$W_g$  - artylerii,

$W_{gy}$  - broni plot,

$W_t$  - broni pancernej,

$W_y$  - efektywność bezpośredniego wsparcia piechoty /wojsk lądowych/,

$r_n$  - współczynnik wpływu terenu na skuteczność broni piechoty,

$r_{wg}$  - współczynnik wpływu terenu na skuteczność artylerii,

- $h_{wg}$  - współczynnik wpływu pogody na skuteczność działania artylerii,
- $Z_{wg}$  - współczynnik wpływu pory roku na skuteczność artylerii,
- $W_{yg}$  - współczynnik wpływu przewagi powietrznej na skuteczność artylerii,
- $r_{wt}$  - współczynnik wpływu terenu na działania czołgów,
- $h_{wt}$  - współczynnik wpływu pogody na działania czołgów,
- $r_{wy}$  - współczynnik wpływu terenu na skuteczność wsparcia lotnictwa,
- $h_{wy}$  - współczynnik wpływu pogody na skuteczność wsparcia lotnictwa,
- $W_{yy}$  - współczynnik wpływu przewagi powietrznej na skuteczność wsparcia lotnictwa,
- $Z_{wy}$  - współczynnik wpływu pory roku na skuteczność wsparcia lotnictwa.

Potencjał bojowy strony /P/ otrzymuje się z modyfikacji siły bojowej /S/ zmiennymi operacyjnymi. Wpływ zmiennych operacyjnych na efektywność rodzajów uzbrojenia dla czterech podstawowych sytuacji bojowych jest stabilizowany.

$$P = S \cdot m \cdot l_e \cdot t \cdot o \cdot b \cdot u_s \cdot r_n \cdot h_n \cdot z_n \cdot v$$

gdzie:

P - potencjał bojowy,

m - współczynnik mobilności strony,

$l_e$  - współczynnik jakości dowodzenia,

t - współczynnik wyszkolenia i/lub doświadczenia bojowego wojsk,

o - współczynnik stanu moralnego wojsk,

b - współczynnik stanu logistyki,

$u_s$  - współczynnik wpływu realizowanych działań na siłę bojową strony,

$r_n$  - współczynnik wpływu terenu na skuteczność realizowanych działań,

$h_n$  - współczynnik wpływu pogody na realizowane działania,

$z_n$  - współczynnik wpływu pory roku na skuteczność danego rodzaju działań bojowych,

$v$  - współczynnik wrażliwości /podatności/ na ogień strony przeciwnej.

Porównując potencjały bojowe stron można teoretycznie przewidzieć wynik starcia między nimi.

Założono, że ocena wyników walki składa się z trzech różnych ocen /kryteriów/:

1. stopnia realizacji przeciwstawnych zadań,
2. efektywności "przestrzennej" stron, tzn. zdolności do zdobywania terenu lub do jego utrzymania,
3. efektywności "strat" jako stosunku strat poniesionych przez stronę do jej początkowej siły bojowej.

Stopień realizacji zadania oceniany jest wg. dziesięciopunktowej skali /od 1 do 10/ stabilizowanym Współczynnikiem Realizacji Zadania /MF/.

Efektywność przestrzenna uwzględnia siły stron, głębokości zajmowanych przez strony rejonów /D/ w stosunku do dziennych postępów natarcia lub wycofywania się /Q/:

$$E_{sp} = \sqrt{\left[ \frac{S_e \cdot u_{se}}{S_f \cdot u_{sf}} \right] \cdot \frac{4Q + D_e}{3D_f}}$$

Efektywność strat strony /E/ odzwierciedla względną skuteczność w zadawaniu strat i zdolność do minimalizacji strat własnych:

$$E_{e_{cas}} = v_f^2 \sqrt{[C_{asf} \cdot u_{se}/S_f] : [C_{ase} \cdot u_{sf}/S_e]} - \sqrt{100C_{ase}/N_e}$$

Omówione wyżej miary efektywności połączone zostały w formułę wynikową o postaci:

$$R = MF + E_{sp} + E_{CAS}$$

Oznaczając odpowiednie wyliczone wartości dla stron przez  $R_e$  i  $R_f$  prognozuje się powodzenie poprzez różnicę:

$$R_f - R_e \begin{cases} > 0 & \text{sukces wojsk własnych,} \\ < 0 & \text{sukces wojsk przeciwnika.} \end{cases}$$

Zależności  $R_f - R_e > 0$  odpowiada stosunek potencjałów stron

$$\frac{P_f}{P_e} > 1$$

Przedstawiona wyżej metoda została przetestowana na wielu bitwach historycznych oraz na lokalnych wojnach współczesnych. Autorzy stwierdzili jej przydatność m.in. do prognozowania wyników walki rozgrywanych przy użyciu współczesnych sił i środków.

#### 2.2.4. Matematyczny model walki.

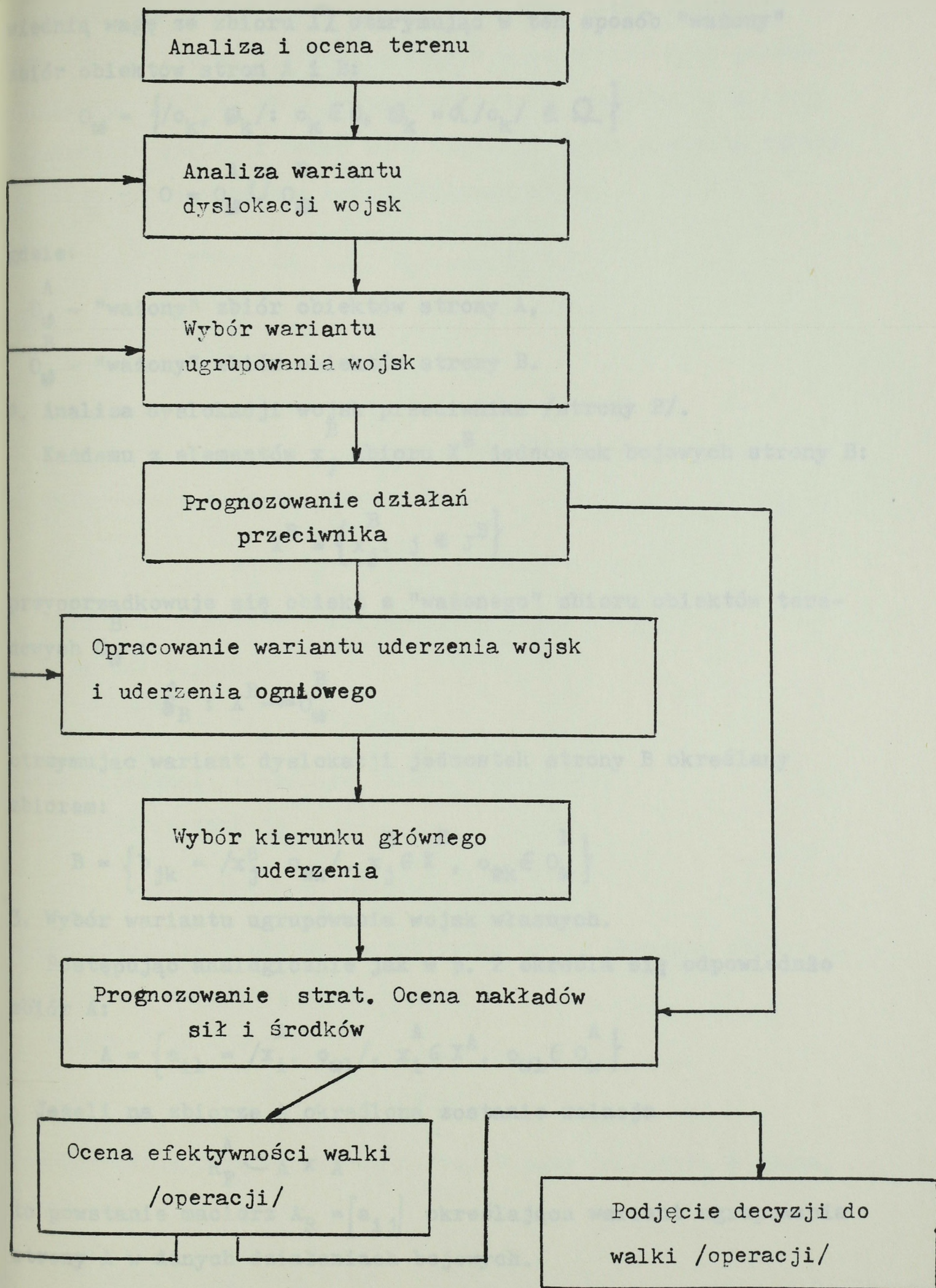
Z określonym, dużym przybliżeniem makroalgorytm systemu walki w zakresie wypracowania wariantu decyzji można przedstawić jak na rys. 2.4./56/.

Formalizacja przedstawionego makroalgorytmu może mieć następującą postać /56/:

##### 1. Analiza terenu walki.

Dany jest zbiór obiektów terenowych o znaczeniu wojskowym  $O$  i zbiór  $\Omega$  wag obiektów.

Każdemu z obiektów zbioru  $O$  należy przyporządkować odpo-



Rys.2.4. Makroalgorytm systemu walki.

wiednią wagę ze zbioru  $\Omega$  otrzymując w ten sposób "ważony" zbiór obiektów stron A i B:

$$O_{\omega} = \{ /o_k, \omega_k / : o_k \in O, \omega_k = \alpha / o_k / \in \Omega \}$$

$$O = O_{\omega}^A \cup O_{\omega}^B$$

gdzie:

$O_{\omega}^A$  - "ważony" zbiór obiektów strony A,

$O_{\omega}^B$  - "ważony" zbiór obiektów strony B.

2. Analiza dyslokacji wojsk przeciwnika /strony B/.

Każdemu z elementów  $x_j$  zbioru  $X^B$  jednostek bojowych strony B:

$$X^B = \{ x_j : j \in J^B \}$$

przyporządkowuje się obiekt z "ważonego" zbioru obiektów terenowych  $O_{\omega}^B$ :

$$\hat{s}_B : X^B \rightarrow O_{\omega}^B$$

otrzymując wariant dyslokacji jednostek strony B określany zbiorem:

$$B = \{ b_{jk} = /x_j^B, o_{\omega k}^B /, x_j \in X^B, o_{\omega k} \in O_{\omega}^B \}$$

3. Wybór wariantu ugrupowania wojsk własnych.

Postępując analogicznie jak w p. 2 określa się odpowiednio zbiór A:

$$A = \{ a_{il} = /x_i^A, o_{\omega l}^A /, x_i \in X^A, o_{\omega l} \in O_{\omega}^A \}$$

Jeżeli na zbiorze A określona zostanie relacja

$$R_F^A \subset A \times A$$

to powstanie macierz  $A_R = [a_{ij}]$  określająca wariant ugrupowania strony A w danych działaniach bojowych.

4. Opracowanie wariantu uderzenia strony A.

Mając dany zbiór  $L$  pasów działania oraz zbiór elementów ugrupowania strony  $B$  zlokalizowanych w poszczególnych pasach działania:  $B_l \subset B, l \in L$  przyporządkowujemy każdemu elementowi zgrupowania strony  $A$  numer pasa działania oraz elementy strony  $B$ , z którymi prowadzone będą działania bojowe:

$$u^A : X^A \longrightarrow \{B_1, \dots, B_1, \dots, B_L\}$$

czyli

$$u^A / x_i^A / = B_l \subset B.$$

5. Opracowanie wariantu uderzenia ogniowego strony  $A$ .

Każdemu aktywnemu elementowi strony  $A$  przyporządkowuje się do zniszczenia elementy strony  $B$ :

$$u_a^A : X_a^A \longrightarrow X^B.$$

6. Opracowanie wariantu planu użycia wojsk strony  $A$ .

- określić funkcję

$$\tau_A : X^A \longrightarrow T$$

czasu wchodzenia elementów zbioru  $A$  do walki,

- określić funkcję

$$\tau_a^A : X_a^A \longrightarrow T$$

czasu rozpoczęcia uderzenia ogniowego przez elementy zbioru  $A$ .

7. Prognoza działania wojsk strony  $B$ .

- określić funkcję

$$u_B^A : X^B \longrightarrow L \times K$$

przyporządkowującą elementom strony  $B$  pasy działania i rodzaj działania,

- określić funkcję

$$u_a^B : X_a^B \longrightarrow X^A$$

uderzenia ogniowego elementów strony B na elementy strony A.

8. Prognoza planu użycia wojsk przez stronę B.

Odpowiednio, jak dla strony A /punkt 6/ określa się funkcje

/dla strony B/:

$$\tau^B : X^B \rightarrow T,$$

$$\tau_a^B : X_a^B \rightarrow T.$$

9. Prognozowanie strat strony B.

- określić funkcję

$$H^B : X^B \rightarrow R [0, 1]$$

określającą procentowe straty poniesione przez każdy z elementów strony B,

- przewidywane łączne straty strony B :

$$S^B = \sum_j r_j^B \cdot N_j^B \quad r_j^B \in R [0, 1]$$

10. Prognozowanie strat strony A.

Odpowiednio jak dla strony B /punkt 9/ określa się:

$$H^A : X^A \rightarrow R [0, 1]$$

$$S^A = \sum_i r_i^A \cdot M_i^A$$

11. Ocena efektywności przyjętego przez stronę A wariantu działań.

Oznaczając przez  $W^A$  łączną wartość nakładów poniesionych przez stronę A, efektywność oceniana będzie przez funkcjoną:

$$E = S^B - /S^A + W^A/$$

Przyjmując, że

$$P^A = \{ p^A = / \delta_A, u^A, u_a^A, \tau^A, \tau_a^A / \}$$

stanowi zbiór możliwych planów działania strony A, natomiast

$$P^B = \{ p^B = / \delta_B, u^B, u_a^B, \tau^B, \tau_a^B / \}$$

stanowi zbiór przewidywanych planów działania strony B, to dowódca strony A będzie dążyć do realizacji takiego planu działania, żeby osiągnąć

$$\max_{P^A} \min_{P^B} E \text{ dla } W^A \leq W_0^A$$

gdzie  $W_0^A$  - przewidywana wartość nakładów na daną operację.

#### 2.2.5. Komputerowy symulacyjny model walki zbrojnej dla potrzeb prognostycznych.

Trafne prognozowanie przyszłych metod i sposobów prowadzenia wojny, a także przyszłych rodzajów i typów uzbrojenia, ich możliwości taktyczno - technicznych stanowi w dużej mierze o sile obronnej państwa, o kierunkach prowadzenia badań naukowych, o celowości określonego podziału nakładów finansowych.

Zrealizowanie omawianego w niniejszym punkcie komputerowego, symulacyjnego modelu walki zbrojnej /42/ udostępni prognostom nowoczesne narzędzie pracy pozwalające w krótkim czasie i stosunkowo niskim kosztem na symulacyjne przebadanie dużej liczby różnych scenariuszy ewentualnej przyszłej wojny.

Jednym z podstawowych problemów związanych z modelowaniem dla potrzeb prognostycznych jest takie zbudowanie modelu, żeby umożliwić wprowadzenie nowych, niemożliwych do przewidzenia w czasie modelowania rozwiązań w zakresie metod i sposobów walki zbrojnej oraz możliwości taktyczno - technicznych sprzętu.

Autorzy rozpatrują całość problematyki walki zbrojnej każdej ze stron w czterech modułach:

- rażenie,
- wspomaganie,
- zasilanie,

- kierowanie.

Modułom tym przyporządkowane zostały określone funkcje pozwalające /poprzez ich odpowiednie, dynamiczne zestawienie/ stworzyć model walki zbrojnej zgodny z zadaniem scenariuszem /rys. 2.5./.

Przewiduje się możliwość symulacji wzajemnego oddziaływania niszczącego całych stron na siebie /rys. 2.6./ lub wybranych elementów jednej ze stron na całość lub wybrane elementy drugiej strony /rys. 2.7./.

Dla umożliwienia takiej swobody w zestawianiu organizacyjnym wg scenariuszy stron oraz symulacji ich oddziaływania, cały model składać się będzie ze zbioru autonomicznych programów powiązanych ze sobą odpowiednimi współczynnikami, umożliwiającymi ich kolejowanie /wg. ustalonego kryterium/, korzystających ze wspólnych zbiorów danych.

Dla przykładu niżej podana zostanie krótka charakterystyka modelu zaopatrywania jako elementu modułu zasilania /43/.

W modelu zaopatrywania wojsk w skali strategicznej wyróżniono trzy poziomy:

- poziom 1 - gospodarki narodowej i dostaw zewnętrznych,
- poziom 2 - operacyjno - strategiczny,
- poziom 3 - zgrupowań wojsk.

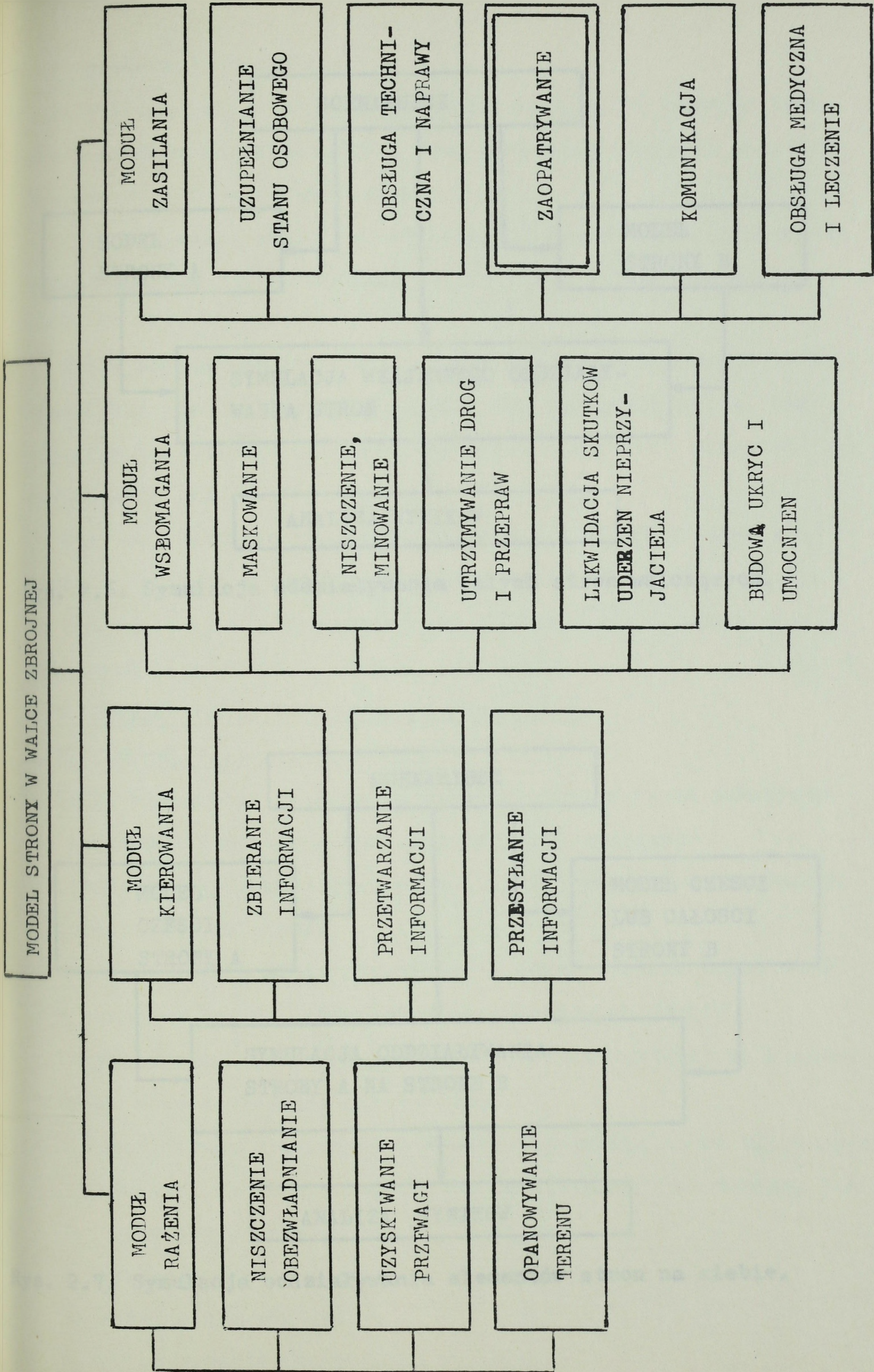
Na każdym z poziomów wyróżniono grupy elementów:

- zaopatrywania,
- transportu.

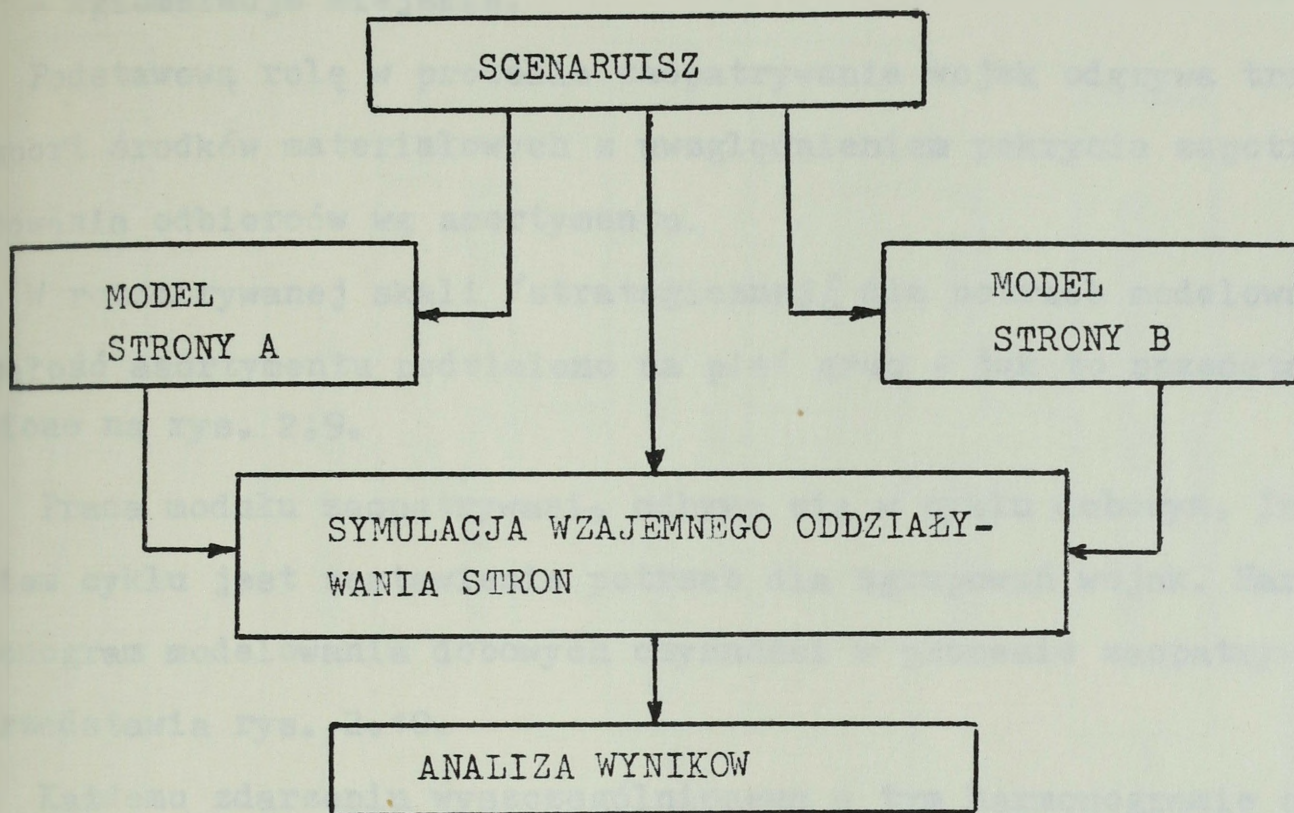
Poglądowo strukturę modelu przedstawia rys.2.8.

Infrastruktura terenu posiada określony wpływ na aktualne możliwości i sprawność działania zaopatrzenia. W modelu uwzględniono to poprzez charakterystykę terenu obejmującą :

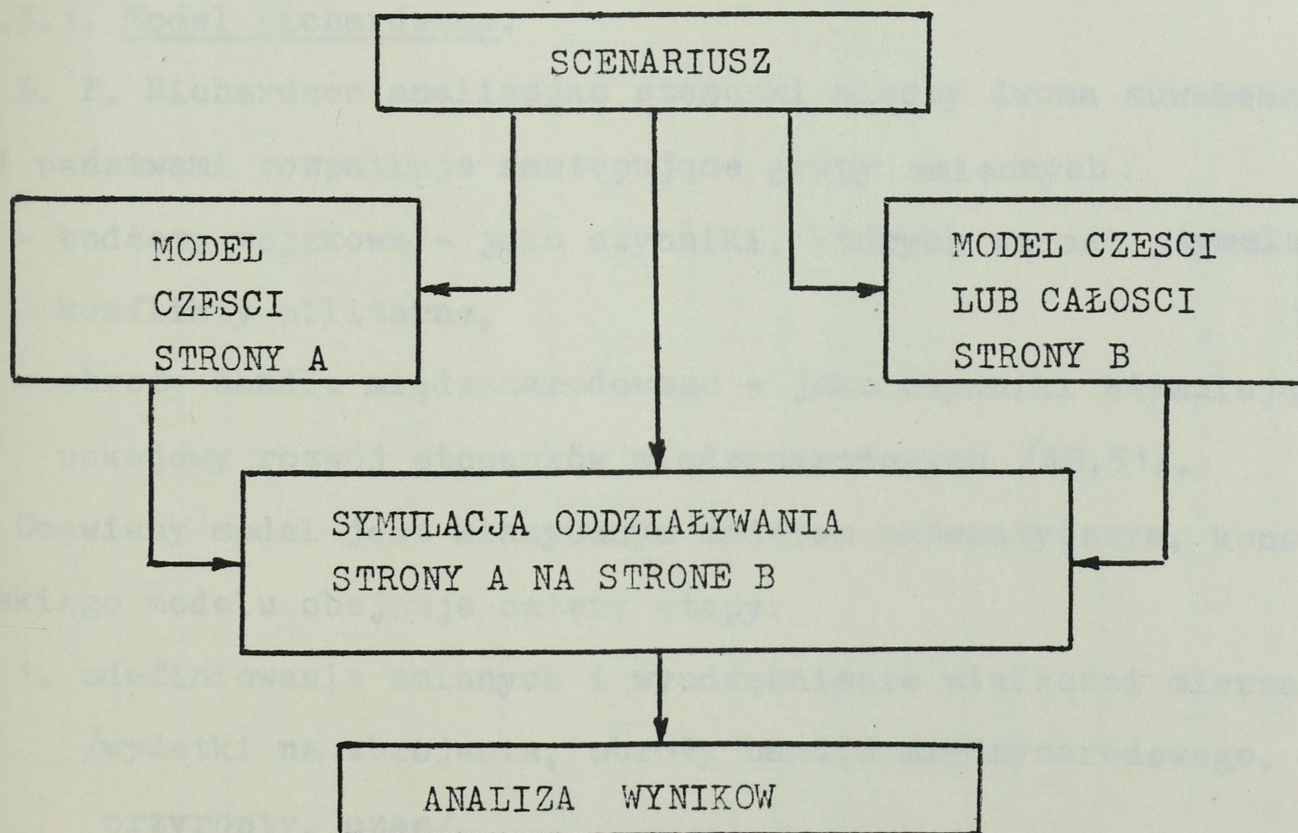
- właściwości sieci komunikacyjnej,



Rys.2.5. Zakres przedmiotowy modelu walki zbrojnej.



Rys. 2.6. Symulacja oddziaływania całych stron walczących.



Rys. 2.7. Symulacja oddziaływania elementów stron na siebie.

- aglomeracje miejskie.

Podstawową rolę w procesie zaopatrywania wojsk odgrywa transport środków materiałowych z uwzględnieniem pokrycia zapotrzebowania odbiorców wg asortymentu.

W rozpatrywanej skali /strategicznej/, dla potrzeb modelowania całość asortymentu podzielono na pięć grup - jak to przedstawiono na rys. 2.9.

Praca modułu zaopatrywania odbywa się w cyklu dobowym. Początkiem cyklu jest zestawienie potrzeb dla ugrupowań wojsk. Harmonogram modelowania dobowych czynności w procesie zaopatrywania przedstawia rys. 2.10.

Każdemu zdarzeniu wyszczególnionemu w tym harmonogramie odpowiada algorytm w modelu. Symulacja działania systemu polega na uruchamianiu w odpowiedniej kolejności i odpowiednim czasie wybranych algorytmów.

### 2.3. MODELE "GLOBALNE" /wybrane przykłady/.

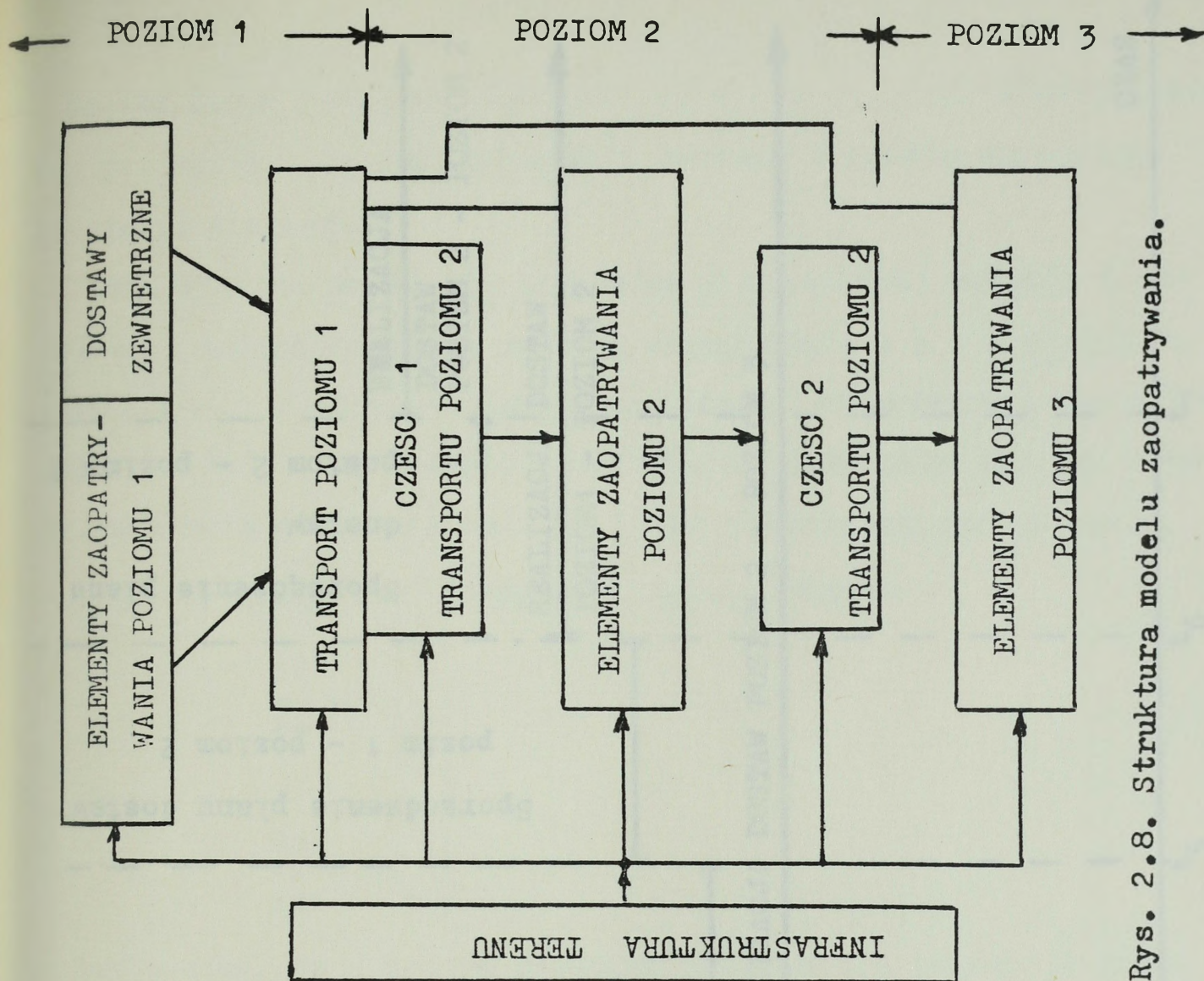
#### 2.3.1. Model Richardsona.

L. F. Richardson analizując stosunki między dwoma suwerennymi państwami rozpatruje następujące grupy zmiennych:

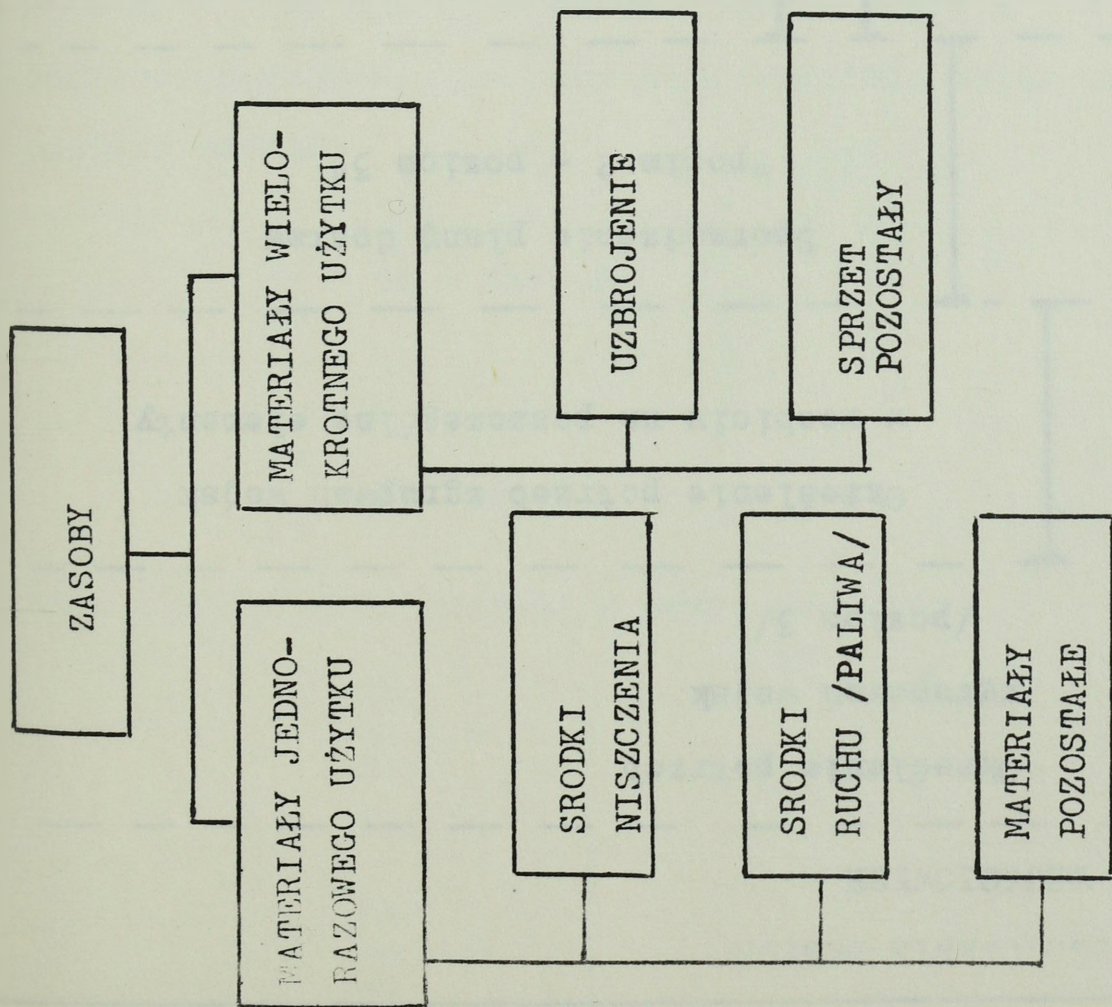
- budżety wojskowe - jako czynniki, których wzrost stymuluje konflikty militarne,
- obroty handlu międzynarodowego - jako czynniki stymulujące pokojowy rozwój stosunków międzynarodowych /48,51/.

Omawiany model jest klasycznym modelem matematycznym, konstrukcja takiego modelu obejmuje cztery etapy:

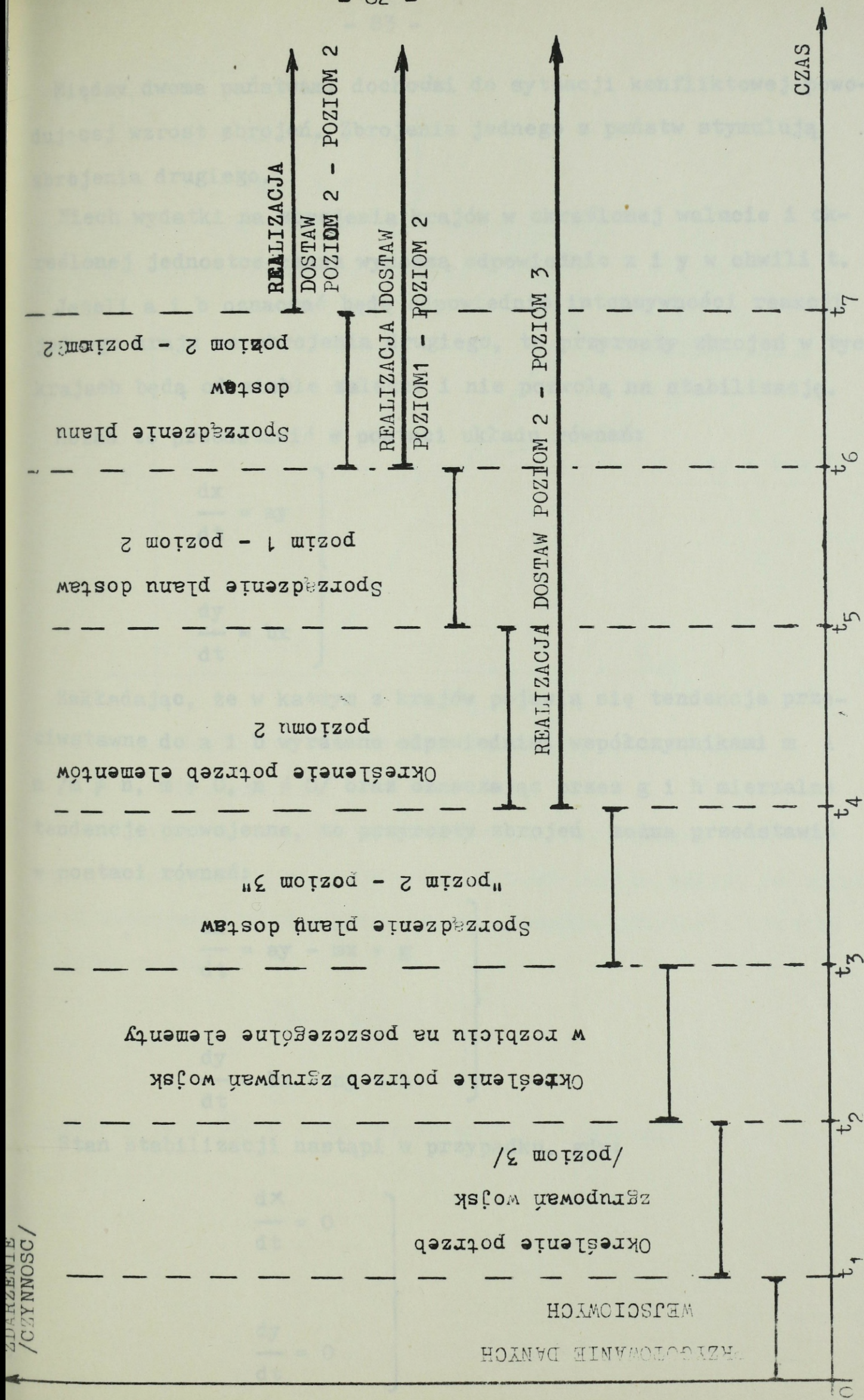
1. zdefiniowanie zmiennych i wyodrębnienie wielkości mierzalnych /wydatki na zbrojenia, obroty handlu międzynarodowego, ich przyrosty, czas/,
2. ułożenie równań,
3. rozwiązanie równań,
4. interpretacja otrzymanych wyników.



Rys. 2.8. Struktura modelu zaopatrzenia.



Rys. 2.9. Podział asortymentu zaopatrzenia dla potrzeb modelowania.



Rys. 2.10. Harmonogram modelowania dobowych czynności w procesie zaopatrywania.

Między dwoma państwami dochodzi do sytuacji konfliktowej powodującej wzrost zbrojeń. Zbrojenia jednego z państw stymulują zbrojenia drugiego.

Niech wydatki na zbrojenia krajów w określonej walucie i określonej jednostce czasu wynoszą odpowiednio  $x$  i  $y$  w chwili  $t$ .

Jeżeli  $a$  i  $b$  oznaczać będą odpowiednio intensywności reakcji jednego kraju na zbrojenia drugiego, to przyrosty zbrojeń w tych krajach będą od siebie zależne i nie pozwolą na stabilizację.

Można to przedstawić w postaci układu równań:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= ay \\ \frac{dy}{dt} &= bx \end{aligned} \right\}$$

Zakładając, że w każdym z krajów pojawią się tendencje przeciwnostawne do  $a$  i  $b$  wyrażane odpowiednimi współczynnikami  $m$  i  $n$  ( $m \neq n$ ,  $m \neq 0$ ,  $n \neq 0$ ) oraz oznaczając przez  $g$  i  $h$  mierzalne tendencje prowojenne, to przyrosty zbrojeń można przedstawić w postaci równań:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= ay - mx + g \\ \frac{dy}{dt} &= bx - ny + h \end{aligned} \right\}$$

Stan stabilizacji nastąpi w przypadku, gdy:

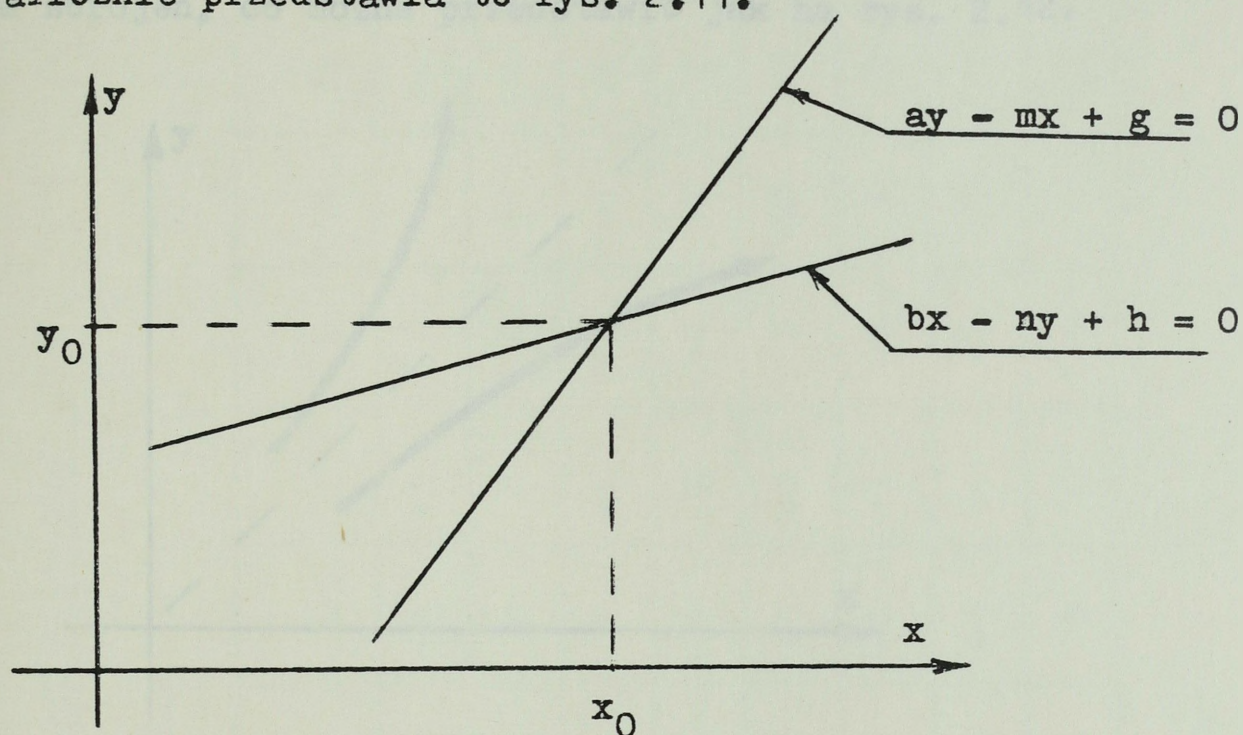
$$\left. \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= 0 \\ \frac{dy}{dt} &= 0 \end{aligned} \right\}$$

Zatem :

$$\left. \begin{aligned} ay - mx + g &= 0 \\ bx - ny + h &= 0 \end{aligned} \right\}$$

co odpowiada poziomowi zbrojeń stron  $x_0, y_0$ .

Graficznie przedstawia to rys. 2.11.



Rys. 2.11. Graficzne przedstawienie rozwiązania modelu Richardsona.

Posługując się wyżej omówioną metodą rozumowania można rozpatrzeć przypadek, gdy szybkości zbrojeń państw zależą od różnicy w uzbrojeniu między nimi. Wtedy równania przyrostu zbrojeń przyjmą postać :

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= b/y-x/ \\ \frac{dy}{dt} &= a/x-y/ \end{aligned} \right\}$$

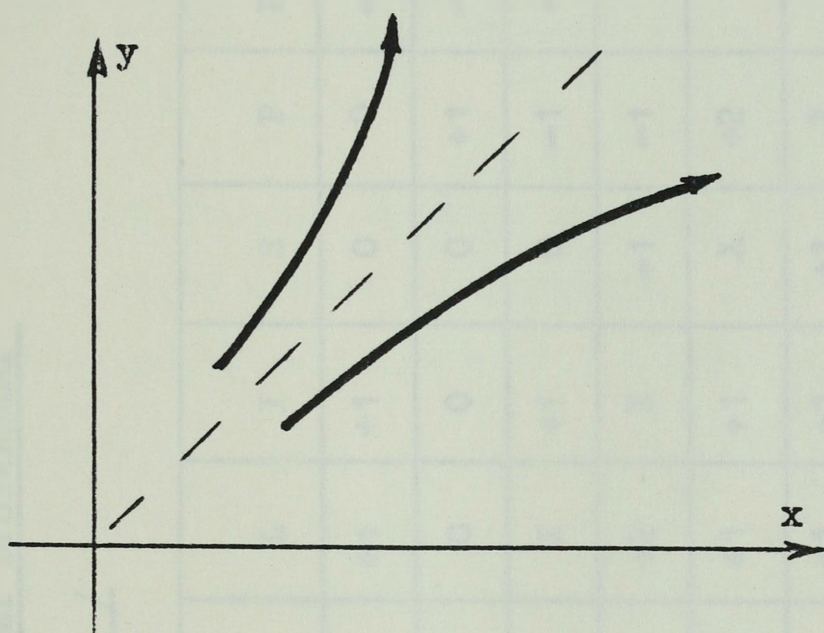
Jeżeli  $x > y$  i  $\frac{dy}{dt} < 0$  - to "przeciwnik ma przewagę

i należy zwiększyć tempo dozbrajania".

Jeżeli  $x < y$  i  $\frac{dx}{dt} > 0$  - oznacza, że "my posiadamy przewagę

i przeciwnik zwiększy tempo zbrojeń".

W przedstawionej sytuacji mamy do czynienia z klasycznym wyścigiem zbrojeń, co można przedstawić jak na rys. 2.12.



Rys.2.12. Narastanie zbrojeń stron.

### 2.3.2. "Wzór dystansów" Q. Wrighta.

Q. Wright założył /51,66/, że wrogość jest integralnym składnikiem stosunków międzynarodowych i do jej pomiaru zaproponował osiem odrębnych układów odniesienia nazwanych "dystansami". Każdemu z dystansów przyporządkował sześciopunktową skalę. Każdy z dystansów może się zwiększać lub zmniejszać wykazując różną dynamikę zmian. Jednocześnie istnieją określone powiązania między dystansami, tzn. zmiana wartości jednego z dystansów może powodować zmiany innych. Macierz oddziaływań między dystansami przedstawia tablica 2.1.

Znak "+" oznacza, że wzrost jednego dystansu zwiększy odpowiednio inne dystansy. Znak "-" oznacza działanie odwrotne. Zero "0" oznacza, że brak jest powiązań między danymi dystansami.

MACIERZ ODDZIAŁYWAN MIEDZY DYSTANSAMI

/ w/g Q. WRIGHTA /

L.p.	Dystans	T	St	L	I	S	P	Ps	E
1	Technologiczny /T/	X	+2	+1	+1	0	0	-1	-1
2	Strategiczny /St/	+2	X	0	0	0	+1	-1	-2
3	Prawny /L/	0	0	X	+1	0	-1	+1	+1
4	Intelektualny /I/	+1	0	+2	X	-1	-1	0	0
5	Socjalny /S/	+1	0	+1	+1	X	+2	0	0
6	Polityczny /P/	+1	+1	+1	+1	+1	X	0	0
7	Psychologiczny /Ps/	+1	+1	+1	+1	+2	+2	X	+2
8	Przewidywania /E/	0	+1	0	0	0	+1	+1	X

Jeżeli przez  $x$  oznaczony zostanie stan wojny, a przez  $t$  czas pomiaru, to wzór dystansów Wrighta przewidywania tego stanu między państwami A i B ma postać:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{dE}{dt} + \frac{1}{2} \frac{dP_S}{dt} - \frac{dT}{dt} + \frac{dS}{dt} - \frac{dI}{dt} + \frac{d/E_{AB} - E_{BA}}{dt} +$$

$$+ \frac{d/St_{BA} - St_{AB}}{dt} + \frac{d/P_{AB} - P_{BA}}{dt} + \frac{d/L_{BA} - L_{AB}}{dt}$$

Przedstawiona formuła obejmuje kompleksową zależność wszystkich "dystansów". Gdyby wybuch wojny zależał tylko od ich układu, to jego prawdopodobieństwo w chwili  $t$  wynosiłoby:

$$x = k \left[ E + \frac{1}{2} P_S - T + S - I + E_{AB} - E_{BA} + St_{BA} - St_{AB} + \right.$$

$$\left. + P_{AB} - P_{BA} + L_{BA} - L_{AB} \right] + c$$

gdzie  $k$ ,  $c$  - wielkości stałe oznaczające np.  $k$  - system polityczny, międzynarodowy,  $c$  - system polityczny danego państwa.

### 2.3.3. Wykorzystanie elementów teorii gier do modelowania sytuacji konfliktowych na przykładzie Kryzysu Kubańskiego 1962r.

Stosunki międzynarodowe stanowią określony zbiór sytuacji przetargowych /tzw. gier targu/, w których przyrost korzyści wynikający z konkretnej interakcji jest funkcją racjonalnych posunięć zmierzających do maksymalizacji preferowanych wartości.

Stąd też istnieje możliwość modelowania sytuacji konfliktowych w oparciu o elementy teorii gier.

Przykładem takiego podejścia może być analiza konfliktu kubańskiego 1962r. przeprowadzona przez prof. G.T. Allisona przy wykorzystaniu tzw. modelu "racjonalnego decydenta" /63/.

Główne komponenty tego modelu przedstawiają się następująco:

I. Podstawowa kategoria analityczna - to decyzja o działaniach podjętych przez państwo. Wybrane działania maksymalizują cele strategiczne.

II. Pojęcia konstruuujące model :

1. Podmiotem jest naród lub rząd traktowany jako jednostkowy decydent.
2. Problem - działanie decydenta jest reakcją na strategiczny problem wymagający rozwiązania.
3. Statyczna selekcja - rozwiązanie jest sumą czynności przedsięwziętych przez decydenta.
4. Działanie jako racjonalny wybór:
  - a/ cele i zadania - bezpieczeństwo i interesy narodowe,
  - b/ konsekwencja - korzyści lub koszty związane z realizacją celu strategicznego.
  - c/ wybór - wybierane są działania, których konsekwencje oceniane są najwyżej ze względu na cele i zadania stojące przed państwem.

III. Założenia ogólne - decydent dysponuje siłami i środkami do realizacji podjętych decyzji.

Podstawowymi, alternatywnymi sposobami działań w dyspozycji amerykańskich mężów stanu były:

- a/ postawa pasywna - korzystna dla społeczności międzynarodowej, krytykowana na arenie wewnętrznej,
- b/ presja dyplomatyczna - niekorzystna z uwagi na zarzut posiadania własnych baz militarnych w innych państwach,
- c/ bezpośredni kontakt z przywódcą Kuby - rozwiązanie częściowe, rozładowania kryzysu nie pozostawało w wyłącznej gestii tego przywódcy,
- d/ inwazja na Kubę - ryzyko nuklearnego konfliktu z udziałem

obu mocarstw,

e/ konwencjonalne bombardowanie wybranych obszarów - korzystne z punktu widzenia pionu wojskowego, ale niekorzystne z punktu widzenia politycznego. Ewentualne niepowodzenie wymusiłoby kontynuację i rozszerzenie działań z dużym prawdopodobieństwem przejścia do działania /d/,

f/ kwarantanna Kuby - rozumiana jako swoista blokada.

Działanie niezgodne z Kartą Narodów Zjednoczonych i ze zwyczajowym prawem morskim. Ze strategicznego punktu widzenia działanie to miało przewagę nad pozostałymi:

- stanowiło ogniwo pośrednie między agresywnym i stanowczym zakomunikowaniem intencji, a bezpośrednim atakiem zbrojnym,
- przerzucało ciężar podjęcia kolejnego kroku na stronę przeciwną /odpowiedzialność za eskalację konfliktu/,
- zaangażowanie floty w rejonie morza Karaibskiego wickłało Amerykanów w najkorzystniejszy dla nich rodzaj konfrontacji,
- kwarantanna Kuby pozwalała manewrować groźbą pozanuclearnej eskalacji konfliktu.

Omówiony wyżej model przyjmuje, że wszystkie argumenty władzy państwowej dają się zsumować jako działanie jednolitego, racjonalnego decydenta, centralnie kontrolowanego, w pełni poinformowanego i maksymalizującego określoną użyteczność. W praktyce występują różne organa państwowe i grupy interesu, z których nie wszystkie są usatysfakcjonowane określonym rozwiązaniem. Konsekwencją tego jest presja na przyjmowanie rozwiązań korzystnych dla konkretnej organizacji, grupy i.t.p.

Uwzględnienie tych elementów w modelu w znaczny sposób komplikowałoby jego czytelność i przejrzystość dając niewielkie korzyś-

ci praktyczne, co autor wykazuje w oparciu m. in. o model "procesu organizacyjnego" uwzględnijący istnienie w strukturze różnych organizacji i grup nacisku.

Model "racjonalnego decydenta" mimo, że jest bardzo ogólny, stanowi poprawną metodę analizy kryzysu kubańskiego. Wynika to z następujących przesłanek determinujących określoną sytuację:

- strategiczne współzawodnictwo stron,
- zagrożenie dla wspólnie podzielanych wartości,
- świadomość graczy zajmujących centralne pozycje co do wagi każdego posunięcia strategicznego,
- pierwszoplanowa rola przywódców obu stron.

#### 2.3.4. Wербalny model wojny.

Wśród zaprezentowanych różnych metod modelowania działań wojennych brak metod prognozującej wybuch, przebieg i skutki ewentualnej wojny w oparciu o analizę realiów politycznej, gospodarczej i wojskowej sytuacji świata.

Typowym przykładem takiego werbalnego podejścia do zagadnienia ewentualnej wojny światowej jest prognoza dotycząca ewentualnej trzeciej wojny światowej /24,45/.

Podstawę całego rozumowania stanowi prognoza sytuacji polityczno - militarnej świata w okresie bezpośrednio poprzedzającym wybuch wojny.

Znaczący wzrost napięcia między supermocarstwami spowodowany jest na przełomie 1984/1985 r. konfliktem interesów na Bliskim Wschodzie i w Afryce Południowej. Sytuację w Europie zaognia kryzys polityczny w Jugosławii: Słowenia usiłuje ściślej powiązać się z Europą Zachodnią, a Serbia - ze Wschodnią. Na prośbę Komitetu Obrony Jugosławii 27.07.85r. w Belgradzie ląduje radziecka dywizja powietrzno - desantowa. Odpowiedzią USA jest decyzja

o interwencji. W ciągu 24 godzin w Lubjanie i na wyspach dalmatyńskich dochodzi do styczności bojowej spadochroniarzy obu mocarstw.

Reakcja USA powoduje inwazję wojsk radzieckich na Europę Zachodnią. O godz. 4.00 1985.08.04. następuje atak na systemy łączności i obserwacji satelitarnej poprzedzający uderzenie lotnicze wojsk lądowych i powietrzno-desantowych. Celem dowództwa radzieckiego jest osiągnięcie w 7 dniach wojny /przed przybyciem odwołów z USA/ rubieży Hook, Maastricht, Trier, Ren, Basel i zniszczenie wojsk NATO w Europie Środkowej.

Planów tych nie udaje się zrealizować. 12 sierpnia wojska Układu Warszawskiego osiągnęły linię rz. Maas, Wesel, wył. Paderborn, zach. Kassel, Zach. Fulda, zach. Warzburg, zach. Monachium.

Od 14 sierpnia odwoły strategiczne z USA zaczęły przyjmować w portach Francji ciężki sprzęt, co umożliwiło rozpoczęcie w dniach 15 - 17 sierpnia przeciwuderzenia.

Siły NATO osiągnęły linię graniczną RFN i NRD, a na południu wkraczają do Czechosłowacji.

20 sierpnia o godz. 10.30 ZSRR wykonuje ostrzegawcze uderzenie jądrowe na Birmingham.

W pięć minut później prezydent USA i premier Wielkiej Brytanii uzgadniają uderzenie odwetowe. Cztery pociski jądrowe wystrzelone z okrętów podwodnych niszczą Mińsk.

22 sierpnia rząd ZSRR proponuje unieruchomienie sił jądrowych, wstrzymanie ognia i zwołanie konferencji pokojowej w Helsinkach.

Trzecia wojna światowa "trwała" niecały miesiąc.

### 2.3.5. MODEL SYSTEMU WOJENNEGO.

Model systemu wojennego /31/ zbudowany został przy następujących podstawowych założeniach:

- konflikt rozgrywany jest między dwoma stronami /A i B/,

- każda ze stron może znajdować się w stanie pokoju lub w stanie wojny,
- żadna ze stron nie zmienia swojego stanowiska aż do czasu rozstrzygnięcia losów wojny przez walkę.

Rys. 2.13 przedstawia system dwóch binarnych modeli stron odpowiednio ze sobą sprzężonych. Wspólnymi elementami stron są: sytuator /SYT/ i teatr wojny /TW/. Każda ze stron składa się z zaplecza /ZAPL/, sił zbrojnych /SZBR/ i strategatora /STRATEGATOR/.

Układ nazwany sytuatorem /SYT/ porównuje wolę kierownictw dwóch stron oraz wolę kierownictwa i zaplecza każdej ze stron. Na wejście sytuatora podawana jest informacja dotycząca:

- woli zaplecza strony A /B/,
- woli kierownictwa strony A /B/.

Sytuator zbudowany jest w taki sposób, że dla szesnastu możliwych sytuacji na wejściu, tylko osiem daje różne stany na jego wyjściu. Wynika to z faktu, że każda ze stron w danej sprawie może zająć stanowisko pozytywne bądź negatywne. Konflikt rodzi się, gdy te stanowiska są różne. Tak więc sytuator spełnia rolę "wykrywacza konfliktów" wewnątrz stron i między stronami.

Teatrem wojny /TW/ nazwano taki element modelu, w którym obydwie strony oddziałują na siebie niszcząco. Zatem z punktu widzenia modelu, teatr wojny jest sumatorem strat, zysków i aktualnych potencjałów wojennych stron.

Jeżeli przyjmiemy, że straty zadane stronie B przez stronę A wynoszą  $S_1$ , a straty zadane stronie A przez stronę B -  $S_2$ , to zysk strony A po jednostce czasu trwania działań wojennych wynosi:

$$V_1 = S_1 - S_2$$

a strony B

$$V_2 = S_2 - S_1$$



Odpowiednio:

- potencjał wojenny strony A po upływie  $t$  jednostek czasu trwania działań wojennych wyniesie

$$Q_1/t/ = Q_1 + \sum_{i=1}^t V_{1i}$$

- potencjał wojenny strony B po czasie  $t$  wyniesie

$$Q_2/t/ = Q_2 + \sum_{i=1}^t V_{2i}$$

gdzie:

$Q_{1/2/}$  - potencjał wojenny strony A /B/ w chwili wybuchu wojny,

$V_{1/2/i}$  - zysk strony A /B/ za  $i$ -tą jednostkę czasu trwania działań wojennych.

Układ nazwany strategatorem /STRA/ modeluje element kierownictwa decydujący o strategii działania strony. Uwzględnia on skuteczność broni, relacje między potencjałami stron a stratami wynikłymi z działań jednostronnych na teatrze wojny oraz tzw. stopień agresywności każdej ze stron oddający moment zaskoczenia.

Układ nazwany zapleczem /ZAPL/ ma za zadanie modelowanie zasilania sił zbrojnych. Uwzględniając aktualne dane z sytuatora, wielkość zasobów przyrody czerpanych przez stronę, wielkość zasilania przez stronę przeciwną w ramach wymiany handlowej, wypracowuje wielkość zasilania własnych sił zbrojnych i wielkość zasilania strony przeciwnej w ramach wymiany handlowej. Układ ten uwzględnia element czasu.

Układ nazwany siłami zbrojnymi /SZBR/ odwzorowuje podstawowe narzędzia strony służące do rozstrzygnięcia sporu ze stroną przeciwną na drodze wojny.

Siły zbrojne w modelu składają się z dwóch rodzajów broni: in-

formacyjnej i ogniowej. Rola sztabu sprowadzona została do kopiowania i rozdzielania informacji i zasilen między obydwie bronie.

Warunkiem, aby strona mogła efektywnie prowadzić działania na teatrze wojny musi być spełniona koniunkcja trzech zdarzeń:

- zaplecze zasila siły zbrojne,
- strategator wydaje rozkaz uderzenia na przeciwnika,
- sytuator informuje siły zbrojne o zaistniałym konflikcie między stronami.

### 2.3.6. Model Forrestera.

Zgodnie z podaną w rozdziale 1 definicją wojna jest procesem obejmującym wszystkie dziedziny życia społecznego. Jeżeli Polska w przyszłości byłaby uczestnikiem wojny, przeciwnikami byłyby siły Układu Warszawskiego i NATO, a więc byłaby to wojna światowa.

Z tego względu celem wydaje się zbudowanie modelu wojny traktowanej jako zjawisko ogólnospołeczne.

Dla zilustrowania tego typu modelowania zjawisk w skali "makro" przytoczę poniżej krótki opis modelu "SWIAT - 2" D. Forrestera /9/.

Omawiany model w oparciu o wybrane charakterystyki pozwala śledzić i przewidywać podstawowe /wybrane/ tendencje rozwojowe świata.

Świat traktowany jest jako całość. Wybranych zostało pięć podstawowych jego charakterystyk, na których zbudowano model:

- liczba ludności świata  $Z$ ,
- ogólna wartość wkładów kapitału  $K$ ,
- wartość wkładów inwestycyjnych na rolnictwo  $S$ ,
- światowe zasoby surowców  $R$ ,
- wskaźnik zanieczyszczenia środowiska  $P$ .

Dynamikę zmian wartości czterech z tych zmiennych /oprócz R/ w funkcji czasu oddaje różnica między szybkościami przyrostu i malenia ich wartości. Tak więc ogólna postać równań jest następująca:

$$\frac{dy}{dt} = x_1/t/ - x_2/t/$$

gdzie:

y - rozpatrywana zmienna,

x<sub>1</sub> - tempo wzrostu wartości zmiennej,

x<sub>2</sub> - tempo malenia wartości zmiennej.

Sformalizowana postać omawianego modelu obejmuje pięć równań różniczkowych:

$$1. \frac{dZ}{dt} = Z/t/ \cdot b^{\text{norm}} \cdot \beta^{\text{ur}} \cdot \beta^{\text{pł}} \cdot \beta^{\text{pit}} \cdot \beta^{\text{zagr}} - d^{\text{norm}} \cdot \delta^{\text{ur}} \cdot \delta^{\text{pł}} \cdot \delta^{\text{pit}} \cdot \delta^{\text{zagr}}$$

$$2. \frac{dK}{dt} = Z/t/ \cdot I^{\text{norm}} \cdot M^{\text{inw}} - K/t/ \cdot a^{\text{norm}}$$

$$3. \frac{dR}{dt} = -Z/t/ \cdot T^{\text{norm}} \cdot r^{\text{ur}}$$

$$4. \frac{dS}{dt} = /S_F S_Q - S/t// : T_S$$

$$5. \frac{dP}{dt} = Z/t/ \cdot g^K - \frac{P/t/}{\tau}$$

gdzie:

Z/t/ - liczba ludności na koniec roku t,

b<sup>norm</sup>, d<sup>norm</sup> - "normalne" współczynniki narodzin i śmiertelności,

β, δ - współczynniki wpływu na rozrodczość /śmiertelność/

poziomu życia, gęstości zaludnienia, odżywianie, zanieczyszczanie środowiska naturalnego,

$I^{norm}$  - "normalny" poziom inwestycji,

$M^{inw}$  - współczynnik zdolności akumulacji kapitałów,

$K/t/$  - wartość kapitału na koniec roku  $t$ ,

$a^{norm}$  - "normalne" zużycie funduszy /kapitału/ w roku,

$T^{norm}$  - "normalne" roczne zapotrzebowanie na surowce,

$r^{ur}$  - wskaźnik zależności wydobycia zasobów naturalnych od poziomu życia,

$S_F$  - część kapitału określona poziomem odżywiania,

$S_Q$  - część kapitału określona stopą życiową,

$S/t/$  - część funduszy na cele rolnicze w roku  $t$ ,

$T_S$  - czas opóźnienia zmiany funduszy w gospodarce rolnej,

$g^K$  - współczynnik zależności zanieczyszczenia od wielkości funduszy,

$P/t/$  - poziom zanieczyszczenia w roku  $t$ ,

$\tau$  - czas niezbędny do zmniejszenia poziomu zanieczyszczenia 2 razy przy założeniu braku napływu nowych zanieczyszczeń.

### 3. KONCEPCJA MODELU DZIAŁAŃ WOJENNYCH.

Możliwości strony /państwa/ do prowadzenia działań wojennych charakteryzowane są jej /jego/ potencjałem wojennym /PW/. Potencjał wojenny jest pewną funkcją sił i środków, którymi w określonym czasie /przedziale czasu/ strona dysponuje dla celów przygotowania, prowadzenia i zabezpieczenia działań wojennych.

Analiza rozwoju potencjałów wojennych stron musi być elementem uwzględnianym przy opracowywaniu prognoz dotyczących możliwości prowadzenia przez nie działań wojennych.

Opierając się na długoterminowych prognozach, poprzez sterowanie w określony sposób rozwojem własnych sił i środków kształtujących potencjał wojenny istnieje możliwość perspektywicznego wpływu na korzystne zmiany we wzajemnym układzie sił potencjalnych przeciwników.

Z powyższego wynika, że każde narzędzie pozwalające na zwiększenie prawdopodobieństwa trafności prognoz długoterminowych może stanowić istotny element rzutujący na poprawność wyboru i przyznawanie odpowiednich priorytetów określonym kierunkom zarówno w odniesieniu do rozwoju sił zbrojnych, jak również w odniesieniu do sfery zabezpieczenia ich funkcjonowania.

#### 3.1. Cele poznawcze i praktyczne.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie koncepcji budowy i zastosowania modelu działań wojennych. Model ten powinien spełniać warunki narzędzia wspomagającego "warsztat" prognostów opracowujących długoterminowe prognozy obronności kraju.

Niemniej ważnym z punktu widzenia naukowo - badawczego celem pracy jest poznanie, wypracowanie i sprawdzenie metody budowy modeli bardzo dużych, skomplikowanych systemów /makrosystemów/ w oparciu o dane zagregowane.

Tak więc jako podstawowe cele poznawcze niniejszej pracy moż-

na wyróżnić:

- zapoznanie się z metodami analizy makrosystemów w celu budowy globalnych modeli umożliwiających prowadzenie badań symulacyjnych,
- przeprowadzenie analizy zjawiska działań wojennych pod kątem wymagań na ich modelowanie,
- zapoznanie się z zasadami agregowania danych z różnych dziedzin dla potrzeb modelowania.

Do głównych celów praktycznych można zaliczyć:

- opracowanie i zastosowanie metody agregacji danych charakteryzujących system obronny państwa,
- opracowania koncepcji modelu działań wojennych dla potrzeb prognozowania,
- opracowanie wytycznych dotyczących zasad wykorzystywania modelu działań wojennych dla potrzeb prognozowania.

### 3.2. Założenia i ograniczenia.

W modelowaniu działań wojennych przedmiotem analizy jest dynamika wzajemnych oddziaływań:

- stron zaangażowanych między sobą,
- poszczególnych podsystemów tworzących system działań wzajemnych każdej ze stron.

Z uwagi na fakt, że przeznaczeniem budowanego modelu jest wspomaganie prognostów w zakresie sporządzania prognoz długoterminowych, nie są przedmiotem analizy procesy decyzyjne. Zakłada się, że decyzje zostały podjęte, a cała uwaga koncentruje się wokół efektywnościowych charakterystyk czasowych.

Podstawowym założeniem i jednocześnie ograniczeniem wykonawczym dotyczącym relacji system rzeczywisty - model jest założenie, że o możliwościach systemu obronnego państwa /SOP/ /strony/

decyduje jego /jej/ potencjał wojenny /PW/. Następstwem powyższego jest kolejne ograniczenie: prognozowany wynik ewentualnego konfliktu między państwami /stronami/ zależy od dynamiki kształtowania się relacji między ich potencjałami wojennymi.

Przyjmując, że potencjał wojenny państwa /strony/ jest to całokształt możliwości kraju /koalicji/ w zakresie realizacji postawionych przez kierownictwo polityczne zadań związanych z przygotowaniem i prowadzeniem działań wojennych, można dokonać jego podziału na /56/ /rys. 3.1./:

- potencjał moralno - polityczny /P M&P/,
- potencjał obrony cywilnej /POC/,
- potencjał obronno - ekonomiczny /PO-E/,
- potencjał bojowy /PB/.

Pod pojęciem potencjał moralno - polityczny /PM-P/ rozumieć należy /56/ siły moralno - polityczne społeczeństwa, które państwo może wykorzystać do realizacji celów wojny, inaczej mówiąc jest to gotowość społeczeństwa do ponoszenia obciążeń z tytułu przygotowywania państwa do wojny i jej prowadzenia.

Potencjał obrony cywilnej /POC/ jest to /56/ całokształt możliwości formacji obrony cywilnej w zakresie pozawojskowej obrony i ochrony ludności i mienia.

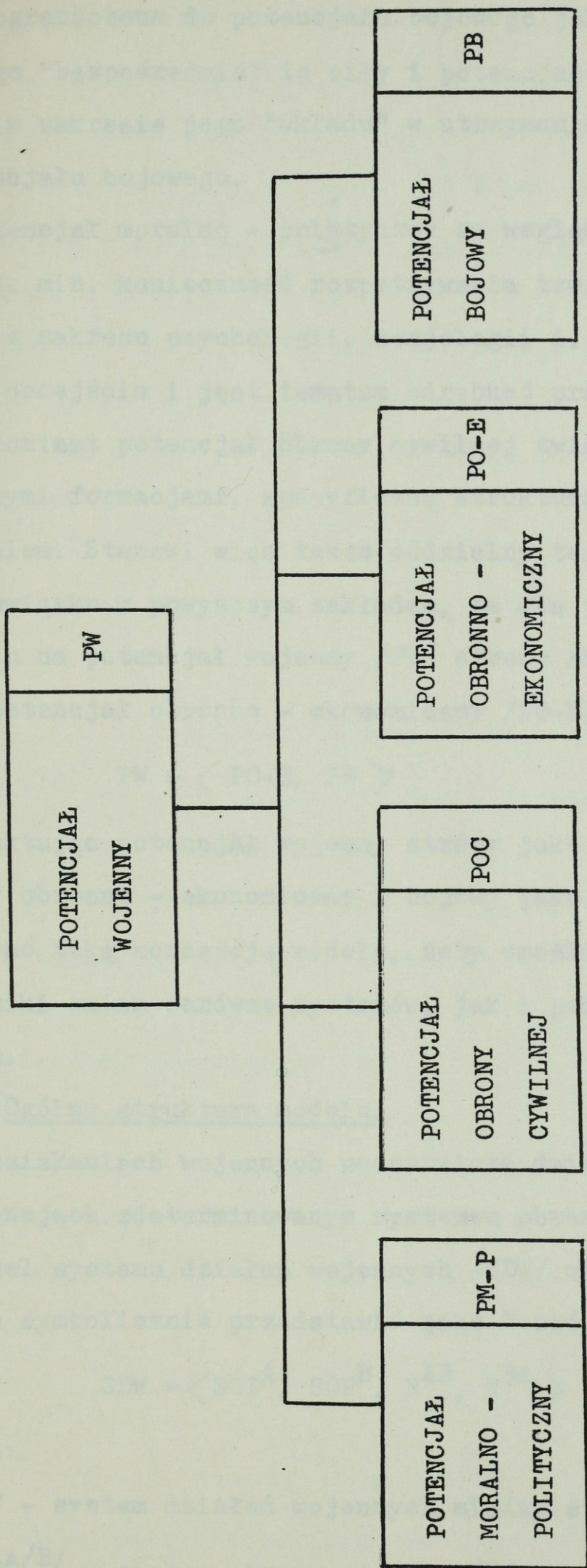
Potencjał obronno - ekonomiczny /PO-E/ jest to /56/ zdolność sił ekonomicznych danego państwa /strony/ do wykonania maksymalnej produkcji wojennej w określonym czasie.

Potencjał bojowy /PB/ jest to /56/ całokształt możliwości bojowych danego systemu wojskowego do prowadzenia walki zbrojnej.

Potencjał wojenny można więc przedstawić jako "czwórkę":

$$PW = \langle PM-P, POC, PO-E, PB \rangle$$

Przedmiotem zainteresowania autora niniejszej pracy są "wymierne" możliwości sił zbrojnych, zatem sfera zainteresowań zosta-



Rys. 3.1. Składowe potencjału wojennego.

nie ograniczona do potencjału bojowego jako elementu odwzorowującego "bezpośrednio" te siły i potencjału obronno - ekonomicznego w zakresie jego "wkładu" w utrzymanie na wymaganym poziomie potencjału bojowego.

Potencjał moralno - polityczny za względu na swoją specyfikę - tzn. min. konieczność rozpatrywania tzw. trudnowymiernych cech z zakresu psychologii, socjologii i.t.p. wymaga specyficznego podejścia i jest tematem odrębnej pracy /68/.

Natomiast potencjał obrony cywilnej związany jest ze specyficznymi formacjami, specyficzną strukturą organizacyjną i kierowaniem. Stanowi więc także oddzielny temat.

W związku z powyższym zakładam, że dla potrzeb rozpatrywanego modelu na potencjał wojenny /PW/ strony składał się będzie jej potencjał obronno - ekonomiczny /PO-E/ i potencjał bojowy /PB/:

$$PW = \langle PO-E, PB \rangle$$

Traktując potencjał wojenny strony jako system, a jej potencjały obronno - ekonomiczny i bojowy jako podsystemy należy wypracować taką koncepcję modelu, żeby umożliwiał on porównywanie dynamiki zmian zarówno systemów, jak i podsystemów przeciwnych stron.

### 3.3. Ogólna struktura modelu.

W działaniach wojennych uczestniczą dwie strony A i B, każda dysponująca zdeteminowanym systemem obrony /SOP<sup>A/B</sup>/.

Model systemu działań wojennych /SDW/ między tymi stronami można symbolicznie przedstawić jako "czwórkę":

$$SDW = \langle SOP^A, SOP^B, R^{AB}, R^{BA} \rangle \quad /1/$$

gdzie:

SDW - system działań wojennych między stronami,

SOP<sup>A/B</sup> - system obrony strony A/B/,

$R^{AB}$  - zbiór relacji między stroną A i B,

$R^{BA}$  - zbiór relacji między stroną B i A.

Modelowe uszczegółowienie zapisu /1/ pozwoli na analizę działań wojennych między stronami A i B pod kątem prognozowania ich wyniku / przy określonych założeniach wstępnych/.

Zgodnie z przyjętym w punkcie 3.2. założeniem, że o możliwościach systemu obronnego decyduje jego potencjał wojenny, a jego składowymi są: potencjał obronno - ekonomiczny i potencjał bojowy, dla potrzeb modelowania można to zapisać:

$$PW^A/t/ = \langle PO-E^A/t/, PB^A/t/ \rangle$$

/2/

$$PW^B/t/ = \langle PO-E^B/t/, PB^B/t/ \rangle$$

gdzie:

$PW^{A/B}/t/$  - potencjał wojenny strony A/B/ w chwili t,

$PO-E^{A/B}/t/$  - potencjał obronno - ekonomiczny strony A/B/ w chwili t,

$PB^{A/B}/t/$  - potencjał bojowy strony A/B/ w chwili t.

Zakładając, że potencjał obronno - ekonomiczny strony tworzony jest przez:

- podsystem gospodarczy /G/,
- podsystem demograficzny /D/,
- podsystem kierowania politycznego /K/,

natomiast potencjał bojowy strony tworzony jest przez podsystem walki zbrojnej /W/, to system obrony strony można zapisać jako parę:

$$SOP = \langle M, R \rangle \quad /3/$$

gdzie:

$$M = \langle G, D, K, W \rangle \quad /4/$$

M - zbiór podsystemów funkcjonalnych,

R C M X M

R - zbiór relacji między podsystemami funkcjonalnymi .

W ramach każdego SOP występują wewnętrzne i zewnętrzne relacje "pozytywne" tzn. wpływające na wzrost możliwości danego SOP i relacje "negatywne" tzn. wpływające na zmniejszenie tych możliwości. Relacje te mają charakter informacyjny lub energetyczny. Zewnętrzne relacje "pozytywne" - to relacje "otoczenie - - SOP", natomiast "negatywne" - to relacje między walczącymi stronami.

Zakładając, że każdy z wymienionych podsystemów tworzy własny potencjał, a więc odpowiednio: gospodarczy, demograficzny, kierowniczy, otoczenia, bojowy, to poglądowo omawiany model można zobrazować jak na rys. 3.2.

Symboliczne równanie poszczególnych typów potencjałów można zapisać w postaci /dla każdej ze stron/:

$$PK = PK_W + PK_D + PK_G \quad /5/$$

$$PD = PD_W + PD_G \quad /6/$$

$$PB = PB_{WZ} + PB_K + PB_D + PB_G \quad /7/$$

$$PO = PO_G + PO_W \quad /8/$$

$$PO-E = F/PK, PD, PG/ \quad /9/$$

$$PW = G /PO-E, PB/ \quad /10/$$

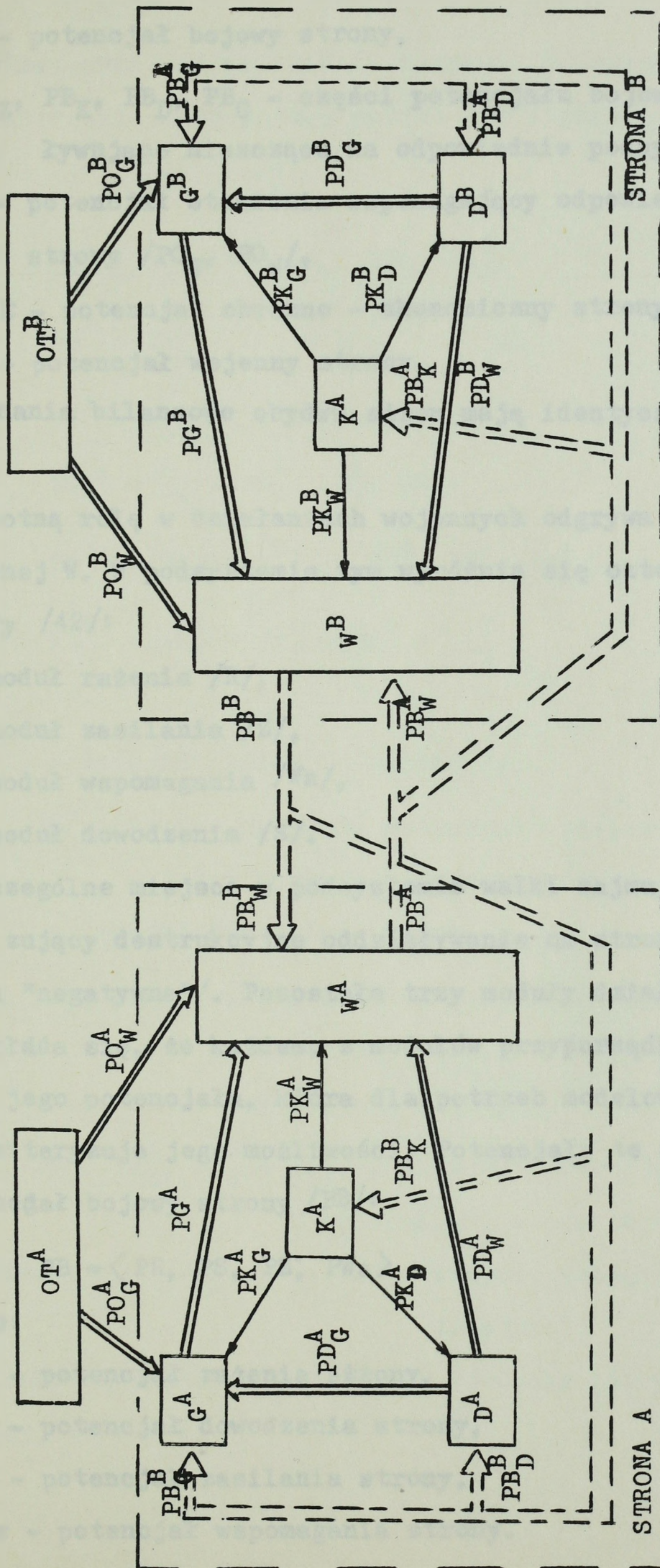
gdzie:

PK - potencjał kierowniczy strony,

PK<sub>W</sub>, PK<sub>D</sub>, PK<sub>G</sub> - części składowe potencjału kierowniczego działające na korzyść odpowiednich podsystemów,

PD - potencjał demograficzny strony,

PD<sub>W</sub>, PD<sub>G</sub> - części składowe potencjału demograficznego działa-



W - podsystem walki zbrojnej  
 G - podsystem gospodarczy  
 D - podsystem demograficzny  
 K - podsystem kierowania  
 OT - otoczenie

Rys. 3.2. Ogólna postać modelu działań wojennych.

jące na korzyść odpowiednich podsystemów,

PB - potencjał bojowy strony,

$PB_{WZ}$ ,  $PB_K$ ,  $PB_D$ ,  $PB_G$  - części potencjału bojowego strony oddzia-  
ływające niszcząco na odpowiednie podsystemy przeciwnika,

PO - potencjał otoczenia wspomagający odpowiednie podsystemy  
strony / $PO_G$ ,  $PO_W$ /,

PO-E - potencjał obronno - ekonomiczny strony,

PW - potencjał wojenny strony.

Równania bilansowe obydwu stron mają identyczną postać i for-  
mę.

Istotną rolę w działaniach wojennych odgrywa podsystem walki  
zbrojnej W. W podsystemie tym wyróżnia się cztery podstawowe  
moduły /42/:

- moduł rażenia /R/,
- moduł zasilania /Z/,
- moduł wspomagania /Ws/,
- moduł dowodzenia /S/.

Szczególne miejsce w podsystemie walki zajmuje moduł rażenia  
realizujący destrukcyjne oddziaływanie na stronę przeciwną /re-  
lacja "negatywna"/. Pozostałe trzy moduły działają na jego korzyść.

Zakłada się, że każdemu z modułów przyporządkowana jest war-  
tość jego potencjału, która dla potrzeb modelowania w pełni  
charakteryzuje jego możliwości. Potencjały te składają się na  
potencjał bojowy strony /PB/:

$$PB = \langle PR, PS, PZ, PWS \rangle$$

gdzie:

PR - potencjał rażenia strony,

PS - potencjał dowodzenia strony,

PZ - potencjał zasilania strony,

PWS - potencjał wspomagania strony.

Powiązania wewnątrz modelu podsystemu walki zbrojnej przedstawia rys. 3.3.

Analogicznie jak poprzednio równania poszczególnych typów potencjałów mają następującą postać dla strony A:

$$PZ^A = PZ_R^A + PZ_W^A \quad /11/$$

$$PZ^A = F_Z / PG^A, PC_W^A, PS_Z^A, PZ_O^A / \quad /12/$$

$$PS^A = PS_Z^A + PS_R^A + PS_W^A \quad /13/$$

$$PS^A = F_S / PK_W^A, PS_O^A / \quad /14/$$

$$PWS^A = F_W / PZ_W^A, PS_W^A, PW_O^A / \quad /15/$$

$$PR^A = F_B / PW^A, PZ_R^A, PS_R^A, PR_O^A, PD_W^A / \quad /16/$$

$$PR_{WZ}^B = PR_R^B + PR_S^B + PR_W^B + PR_Z^B \quad /17/$$

gdzie:

$PZ^A$  - potencjał zasilania strony A,

$PZ_R^A, PZ_W^A$  - części składowe potencjału zasilania odpowiednio modułów rażenia i wspomagania,

$PS^A$  - potencjał dowodzenia strony A,

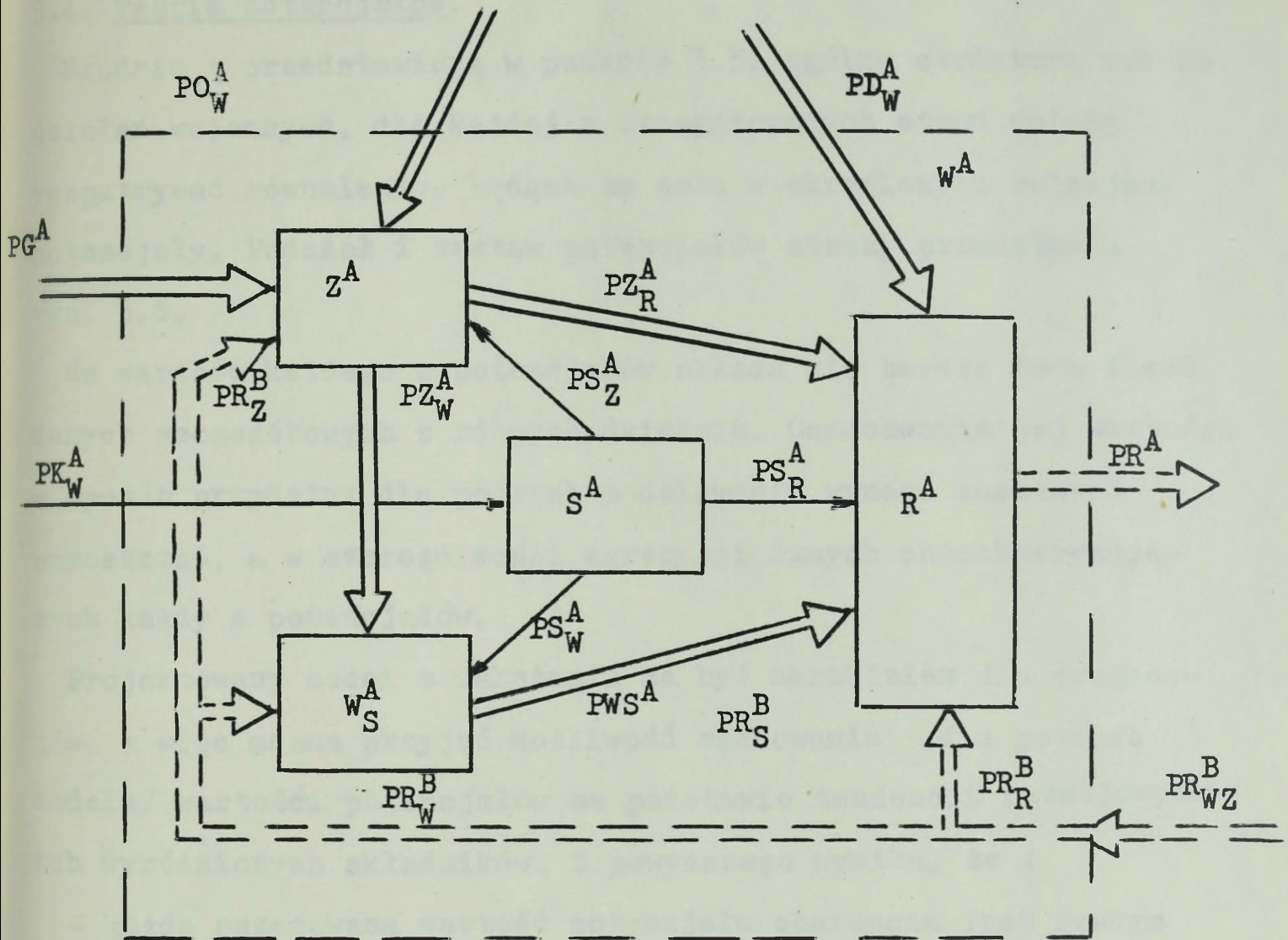
$PS_Z^A, PS_R^A, PS_W^A$  - części składowe potencjału dowodzenia odpowiednich modułów,

$PWS^A$  - potencjał wspomagania strony A,

$PR_R^B, PR_W^B, PR_Z^B, PR_S^B$  - części składowe potencjału rażenia strony B oddziałujące na odpowiednie moduły.

Indeks "O" / $PZ_O, PW_O, \dots$ / - oznacza początkową wartość potencjału.

Identyczną postać i formę mają równania dla podsystemu walki zbrojnej strony B.



Legenda:

Relacje międzyblokowe - jak na rys. 3.2.

$PZ^A$  - potencjał zasilania strony A,

$PS^A$  - potencjał dowodzenia strony A,

$PWS^A$  - potencjał wspomagania strony A.

Rys.3.3. Ogólna postać modelu podsystemu walki zbrojnej strony A.

Ogólną / zbiorczą/ strukturę modelu działań wojennych jednej ze stron /A/ przedstawia rys. 3.4.

### 3.4. Teoria potencjałów.

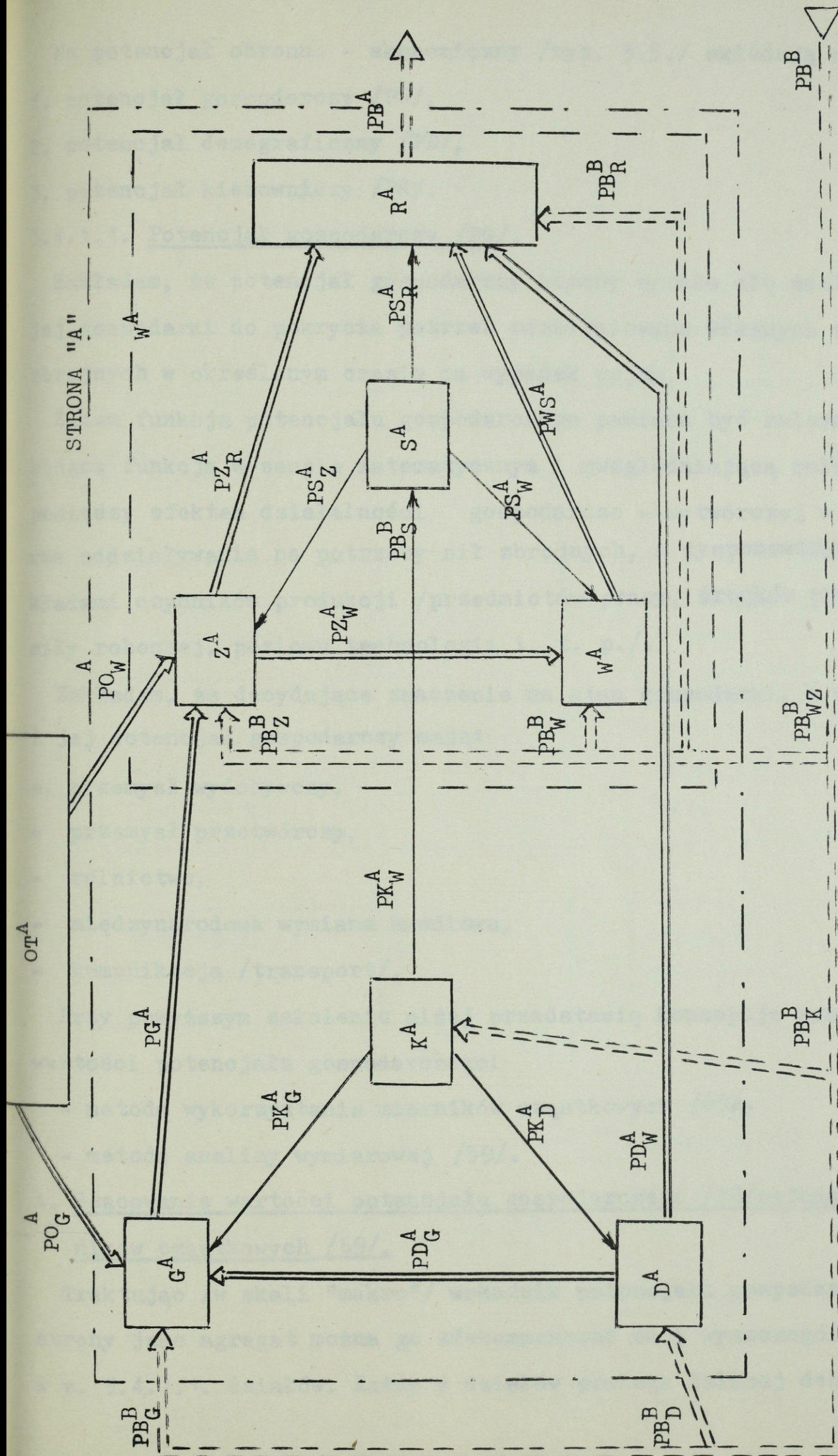
Zgodnie z przedstawioną w punkcie 3.3. ogólną strukturą modelu działań wojennych, dla każdej z zaangażowanych stron należy rozpatrywać równoległe, będące ze sobą w określonych relacjach potencjały. Podział i zestaw potencjałów strony przedstawia rys. 3.5.

Na wartość każdego z potencjałów składa się bardzo duża ilość danych szczegółowych z różnych dziedzin. Oszacowanie tej wartości w sposób przydatny dla potrzeb modelowania wymaga znacznych uproszczeń, a w szczególności agregacji danych charakteryzujących każdy z potencjałów.

Projektowany model z założenia ma być narzędziem dla prognostów, a więc można przyjąć możliwość szacowania /dla potrzeb modelu/ wartości potencjałów na podstawie tendencji rozwojowych ich wyróżnionych składników. Z powyższego wynika, że :

- każda oszacowana wartość potencjału obciążona jest pewnym błędem, bez względu na metodę jej obliczania,
- szacowanie potencjałów obu stron tymi samymi metodami, w oparciu o te same typy danych zapewnia, że popełniany błąd jest porównywalny dla obu stron, a ponieważ operować się będzie na wartościach względnych, więc szacunki wzajemnych możliwości będą poprawne,
- dobór elementów do szacowania potencjałów powinien być reprezentatywny pod względem koncepcji strategicznej przyszłej wojny oraz pod względem rangi danego elementu w sferach zaopatrzenia, wyposażenia i możliwości bojowych sił zbrojnych.

#### 3.4.1. Potencjał obronno - ekonomiczny /PO-E/.



Uwaga. Oznaczenia jak na rys. 3.2 i 3.3.  
 Rys. 3.4. Ogólna struktura modelu strony "A".

Na potencjał obronno - ekonomiczny /rys. 3.5./ składają się:

1. potencjał gospodarczy /PG/,
  2. potencjał demograficzny /PD/,
  3. potencjał kierowniczy /PK/.
- 3.4.1.1. Potencjał gospodarczy /PG/.

Zakładam, że potencjał gospodarczy strony wyraża się zdolnością jej gospodarki do pokrycia potrzeb zasileniowych własnych sił zbrojnych w określonym czasie na wypadek wojny.

Zatem funkcja potencjału gospodarczego powinna być zależnością, będącą funkcją w sensie matematycznym i uwzględniającą relacje pomiędzy efektem działalności gospodarczo - wytwórczej w sferze oddziaływania na potrzeby sił zbrojnych, a dysponowanymi nakładami czynników produkcji /przedmiotów pracy, środków pracy, siły roboczej, poziomu technologii i. t. p./.

Zakładam, że decydujące znaczenie ma stan gospodarki, a więc i jej potencjał gospodarczy mają:

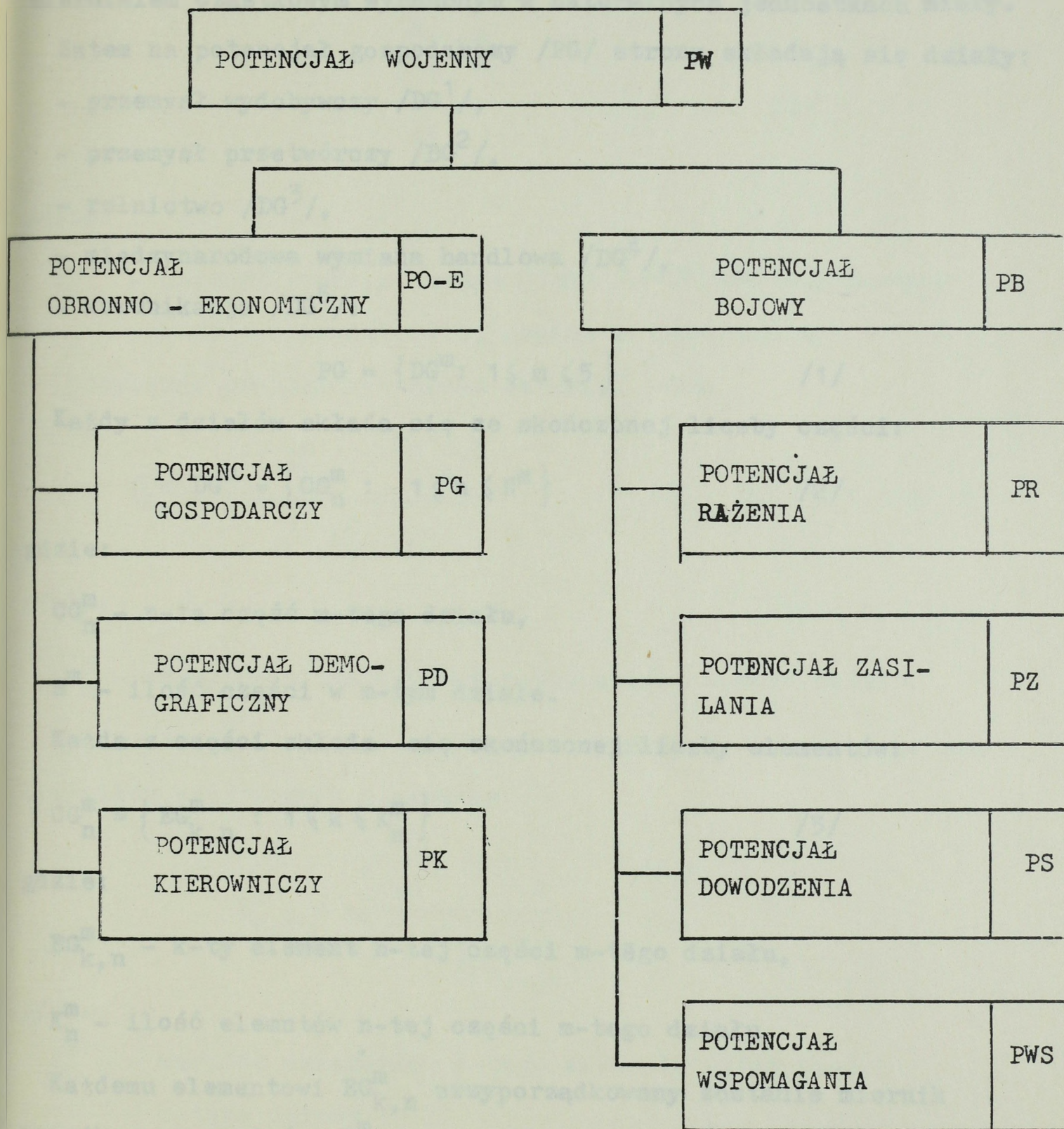
- przemysł wydobywczy,
- przemysł przetwórczy,
- rolnictwo,
- międzynarodowa wymiana handlowa,
- komunikacja /transport/.

Przy powyższym założeniu niżej przedstawię koncepcję szacowania wartości potencjału gospodarczego:

- metodą wykorzystania mierników cząstkowych /69/,
- metodą analizy wymiarowej /59/.

A. Szacowanie wartości potencjału gospodarczego /PG/metodą mierników cząstkowych /69/.

Traktując /w skali "makro"/ wskaźnik potencjału gospodarczego strony jako agregat można go zdekomponować na 5 wyszczególnionych w p. 3.4.1.1. działów. Każdy z działów podlega dalszej dekompo-



Rys. 3.5. Podział i zestaw potencjałów strony.

zycji na "części" - odpowiadające grupowaniu sił ekonomicznych państwa według np. rodzaju produkcji wojennej. "Części" z kolei dzielą się na "elementy", z których każdy charakteryzowany jest miernikiem cząstkowym wyrażonym w naturalnych jednostkach miary.

Zatem na potencjał gospodarczy /PG/ strony składają się działy:

- przemysł wydobywczy /DG<sup>1</sup>/,
- przemysł przetwórczy /DG<sup>2</sup>/,
- rolnictwo /DG<sup>3</sup>/,
- międzynarodowa wymiana handlowa /DG<sup>4</sup>/,
- komunikacja /DG<sup>5</sup>/:

$$PG = \{ DG^m : 1 \leq m \leq 5 \} \quad /1/$$

Każdy z działów składa się ze skończonej liczby części:

$$DG^m = \{ CG_n^m : 1 \leq n \leq N^m \} \quad /2/$$

gdzie:

$CG_n^m$  - n-ta część m-tego działu,

$N^m$  - ilość części w m-tym dziale.

Każda z części składa się skończonej liczby elementów:

$$CG_n^m = \{ EG_{k,n}^m : 1 \leq k \leq K_n^m \} \quad /3/$$

gdzie:

$EG_{k,n}^m$  - k-ty element n-tej części m-tego działu,

$K_n^m$  - ilość elementów n-tej części m-tego działu.

Każdemu elementowi  $EG_{k,n}^m$  przyporządkowany zostanie miernik cząstkowy o wartości  $X_{k,n}^m$ :

$$EG_{k,n}^m \longrightarrow X_{k,n}^m \quad /4/$$

gdzie:

$x_{k,n}^m$  - wartość miernika cząstkowego k-tego elementu n-tej części m-tego działu.

Niech:

$$\bar{x}_{k,n}^m = \frac{\sum_{k=1}^{K_n^m} x_{k,n}^m}{K_n^m} \quad /5/$$

gdzie:

$\bar{x}_{k,n}^m$  - wartość średnia arytmetyczna mierników cząstkowych k-tego elementu n-tej części m-tego działu.

Odchylenie standardowe można określić jako:

$$\sigma_n^m = \frac{\sqrt{\sum_{k=1}^{K_n^m} (x_{k,n}^m - \bar{x}_{k,n}^m)^2}}{K_n^m} \quad /6/$$

gdzie:

$\sigma_n^m$  - odchylenie standardowe n-tej części m-tego działu.

Wykorzystując zależność /6/ można wyznaczyć wartość wskaźników mierników cząstkowych elementów:

$$I_{k,n}^m = \frac{x_{k,n}^m - \bar{x}_{k,n}^m}{\sigma_n^m} \quad /7/$$

gdzie:

$I_{k,n}^m$  - wartość wskaźników k-tego elementu n-tej części m-tego działu.

W oparciu o zależność /7/ można porównywać różnoimienne cechy i przeprowadzić kolejny stopień agregacji.

Uwzględniając zapileniowe potrzeby wojny, należy widzieć różne znaczenie różnych elementów. Z tego też względu celowym jest

zastosowanie współczynników wagowych i posługiwanie się "wskaźnikami ważonymi". Wartości współczynników wagowych ustalane mogą być metodą ekspertów przy uwzględnianiu założeń dotyczących charakteru wojny /np. wojna konwencjonalna, wojna z ograniczonym użyciem BMR i.t.p./.

Wskaźnik "ważony" stosowany do dalszej agregacji ma postać:

$$IW_{k,n}^m = I_{k,n}^m \cdot p_{k,n}^m \quad /8/$$

$$\sum_{k=1}^{K_n^m} p_{k,n}^m = 1$$

gdzie:

$IW_{k,n}^m$  - wartość wskaźnika ważonego k-tego elementu n-tej części m-tego działu,

$p_{k,n}^m$  - współczynnik wagowy /"waga"/ k-tego elementu n-tej części m-tego działu.

W kolejnym kroku agregacji wyliczyć należy wartość wskaźnika części jako średniej harmonicznej wskaźnika stopnia niższego:

$$ICG_n^m = \frac{1}{\sum_{k=1}^{K_n^m} \frac{1}{IW_{k,n}^m}} \quad /9/$$

gdzie:

$ICG_n^m$  - wartości wskaźnika n-tej części m-tego działu.

Zagregowany wskaźnik działu obliczany jest także jako wartość średniej harmonicznej wskaźników części:

$$IDG^m = \frac{1}{\sum_{n=1}^{N^m} \frac{1}{ICG_n^m}} \quad /10/$$

gdzie:

$IDG^m$  - wartość wskaźnika m-tego działu.

Syntetyczny wskaźnik potencjału gospodarczego jest średnią arytmetyczną wskaźników działowych:

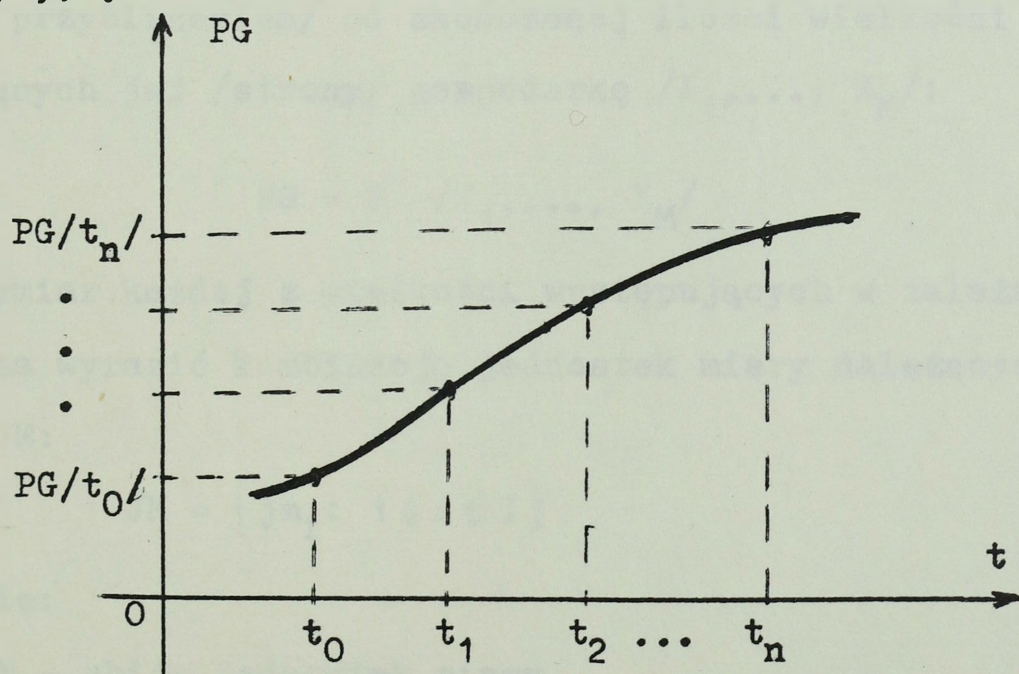
$$PG = \frac{\sum_{m=1}^M IDG^m}{M} \quad /11/$$

gdzie:

PG - wskaźnik wartości potencjału gospodarczego strony,

M = 5 - ilość uwzględnionych działów.

Określając wg zależności /11/ wartości wskaźników potencjału gospodarczego strony za określone odcinki czasu otrzymuje się ciąg wartości dyskretnych, które można przedstawić np. jak na rys. 3.6.



Rys. 3.6. Przykład zmian wartości wskaźnika potencjału gospodarczego.

Dla celów badawczych, stosując wybrane metody matematyczne można przeprowadzić aproksymację otrzymanych wyników określoną funkcją matematyczną w całym przedziale lub odcinkami, czyli doprowadzić do zależności funkcyjnej:

$$PG = PG/t/ \quad /12/$$
$$t \in [t_0, t_r]$$

"Zabieg" ten umożliwiłby w trakcie badań symulacyjnych traktowanie potencjału gospodarczego jako funkcji matematycznej o określonych właściwościach, podlegającej ogólnym prawom matematyki.

Dla celów badawczych celowym byłoby wyliczenie wartości PG dla pewnej liczby lat wstecz /z "krokiem" równym jednemu rokowi/ w oparciu o dane statystyczne i horyzontu czasowego możliwego do zrealizowania w oparciu o resortowe, gałęziowe plany, prognozy i.t.p.

B. Szacowanie wartości potencjału gospodarczego /PG/ metodą analizy wymiarowej /59/.

Zakładam, że potencjał gospodarczy /PG/ strony zależy /z pewnym przybliżeniem/ od skończonej ilości wielkości charakteryzujących jej /strony/ gospodarke / $X_1, \dots, X_M$ /:

$$PG = F /X_1, \dots, X_M/ \quad /1/$$

Wymiar każdej z wielkości występujących w zależności /1/ można wyrazić kombinacją jednostek miary należących do zbioru JM:

$$JM = \{jm_i : 1 \leq i \leq I\} \quad /2/$$

gdzie:

JM - zbiór jednostek miary,

$jm_i$  - i-ta jednostka miary,

I - ilość jednostek miary.

Zatem:

$$[PG] = j_{m_1}^{\alpha_1'} \cdot \dots \cdot j_{m_I}^{\alpha_I'} \quad /3/$$

$$[\bar{X}_m] = j_{m_1}^{\alpha_{m,1}} \cdot \dots \cdot j_{m_I}^{\alpha_{m,I}}$$

gdzie:

[ ] - symbol "wymiaru",

$\alpha_{i,1}, \alpha_{m,i}$  - liczba całkowita.

Dla  $m = 1, \dots, M$  i  $i = 1, \dots, I$  wg zależności /3/ można zbudować macierz :

$$A = [a_{mi}]_{M \times I}$$

gdzie:

$$a_{m,i} = \begin{cases} 0 & \text{jeśli } [\bar{X}_m] \neq j_{m_i} \\ \alpha_{m,i} & \text{jeśli } [\bar{X}_m] = j_{m_i}^{\alpha_{m,i}} \end{cases} \quad /4/$$

Niech rząd macierzy A wynosi R, tzn.:

$$RZ[A] = R \quad /5/$$

$$R \leq \min /M, I/$$

$$R \in \{ N \}$$

N - zbiór liczb naturalnych.

Z porównania /5/ z /1/ wynika, że w zależności /1/ jest R zmiennych niezależnych i /M-R/ zmiennych zależnych. Niech:

$X_1, \dots, X_R$  będą zmiennymi niezależnymi, a

$X_{R+1}, \dots, X_M$  zmiennymi zależnymi.

Więc:

$$PG = F /X_1, \dots, X_R, X_{R+1}, \dots, X_M/$$

Wyodrębniając zmienne niezależne otrzymamy postać funkcji:

$$PG = f / \varphi_{x_{R+1}}, \dots, \varphi_{x_M} / \cdot x_1^{\beta_1} \dots \cdot x_R^{\beta_R} \quad /6/$$

gdzie:

$\beta_r$  - liczby rzeczywiste.

Zatem:

$$[PG] = [f / \varphi_{x_{R+1}}, \dots, \varphi_{x_M} / \cdot [x_1]^{\beta_1} \dots \cdot [x_R]^{\beta_R}$$

Ponieważ:

$$[f / \varphi_{x_{R+1}}, \dots, \varphi_{x_M} /] = 1 \quad /7/$$

więc:

$$[PG] = [x_1]^{\beta_1} \dots \cdot [x_R]^{\beta_R} \quad /8/$$

Rozwijając /8/ wg /3/ otrzymamy:

$$\underbrace{j_{m_1}^{\alpha_1} \dots \cdot j_{m_I}^{\alpha_I}}_{[PG]} = \underbrace{/ j_{m_1}^{\alpha_{1,1}} \dots \cdot j_{m_I}^{\alpha_{1,I}} /}_{[x_1]} \cdot \underbrace{/ j_{m_1}^{\alpha_{R,1}} \dots \cdot j_{m_I}^{\alpha_{R,I}} /}_{[x_R]} \cdot \beta_1 \dots$$

Po pogrupowaniu wg jednostek miary:

$$j_{m_1}^{\alpha_1} \dots \cdot j_{m_I}^{\alpha_I} = j_{m_1}^{\alpha_{1,1} \cdot \beta_1 + \dots + \alpha_{R,1} \cdot \beta_R} \dots \cdot j_{m_I}^{\alpha_{1,I} \cdot \beta_1 + \dots + \alpha_{R,I} \cdot \beta_R} \quad /9/$$

Porównując zależność /9/ stronami otrzymuje się I równań liniowych:

$$\left. \begin{aligned} \alpha'_1 &= \alpha_{1,1} \beta_1 + \dots + \alpha_{R,1} \cdot \beta_R \\ &\vdots \\ \alpha'_I &= \alpha_{1,I} \beta_1 + \dots + \alpha_{R,I} \cdot \beta_R \end{aligned} \right\} /10/$$

Z układu /10/ wyznacza się wartości liczbowe współczynników:

$$\left. \begin{aligned} \beta_1 &= f_1 / \alpha'_1, \dots, \alpha'_I, \alpha_{1,1}, \dots, \alpha_{R,I} / \\ &\vdots \\ \beta_R &= f_R / \alpha'_1, \dots, \alpha'_I, \alpha_{1,1}, \dots, \alpha_{R,I} / \end{aligned} \right\} /11/$$

Wyliczone wartości /11/ należy wstawić do zależności /6/ i jeżeli rząd macierzy

$$R = M$$

to poszukiwana funkcja ma postać:

$$PG = A \cdot X_1^{\beta_1} \cdot \dots \cdot X_R^{\beta_R} \quad /12/$$

gdzie:

A - stała liczbowa.

Przykładem funkcji o postaci /12/ jest tzw. funkcja produkcji Cobba - Douglasa /55/ o postaci:

$$Q = A \cdot K^\alpha \cdot L^\beta \quad \begin{aligned} \alpha &> 0 \\ \beta &> 0 \end{aligned}$$

gdzie:

Q - wielkość produkcji,

K - zasób kapitału,

L - wielkość siły roboczej /zatrudnienie/,

A - stała liczbowa,

$\alpha, \beta$  - parametry funkcji.

W praktyce najczęściej operuje się postacią logarytmiczną funkcji Cobba - Douglasa:

$$\log Q = \alpha \log K + \beta \log L$$

/ stała A włączona jest do jednostek mierzenia wielkości produkcji Q/.

W przypadku, gdy rząd macierzy /zależność /11//:

$$R < M$$

to poszukiwana funkcja ma postać /6/ i należy wyznaczyć:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_{X_{R+1}} &= g_1 / X_1, \dots, X_R / \\ &\vdots \\ \varphi_{X_M} &= g_{M-R} / X_1, \dots, X_R / \end{aligned} \right\} \quad /13/$$

Wielkości te wyznacza się z zależności:

$$X_{R+m} = \varphi_{X_{R+m}} \cdot X_1^{\gamma_{m1}} \cdot \dots \cdot X_R^{\gamma_{mR}} \quad /14/$$

dla  $m = 1, \dots, M$ .

Ponieważ  $\left[ \varphi_{X_{R+m}} \right] = 1$ , więc:

$$\left[ X_{R+m} \right] = \left[ X_1 \right]^{\gamma_{m1}} \cdot \dots \cdot \left[ X_R \right]^{\gamma_{mR}} \quad /15/$$

Wartość  $\gamma_{m1}, \dots, \gamma_{mR}$  wyznacza się metodą opisaną dla wyznaczania wartości liczbowych współczynników  $\beta$  i wtedy

$$\varphi_{X_{R+m}} = \frac{X_{R+m}}{X_1^{\gamma_{m1}} \cdot \dots \cdot X_R^{\gamma_{mR}}} \quad /16/$$

Postać funkcji

$$f / \varphi_{X_{R+1}}, \varphi_{X_{R+2}}, \dots, \varphi_{X_M} /$$

ustalić należy np. eksperymentalnie. Zakładając np. liniową postać funkcji:

$$f / \varphi_{X_{R+1}}, \dots, \varphi_{X_M} / = C_0 + C_1 \cdot \varphi_{X_{R+1}} + \dots + C_{M-R} \cdot \varphi_{X_M}$$

można eksperymentalnie wyznaczyć wartości współczynników C.

W wyniku zastosowania przedstawionej wyżej metody otrzymuje się matematyczną zależność pozwalającą wyliczyć wartość potencjału gospodarczego w funkcji wybranych, charakteryzujących go wielkości. Jej zastosowanie w modelowaniu symulacyjnym może być podobne jak metody opisanej w p. A bez potrzeby aproksymacji otrzymanych wyników.

#### 3.4.1.2. Potencjał demograficzny /PD/.

Zakładam, że potencjał demograficzny strony to ilość i jakość zasobów ludzkich, które państwo może przeznaczyć do wykonywania maksymalnej produkcji i usług wojennych oraz na zabezpieczenie potrzeb sił zbrojnych /34/.

Z przyjętej definicji wynika, że potencjał demograficzny strony jest funkcją ilości ludności strony i jej /ludności/ "jakości" rozumianej jako stopień zdolności do wypełnienia określonych funkcji społecznych w okresie wojny /zarówno w przemyśle, jak i w siłach zbrojnych/:

$$PD = H/IL, JAK/$$

Prognozy ilościowe dla poszczególnych państw opracowywane są i uaktualniane z perspektywą kilkudziesięciu lat i mogą być podstawą do określenia ilościowego omawianego potencjału. Przykładem takich opracowań są pozycje bibliografii /46/, /67/.

Mając na uwadze cel, dla którego wykorzystywany będzie omawiany tutaj potencjał demograficzny, jego stronę ilościową należy rozpatrywać w czterech przedziałach wiekowych:

- 1/  $IL_1$  - ilość ludności do lat 16,
- 2/  $IL_2$  - ilość ludności w przedziale wieku 16 - 45 lat,
- 3/  $IL_3$  - ilość ludności w przedziale wieku 45 - 65 lat,
- 4/  $IL_4$  - ilość ludności w przedziale wieku ponad 65 lat.

Drugim elementem potencjału demograficznego obok "ilościowego" jest element "jakościowy". Zakładam, że w ramach tego elementu zostanie uwzględnione:

- stopień poparcia społecznego dla prowadzonej wojny,
- stopień wykształcenia społeczeństwa,
- zdrowotność społeczeństwa.

Każdy z wymienionych czynników w modelu uwzględniany będzie przez współczynnik liczbowy z przedziału  $[0, 1]$ . Współczynnik ten przy określaniu wartości potencjału stosowany będzie jako funkcja multiplikatywna.

A. Stopień poparcia społecznego dla prowadzonej wojny.

Stopień poparcia społecznego odzwierciedlać będzie "współczynnik poparcia społeczeństwa strony A lub B dla prowadzonej wojny":

$$0 < W_{\text{pop}}^{A/B} \leq 1$$

Współczynnik ten odnosi się do społeczeństwa jako do całości /bez uwzględnienia podziału wg wieku/. Jego wartość może się zmieniać w trakcie trwania wojny, np. zależnie od charakteru zmian. układu sił przeciwników.

Jeżeli  $W_{\text{pop}} = 1$ , tzn., że społeczeństwo udziela pełnego poparcia dla dalszego prowadzenia działań wojennych.

Wartość dolnej granicy  $W_{\text{pop min}}$  ustalana jest metodą ekspertów. Np. przyjęcie

$$W_{\text{pop min}} = 0,5$$

oznacza, że kształtowanie społecznego stosunku do działań wojennych może zmienić wartość potencjału demograficznego w granicach /50 - 100%/.

Dla konkretnych, modelowanych sytuacji konfliktowych wartość  $W_{\text{pop}}$  ustalana będzie w oparciu o cechy modelowanej wojny, widzia-

ne z jednej i drugiej strony zaangażowanej w konflikt.

### B. Stopień wykształcenia społeczeństwa.

Stopień wykształcenia społeczeństwa rozpatrywany będzie dla każdej z grup wiekowych oddzielnie.

Jeżeli oznaczymy przez:

$p_p$  - współczynnik wagowy "wykształcenie nie wyższe niż podstawowe",

$p_s$  - współczynnik wagowy "wykształcenie nie wyższe od średniego",

$p_w$  - współczynnik wagowy "wykształcenie wyższe od średniego",

to przyjęte wartości tych współczynników powinny spełniać następujące warunki:

$$0 < p_p < 1, \quad 0 < p_s < 1, \quad 0 < p_w \leq 1$$

$$p_p < p_s < p_w$$

$$p_p^2 + p_s^2 + p_w^2 \neq 0$$

$$p_p + p_s + p_w = 1$$

Jeżeli dla danej grupy wiekowej z prognoz dotyczących szkolnictwa wynikać będzie, że:

- przeciętnie A% ludzi posiadać będzie wykształcenie podstawowe,
- przeciętnie B% - wykształcenie średnie,
- przeciętnie C% - wykształcenie wyższe,

to wypadkowy współczynnik charakteryzujący poziom wykształcenia danej grupy  $W_{WYK}$  określony będzie zależnością: /średnią arytmetyczną "ważonych" ilości ludzi o danym wykształceniu/:

$$W_{\text{WYK},n} = \frac{\frac{1}{100} / A^n \cdot p_p + B^n \cdot p_s + C^n \cdot p_w}{3}$$

gdzie:

$W_{\text{WYK},n}$  - współczynnik stopnia wykształcenia n-tej grupy wiekowej /n = 1,2,3,4/,

$A^n, B^n, C^n$  - procentowy udział ludzi n-tej grupy wiekowej o wykształceniu odpowiednio podstawowym, średnim, wyższym,

$p_p, p_s, p_w$  - współczynniki wagowe wykształcenia.

C. Zdrowotność społeczeństwa.

Stan zdrowotny społeczeństwa charakteryzowany będzie współczynnikiem  $W_{\text{zdr}}$  o wartościach z przedziału 0,1 .

Jego wartość ustalana będzie w oparciu o prognozy zachorowań na określone jednostki chorobowe na 100 tys. ludzi w danych grupach wiekowych.

Porównując wymienione wskaźniki dla wszystkich grup wiekowych przyjmuje się, że dla najlepszej prognozy grupowej /prognoza przewiduje najmniej zachorowań na 100 tys. w danej grupie/ wartość:

$$W_{\text{zdr},n_1}^{\text{str}} = 1$$

gdzie:

str - strona A lub B,

$n_1$  - grupa wiekowa o minimalnej zachorowalności,

Dla wszystkich pozostałych grup obu stron wyznacza się wartość wskaźnika z proporcji:

$$1 : W_{\text{zdr},n}^{\text{str}} = Z_{\text{dch}_{\text{min},n_1}}^{\text{str}} : Z_{\text{ach}_n}^{\text{str}}$$

gdzie:

$W_{zdr, n}^{str}$  - poszukiwany wskaźnik zdrowotności n-tej grupy wiekowej, str-tej strony,

$Zdch_{min, n_1}^{str}$  - minimalny wskaźnik zachorowalności w  $n_1$ -szej grupie wiekowej, str<sub>1</sub>-szej strony,

$Zach_n^{str}$  - wskaźnik zachorowalności w n-tej grupie wiekowej, str-tej strony

$$str \in \{A, B\}$$

$$n, n_1 \in \{1, 2, 3, 4\}$$

Podsumowując, w rozpatrywanym modelu potencjał demograficzny określany będzie następującą zależnością:

$$PD^{str} = W_{pop}^{str} / \sum_{n=1}^4 W_{WYK, n}^{str} \cdot W_{zdr, n}^{str} \cdot /100 \cdot \frac{IL_n^{str}}{IL^{str}} //$$

gdzie:

$PD^{str}$  - potencjał demograficzny str - tej strony,

str - strona konfliktu /A lub B/,

$W_{pop}^{str}$  - współczynnik poparcia społecznego dla prowadzonych działań wojennych dla strony str-tej,

$W_{WYK, n}^{str}$  - współczynnik stopnia wykształcenia n-tej grupy wiekowej, str-tej strony,

$W_{zdr}^{str}$  - wskaźnik zdrowotności n-tej grupy wiekowej, str-tej strony,

$IL_n^{str}$  - liczność n-tej grupy wiekowej str-tej strony,

$IL^{str}$  - liczność globalna ludności str-tej strony.

### 3.4.1.3. Potencjał kierowniczy /PK/.

Potencjał kierowniczy strony wyraża zdolność jej kierownictwa do efektywnego sterowania całokształtem przedsięwzięć zwią-

zanych z przygotowaniem i prowadzeniem działań wojennych przez stronę zaangażowaną w konflikt.

Zakładam, że:

- potencjał kierowniczy strony wyrażony jest współczynnikiem efektywności podsystemu kierowania strony  $E_{sk}$ ,
- współczynnik efektywności kierowania strony wyraża się liczbą z przedziału  $(0, 1]$ , tzn.:

$$0 < E_{sk} \leq 1,$$

- dla okresu pokoju /nie ma zniszczeń, wszystkie elementy składowe podsystemu pracują normalnie/;

$$E_{sk} = 1$$

- efektywność podsystemu kierowania strony jest funkcją zniszczeń spowodowanych oddziaływaniem przeciwnika. Funkcja ta posiada następujące właściwości:
  - przy małych zniszczeniach - dynamika spadku współczynnika efektywności jest mała,
  - ze wzrostem zniszczeń rośnie dynamika spadku współczynnika efektywności,
  - istnieje punkt przegięcia funkcji, przy którym dalszemu wzrostowi zniszczeń podsystemu towarzyszy malenie dynamiki spadku współczynnika efektywności.

Wyżej wymienione warunki spełnia np. funkcja tzw. rozkładu normalnego  $N(0, 1)$  dla wartości zmiennej niezależnej  $\geq 0$ .

Jeżeli:

$E_{sk}$  oznacza wartość funkcji  $E_{sk} \in (0, 1]$ ,

$k$  - współczynnik zniszczeń podsystemu kierowania  $k \in [0, 100]$   
to funkcja  $E_{sk}$  jako funkcja rozkładu normalnego  $N(0, \sigma)$  opisana jest równaniem:

$$E_{sk}/k/ = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} \cdot \exp \left/ - \frac{k^2}{2\sigma^2} \right/$$

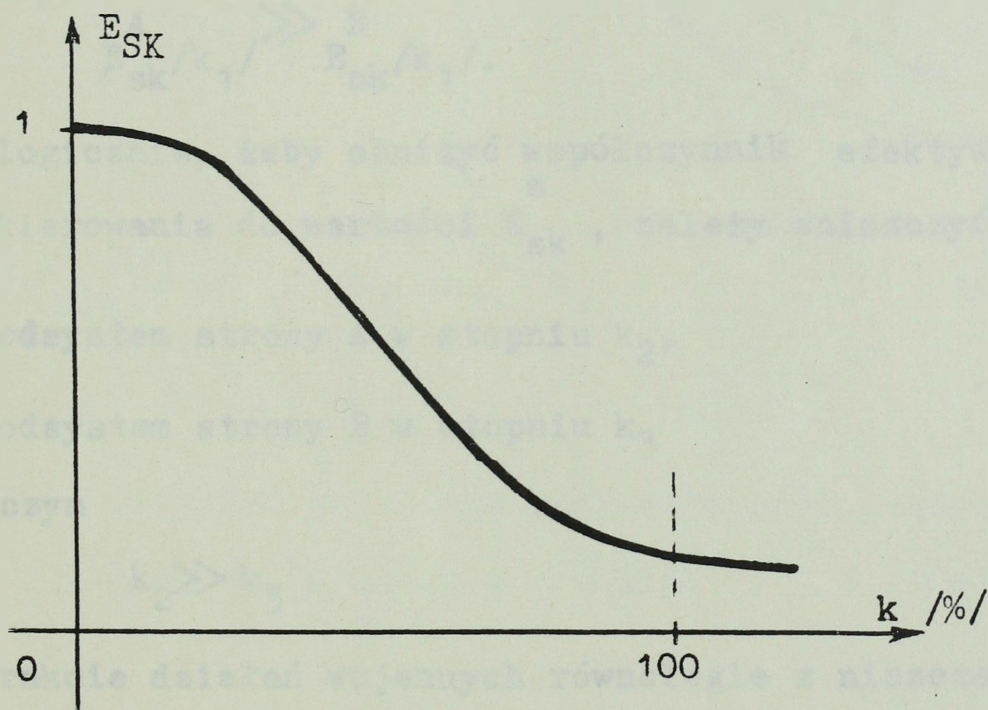
Ustalając różne wartości  $\sigma$  dla różnych podsystemów kierowania różnicuje się odporność podsystemu kierowania na zniszczenia. Celem ustalenia przebiegu wartości współczynnika efektywności  $E_{sk}$  w funkcji stopnia zniszczeń tego podsystemu  $k$  dla ustalonej wartości

$$\sigma = \sigma_u$$

należy przejść do rozkładu normalnego  $N/0, 1/$ :

$$E_{sk}/k/ = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \left/ - \frac{k^2}{2} \right/$$

Charakter krzywej efektywności podsystemu kierowania w funkcji stopnia jego zniszczeń przedstawia rys. 3.7.



Rys. 3.7. Zależność współczynnika efektywności podsystemu kierowania od stopnia jego zniszczeń.

Przyjmując /a priori/ różne wartości parametru  $\sigma$  dla podsystemów kierowania każdej ze stron będących w konflikcie różni-

cuje się ich "jakość" rozumianą jako stopień odporności podsystemu na zniszczenie. Niech np.

$$G = G^A \text{ dla strony A,}$$

$$G = G^B \text{ dla strony B}$$

$$\text{oraz } G^A > G^B.$$

Niech przebiegi znormalizowanych krzywych  $N^A/0,1/$  i  $N^B/0,1/$  mają postać jak na rys. 3.8.

Dla tego samego stopnia zniszczeń obydwu podsystemów

$$k = k_1$$

współczynnik efektywności kierowania stron wyniesie odpowiednio:

$$\text{- dla strony A : } E_{sk}^A / k_1 /,$$

$$\text{- dla strony B : } E_{sk}^B / k_1 /,$$

przy czym

$$E_{sk}^A / k_1 / \gg E_{sk}^B / k_1 /.$$

Analogicznie, żeby obniżyć współczynnik efektywności podsystemu kierowania do wartości  $E_{sk}^z$ , należy zniszczyć:

- podsystem strony A w stopniu  $k_2$ ,

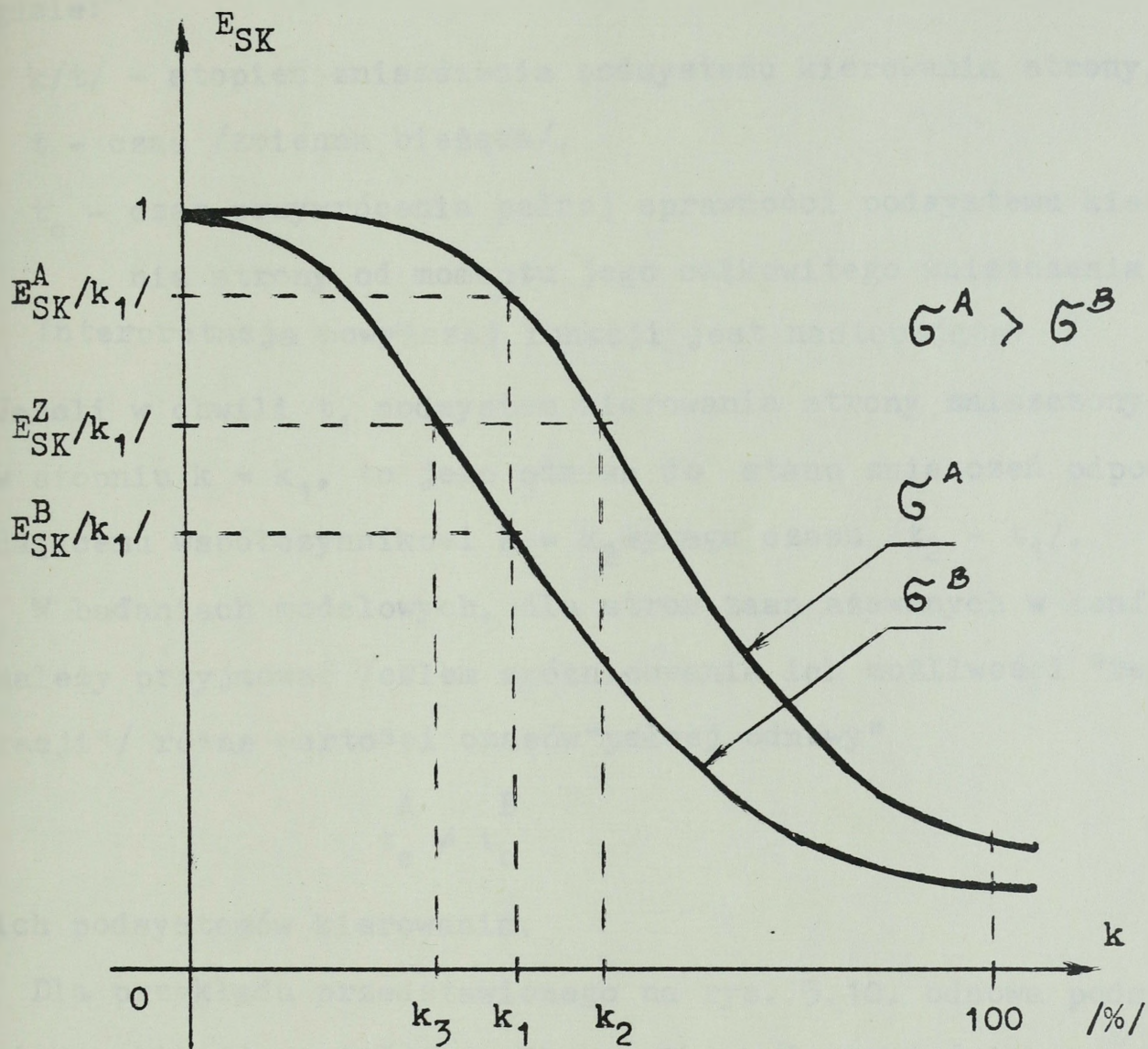
- podsystem strony B w stopniu  $k_3$

przy czym

$$k_2 \gg k_3$$

W trakcie działań wojennych równoległe z niszczeniem podsystemu kierowania przez przeciwnika, prowadzone są prace przywracające jego sprawność.

Zakładam, że przywracanie sprawności podsystemu kierowania strony jest proporcjonalne do czasu prac nad usuwaniem zniszczeń. Przyjmuję, że zależność jest funkcją liniową /rys. 3.9./ o pos-



Rys. 3.8. Przykład przebiegu charakterystyk podsystemów kierowania stron A /  $G = G^A$  / i B /  $G = G^B$  /.

taci:

$$k/t/ = 100 /1 - \frac{t}{t_c}/$$

gdzie:

$k/t/$  - stopień zniszczenia podsystemu kierowania strony,

$t$  - czas /zmienna bieżąca/,

$t_c$  - czas przywrócenia pełnej sprawności podsystemu kierowania strony od momentu jego całkowitego zniszczenia.

Interpretacja powyższej funkcji jest następująca:

Jeżeli w chwili  $t_1$  podsystem kierowania strony zniszczony jest w stopniu  $k = k_1$ , to jego odnowa do stanu zniszczeń odpowiadajacemu współczynnikowi  $k = k_2$  wymaga czasu  $/t_2 - t_1/$ .

W badaniach modelowych, dla stron zaangażowanych w konflikt należy przyjmować /celem zróżnicowania ich możliwości "regeneracji"/ różne wartości czasów "pełnej odnowy"

$$\begin{matrix} A & B \\ t_c \neq t_c \end{matrix}$$

ich podsystemów kierowania.

Dla przykładu przedstawionego na rys. 3.10. odnowa podsystemu kierowania od wartości współczynnika  $k_1$  do wartości  $k_2$  wymaga

czasu:

a/  $/t_2^A - t_1^A/$  - dla strony A,

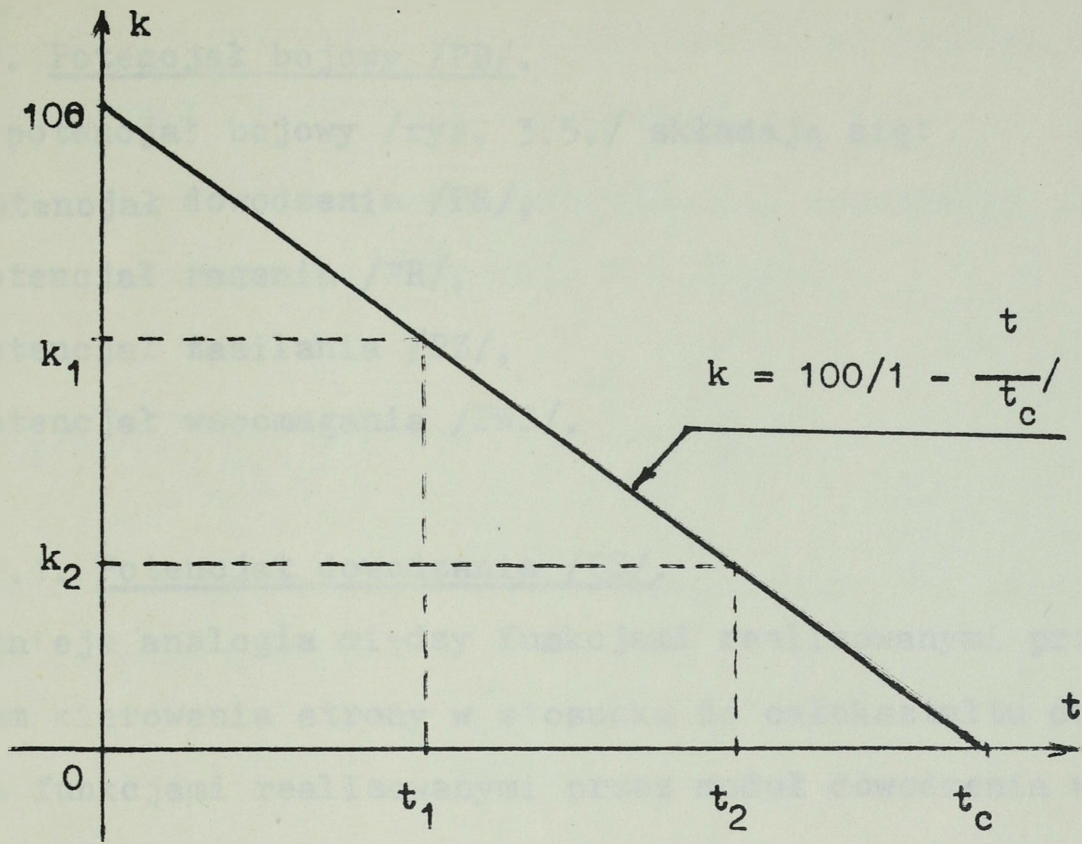
b/  $/t_2^B - t_1^B/$  - dla strony B

przy czym

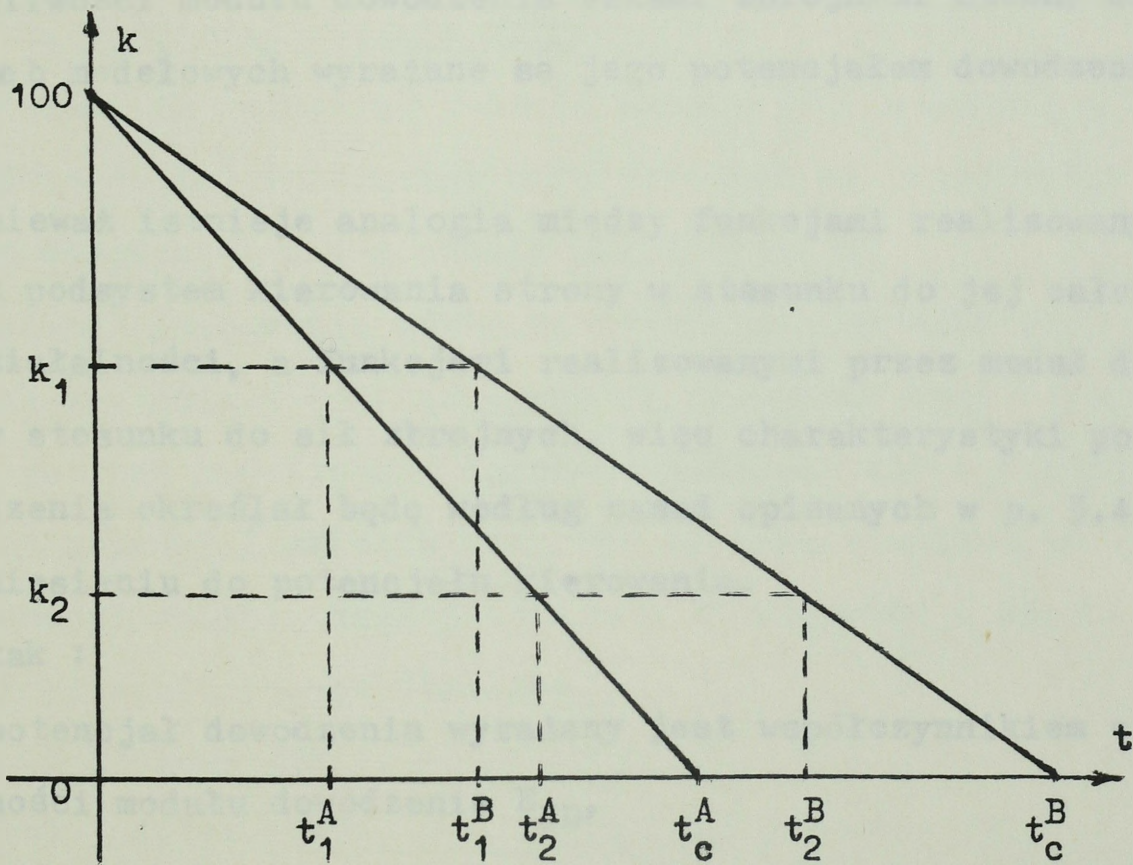
$$/t_2^B - t_1^B/ > /t_2^A - t_1^A/.$$

Zatem znacznie szybciej przywracana będzie sprawność podsystemu kierowania strony B.

Zakładając zmienność w trakcie działań wartości  $t_c$  dla danej strony można "regulować" dynamikę odnowy podsystemu.



Rys. 3.9. Funkcja "odnowy" podsystemu kierowania strony.



Rys. 3.10. Funkcje "odnowy" stron A i B.

### 3.4.2. Potencjał bojowy /PB/.

Na potencjał bojowy /rys. 3.5./ składają się:

1. potencjał dowodzenia /PS/,
2. potencjał rażenia /PR/,
3. potencjał zasilania /PZ/,
4. potencjał wspomagania /PWS/.

#### 3.4.2.1. Potencjał dowodzenia /PS/.

Istnieje analogia między funkcjami realizowanymi przez podsystem kierowania strony w stosunku do całokształtu działalności, a funkcjami realizowanymi przez moduł dowodzenia w stosunku do sił zbrojnych.

Możliwości podsystemu kierowania strony dla potrzeb modelowych wyrażane są jej potencjałem kierowniczym /PK/ scharakteryzowanym w punkcie 3.4.1.3.

Możliwości modułu dowodzenia siłami zbrojnymi strony dla potrzeb modelowych wyrażane są jego potencjałem dowodzenia /PS/.

Ponieważ istnieje analogia między funkcjami realizowanymi przez podsystem kierowania strony w stosunku do jej całokształtu działalności, a funkcjami realizowanymi przez moduł dowodzenia w stosunku do sił zbrojnych, więc charakterystyki potencjału dowodzenia określać będą według zasad opisanych w p. 3.4.1.3. w odniesieniu do potencjału kierowania.

I tak :

- potencjał dowodzenia wyrażany jest współczynnikiem efektywności modułu dowodzenia  $E_{SD}$ ,
- współczynnik efektywności dowodzenia spełnia warunek:

$$0 < E_{SD} \leq 1,$$

- $E_{SD} = 1$  w przypadku pełnej sprawności wszystkich elementów dowodzenia /współczynnik zniszczeń  $k_D=0$ /,
- zależność współczynnika efektywności dowodzenia od współczynnika zniszczeń jest funkcją  $N(0, \sigma_D)$ :

$$E_{SD}/k_D/ = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_D} \cdot \exp \left/ - \frac{k_D^2}{2\sigma_D^2} \right/ ,$$

- współczynnik "odnowy" modułu dowodzenia jest funkcją liniową czasu o postaci:

$$k_D/t/ = 100 \left/ 1 - \frac{t}{t_c} \right/$$

Zasady posługiwania się wymienionymi funkcjami w stosunku do modułu dowodzenia są analogiczne jak w przypadku podsystemu kierowania.

### 3.4.2.2. Potencjał rażenia /PR/.

Zakładam, że potencjał rażenia strony /PR/ w czasie  $t$  wyraża jej zdolność do niszczącego oddziaływania na przeciwnika przy użyciu dostępnych w tym czasie sił i środków.

Koncepcja szacowania wartości potencjału rażenia /PR/ przedstawiona zostanie w oparciu o metodę mierników cząstkowych /69/.

Dla potrzeb modelowania dokonano podziału sił i środków tworzących potencjał rażenia /61, 62/ co przedstawiono na rys. 3. 11.

Potencjał rażenia każdej ze stron tworzą siły i środki sześciu niżej wymienionych działów:

- stan osobowy /DR<sup>1</sup>/,
  - broń jądrowa /DR<sup>2</sup>/,
  - broń chemiczna /DR<sup>3</sup>/,
  - broń biologiczna /DR<sup>4</sup>/,
- } broń masowego rażenia



- środki rażenia dużej celności /DR<sup>5</sup>/,
  - klasyczne środki rażenia /DR<sup>6</sup>/:
- } broń  
konwencjonalna.

$$PR = \{DR^m: 1 \leq m \leq 6\} \quad /1/$$

Każdy z działów odpowiednio dzieli się na dwie części:

$$DR^m = \{CR_n^m: 1 \leq n \leq 2\} \quad /2/$$

gdzie:

$CR_n^m$  - n-ta część m-tego działu.

Każda z części składa się ze skończonej liczby elementów:

$$CR_n^m = \{ER_{k,n}^m: 1 \leq k \leq K_n^m\} \quad /3/$$

$ER_{k,n}^m$  - k-ty element n-tej części m-tego działu,

$K_n^m$  - ilość elementów n-tej części m-tego działu.

Dalszy tok postępowania jest zgodny z opisem zamieszczonym w punkcie 3.4.1.1. A /zależność /4/ - /11//.

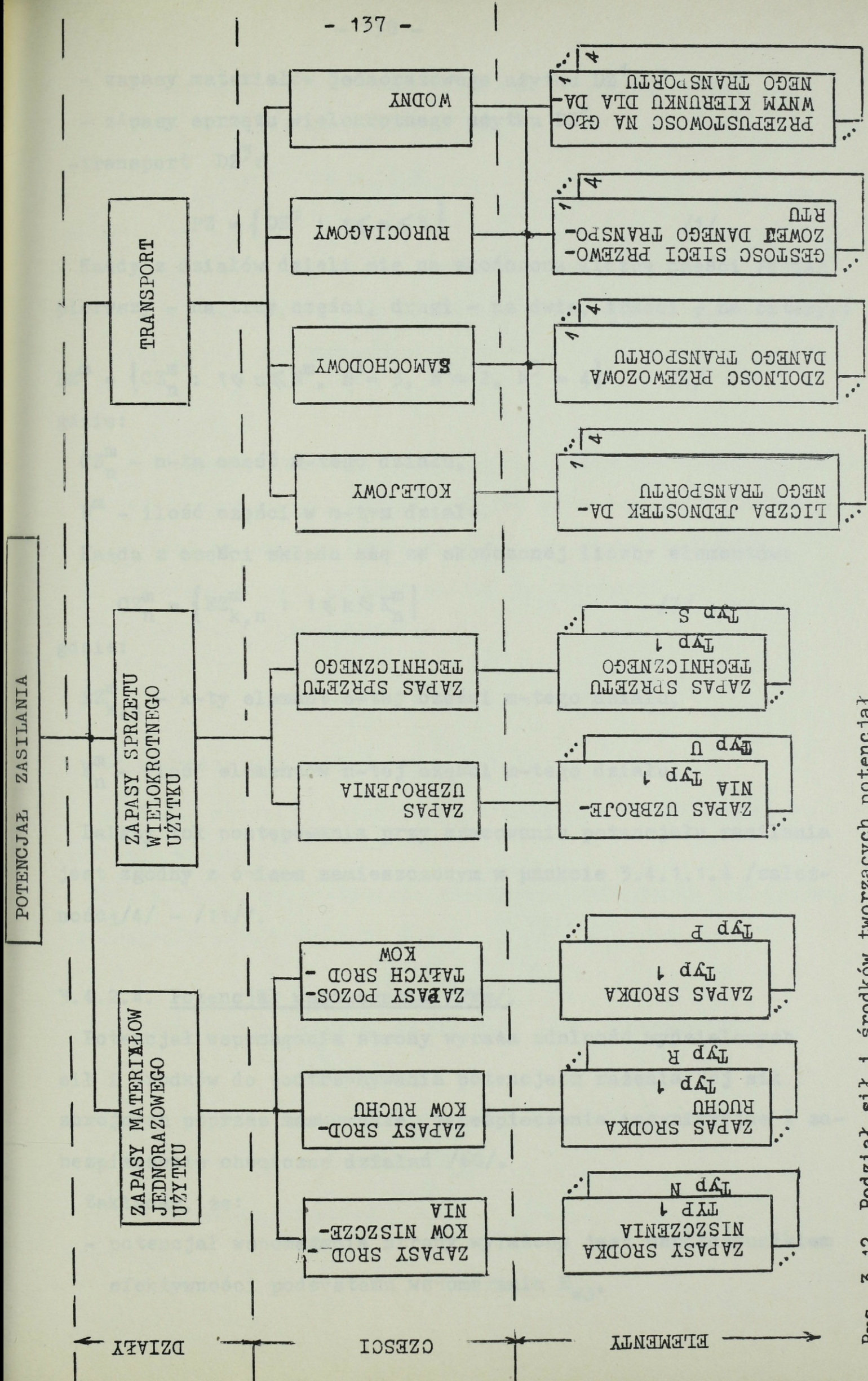
### 3.4.2.3. Potencjał zasilania /PZ/.

Zakładam, że potencjał zasilania sił zbrojnych strony /PZ/ w czasie t wyraża ich zdolność do utrzymywania na wymaganym poziomie stanów środków materiałowo - technicznego zabezpieczenia działań.

Koncepcja szacowania wartości potencjału zasilania /PZ/ przedstawiona zostanie w oparciu o metodę mierników cząstkowych /69/.

Dla potrzeb modelowania dokonano podziału sił i środków tworzących potencjał zasilania /43/ co przedstawiono na rys. 3.12.

Potencjał zasilania każdej ze stron tworzą siły i środki trzech niżej wymienionych działów:



Rys. 3.12. Podział sił i środków tworzących potencjał zasilania.

- zapasy materiałów jednorazowego użytku  $DZ^1$ ,
- zapasy sprzętu wielokrotnego użytku  $DZ^2$ ,
- transport  $DZ^3$ :

$$PZ = \{DZ^m : 1 \leq m \leq 3\} \quad /1/$$

Każdy z działów dzieli się na skończoną liczbę części /dział pierwszy - na trzy części, drugi - na dwie, trzeci - na cztery/:

$$DZ^m = \{CZ_n^m : 1 \leq n \leq N^m, N^1 = 3, N^2 = 2, N^3 = 4\} \quad /2/$$

gdzie:

$CZ_n^m$  - n-ta część m-tego działu,

$N^m$  - ilość części w m-tym dziale.

Każda z części składa się ze skończonej liczby elementów:

$$CZ_n^m = \{EZ_{k,n}^m : 1 \leq k \leq K_n^m\} \quad /3/$$

gdzie:

$EZ_{k,n}^m$  - k-ty element n-tej części m-tego działu,

$K_n^m$  - ilość elementów n-tej części m-tego działu.

Dalszy tok postępowania przy szacowaniu potencjału zasilania jest zgodny z opisem zamieszczonym w punkcie 3.4.1.1.A /zależności/4/ - /11//.

#### 3.4.2.4. Potencjał wspomagania /PWS/.

Potencjał wspomagania strony wyraża zdolność wydzielonych sił i środków do podtrzymywania potencjału rażenia jej sił zbrojnych poprzez maskowanie, zabezpieczenie inżynieryjne i zabezpieczenie chemiczne działań /60/.

Zakładam, że:

- potencjał wspomagania strony wyrażony jest współczynnikiem efektywności podsystemu wspomagania  $E_{WS}$ ,

- współczynnik efektywności wspomagania strony wyraża się liczbą z przedziału  $[1, N]$ , tzn.

$$1 \leq E_{WS} \leq N$$

gdzie:

- N - liczba ustalona eksperymentalnie lub przez ekspertów,
- dla okresu pokoju /nie ma zniszczeń, wszystkie elementy składowe podsystemu pracują normalnie/

$$E_{WS} = N,$$

- efektywność podsystemu wspomagania strony jest funkcją zniszczeń spowodowanych oddziaływaniem przeciwnika. Zakładam, że jest to funkcja liniowa, tzn., że spadek możliwości wspomagania jest proporcjonalny do zniszczeń.

Funkcję tą opisuje równanie:

$$E_{WS} = \frac{1 - N}{100} k + N \quad k \in [0, 100]$$

a jej przebieg przedstawia rys. 3.13.

Ustalając różne wartości N można zróżnicować możliwości podsystemów wspomagania.

Na rys. 3.14. przedstawiono charakterystyki dwóch podsystemów wspomagania o wartościach  $N = N_1$  i  $N = N_2$ , przy czym  $N_1 > N_2$ .

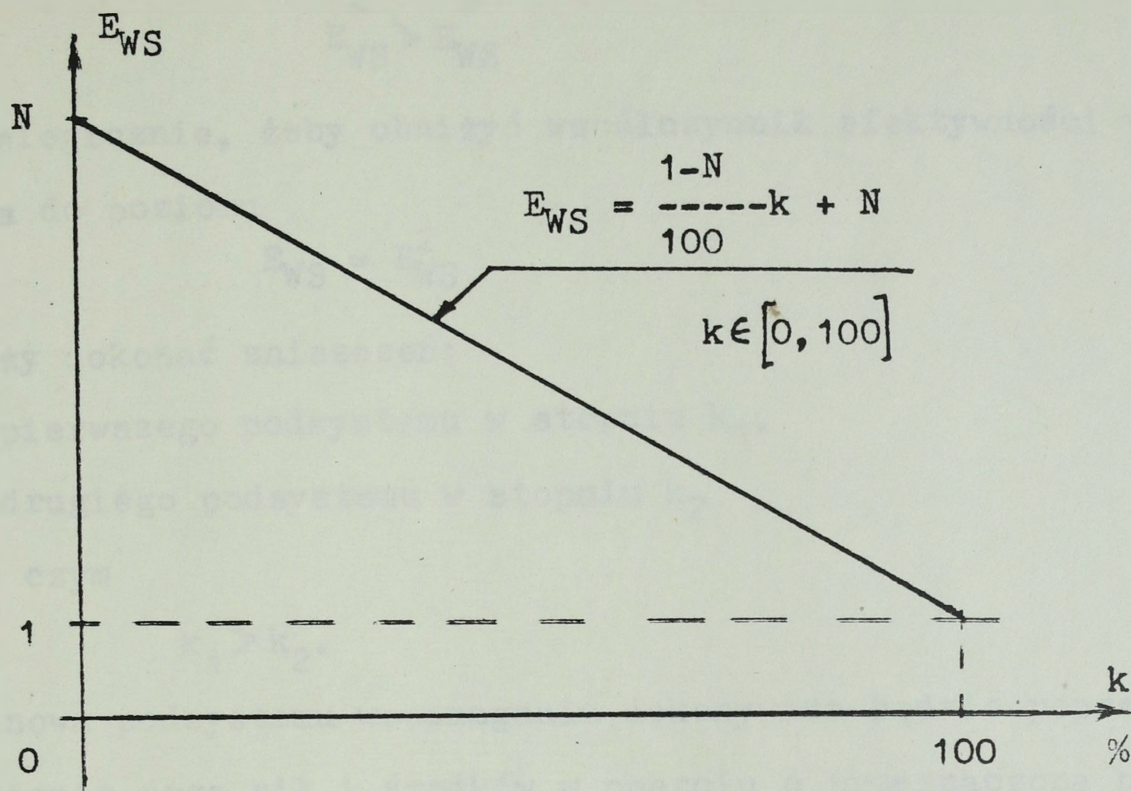
Dla tego samego stopnia zniszczenia obydwu podsystemów

$$k = k_3$$

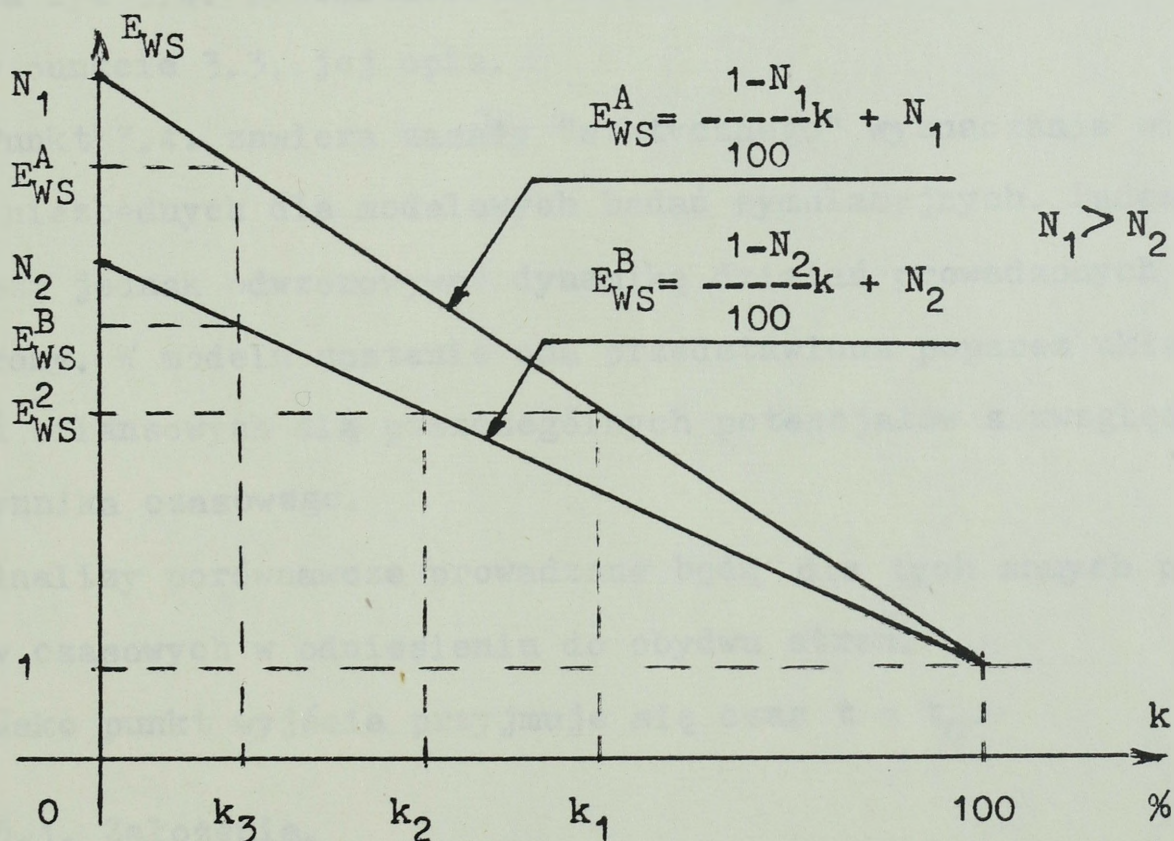
współczynnik efektywności wspomagania wyniesie

- dla pierwszego podsystemu  $E_{WS}^A$ ,
- dla drugiego podsystemu  $E_{WS}^B$ ,

przy czym



Rys. 3.13. Zależność współczynnika efektywności wspomagania od stopnia zniszczenia podsystemu.



Rys. 3.14. Przykładowe charakterystyki dwóch podsystemów wspomaganiania.

$$E_{WS}^A > E_{WS}^B$$

Analogicznie, żeby obniżyć współczynnik efektywności wspomaganiania do poziomu

$$E_{WS} = E_{WS}^2$$

należy dokonać zniszczeń:

- pierwszego podsystemu w stopniu  $k_1$ ,
- drugiego podsystemu w stopniu  $k_2$

przy czym

$$k_1 > k_2.$$

Odnowa podsystemu wspomaganiania dokonywana będzie poprzez uzupełnienie jego sił i środków w oparciu o przeznaczoną na ten cel zdeterminowaną część potencjału zasilania  $/PZ_W/$ .

### 3.5. Opis dynamiki działań.

Na rys 3.4. przedstawiona została ogólna struktura modelu, a w punkcie 3.3. jej opis.

Punkt 3.4. zawiera zasady "statycznego" wyznaczania wielkości niezbędnych dla modelowych badań symulacyjnych. Badania te muszą jednak odwzorowywać dynamikę działań prowadzonych przez strony. W modelu zostanie ona przedstawiona poprzez układ równań bilansowych dla poszczególnych potencjałów z uwzględnieniem czynnika czasowego.

Analizy porównawcze prowadzone będą dla tych samych przedziałów czasowych w odniesieniu do obydwu stron.

Jako punkt wyjścia przyjmuje się czas  $t = t_0$ .

#### 3.5.1. Założenia.

Dla celów opisu dynamiki działań zakłada się:

- każdy potencjał opisany będzie trzema wartościami:
  - początkową - potencjał początkowy  $P/t_0/$ , wyraża wartość

danego potencjału w chwili odpowiadającej rzeczywistemu czasowi rozpoczęcia badań  $t = t_0$ ,

- graniczną - potencjał graniczny  $P_{gr}$ ; wyraża minimalną wartość potencjału, przy którym jest jeszcze realizowana funkcja podstawowa modułu, zawsze  $P/t_0 > P_{gr}$ ;
- chwilową /aktualną/ - potencjał chwilowy  $P/t$ ; wyraża aktualną, w danym momencie  $t > t_0$  wartość danego potencjału;
- dynamika działań w badaniach symulacyjnych odwzorowywana będzie nie w sposób ciągły, a dyskretnie. Aktualne "stany" stron badane będą w zdeterminowanych wymaganiach użytkownika:
  - przedział e czasowym  $T = [t_0, t_k]$ ,
  - momentach  $t_0 < t_1 < \dots < t_k$ ;
- podsystem kierowania /K/ strony decyduje o:
  - części potencjału gospodarczego strony zaangażowanego w czasie  $t$  w podtrzymywanie jej potencjału zasilania;

$$PG_z/t/ = g/t/ \cdot PG/t/ \quad 0 \leq g/t/ \leq 1$$

gdzie:

$PG_z/t/$  - wartość potencjału gospodarczego strony przeznaczona na podtrzymanie jej potencjału zasilania w czasie  $t$ ,

$g/t/$  - współczynnik "podtrzymania zasilania",

$PG/t/$  - globalna wartość potencjału gospodarczego strony w chwili  $t$ ,

- podziale potencjału demograficznego strony na podtrzymywanie jej potencjałów gospodarczego i bojowego w czasie  $t$ :

$$PD_G/t/ = d_G/t/ \cdot PD/t/ \quad 0 \leq d_G \leq 1$$

$$PD_W/t/ = d_R/t/ \cdot PD/t/ \quad 0 \leq d_R \leq 1$$

$$d_G/t/ + d_R/t/ \leq 1$$

gdzie:

$\overline{D}_G/t/$  - wartość potencjału demograficznego strony przeznaczona na podtrzymanie jej potencjału gospodarczego w czasie  $t$ ,

$d_G/t/$  - współczynnik "demograficznego podtrzymywania potencjału gospodarczego",

$PD/t/$  - globalna wartość potencjału demograficznego strony w czasie  $t$ ,

$PD_w/t/$  - wartość potencjału demograficznego przeznaczona na podtrzymanie jej potencjału bojowego w czasie  $t$ ,

$d_R/t/$  - współczynnik "demograficznego podtrzymywania potencjału bojowego",

- części zaangażowania własnego potencjału rażenia w niszczące oddziaływanie na przeciwnika:

$$PR_u/t/ = b/t/ \cdot PR/t/ \quad 0 \leq b/t/ \leq 1$$

gdzie:

$PR_u/t/$  - wartość potencjału rażenia strony zaangażowana w chwili  $t$  w oddziaływanie niszczące przeciwnika,

$b/t/$  - współczynnik zaangażowania,

$PR/t/$  - wartość potencjału rażenia strony w chwili  $t$ ,

- podsystem dowodzenia strony decyduje o:

- podziale użytego potencjału rażenia  $/PR_u/t/$  na niszczenie przeciwnika:

- potencjału gospodarczego  $PR_G = r_1 \cdot PR_u$ ,

- potencjału demograficznego  $PR_D = r_2 \cdot PR_u$ ,

- potencjału kierowniczego  $PR_K = r_3 \cdot PR_u$ ,

- potencjału rażenia  $PR_R = r_4 \cdot PR_u$ ,

- potencjału zasilania  $PR_Z = r_5 \cdot PR_u$ ,

- potencjału wspomaganie  $PR_W = r_6 \cdot PR_u$ ,

- potencjał dowodzenia  $PR_S = r_7 \cdot PR_u$ ,

gdzie:

$r_1, \dots, r_7$  - współczynniki użycia potencjału rażenia na niszczenia odpowiednich potencjałów przeciwnika,

$$\sum_{i=1}^7 r_i = 1,$$

- części potencjału zasilania strony przeznaczonej w czasie  $t$  do podtrzymywania jej potencjału rażenia:

$$PZ_R/t/ = Z_R/t/ \cdot PZ/t/ \quad 0 \leq Z_R \leq 1$$

gdzie:

$PZ_R/t/$  - wartość potencjału zasilania strony przeznaczona na podtrzymanie jej potencjału rażenia w czasie  $t$ ,

$Z_R/t/$  - współczynnik "zasilania" strony w czasie  $t$ ,

$PZ/t/$  - globalna wartość potencjału zasilania strony w czasie  $t$ ,

- określone są współczynniki przeliczeniowe wartości jednego rodzaju potencjału w inny. Np. dostarczenie do modułu rażenia jednej umownej jednostki potencjału zasilania spowoduje zwiększenie potencjału rażenia o  $[\alpha \cdot \text{/umowna jednostka rażenia/}]$ .

Współczynniki  $\alpha$  /tablica 3.1./ określają więc "pozytywne" relacje oddziaływań względem siebie potencjałów strony. Ich konkretna wartość w danej chwili wyznaczana będzie jako zmienna losowa o określonym rozkładzie prawdopodobieństwa ze zdeteminowanego przedziału wartości. Np. wartość współczynnika  $\alpha_{24}$  /tablica 3.1./ oddziaływania potencjału gospodarczego na potencjał zasilania wyznaczona może być jako liczba losowa z przedziału  $[1, 3]$  o równomiernym rozkładzie prawdopodobieństwa.

- określone są współczynniki przeliczeniowe skutków użycia jednej umownej jednostki potencjału rażenia na każdy z potencjałów przeciwnika. Np. niszczące użycie jednej umownej jednostki potencjału rażenia przez stronę B do niszczenia potencjału zasilania strony A spowoduje zmniejszenie wartości tego ostatniego o

$$\left[ \beta \cdot \text{/umowna jednostka potencjału zasilania/} \right]$$

Wartości współczynników typu  $\beta$  /tablica 3.2./ wyznaczone są wg zasad przyjętych dla współczynników typu  $\alpha$ ,

- wartość potencjału otoczenia przeznaczonego do podtrzymywania potencjałów gospodarczego / $PO_G$ / i zasilania / $PO_W$ / wynosi  $K$  [%] aktualnej ich wartości, tzn.

jeżeli 
$$\delta = \frac{K}{100}$$

to

$$PO_G/t/ = \delta \cdot PG/t/$$

$$PO_W/t/ = \delta \cdot PZ/t/$$

$$0 \leq \delta \leq 1$$

gdzie:

$PO_G/t/$  - wartość potencjału otoczenia przeznaczona do podtrzymania potencjału gospodarczego strony w czasie  $t$ ,

$\delta$  - współczynnik "otoczenia",

$PO_W/t/$  - wartość potencjału otoczenia przeznaczona do podtrzymywania potencjału zasilania strony w czasie  $t$ ,

$PG/t/$  - globalną wartość potencjału gospodarczego strony w czasie  $t$ ,

$PZ/t/$  - globalna wartość potencjału zasilania strony w czasie  $t$ .

### 3.5.2. Równania bilansowe.

Podstawę przyjętego opisu funkcjonalnego modelu systemu sta-

TABLICA 3.1.

MACIERZ WSPÓŁCZYNNIKÓW "WSPÓŁPRACY"  $\alpha$   
MIEDZY POTENCJAŁAMI DANEJ STRONY.

/Relacje "pozytywne" wewnątrz systemu obrony strony/

RODZAJ		PO	PG	PD	PZ	PW	PR
POTENCJAŁU		1	2	3	4	5	6
PO	1	X	$\alpha_{13}$	X	$\alpha_{14}$	X	X
PG	2	X	X	X	$\alpha_{24}$	X	X
PD	3	X	$\alpha_{32}$	X	X	X	$\alpha_{36}$
PZ	4	X	X	X	X	$\alpha_{45}$	$\alpha_{46}$
PW	5	X	X	X	X	X	$\alpha_{56}$
PR	6	X	X	X	X	X	X

$\alpha > 0$

UWAGA. Tablica jest zestawiona wg. relacji przedstawionych na rys. 3.4., jeżeli w tablicy element oznaczony jest:

- $\alpha_{ij} = X$  to relacja "współpracy" między potencjałami i-zego i j-tego rodzaju nie zachodzi,
- $\alpha_{ij} \neq X$  to potencjał i-tego rodzaju jest w określonej relacji z potencjałem j-tego rodzaju.

TABLICA 3.2.

MACIERZ WSPÓŁCZYNNIKÓW "NISZCZENIA"  $\beta$   
MIEDZY POTENCJAŁEM RAŻENIA JEDNEJ ZE  
STRON A POTENCJAŁAMI DRUGIEJ STRONY.

/Relacje "negatywne" między systemami obrony stron/

RODZAJ WARUNKI UŻYCIACJAŁU POTENCJAŁU NISZCZENIA		PK	PG	PD	PS	PZ	PW	PR
SYMBOL	NAZWA	1	2	3	4	5	6	7
$W_i$	PEŁNE ZASKOCZENIE	$\beta_{11}$	$\beta_{12}$	$\beta_{13}$	$\beta_{14}$	$\beta_{15}$	$\beta_{16}$	$\beta_{17}$
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
$W_K$	PEŁNE PEZYGOTOWANIE	$\beta_{K1}$	$\beta_{K2}$	$\beta_{K3}$	$\beta_{K4}$	$\beta_{K5}$	$\beta_{K6}$	$\beta_{K7}$

$\beta_{ij} > 0$

UWAGA. Tablica jest zestawiona wg relacji przedstawionych na rys. 3.4.

nowią równania bilansowe potencjałów stron:

- równanie potencjału rażenia strony A:

$$PR^A/t_k/ = \left[ PR^A/t_{k-1}/ - PR_U^A/t_k/ - PR_S^A/t_k/ + PR_Z^A/t_k/ \right] \cdot E_{SD}^A/t_k/ \quad /1/$$

gdzie:

$PR^A/t_k/$  - wartość potencjału rażenia strony A w chwili  $t_k$ ,

$PR^A/t_{k-1}/$  - wartość potencjału rażenia strony A w chwili  $t_{k-1}$ ,

$PR_U^A/t_k/$  - potencjał rażenia strony A użyty efektywnie w czasie  $/t_k - t_{k-1}/$ ,

$PR_S^A/t_k/$  - potencjał rażenia strony A zniszczony wskutek działań przeciwnika w czasie  $/t_k - t_{k-1}/$ ,

$PR_Z^A/t_k/$  - potencjał rażenia strony A zyskany w czasie  $/t_k - t_{k-1}/$ ,

$E_{SD}^A/t_k/$  - współczynnik efektywności dowodzenia strony A w czasie  $t_k$ ,

przy czym:

$$PR_U^A/t_k/ = b/t_k/ \cdot PR^A/t_{k-1}/ \quad /1a/$$

$$PR_S^A/t_k/ = \beta_{k7} \cdot PR_R^B/t_k/ \quad /1b/$$

$$PR_Z^A/t_k/ = \left[ \alpha_{36} \cdot PD_W^A/t_k/ + \alpha_{46} \cdot PZ_R^A/t_k/ \right] \cdot \alpha_{56} \cdot E_{WS}^A/t_k/ \quad /1c/$$

gdzie oznaczenia - jak w punkcie 3.5.1.,

- równanie potencjału zasilania strony A:

$$PZ^A/t_k/ = \left[ PZ^A/t_{k-1}/ - PZ_U^A/t_k/ - PZ_S^A/t_k/ + PZ_Z^A/t_k/ \right] \cdot E_{SD}^A/t_k/ \quad /2/$$

gdzie:

$PZ^A/t_k/$  - wartość potencjału zasilania strony A w czasie  $t_k$ ,

$PZ^A/t_{k-1}/$  - wartość potencjału zasilania strony A w czasie  $t_{k-1}$ ,

$PZ_U^A/t_k/$  - potencjał zasilania strona A użyty w czasie  $t_{k-1}$ ,

$PZ_S^A/t_k/$  - potencjał zasilania strony A zniszczony wskutek działań przeciwnika w czasie  $/t_k - t_{k-1}/$ ,

$PZ_Z^A/t_k/$  - potencjał zasilania strony A uzyskany w czasie  $/t_k - t_{k-1}/$ ,

$E_{SD}^A/t_k/$  - jak w zależności /1/,

przy czym:

$$PZ_U^A/t_k/ = z/t_k/ \cdot PZ^A/t_{k-1}/ \quad /2a/$$

$$PZ_S^A/t_k/ = \beta_{k5} \cdot PR_Z^B/t_k/ \quad /2b/$$

$$PZ_Z^A/t_k/ = \alpha_{24} \cdot PG_Z^A/t_k/ + \alpha_{14} \cdot PO_W^A/t_k/ \quad /3c/$$

gdzie oznaczenia - jak w punkcie 3.5.1.

- równanie potencjału wspomaganie strony A:

$$E_{WS}^A/t_k/ = E_{WS}^A/t_{k-1}/ - \beta_{K6} \cdot PR_W^B/t_k/ + \alpha_{45} \cdot PZ_W^A/t_k/ \quad /3/$$

przy czym:

$E_{WS}/t/$  - wartość współczynnika efektywności wspomaganie strony w czasie  $t$ ,

$\beta_{K6} \cdot PR_W^B$  - spadek wartości współczynnika efektywności wspomaganie wskutek noszącego oddziaływania przeciwnika,

$\alpha_{45} \cdot PZ_W^A$  - odnowa współczynnika efektywności wspomaganie,

$\beta_{K6}, \alpha_{45}, PZ_W^A, PR_W^B$  - oznaczenia jak w punkcie 3.5.

- równanie potencjału dowodzenia strony A:

$$E_{SD}^A/t_k/ = E_{SD}^A/t_{k-1}/ - \beta_{K4} \cdot PR_S^B/t_k/ + \Delta E_{SD}^A/t_k/ \quad /4/$$

przy czym:

$E_{SD}^A/t/$  - współczynnik efektywności dowodzenia w czasie  $t$ ,

$\beta_{K4} \cdot PR_S^B/t_k/$  - spadek współczynnika efektywności dowodzenia strony w czasie  $t_k$  wskutek niszczącego oddziaływania przeciwnika  $\beta_{K4}, PR_S^B$  - oznaczenia jak w punkcie 3.5.1./,

$\Delta E_{SD}^A/t_k/$  - "odnowa" współczynnika efektywności dowodzenia w czasie  $t_k = t_k - t_{k-1}$

Wyznaczanie wartości  $\Delta E_{SD}^A/t_k/$  odbywa się wg przyjętych charakterystyk podsystemu dowodzenia /punkt 3.4.2.1./ w następujący sposób:

1. w chwili  $t_{k-1}$  podsystem dowodzenia posiada współczynnik efektywności dowodzenia  $E_{SD}^A/t_{k-1}/$  i odpowiadający mu współczynnik zniszczeń  $k_D = k_{k-1}$  /rys. 3.15.a/.
2. Współczynnik zniszczeń  $k_{k-1}$  odpowiada czasowi  $t_{k-1}$  /rys. 3.15.b/. Po upływie czasu  $\Delta t = /t_k - t_{k-1}/t_k$  - czas kolejnego badania stanu podsystemu/współczynnik zniszczeń zmaleje o  $\Delta k_k$  /rys. 3.15.b/, co odpowiada zmianie wartości współczynnika efektywności o  $\Delta E_{SD}^A/t_k/$  /rys. 3.15.a/.

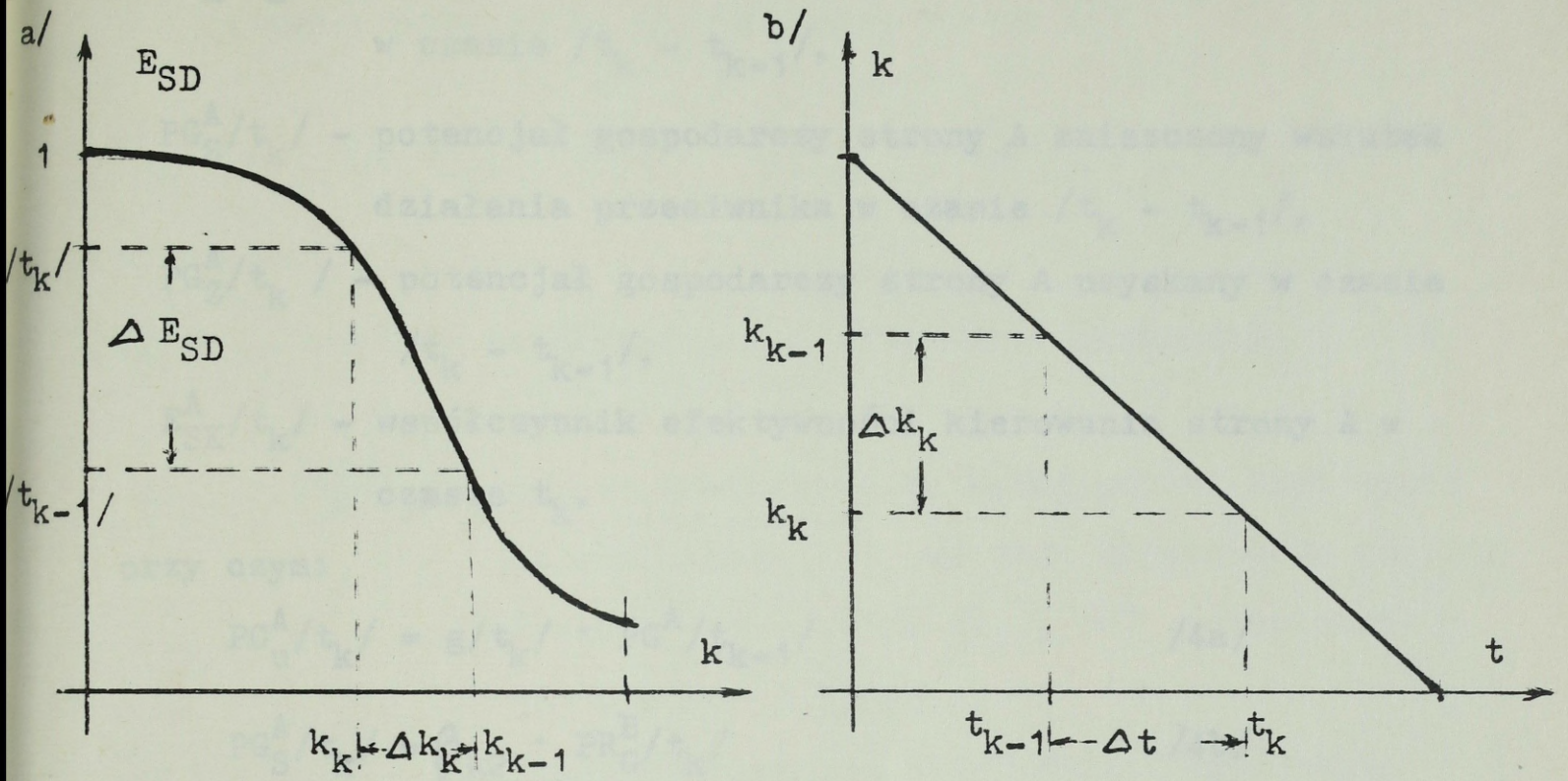
- równanie potencjału gospodarczego strony A:

$$PG^A/t_k/ = \left[ PG^A/t_{k-1}/ - PG_u^A/t_k/ - PG_S^A/t_k/ + PG_Z^A/t_k/ \right] \cdot E_{SK}^A/t_k/ \quad /4/$$

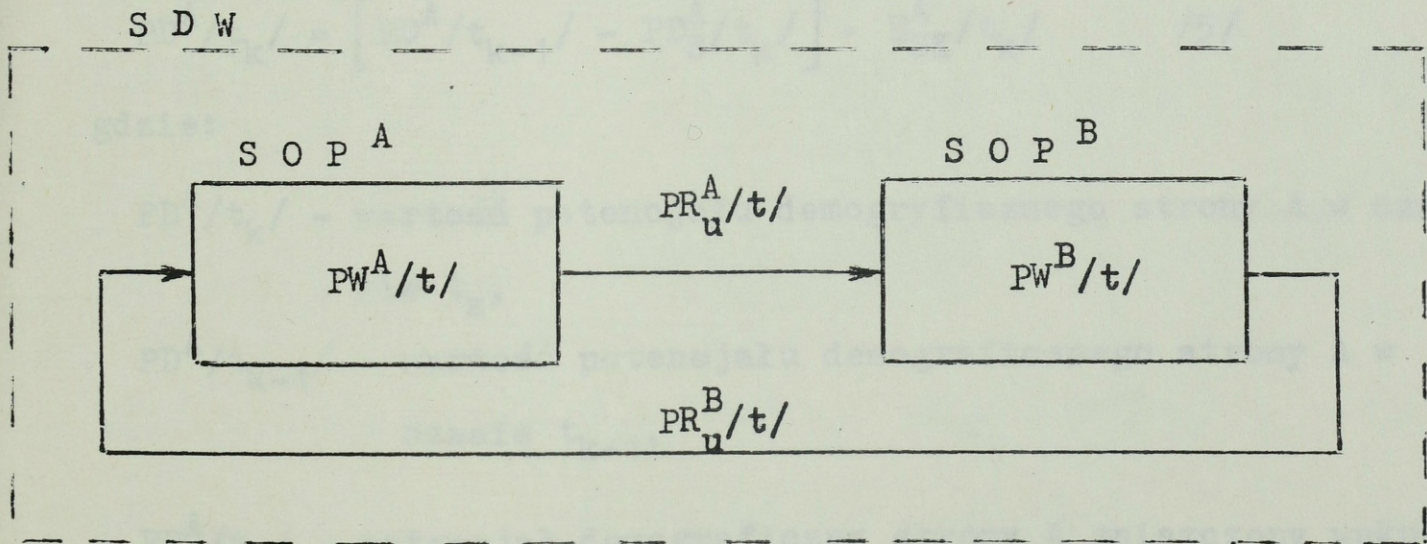
gdzie:

$PG^A/t_k/$  - wartość potencjału gospodarczego strony A w czasie  $t_k$ ,

$PG^A/t_{k-1}/$  - wartość potencjału gospodarczego strony A w czasie  $t_{k-1}$ ,



Rys. 3.15. Przykładowe charakterystyki podsystemu dowodzenia.



Rys. 3.16. System działań wojennych.

$PG_u^A/t_k/$  - potencjał gospodarczy strony A użyty efektywnie  
w czasie  $/t_k - t_{k-1}/$ ,

$PG_S^A/t_k/$  - potencjał gospodarczy strony A zniszczony wskutek  
działania przeciwnika w czasie  $/t_k - t_{k-1}/$ ,

$PG_Z^A/t_k/$  - potencjał gospodarczy strony A uzyskany w czasie  
 $/t_k - t_{k-1}/$ ,

$E_{SK}^A/t_k/$  - współczynnik efektywności kierowania strony A w  
czasie  $t_k$ ,

przy czym:

$$PG_u^A/t_k/ = g/t_k/ \cdot PG^A/t_{k-1}/ \quad /4a/$$

$$PG_S^A/t_k/ = \beta_{k2} \cdot PR_G^B/t_k/ \quad /4b/$$

$$PG_Z^A/t_k/ = \alpha_{13} \cdot PO_G^A/t_k/ + \alpha_{32} \cdot PD_G^A/t_k/ \quad /4c/$$

gdzie oznaczenia - jak w punkcie 3.5.1.;

- równanie potencjału demograficznego strony A:

$$PD^A/t_k/ = [PD^A/t_{k-1}/ - PD_S^A/t_k/] \cdot E_{SK}^A/t_k/ \quad /5/$$

gdzie:

$PD^A/t_k/$  - wartość potencjału demograficznego strony A w cza-  
sie  $t_k$ ,

$PD^A/t_{k-1}/$  - wartość potencjału demograficznego strony A w  
czasie  $t_{k-1}$ ,

$PD_S^A/t_k/$  - potencjał demograficzny strony A zniszczony wskutek  
działań przeciwnika w czasie  $/t_k - t_{k-1}/$ ,

$E_{SK}^A/t_k/$  - jak w zależności /4/,

przy czym:

$$PD_S^A/t_k/ = \beta_{k3} \cdot PR_D^B/t_k/ \quad /5a/$$

gdzie oznaczenia - jak w punkcie 3.5.1.

- równanie potencjału kierowniczego strony A :

$$E_{SK}^A/t_k/ = E_{SK}^A/t_{k-1}/ - \beta_{K1} \cdot PR_K^B/t_k/ + \Delta E_{SK}^A/t_k/ \quad /6/$$

przy czym:

$E_{SK}^A/t/$  - wartość współczynnika efektywności kierowania w chwili  $t$ ,

$\beta_{K1} \cdot PR_K^B/t_k/$  - spadek współczynnika efektywności kierowania strony w czasie  $t_k$  wskutek niszczącego oddziaływania przeciwnika  $\beta_{K1}$ ,  $PR_K^B$  - oznaczenia - jak w punkcie 3.5.1./,

$\Delta E_{SK}^A/\Delta t_k/$  - "odnowa" współczynnika efektywności kierowania w czasie  $\Delta t_k = t_k - t_{k-1}$ .

Wyznaczanie wartości  $\Delta E_{SK}$  - jak dla  $\Delta E_{SD}$  /zależność/4//.

Równania /1/ - /6/ odnoszą się do jednej ze stron zaangażowanej w konflikt /strony A/. Analogicznie można przedstawić równania bilansowe dla strony przeciwnej /strony B/:

$$PR^B/t_k/ = \left[ PR^B/t_{k-1}/ - PR_u^B/t_k/ - PR_s^B/t_k/ + PR_z^B/t_k/ \right] \cdot E_{SD}^B/t_k/ \quad /7/$$

$$PZ^B/t_k/ = \left[ PZ^B/t_{k-1}/ - PZ_u^B/t_k/ - PZ_s^B/t_k/ + PZ_z^B/t_k/ \right] \cdot E_{SD}^B/t_k/ \quad /8/$$

$$E_{WS}^B/t_k/ = E_{WS}^A/t_{k-1}/ - \beta_{K6} \cdot PR_W^A/t_k/ + \alpha_{45} \cdot PZ_W^B/t_k/ \quad /9/$$

$$E_{SD}^B/t_k/ = E_{SD}^B/t_{k-1}/ - \beta_{K4} \cdot PR_S^A/t_k/ + \Delta E_{SD}^B/t_k/ \quad /10/$$

$$PG^B/t_k/ = \left[ PG^B/t_{k-1}/ - PG_u^B/t_k/ - PG_s^B/t_k/ + PG_z^B/t_k/ \right] \cdot E_{SK}^B/t_k/ \quad /11/$$

$$PD^B/t_k/ = \left[ PD^B/t_{k-1}/ - PD_s^B/t_k/ \right] \cdot E_{SK}^A/t_k/ \quad /12/$$

$$E_{SK}^B/t_k/ = E_{SK}^B/t_{k-1}/ - \beta_{K1} \cdot PR_K^A/t_k/ + \Delta E_{SK}^B/t_k/ \quad /13/$$

Traktując przedstawione w równaniach /1/ - /13/ potencjały jako potencjały cząstkowe systemu w zakresie realizacji odpowiednich jego /systemu/ funkcji, to potencjał całego systemu traktowany jako potencjał wojenny strony można przedstawić w postaci wektora:

- dla strony A:

$$PW^A/t_k/ = \langle PR^A/t_k/, PZ^A/t_k/, PG^A/t_k/, PD^A/t_k/ \rangle \quad /14/$$

- dla strony B:

$$PW^B/t_k/ = \langle PR^B/t_k/, PZ^B/t_k/, PG^B/t_k/, PD^B/t_k/ \rangle \quad /15/$$

### 3.5.3. Opis stanu systemu.

Modelowany system działań bojowych /SDW/ składa się z dwóch wzajemnie zwalczających się podsystemów  $SOP^A$  i  $SOP^B$ , których możliwości dla potrzeb modelowania są **charakteryzowane** ich potencjami wojennymi odpowiednio  $PW^A$  /zależność /14// i  $PW^B$  /zależność /15//, oddziałujące na siebie w każdej chwili zdeterminowaną częścią ich potencjałów rażenia  $PR_u^A$  i  $PR_u^B$ . Schematycznie przedstawia to rys. 3.16.

Tak więc aktualny stan systemu w czasie  $t$  zdeterminowany będzie parą:

$$SDW/t/ = \langle PW^A/t/, PW^B/t/ \rangle \quad /16/$$

gdzie:

$PW^{A/B}/t/$  - aktualna wartość potencjału wojennego strony A/B/ w chwili  $t$ .

Z punktu widzenia potrzeb oceny działań wojennych wyróżnia się:

- stan początkowy systemu:

$$SDW/t_0/ = \langle PW^A/t_0/, PW^B/t_0/ \rangle \quad /17/$$

-stan końcowy systemu:

$$SDW/t_K/ = \langle PW^A/t_K/, PW^B/t_K/ \rangle \quad /18/$$

- stany chwilowe systemu:

$$SDW/t_k/ = \langle PW^A/t_k/, PW^B/t_k/ \rangle \quad /19/$$

$$0 < t_k < t_K$$

Warunkiem możliwości kontynuowania działań wojennych przez stronę A/B/ jest, żeby wartości składowych wektora  $PW^A$  /zależność /14// / lub  $PW^B$  /zależność /15/// były większe od założonych wartości granicznych. Tzn. jeżeli wektor możliwości prowadzenia działań wojennych w chwili  $t_k$  dla strony A ma postać /55/:

$$M_k^A = \langle P_{1,k}^A, P_{2,k}^A, P_{3,k}^A, P_{4,k}^A, P_{5,k}^A, P_{6,k}^A, P_{7,k}^A \rangle \quad /20/$$

gdzie:

$$P_{1,k}^A = \begin{cases} 1 & \text{dla } PR^A/t_k/ \geq PR_{gr}^A \\ 0 & \text{dla } PR^A/t_k/ < PR_{gr}^A \end{cases}$$

$$P_{2,k}^A = \begin{cases} 1 & \text{dla } PZ^A/t_k/ \geq PZ_{gr}^A \\ 0 & \text{dla } PZ^A/t_k/ < PZ_{gr}^A \end{cases}$$

$$P_{3,k}^A = \begin{cases} 1 & \text{dla } PG^A/t_k/ \geq PG_{gr}^A \\ 0 & \text{dla } PG^A/t_k/ < PG_{gr}^A \end{cases}$$

$$P_{4,k}^A = \begin{cases} 1 & \text{dla } PD^A/t_k/ \geq PD_{gr}^A \\ 0 & \text{dla } PD^A/t_k/ < PD_{gr}^A \end{cases}$$

$$P_{5,k}^A = \begin{cases} 1 & \text{dla } E_{WS}^A/t_k/ \geq E_{WSgr}^A \\ 0 & \text{dla } E_{WS}^A/t_k/ < E_{WSgr}^A \end{cases}$$

$$P_{6,k}^A = \begin{cases} 1 & \text{dla } E_{SD}^A/t_k/ \geq E_{SDgr}^A \\ 0 & \text{dla } E_{SD}^A/t_k/ < E_{SDgr}^A \end{cases}$$

$$P_{7,k}^A = \begin{cases} 1 & \text{dla } E_{SK}^A/t_k/ \geq E_{SKgr}^A \\ 0 & \text{dla } E_{SK}^A/t_k/ < E_{SKgr}^A \end{cases}$$

to strona A nie jest w stanie prowadzić działań wojennych w przypadku:

$$\bigvee_{i \in [1,7]} P_{i,k}^A = 0 \quad /21/$$

Zatem strona A może kontynuować działania wojenne w czasie  $t > t_k$ , jeżeli:

$$\begin{aligned} /P_{1,k} = 1/\wedge /P_{2,k} = 1/\wedge /P_{3,k} = 1/\wedge /P_{4,k} = 1/\wedge /P_{5,k} = 1/\wedge \\ \wedge /P_{6,k} = 1/\wedge /P_{7,k} = 1/ \end{aligned}$$

#### 3.5.4. Ocena efektywności działań wojennych.

Ocenę efektywności prowadzenia działań wojennych z punktu widzenia strony zaangażowanej w konflikt prowadzić należy w oparciu o wybrane charakterystyki czasowe uzyskane /przy przyjętych

założeniach/ w efekcie wykonanych badań symulacyjnych.

Zakłada się, że dla celów badawczych niezbędne jest śledzenie w funkcji czasu następujących wskaźników:

- względny wskaźnik potencjału wojennego strony A:

$$\eta^{A/t} = \frac{|PW^A/t|}{|PW^A/t_0|} \quad /22/$$

gdzie:

$PW^A/t$  - wektor potencjału wojennego strony A w chwili t  
/zależność /14//,

$$|PW^A/t| = \sqrt{|PR^A/t|^2 + |PZ^A/t|^2 + |PG^A/t|^2 + |PD^A/t|^2} \quad /22a/$$

$|PW^A/t_0|$  - wektor początkowy potencjału wojennego strony A w chwili  $t_0$  rozpoczęcia badań,

$PW^A/t_0$  - jak w zależności /22a/ z podstawieniem  $t = t_0$ ;

- względny wskaźnik potencjału wojennego strony B:

$$\eta^{B/t} = \frac{|PW^B/t|}{|PW^B/t_0|} \quad /23/$$

oznaczenia odpowiednio jak w zależności /22/;

- wskaźnik strat aktywnych strony A /straty poniesione wskutek niszcącego oddziaływania strony B/:

$$\delta^{A/t} = \frac{|PW_S^A/t|}{|PW^A/t_0|} \quad /24/$$

gdzie:

$PW_S^A/t$  - wektor potencjału wojennego strony A zniszczonego przez przeciwnika do chwili t,

$$|PW_S^A/t| = \sqrt{|PB_S^A/t|^2 + |PZ_S^A/t|^2 + |PG_S^A/t|^2 + |PD_S^A/t|^2} \quad /24a/$$

$PW^A/t_0$  - jak w zależności /22/,

- wskaźnik strat aktywnych strony B:

$$\delta^{B/t} = \frac{|PW_S^B/t|}{|PW^B/t_0|} \quad /25/$$

oznaczenia odpowiednio jak w zależności /24/,

- wskaźnik stosunku sił stron:

$$\varepsilon^{A/B/t} = \frac{|PW^A/t|}{|PW^B/t|} \quad /26/$$

$$\varepsilon^{B/A/t} = \frac{1}{\varepsilon^{A/B/t}} \quad /27/$$

gdzie:

$PW^A/t$  - wektor potencjału wojennego strony A w chwili t,

$PW^B/t$  - j.w. dla strony B,

- wektor różnicy potencjałów wojennych stron w chwili t:

$$R^{A/B/t} = PW^A/t - PW^B/t \quad /28/$$

$$R^{B/A/t} = -R^{A/B/t} \quad /29/$$

Oznaczenia jak w zależności /26/.

Dla celów badawczych możliwe jest tworzenie wskaźników cząstkowych pozwalających śledzić w czasie zmiany w odniesieniu do poszczególnych rodzajów potencjałów. Np.:

- wskaźnik różnicy potencjałów rażenia stron w chwili t:

$$R_B^{A/B/t} = PR^A/t - PR^B/t \quad /30/$$

- wskaźnik stosunku potencjałów rażenia stron w chwili t:

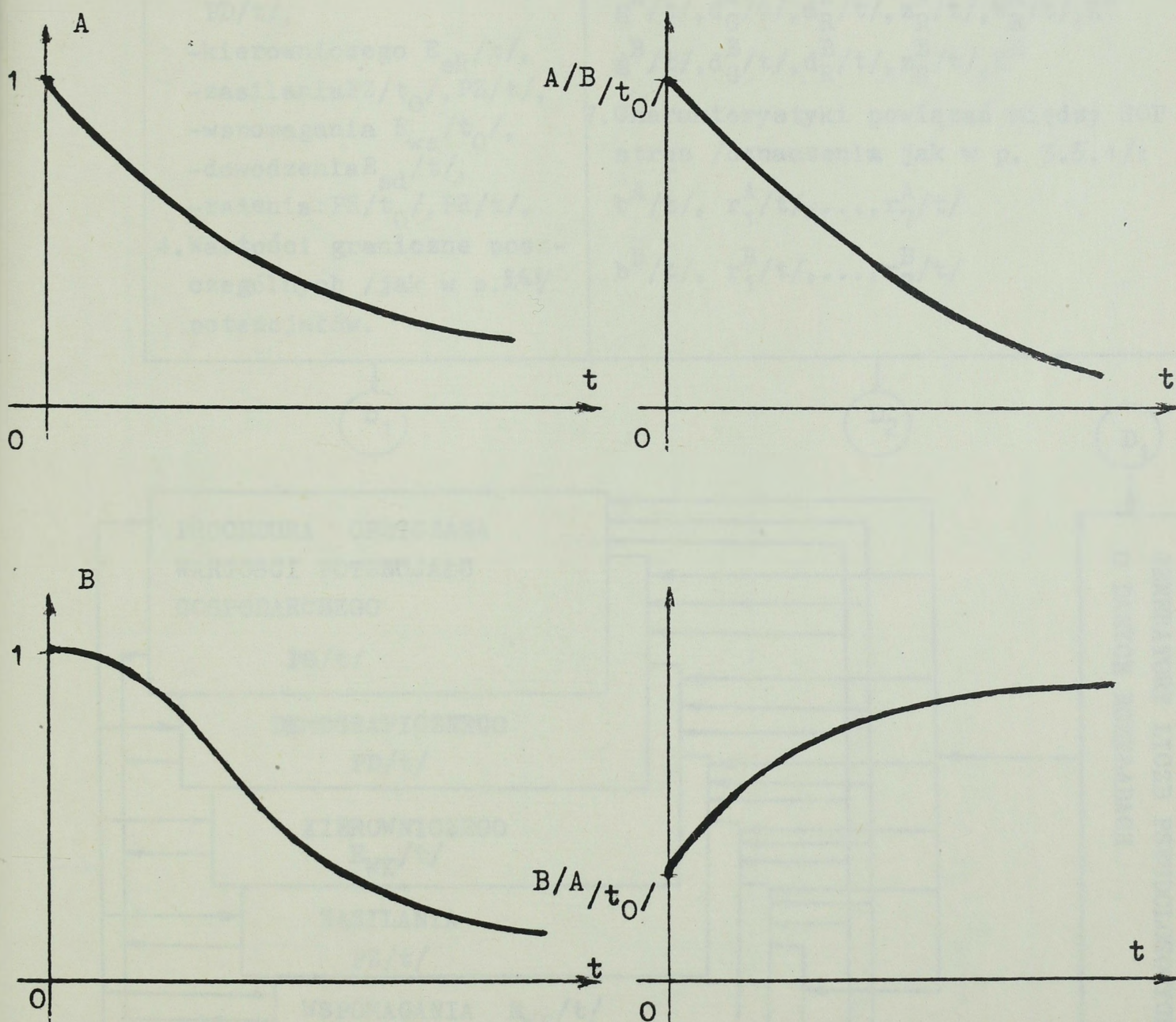
$$\varepsilon_B^{A/B/t} = \frac{PR^A/t/}{PR^B/t/}$$

/31/

Przykładową interpretację wybranych charakterystyk przedstawia rys. 3.17.

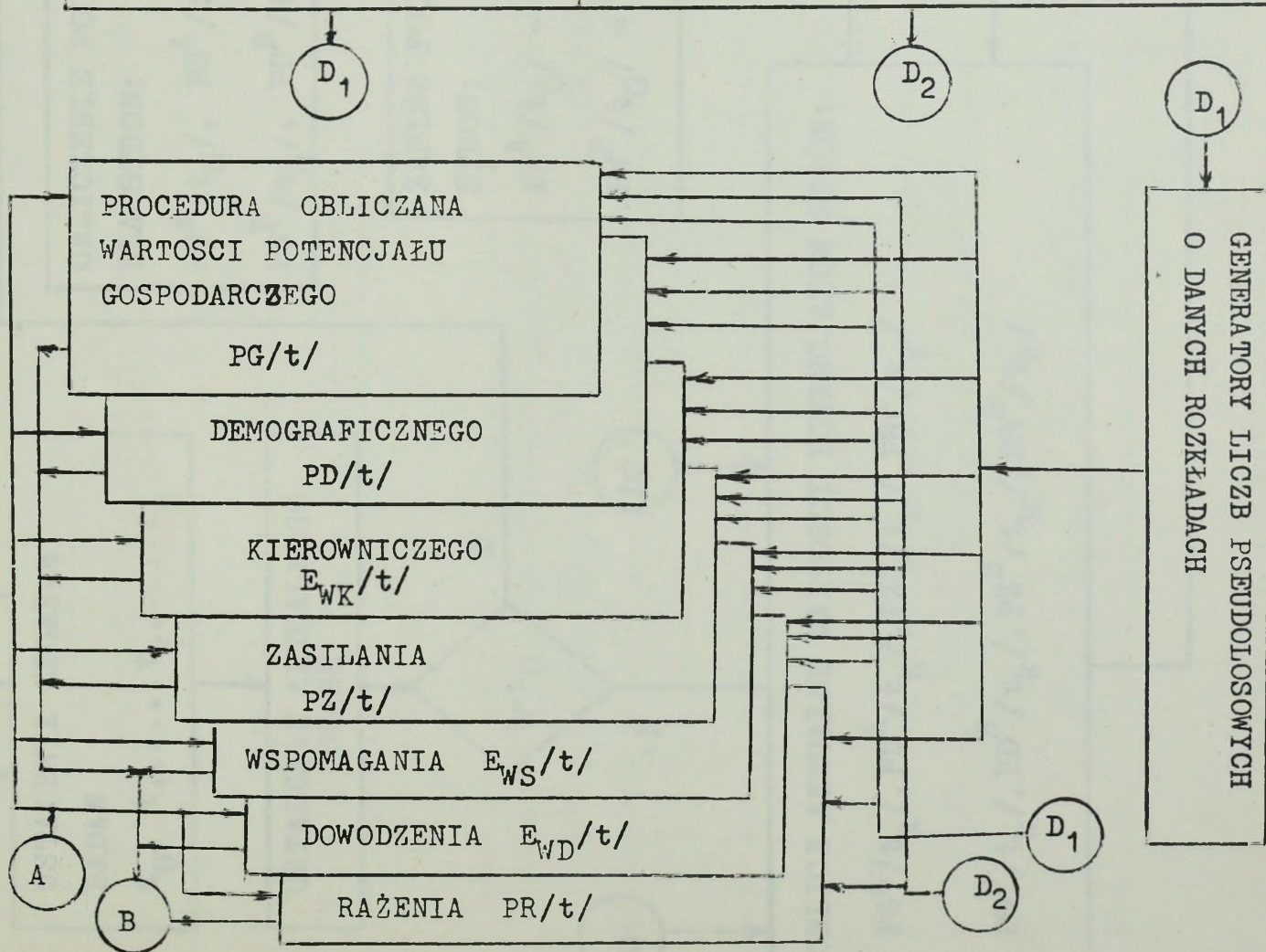
3.55. Makroalgorytm.

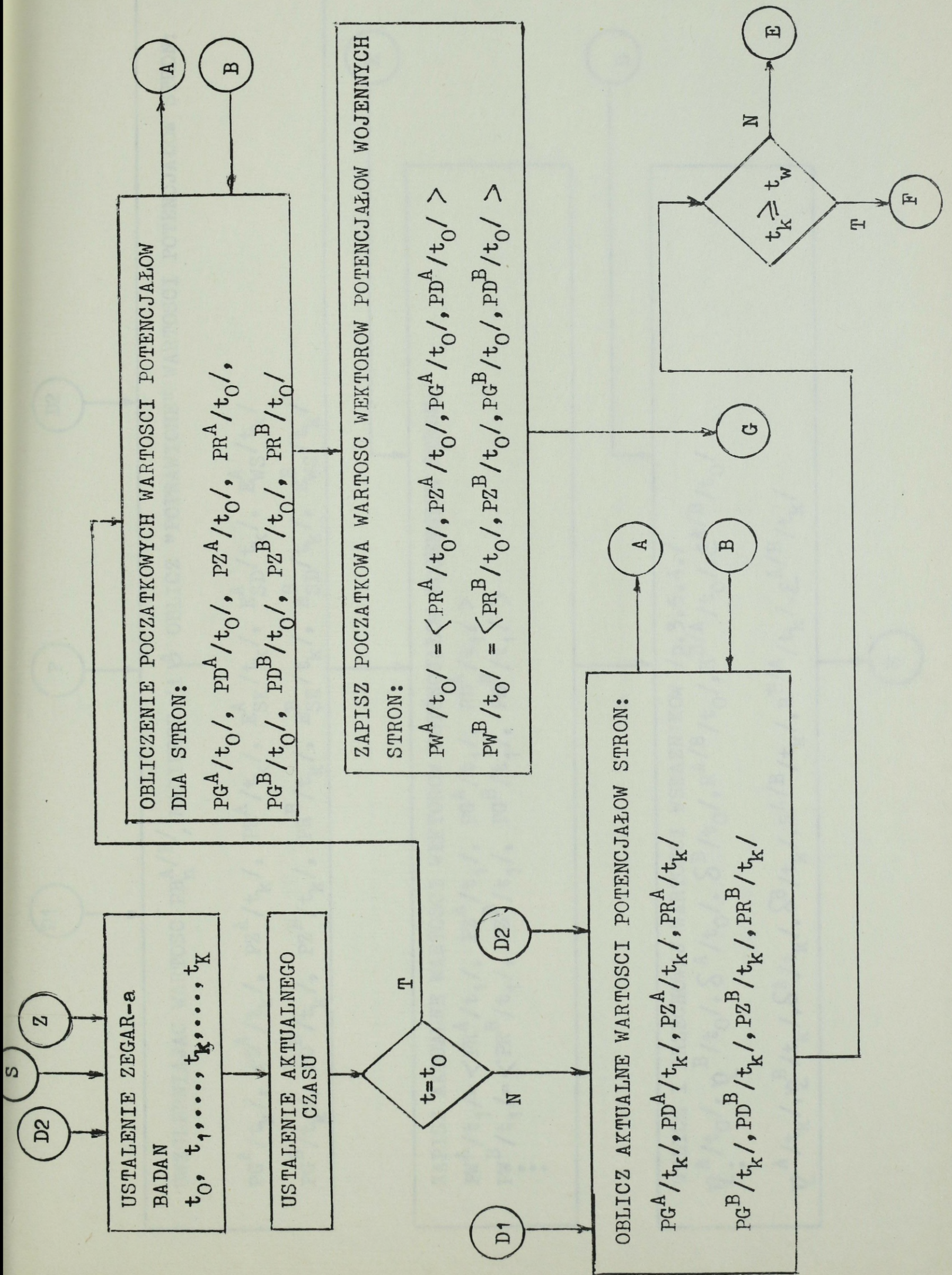
Makroalgorytm badań symulacyjnych opisanego modelu przedstawia rys. 3.18.



Rys. 3. 17. Przykład interpretacji wybranych charekterystryk działań wojennych stron A i B.

SCENARIUSZ BADANIA	
DANE WEJSCIOWE	WARUNKI PROWADZENIA BADAN
1. Typ rozkładu współczynnika $\alpha$ /tablica 3.1/.	1. Czas rozpoczęcia badań /rzeczywisty/: $t_0$
2. Typ rozkładu współczynnika $\beta$ /tablica 3.2/.	2. Czas zakończenia badań /rzeczywisty/: $t_K$
3. Dane wejściowe do obliczenia wartości początkowych i aktualnych potencjałów:	3. Etapy badań: $t \in \{t_0, t_1, \dots, t_k, \dots, t_K\}$
-gospodarczego $PG/t_0$ , $PG/t$ ,	4. Czas /rzeczywisty/ rozpoczęcia działań wojennych: $t_w \in [t_0, t_K]$ ,
-demograficznego $PD/t_0$ , $PD/t$ ,	5. Sposób rozpoczęcia działań wojennych: $W_k \in [W_1, W_K]$ /tabela 3. .2/,
-kierowniczego $E_{sk}/t$ ,	6. Charakterystyki czasowe powiązań zewnątrz SOP stron /oznaczenia jak w p. 3.5.1/:
-zasilania $PZ/t_0$ , $PZ/t$ ,	$g^A/t, d_G^A/t, d_R^A/t, z_R^A/t, W_R^A/t, K^A$
-wspomagania $E_{ws}/t_0$ ,	$g^B/t, d_G^B/t, d_R^B/t, z_R^B/t, K^B$
-dowodzenia $E_{sd}/t$ ,	7. Charakterystyki powiązań między SOP stron /oznaczenia jak w p. 3.5.1/:
-rażenia: $PR/t_0$ , $PR/t$ .	$b^A/t, r_1^A/t, \dots, r_7^A/t$
4. Wartości graniczne poszczególnych /jak w p.3.5.1/ potencjałów.	$b^B/t, r_1^B/t, \dots, r_7^B/t$





D2

F

D1

UWZGLEDNIAJAC WARTOSC  $PB^A/B/$ , MACIERZE  $\alpha$  I  $\beta$  OBLICZ "POPRAWIONE" WARTOSCI POTENCJAŁOW STRON:

$PG^A/t_k/$ ,  $PD^A/t_k/$ ,  $PZ^A/t_k/$ ,  $PR^A/t_k/$ ,  $ESK^A/t_k/$ ,  $ESD^A/t_k/$ ,  $EWS^A/t_k/$

$PG^B/t_k/$ ,  $PD^B/t_k/$ ,  $PZ^B/t_k/$ ,  $PR^B/t_k/$ ,  $ESK^B/t_k/$ ,  $ESD^B/t_k/$ ,  $EWS^B/t_k/$

E

ZAPISZ AKTUALNE WARTOSCI WEKTOROW POTENCJAŁOW WOJENNYCH STRON:

$PW^A/t_1/ = < PR^A/t_1/$ ,  $PZ^A/t_1/$ ,  $PG^A/t_1/$ ,  $PD^A/t_1/ >$

$PW^B/t_1/ = < PR^B/t_1/$ ,  $PZ^B/t_1/$ ,  $PG^B/t_1/$ ,  $PD^B/t_1/ >$

$\vdots$

G

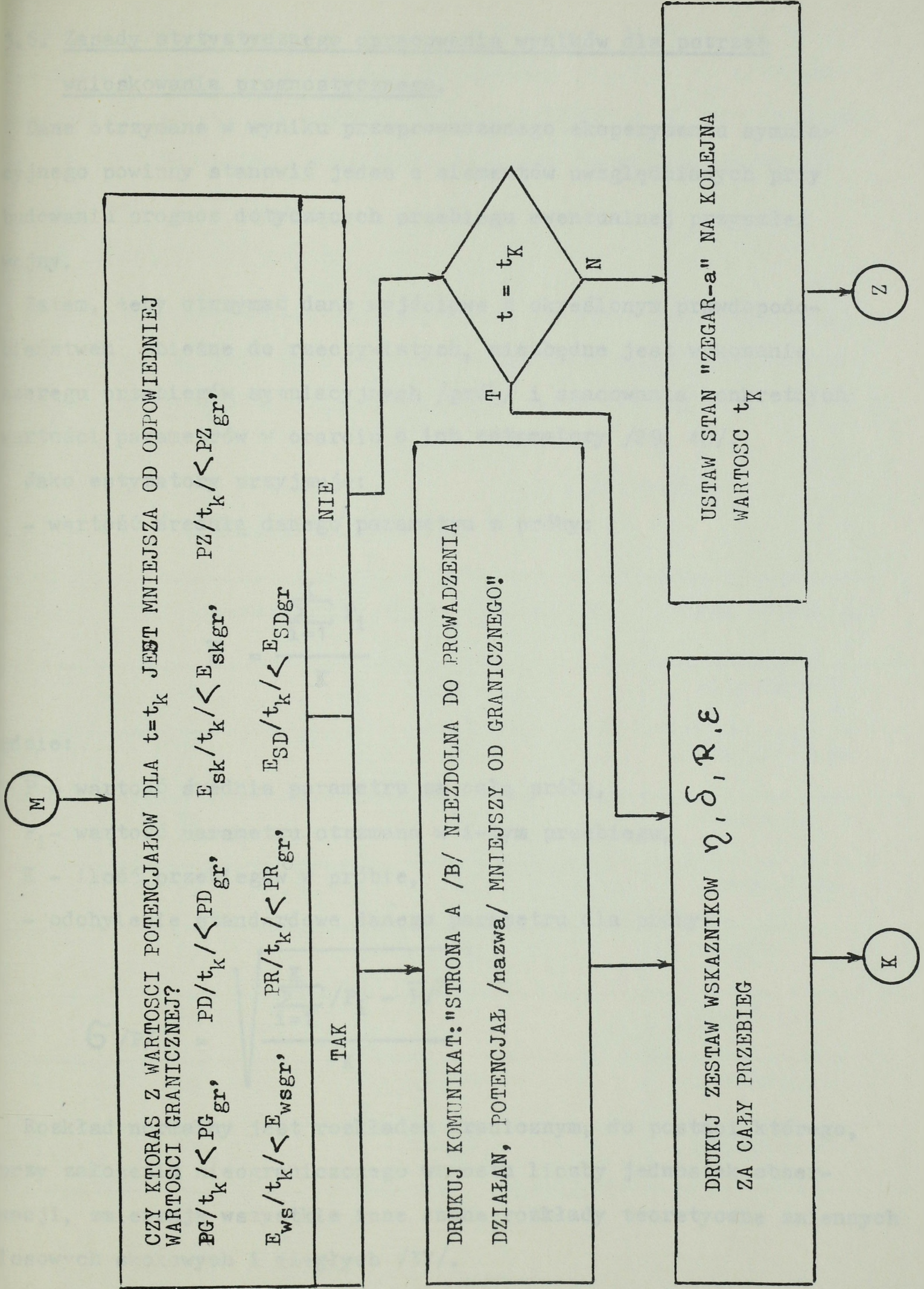
WYLICZ I PRZECHOWAJ WARTOSCI WSKAZNIKOW /p.3.5.4./

$\eta^A/t_0/$ ,  $\eta^B/t_0/$ ,  $\delta^A/t_0/$ ,  $\delta^B/t_0/$ ,  $R^A/B/t_0/$ ,  $R^B/A/t_0/$ ,  $\epsilon^A/B/t_0/$

$\vdots$

$\eta^A/t_k/$ ,  $\eta^B/t_k/$ ,  $\delta^A/t_k/$ ,  $\delta^B/t_k/$ ,  $R^A/B/t_k/$ ,  $R^B/A/t_k/$ ,  $\epsilon^A/B/t_k/$

M



Rys. 3.18. Makroalgorytm badania symulacyjnego działań wojennych między stronami A i B.

3.6. Zasady statystycznego opracowania wyników dla potrzeb wnioskania prognostycznego.

Dane otrzymane w wyniku przeprowadzonego eksperymentu symulacyjnego powinny stanowić jeden z elementów uwzględnianych przy budowaniu prognoz dotyczących przebiegu ewentualnej przyszłej wojny.

Zatem, żeby otrzymać dane wyjściowe z określonym prawdopodobieństwem zbliżone do rzeczywistych, niezbędne jest wykonanie szeregu przebiegów symulacyjnych /prób/ i szacowania konkretnych wartości parametrów w oparciu o ich estymatory /29, 40/.

Jako estymatory przyjmuję:

- wartość średnią danego parametru z próby:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^K P_i}{K}$$

gdzie:

$\bar{P}$  - wartość średnia parametru za całą próbę,

$P_i$  - wartość parametru otrzymana w i-tym przebiegu,

K - ilość przebiegów w próbie,

- odchylenie standardowe danego parametru dla próby:

$$\sigma_{P/} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^K P_i^2 - \bar{P}^2}{K}}$$

Rozkład normalny jest rozkładem granicznym, do postaci którego, przy założeniu nieograniczonego wzrostu liczby jednostek obserwacji, zmiernają wszystkie inne znane rozkłady teoretyczne zmiennych losowych skokowych i ciągłych /37/.

Zakładając, że w rozważanym modelu spełniamy warunek dostatecznie licznej próby dla rozkładu normalnego  $/N \geq 30/$ , to przyjęcie powyższych estymatorów zapewni prawdopodobieństwo  $P_s$  nie mniejsze od 0,68, że wartość oczekiwana badanego parametru mieści się w granicach  $/\bar{P} \pm G/$ , tzn.:

$$P_s \{ \bar{P} - G \leq P \leq \bar{P} + G \} \geq 0,68.$$

W rozpatrywanym modelu parametrami są wartości poszczególnych potencjałów. W celu uproszczenia zapisu przy opracowywaniu statystyk przyjmuję oznaczenia parametrów jak w tabelicy 3.3.

TABLICA 3.3.

OZNACZENIE PARAMETROW

L.p.	Symbol parametru	Symbol potencjału	Nazwa potencjału
1	P1	PG	gospodarczy
2	P2	PD	demograficzny
3	P3	PO	otoczenia
4	P4	PK	kierowniczy
5	P5	PR	rażenia
6	P6	PS	dowodzenia
7	P7	PZ	zasilania
8	P8	PW <sub>s</sub>	wspomagania

Danymi wejściowymi do eksperymentu symulacyjnego są:

- czas rozpoczęcia eksperymentu  $t_0$ ,
- czas prowadzenia badań  $[t_0, T]$ ,  
z podziałem na odcinki czasu, po których prowadzona będzie symulacja:

$$t_0, t_1, \dots, t_i, \dots, T_I = T$$

$$t_i \in [t_0, T],$$

- wartości początkowe parametrów /potencjałów/:

$$P_k/t_0/ \quad \text{dla } k = 1, \dots, 8$$

- zbiór decyzji o sposobie użycia własnego potencjału rażenia:

$$D = \{d_l: 1 \leq l \leq L\}$$

$d_l$  - l-ta decyzja,

L - ilość decyzji,

obejmujących dane dotyczące:

- części użytego potencjału rażenia: b,
- rodzaju użytego potencjału rażenia na niszczenie poszczególnych potencjałów przeciwnika:

$$r_1, \dots, r_7$$

przy czym:

$$\sum_{i=1}^7 r_i = 1 .$$

Danymi wyjściowymi z eksperymentu symulacyjnego są:

- wartości parametrów /potencjałów/ systemu dla strony A i B  
w funkcji czasu:

$$P1_m^A/t_0/, \dots, P1_m^A/t_i/, \dots, P1_m^A/T/$$

$$P1_m^B/t_0/, \dots, P1_m^B/t_i/, \dots, P1_m^B/T/$$

⋮  
⋮  
⋮

$$P8_m^A/t_0/, \dots, P8_m^A/t_i/, \dots, P8_m^A/T/$$

$$P8_m^B/t_0/, \dots, P8_m^B/t_i/, \dots, P8_m^B/T/$$

gdzie:

$Pk_m^{A/B}/t_i/$  - wartość  $Pk$ -tego parametru  $/P1, \dots, P8/$  strony A /lub B/ w chwili  $t_i$  przy  $m$ -tej decyzji,

$$m \in [1, M]$$

$M$  - ilość decyzji,

- dla każdej kombinacji decyzji stron  $m = \langle d_1^A, d_p^B \rangle$

$$d_1^A \in D$$

$$d_p^B \in D$$

gdzie:

$m$  - identyfikator kombinacji,

$d_1^A$  - 1-ta decyzja A-tej strony,

$d_p^B$  -  $p$ -ta decyzja B-tej strony.

Cały eksperyment symulacyjny obejmuje  $/M \times N/$  przebiegów, gdzie  $N \geq 30$  - ilość prób pozwalających na stosowanie przyjętych estymatorów.

Elementem wyznaczanym losowo jest macierz współczynników  $\beta$  /tablica 3.2./.

Dla ustalonej decyzji

$$m \in [1, M]$$

wyznaczam  $N$  macierzy  $\beta$ :

$$\beta^{/1/}, \dots, \beta^{/n/}, \dots, \beta^{/N/}$$

Dla  $\beta^{/n/}$ -tej macierzy  $/n \in [1, N]/$  wskutek realizacji  $m$ -tej decyzji otrzymuje się ciąg wartości parametrów dla rozpatrywanych momentów czasu:

$$\begin{array}{cccc} P1_{n,m}^A / t_1 / , \dots , P8_{n,m}^A / t_1 / ; & P1_{n,m}^B / t_1 / , \dots , & P8_{n,m}^B / t_1 / \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ P1_{n,m}^A / t_i / , \dots , P8_{n,m}^A / t_i / ; & P1_{n,m}^B / t_i / , \dots , & P8_{n,m}^B / t_i / \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ P1_{n,m}^A / T / , \dots , P8_{n,m}^A / T / ; & P1_{n,m}^B / T / , \dots , & P8_{n,m}^B / T / \end{array}$$

Czyli dla każdej decyzji  $m$  otrzyma się  $N$  wyników. W oparciu o nie, dla ustalonego czasu  $/t_i \in [t_0, T]/$ , dla każdego parametru wyznaczam estymatory:

- wartość średnią parametru:

$$\overline{Pk}_{n,m}^{str} / t_i / = \frac{\sum_{k=1}^N Pk_{n,m}^{str} / t_i /}{N}$$

gdzie:

$$Pk = P1 \quad P2 \quad \dots \quad P8$$

$$str = A \quad B$$

$$t_i = t_0, t_1, \dots, T,$$

- odchylenie standardowe:

$$\sigma \left[ P_{k_m}^{\text{str}} / t_i / \right] = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N \left[ P_{k_{n,m}}^{\text{str}} / t_i / - \bar{P}_{k_m}^{\text{str}} / t_i / \right]^2}{N}}$$

Dla każdej decyzji m otrzymuję zestaw odpowiednich wartości estymatorów:

$$\begin{array}{cccc} \bar{P}_m^A / t_1 / , \dots , \bar{P}_m^A / T / ; & \bar{P}_m^B / t_1 / , \dots , \bar{P}_m^B / T / & & \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \bar{P}_m^A / t_1 / , \dots , \bar{P}_m^A / T / ; & \bar{P}_m^B / t_1 / , \dots , \bar{P}_m^B / T / & & \end{array}$$

$$\begin{array}{cccc} \sigma \left[ P_m^A / t_1 / \right] , \dots , \sigma \left[ P_m^A / T / \right] ; & \sigma \left[ P_m^B / t_1 / \right] , \dots , \sigma \left[ P_m^B / T / \right] & & \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \sigma \left[ P_m^A / t_1 / \right] , \dots , \sigma \left[ P_m^A / T / \right] ; & \sigma \left[ P_m^B / t_1 / \right] , \dots , \sigma \left[ P_m^B / T / \right] & & \end{array}$$

Jak wcześniej zostało powiedziane, można przyjąć z prawdopodobieństwem

$$P \geq 0,68$$

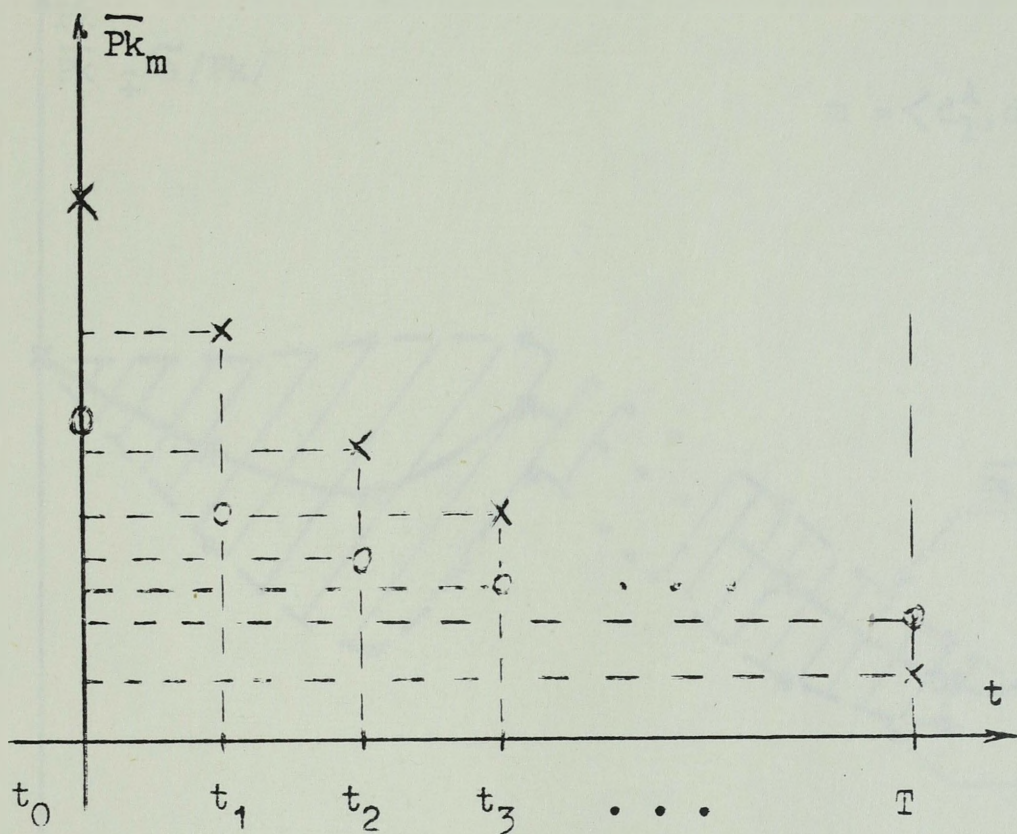
że wartość rzeczywista każdego z parametrów mieści się w przedziale:

$$\bar{P}_m^{\text{str}} / t_i / - \sigma \left[ P_m^{\text{str}} / t_i / \right] \leq P_m^{\text{str}} / t_i / \leq \bar{P}_m^{\text{str}} / t_i / + \sigma \left[ P_m^{\text{str}} / t_i / \right]$$

Wektor potencjału wojennego w wybranych momentach ma więc postać:

$$P_m^{\text{str}} / t_i / = \left\langle \bar{P}_m^{\text{str}} / t_i / , \dots , \bar{P}_m^{\text{str}} / t_i / \right\rangle$$

Otrzymane wartości estymatorów poszczególnych parametrów mają postać dyskretną /rys.3.19./.



Legenda:

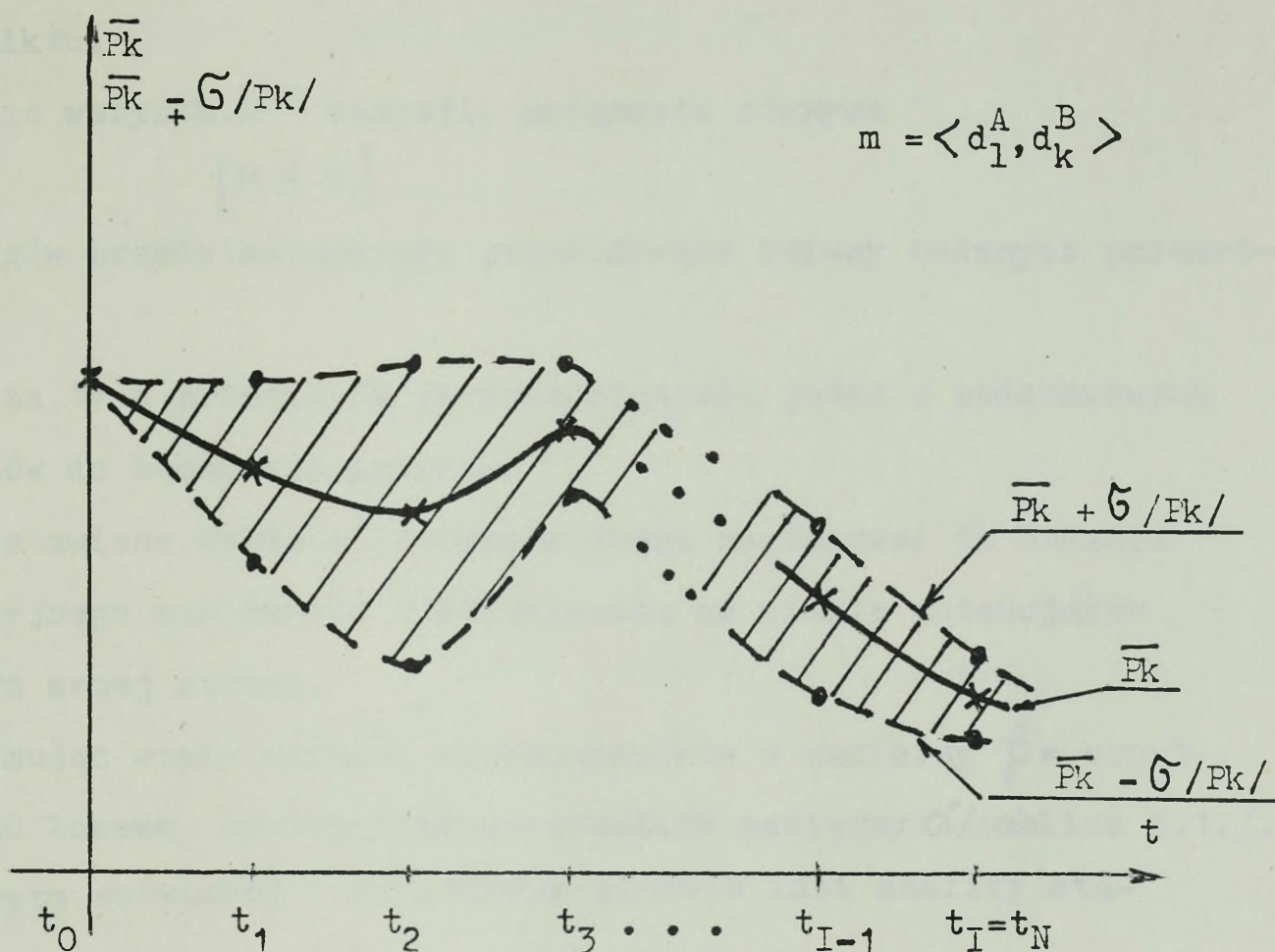
x - wartości  $\overline{Pk}_m^B / t_i /$

o - wartości  $\overline{Pk}_m^A / t_i /$

Rys. 3.19. "Dyskretna" postać przewidywanych zmian potencjału  $\overline{Pk}$  stron.

Dla potrzeb wykorzystania przez prognostów należy przeprowadzić aproksymację funkcji przedstawionej na rys. 3.19. w postaci dyskretniej do postaci ciągłej zarówno w stosunku do estymatora  $\overline{Pk}$ , jak i  $G / Pk / / 21 /$ .

Otrzymana wówczas postać wyników /rys. 3.20./ wyraziście ilustruje przewidywane tendencje zmian potencjałów i ułatwia prace porównawcze.



$$m = \langle d_1^A, d_k^B \rangle$$

Legenda :

x - dyskretne wartości  $\bar{P}_k/t_i/$  otrzymane z eksperymentu symulacyjnego,

• - dyskretne wartości obliczone wg. zależności:  $\bar{P}_k = G/P_k/$ ,

— - aproksymowany przebieg oczekiwanych wartości parametru  $\bar{P}_k$ ,

· — — - aproksymowany przebieg wartości  $\bar{P}_k + G/P_k/$  i  $\bar{P}_k - G/P_k/$ ,

////// - obszar, gdzie:

$$Ps \{ \bar{P}_k + G/P_k/ \leq P_k \leq \bar{P}_k - G/P_k/ \} \geq 0,68$$

Rys. 3.20. Przykład przebiegu wynikowego dla parametru  $P_k$ .

Dla każdej badanej decyzji  $m$  otrzyma się po osiem /zakładam, że tyle parametrów będzie badanych/ przebiegów dla strony A i strony B konfliktu.

Badając wszystkie  $M$  decyzji, prognosta otrzyma

$$[M \times 8]$$

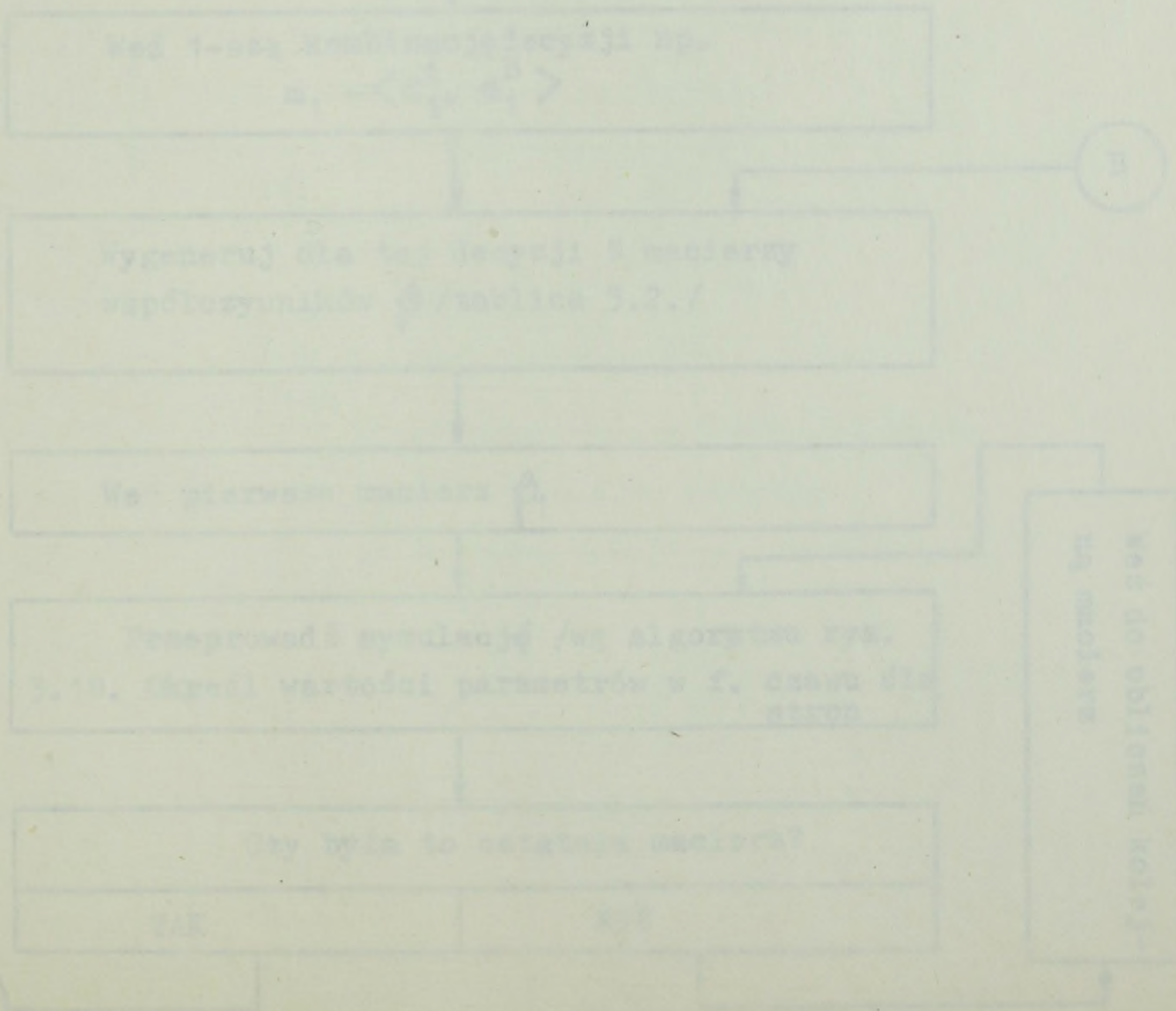
przebiegów przedstawiających przewidywane zmiany badanych parametrów.

Analiza tych przebiegów powinna stanowić jeden z podstawowych elementów do budowania prognoz.

Przedstawione wyżej rozumowanie można zastosować do badania symulacyjnego wzajemnego oddziaływania na siebie potencjałów wewnątrz samej strony.

Przyjmując wtedy wartość współczynników w macierzy  $\beta = \text{const.}$ , zmieniać losowo wartości współczynników macierzy  $\alpha$ /tablica 3.1./.

Algorytm omówionej w niniejszym punkcie idei analizy statystycznej wyników przedstawia rys. 3.21.



Dane wejściowe:

K - ilość badanych parametrów /P1, ..., PK/

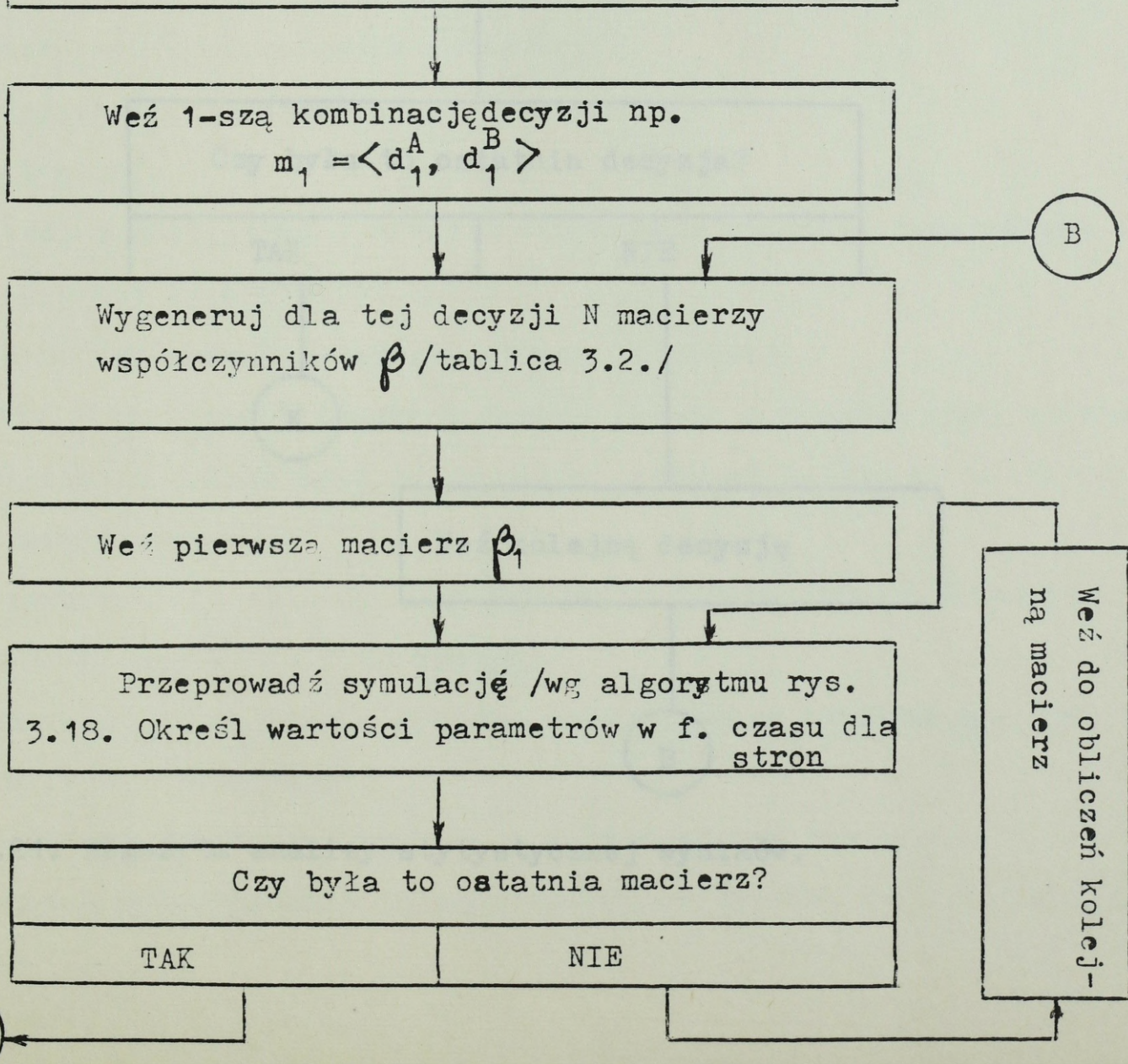
$\left. \begin{matrix} d_1^A \\ \vdots \\ d_I^A \end{matrix} \right\}$  - zbiór decyzji strony A

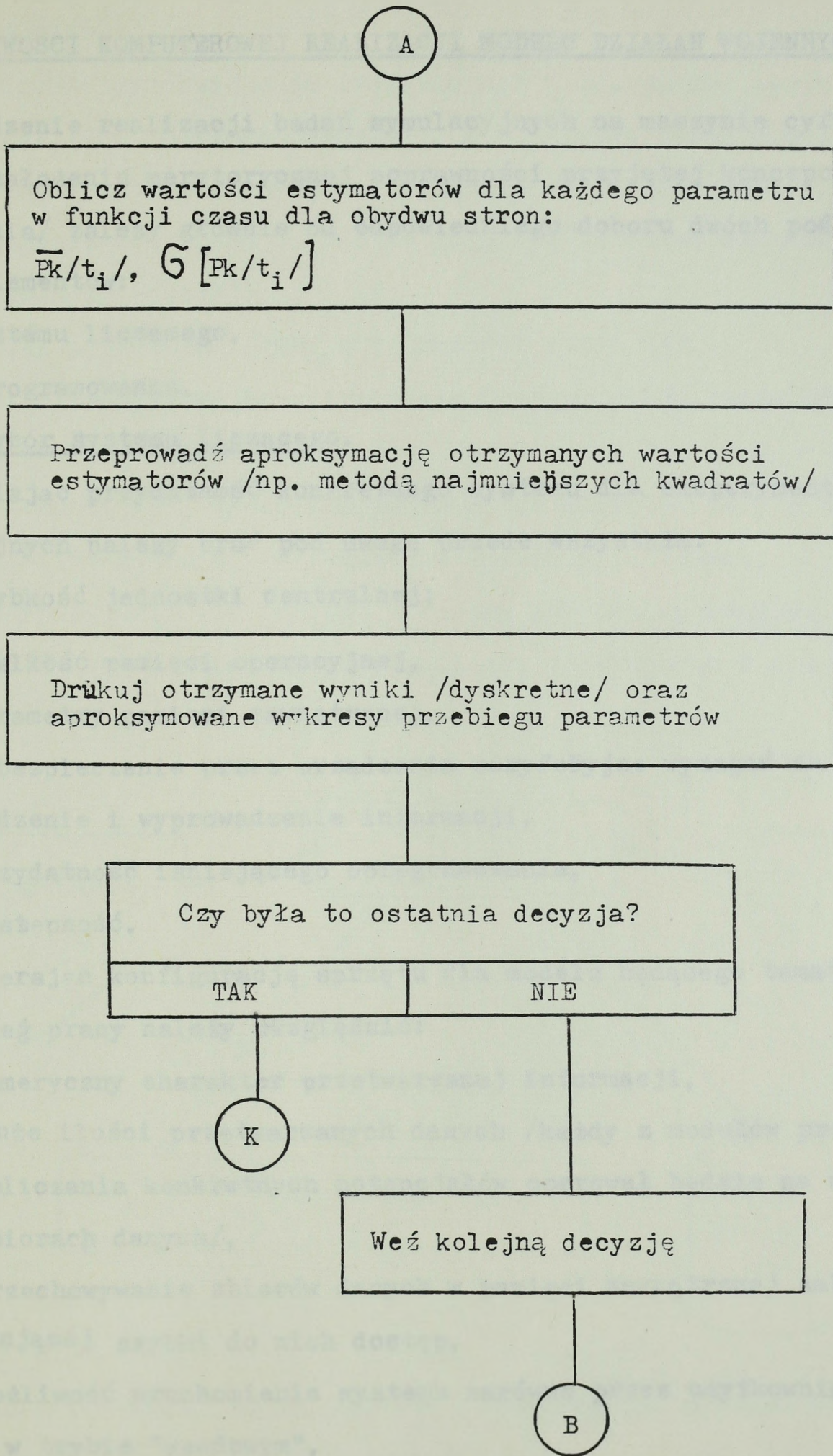
$\left. \begin{matrix} d_1^B \\ \vdots \\ d_P^B \end{matrix} \right\}$  - zbiór decyzji strony B

N - ilość prób.

M - ilość rozpatrywanych kombinacji decyzji  
/m =  $\langle d_1^A, d_p^B \rangle$ /

P1 /t<sub>0</sub>/, ..., PK /t<sub>0</sub>/ - wartości początkowe badanych parametrów.





Rys. 3.21. Algorytm analizy statystycznej wyników.

#### 4. MOŻLIWOŚCI KOMPUTEROWEJ REALIZACJI MODELU DZIAŁAŃ WOJENNYCH.

Powodzenie realizacji badań symulacyjnych na maszynie cyfrowej /przy założeniu merytorycznej poprawności przyjętej koncepcji modelowania/ zależy głównie od odpowiedniego doboru dwóch podstawowych elementów:

- systemu liczącego,
- oprogramowania.

##### 4.1. Wybór systemu liczącego.

Oceniając przydatność konkretnego systemu dla eksperymentów symulacyjnych należy brać pod uwagę przede wszystkim:

- szybkość jednostki centralnej;
- wielkość pamięci operacyjnej,
- parametry pamięci zewnętrznej,
- zabezpieczenie przez urządzenia peryferyjne wymagań na wprowadzenie i wyprowadzenie informacji,
- przydatność istniejącego oprogramowania,
- dostępność.

Wybierając konfigurację sprzętu dla modelu będącego tematem niniejszej pracy należy uwzględnić:

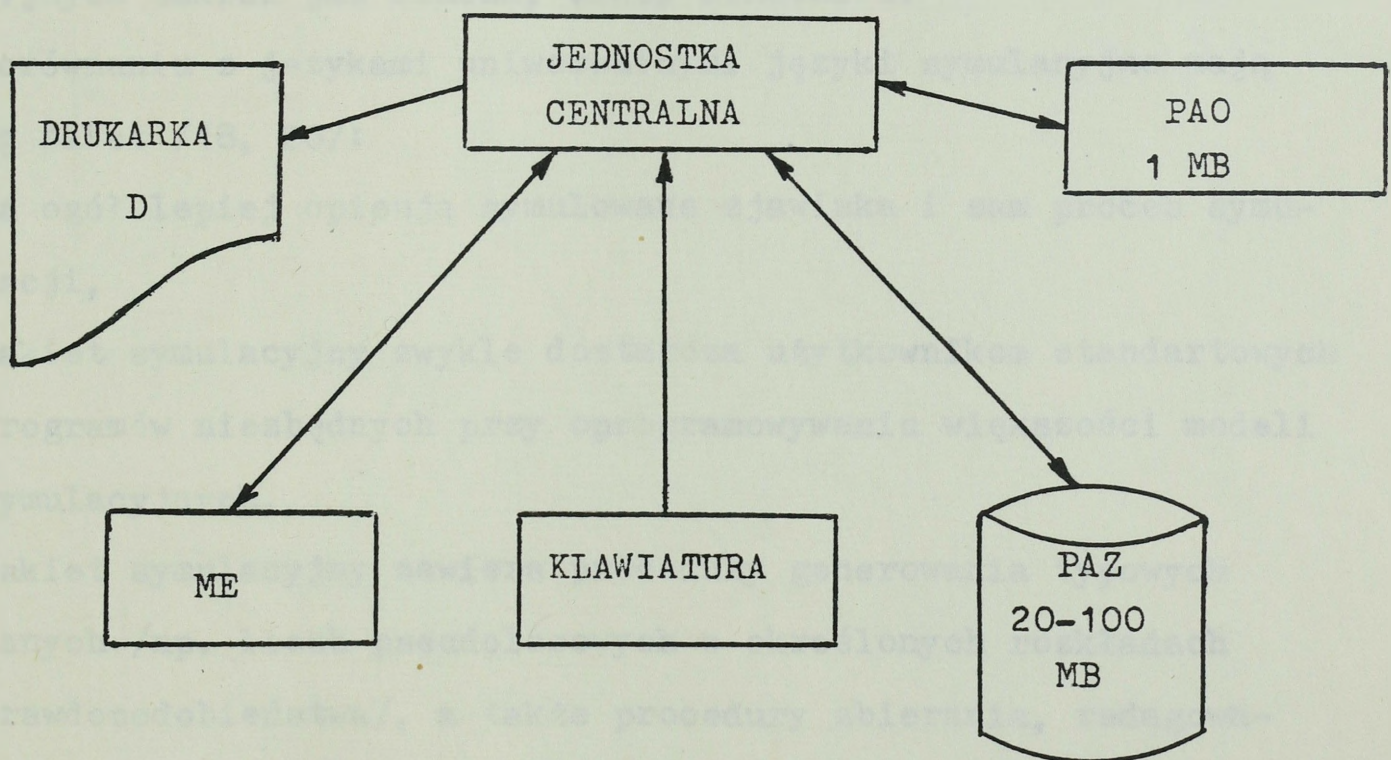
- numeryczny charakter przetwarzanej informacji,
- duże ilości przetwarzanych danych /każdy z modułów programowych obliczania konkretnych potencjałów operował będzie na własnych zbiorach danych/,
- przechowywanie zbiorów danych w pamięci zewnętrznej zabezpieczającej szybki do nich dostęp,
- możliwość uruchomienia systemu zarówno przez użytkownika, jak i w trybie "wsadowym",
- możliwość współpracy systemu z użytkownikiem "na bieżąco",
- pewność zabezpieczenia zbiorów danych na wypadek awarii systemu

liczącego,

- możliwość wykorzystania istniejącego i dostępnego sprzętu.

Uwzględniając powyższe czynniki, dla potrzeb badań modelowych należy zapewnić zestaw systemu liczącego obejmujący /rys.4.1/:

- jednostkę centralną /JC/ o co najmniej średniej szybkości wykonywanych operacji,
- pamięć operacyjną /PAO/ o pojemności rzędu 1MB,
- pamięć zewnętrzną bezpośredniego dostępu /PAZ/ rzędu 20 - 100MB,
- urządzenia zewnętrzne:
  - drukarkę /D/, grafoskop lub monitor ekranowy /ME/ o funkcjach graficznych dla wyprowadzenia danych wyjściowych,
  - czytnik kart lub monitor ekranowy /ME/ do wprowadzenia danych wejściowych oraz komunikowania się użytkownika z systemem.



Rys.4.1. Minimalny zestaw systemu liczącego dla potrzeb modelu działań wojennych.

Z systemów liczących znajdujących się w ASG WP postawione wyżej warunki spełniają:

- system komputerowy IRIS - 80 /rys. 4.2/,
- system mikrokomputerowy IBM - PC - XT /rys. 4.3/.

#### 4.2. Wymagania na oprogramowanie.

Podstawą przetwarzania w omawianym systemie jest symulacja procesów oparta o operacje na danych numerycznych. Ten fakt oraz dostępny do wykorzystania system liczący determinują wybór oprogramowania dla projektowania technologicznego.

##### 4.2.1. Język programowania.

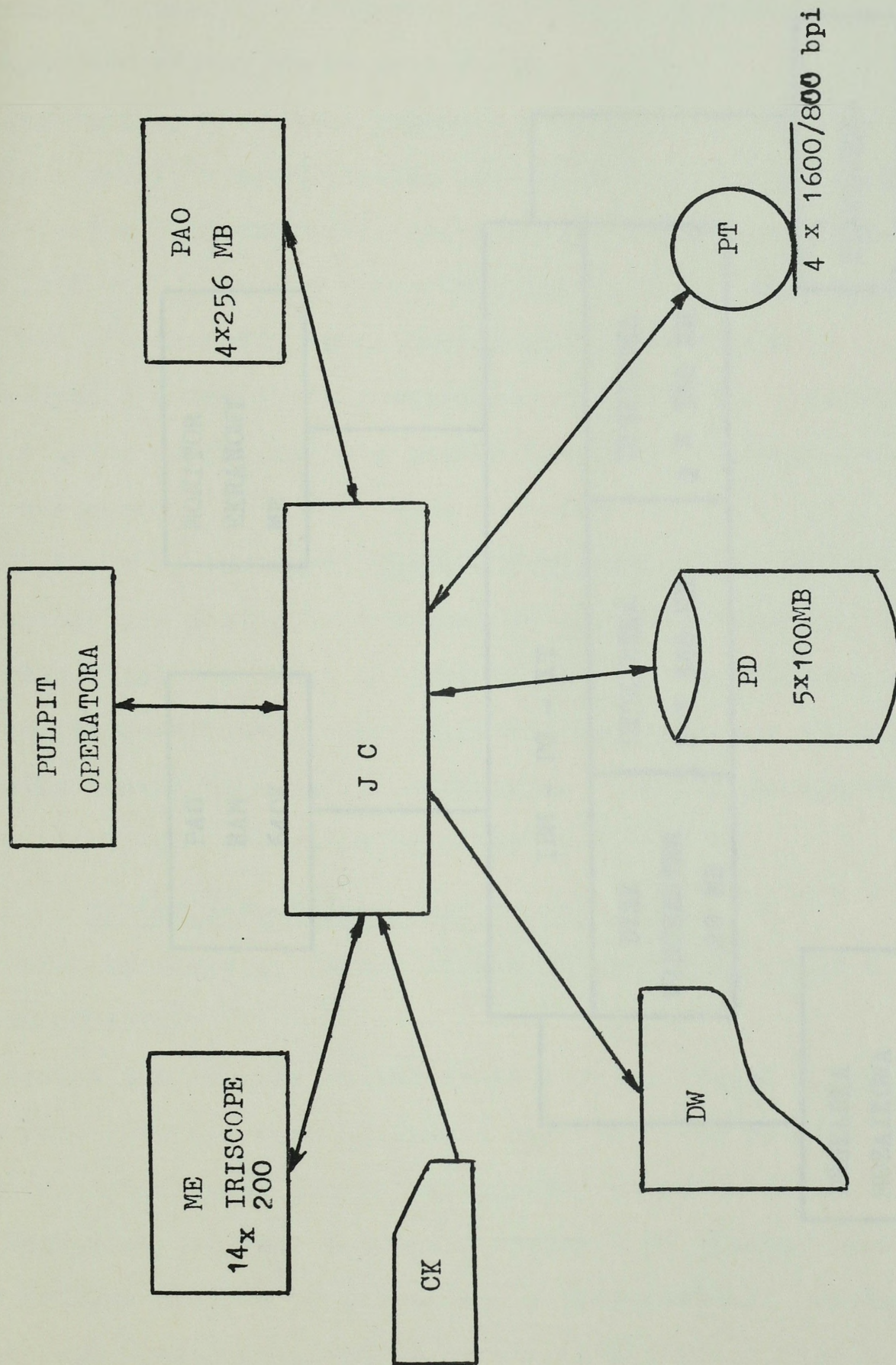
Do pisania programów symulacyjnych używa się języków uniwersalnych ukierunkowanych matematycznie, takich jak np. FORTRAN lub ALGOL /powszechnie znanych/ lub specjalizowanych języków symulacyjnych takich jak SIMULA, GPSS, SIMSCRIPT.

W porównaniu z językami uniwersalnymi języki symulacyjne mają szereg zalet /18, 20/:

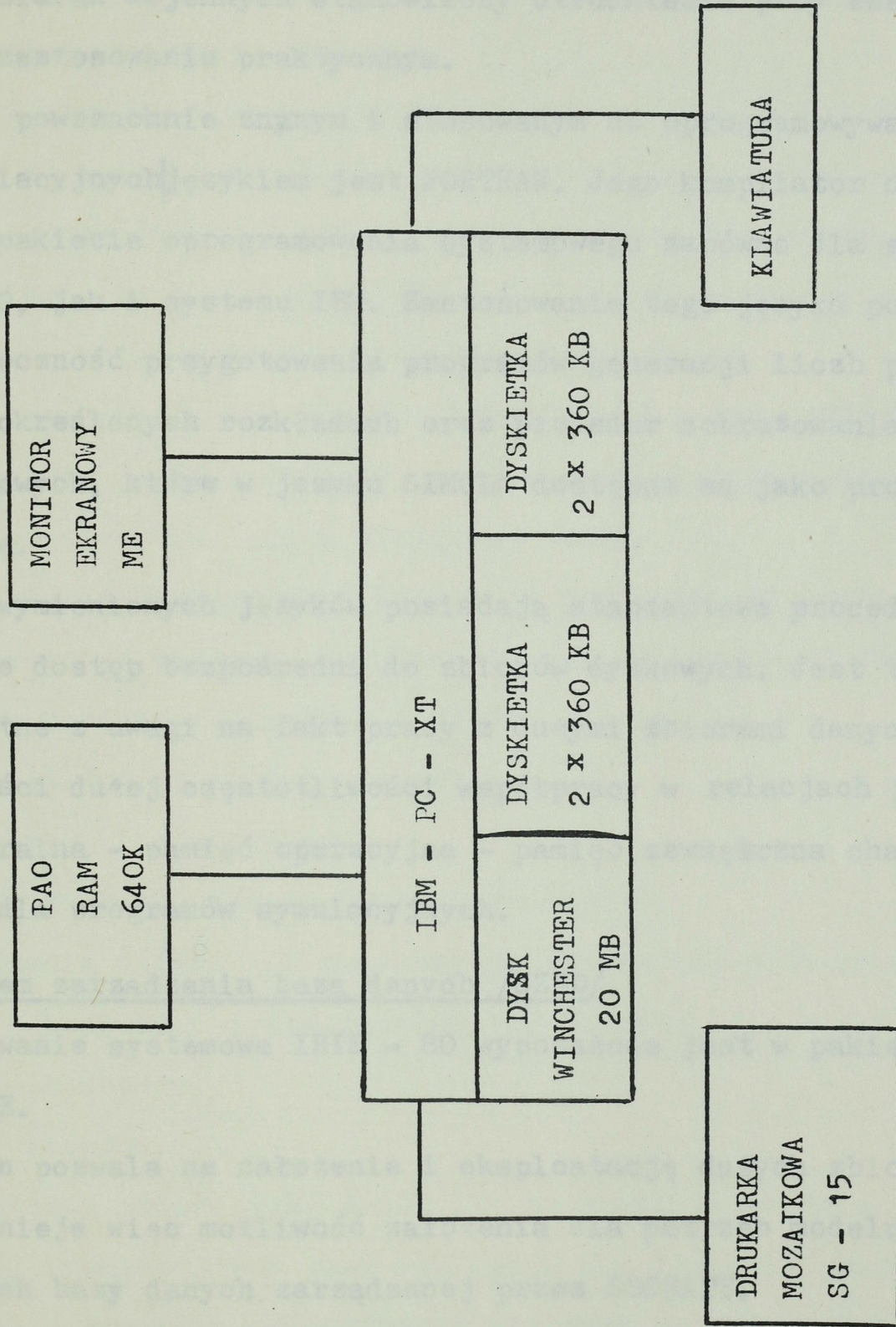
- na ogół lepiej opisują symulowane zjawiska i sam proces symulacji,
- pakiet symulacyjny zwykle dostarcza użytkownikom standardowych programów niezbędnych przy oprogramowywaniu większości modeli symulacyjnych,
- pakiet symulacyjny zawiera procedury generowania typowych danych /np. liczb pseudolosowych o określonych rozkładach prawdopodobieństwa/, a także procedury zbierania, redagowania i przedstawiania danych tworzonych w czasie symulacji.

Specjalizowanym językiem programowania, nadającym się do oprogramowywania zagadnień rozpatrywanego typu jest język SIMULA.

Kompilator tego języka jest dostępny w pakiecie oprogramowania



Rys. 4.2. Konfiguracja systemu IRIS - 80.



Rys. 4.3. Konfiguracja systemu IBM - PC - XT.

systemowego zestawu IRIS - 80.

Jednakże brak doświadczenia w oprogramowaniu z użyciem tego języka /w ASG WP/, zwłaszcza w programowaniu dużego modelu symulacji działań wojennych stanowiłoby utrudnienie przy ewentualnym jego zastosowaniu praktycznym.

Dogodnym, powszechnie znanym i stosowanym do programowania modeli symulacyjnych językiem jest FORTRAN. Jego kompilator dostępny jest w pakiecie oprogramowania systemowego zarówno dla systemu IRIS - 80, jak i systemu IBM. Zastosowanie tego języka pociągnęłoby konieczność przygotowania programów generacji liczb pseudolosowych o określonych rozkładach oraz procedur zobrazowania danych wyjściowych, które w języku SIMULA dostępne są jako procedury systemowe.

Obydwa z wymienionych języków posiadają standartowe procedury wspomagające dostęp bezpośredni do zbiorów dyskowych. Jest to bardzo istotne z uwagi na fakt pracy z dużymi zbiorami danych i konieczności dużej częstotliwości współpracy w relacjach jednostka centralna - pamięć operacyjna - pamięć zewnętrzna charakterystycznej dla programów symulacyjnych.

#### 4.2.2. System zarządzania bazą danych /SZBD/.

Oprogramowanie systemowe IRIS - 80 wyposażone jest w pakiet SZBD SOCRATE.

System ten pozwala na założenie i eksploatację dużych zbiorów danych. Istnieje więc możliwość założenia dla potrzeb modelu działań wojennych bazy danych zarządzanej przez SOCRATE.

Mechanizmy systemu pozwalają operować na liczbach z dokładnością do jednego miejsca po przecinku. W projektowanym modelu, jako zasadnicze występowało będzie przetwarzanie liczb rzeczywistych.

Wykonywanie operacji na tych liczbach pod kontrolą SZBD SOCRATE stwarza-

łoby potrzeby stosowania odpowiednich działników /mnożników/ przy pobieraniu i zapisywaniu danych do bazy, pamiętanie ich /z dokładnością do każdej z danych/ i stosowanie przy każdej z operacji w relacji program - baza danych. Może to w sposób istotny wpływać na przedłużanie czasu obliczeń.

Dodatkowym utrudnieniem w przypadku zastosowania SZBD SOCRATE byłby fakt, że kontakt programów użytkowych z bazą musiałby odbywać się za pośrednictwem podprogramów napisanych w języku programowania COBOL, bo tylko ten język /obok języka niskiego poziomu METASYMBOL/ zapewnia systemowy kontakt z bazą danych.

Zaletą w przypadku zastosowania SZBD SOCRATE byłoby przejęcie przez ten system ochrony zbiorów przed nieuprawnionym dostępem, a także zabezpieczenie ich w przypadku awarii.

Przy stosowaniu zestawu mikrokomputera IBM - PT -XC możliwe jest wykorzystanie systemu zarządzania bazą danych DBASE III.

System ten /podobnie jak SZBD SOCRATE/ umożliwia:

- zakładanie dużych zbiorów danych,
- zarządzanie zbiorami danych,
- kontrolę formalną danych przy wprowadzaniu,
- wprowadzanie danych z klawiatury /w trybie konwersacyjnym/ według określonego przez użytkownika formatu,
- sortowanie danych,
- ochronę zbiorów.

Bardzo istotną zaletą SZBD DBASE III szczególnie w odniesieniu do programów symulacyjnych jest możliwość kompilowania przy pomocy CLIPPER-a programu wykonującego operacje na zbiorach danych, napisanego w języku DBASE III i łączenie go na etapie linkowania z modułami programów napisanych w innych językach programowania. W efekcie takiego połączenia powstaje program, który może reali-

zować określone funkcje modelu symulacyjnego, korzystający bezpośrednio ze zbiorów danych zarządzanych przez SZBD DBASE III.

Rozwiązanie takie umożliwia dogodnie zakładanie zbiorów danych wejściowych<sup>i</sup> stałych oraz dowolne redagowanie postaci danych wyjściowych. Zabezpiecza też systemowo ochronę zbiorów.

Podsumowując powyższe wydaje się, że w przypadku zastosowania zestawu IRIS - 80 system zarządzania bazą danych SOCRATE nie zabezpieczy wystarczająco sprawnego przetwarzania w stosunku do występujących w modelu danych numerycznych. Z tego też względu celowym wydaje się zastosowanie zbiorów danych o bezpośrednim dostępie przy wykorzystaniu procedur dostępu, w które wyposażone są języki programowania.

Natomiast w przypadku zastosowania zestawu IBM - PT -XC uzasadnione będzie zastosowanie SZBD DBASE III z kompilowaniem przy pomocy CLIPPER-a.

#### 4.2.3. Inne pakiety oprogramowania systemowego.

Przy oprogramowywaniu wyjścia z modelu celowym wydaje się wykorzystanie systemowych pakietów oprogramowania zabezpieczających:

- statystyczną obróbkę danych,
- graficzne zobrazowanie danych.

Obydwa z branych pod uwagę systemów liczących posiadają oprogramowanie z obu tych grup. Pakiety programów statystycznych są do wykorzystania w obu przypadkach, natomiast w przypadku zobrazowania danych - system IBM posiada pełne możliwości graficzne, z możliwością wykorzystania monitorów kolorowych, a system IRIS-80 z przyczyn technicznych /dla zestawu, którym dysponuje ASG WP/ nie umożliwia wykorzystania grafoskopu /grafoskop do jednostki centralnej podłączony jest za pośrednictwem terminala MITRA - 15, natomiast nie ma możliwości technicznych w warunkach ASG WP zrea-

lizowania połączenia jednostka centralna - MITRA/.

#### 4.3. Wymagania na oprogramowanie użytkowe.

Oprogramowanie użytkowe modelu powinno mieć strukturę autonomicznych modułów. Ich działanie będzie synchronizować program sterujący. Przyjęcie takiego rozwiązania umożliwia w fazie projektowania technologicznego równoległe oprogramowywanie wszystkich modułów, natomiast w fazie eksploatacji - badanie wybranych zestawów. Należy jednak uzgodnić sposoby przekazywania danych między modułami.

##### 4.3.1. Dane stałe.

Są to dane wprowadzane do systemu na okres całego badania symulacyjnego. Stanowią one znaczną część danych, z których będą korzystały poszczególne moduły. Ich wprowadzenie do systemu musi odbywać się pod kontrolą specjalnego programu, który prowadzi będzie kontrolę formalną wprowadzanych danych i umieszczał je w zbiorach o bezpośrednim dostępie.

##### 4.3.2. Dane wejściowe.

Są to dane wprowadzane do systemu przez użytkownika na okres konkretnego przebiegu symulacyjnego. Wprowadzanie tego typu danych powinno być realizowane przez program działający w formie dialogu, kontrolujący wprowadzane dane pod względem formalnym.

##### 4.3.3. Dane pośrednie.

Dane te powstają w trakcie działania poszczególnych modułów. Są one danymi wyjściowymi jednego modułu, a wejściowymi innego. Mogą być przechowywane w pamięci operacyjnej lub w zbiorach o bezpośrednim dostępie. Jednym z podstawowych zagadnień jest ustalenie parametrów tych danych i zasad posługiwania się nimi.

##### 4.3.4. Dane wyjściowe.

Dane te są wynikiem badania symulacyjnego modelu. Umieszczane powinny być w zbiorach o bezpośrednim dostępie. Podlegają końcowej

obróbce statystycznej do postaci wymaganej przez użytkownika. Należy przewidzieć możliwość przedstawienia tych danych w formie graficznej /wykresy, tabele/.

#### 4.3.5. Dane kontrolne.

Należy przewidzieć możliwość redagowania i wyprowadzanie danych w trakcie przebiegu eksperymentu symulacyjnego. Wyprowadzone dane powinny umożliwić użytkownikowi:

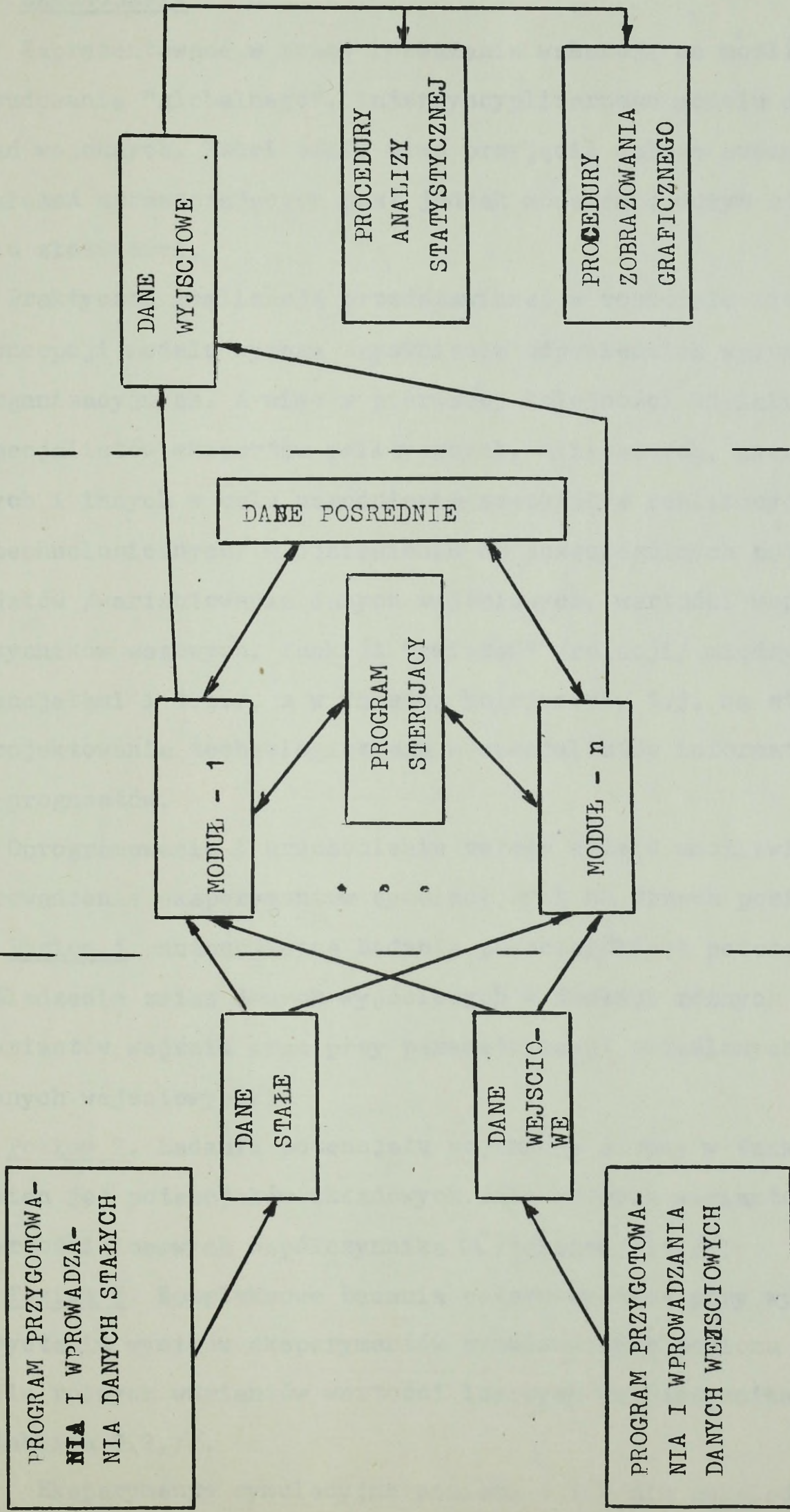
- kontrolę poprawności realizacji przebiegu,
- kontrolę zgodności przebiegu z założeniami.

Dane kontrolne powinny być wyprowadzane na monitor. W oparciu o nie użytkownik może podjąć decyzję o przerwaniu lub kontynuacji procesu symulacyjnego.

Na rys. 4.4 przedstawione zostały fazy przebiegu symulacyjnego.

FAZA OBRÓBKI DANYCH.  
WYJŚCIOWYCH I ICH ZOBRAZOWANIA

FAZA EKSPERYMENTU



Rys.4.4. Fazy przebiegu symulacyjnego.

## ZAKONCZENIE

Zaprezentowane w pracy rozważania wskazują na możliwość zbudowania "globalnego", interdyscyplinarnego modelu działań wojennych. Model taki, mimo przyjęcia całego szeregu założeń upraszczających jest jednak modelem o dużym stopniu złożoności.

Praktyczna realizacja przedstawionej w rozdziale trzecim koncepcji modelu wymaga zapewnienia odpowiednich warunków organizacyjnych. A więc w pierwszej kolejności udziału specjalistów ekspertów politycznych, militarnych, ekonomicznych i innych w celu uzgodnienia szczegółów realizacyjnych /technologicznych/ w odniesieniu do poszczególnych potencjałów /variantowanie danych wejściowych, wartości współczynników wagowych, funkcji "pwiązań" /relacji/ między potencjałami i t.p./, a w dalszej kolejności, t.j. na etapie projektowania technologicznego - specjalistów informatyków i prognostów.

Oprogramowanie i uruchomienie całego modelu umożliwi prowadzenie eksperymentów symulacyjnych na trzech poziomach:

Poziom 1. Autonomiczne badania poszczególnych potencjałów /śledzenie zmian danych wyjściowych w funkcji różnych wariantów wejścia oraz przy parametryzacji określonych danych wejściowych/;

Poziom 2. Badania potencjału wojennego strony w funkcji zmian jej potencjałów składowych /dla różnych wariantów wartości losowych współczynnika  $\alpha$  /tablica 3.1.//;

Poziom 3. Kompleksowe badania całego systemu przy wykorzystaniu wyników eksperymentów symulacyjnych poziomu 1 i 2 /dla różnych wariantów wartości losowych współczynnika  $\beta$  /tablica 3.2.//.

Eksperymenty symulacyjne poziomu 1 i 2 nie uwzględnia-

łyby oddziaływania niszczącego przeciwnika. Mogą stanowić narzędzie wspomagające prognozę w pracach dotyczących prognozowania kierunków rozwoju w okresie pokoju. Ich wyniki stanowiłyby dane początkowe w chwili rozpoczęcia działań wojennych /eksperymenty symulacyjne poziomu 3/.

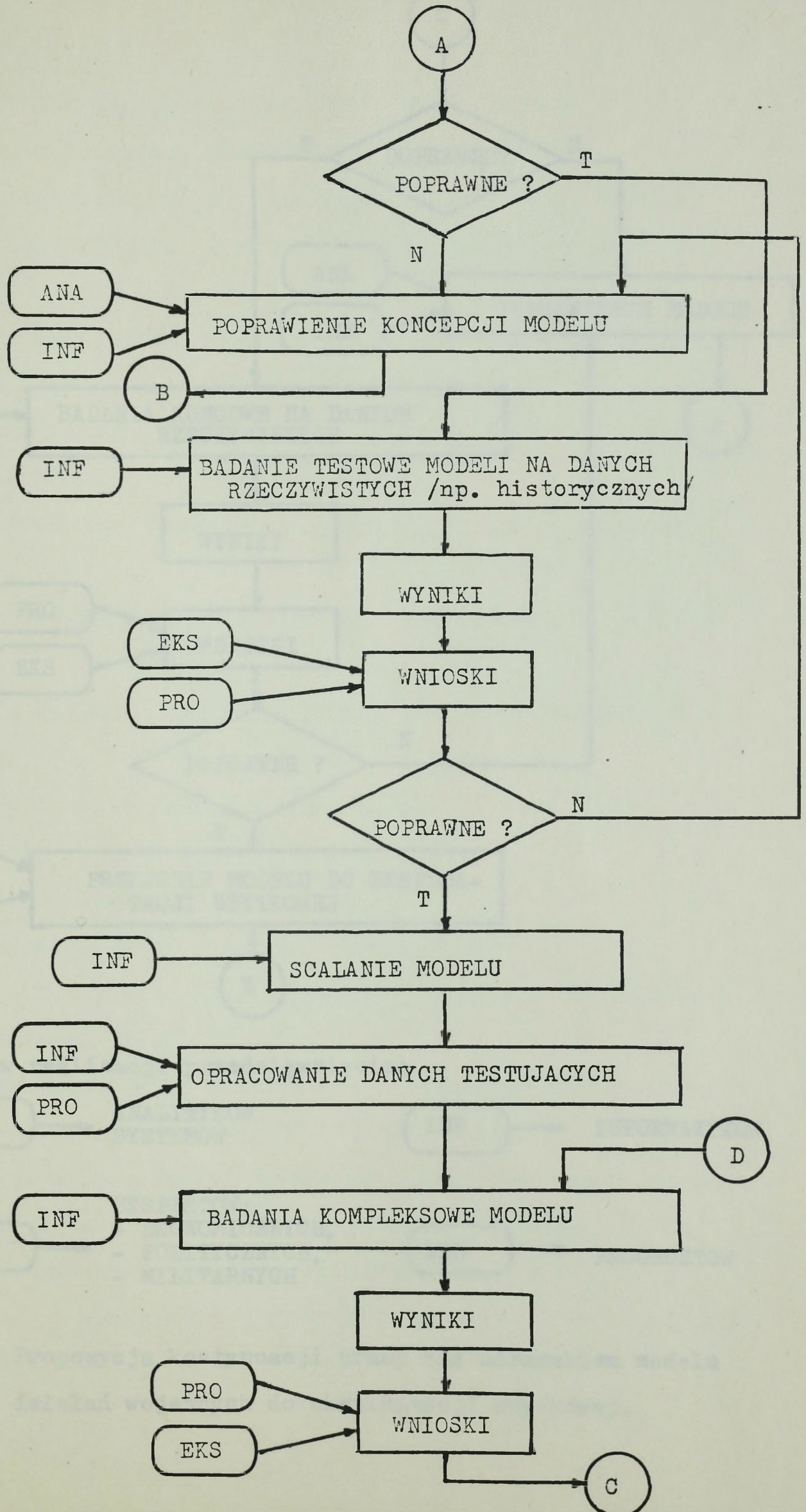
Warianty scenariuszy do eksperymentów symulacyjnych opracowywane byłyby przez prognostów. Wyniki ich symulacyjnego przebadania stanowiłyby argument za przyjęciem określonej prognozy rozwoju danej dziedziny i prognozy ewentualnego czasu i sposobu użycia własnych sił zbrojnych.

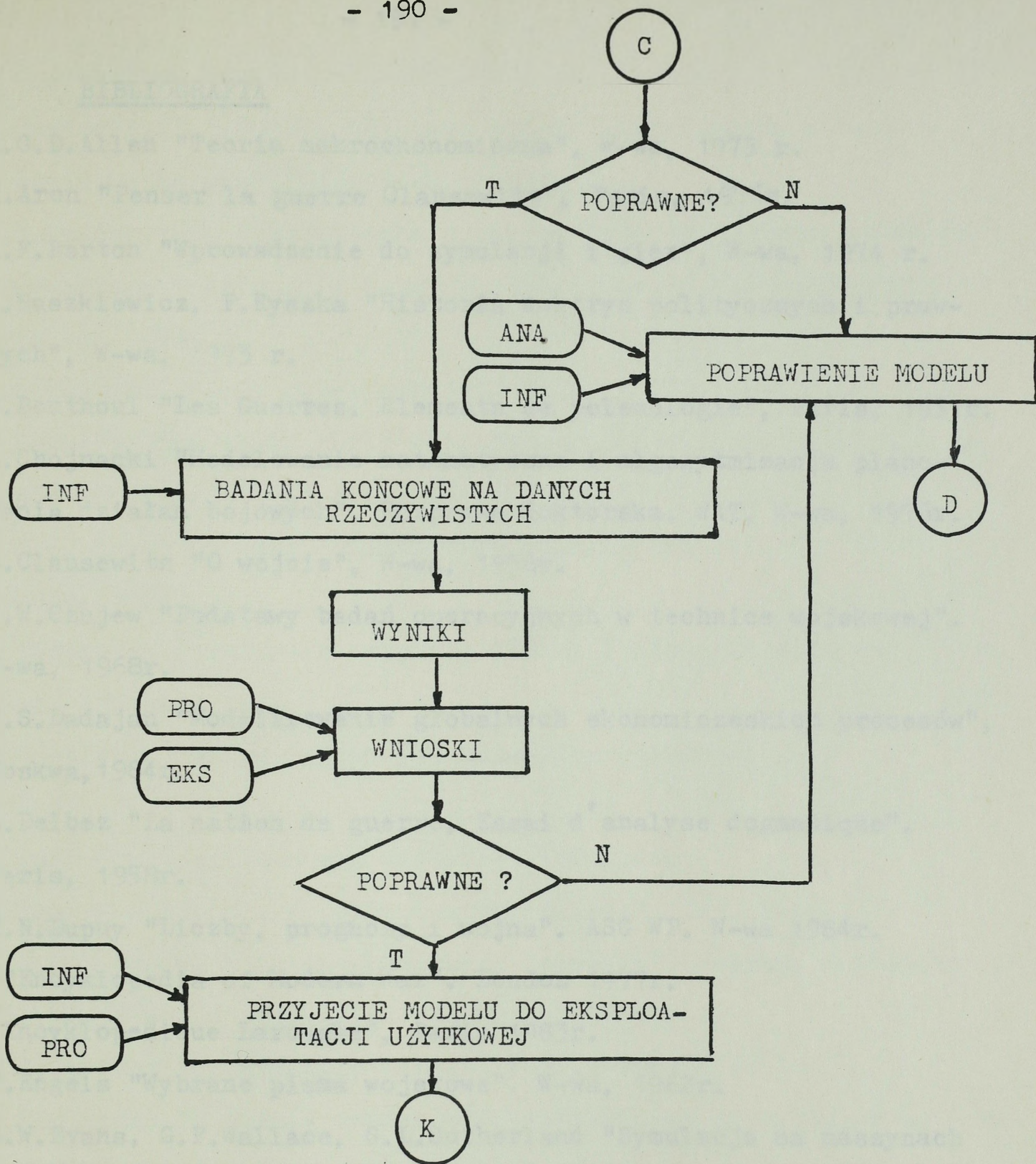
Na rys. Z.1. przedstawiony został poglądowy schemat propozycji kontynuacji pracy nad wdrożeniem modelu do eksploatacji użytkowej.

Doprowadzenie do wdrożenia użytkowego modelu zamykałoby pewien istotny etap prac nad modelowaniem zjawisk "niechętnie poddających się formalizacji i kwantyfikacji". Stanowiłoby to potwierdzenie słów radzieckiego matematyka J. Churgina /"I co dalej ?", Wiedza Powszechna, 1983r./: "W gruncie rzeczy matematyka nie jest jakimś panaceum, jednak może być ona pomocna wszędzie, jeśli zastosować ją właściwie. Metoda matematyczna - to jakby maszynka do mięsa: aby otrzymać dobry farsz trzeba wybrać odpowiednie noże, kręcić rączką we właściwą stronę, dobrać odpowiednie składniki. Inaczej będzie niesmaczny. Teoria zaś nie będzie temu winna".

Autor ma nadzieję, że będzie miał możliwość kontynuacji podjętych w pracy badań i doprowadzenia modelu działań wojennych do postaci umożliwiającej jego praktyczne wykorzystanie.

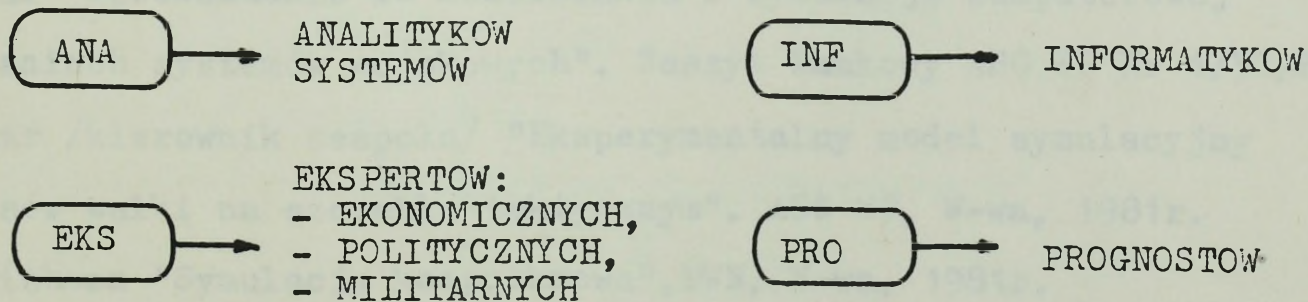






LEGENDA:

Udział w realizacji przedsięwzięcia:



Rys. Z.1. Propozycja kontynuacji pracy nad wdrażaniem modelu działań wojennych do eksploatacji użytkowej.

BIBLIOGRAFIA

1. R.G.D.Allen "Teoria makrochonomiczna", W-wa, 1975 r.
2. R.Aron "Penser la guerre Clausewitz", Paris, 1976r.
3. R.F.Barton "Wprowadzenie do symulacji i gier", W-wa, 1974 r.
4. J.Baszkiewicz, F.Ryszka "Historia doktryn politycznych i prawnych", W-wa, 1973 r.
5. G.Bouthoul "Les Guerres. Elements de polemologie", Paris, 1951r.
6. A.Chojnacki "Modelowanie matematyczne i algorytmizacja planowania działań bojowych". Rozprawa doktorska. WAT, W-wa, 1976r.
7. C.Clausewitz "O wojnie", W-wa, 1958r.
8. J.W.Czujew "Podstawy badań operacyjnych w technice wojskowej". W-wa, 1968r.
9. W.S.Dadajan "Modeliowanie globalnych ekonomicznych procesów", Moskwa, 1984r.
10. L.Delbez "La nation de guerre, Essai d'analyse dogmatique". Paris, 1958r.
11. T.N.Dupuy "Liczby, prognozy i wojna". ASG WP. W-wa 1984r.
12. "Encyklopedia of Modern War". London 1977r.
13. "Encyklopedique Larousse", Paris 1983r.
14. F.Engels "Wybrane pisma wojskowe". W-wa, 1962r.
15. G.W.Evans, G.F.Wallace, G.L.Sutherland "Symulacja na maszynach cyfrowych". W-wa, 1973r.
16. W.Filar "Wprowadzenie do modelowania i symulacji komputerowej w badaniach systemów wojskowych". Zeszyt Naukowy ASG WP Nr 1/37/84.
17. W.Filar /kierownik zespołu/ "Eksperymentalny model symulacyjny procesów walki na szczeblu taktycznym". ASG WP, W-wa, 1981r.
18. G.S.Fishman "Symulacja komputerowa", PWN, W-wa, 1981r.
19. J.M.Gołuszko, N.W.Warłamow "Osnowy modelowania i awtomatyzacji uprawnień tyłom", Moskwa, 1982r.

20. G. Gordon "Symulacja systemów". WNT, W-wa, 1974r.
21. C. Gozdecki, E. T. Zawada "Wybrane metody statystyczne w prognozowaniu wojskowym", MON, W-wa, 1978r.
22. W. M. Grudzewski, K. Rosołowska - Plichcińska "Mierzenie wielkości i wymiarowe modelowanie zjawisk oraz procesów ekonomicznych". Wrocław, 1984r.
23. M. Gulczyński "Spór o przyszłość". W-wa, 1979r.
24. J. Hackett "The third World War, August 1985; A Future History". London, 1978r.
25. P. H. C. Hayward "Jones' s Dictionary of Military Terms". London, 1975r.
26. J. Kaczmarek /kierownik zespołu/ "Nauka i doktryna wojenna", W-wa, 1984r.
27. J. Kaczmarek "Wojna, pokój czy kataklizm atomowy?". ASG WP, W-wa 1986r.
28. H. Kahn "On Thermonuclear War", New York 1960r.
29. H. Kassyk - Rokicka "Mierniki statystyczne", PWE, W-wa 1986r.
30. E. Kilar "Model boju spotkaniowego oddziału". Rozprawa doktorska ASG WP, W-wa 1978r.
31. J. Konieczny "Cybernetyka walki". W-wa, 1970r.
32. J. Konieczny "Myślenie systemowe". Prakseologia nr 3/79/, W-wa 1981r.
33. R. Kulikowski "Analiza systemowa". W-wa 1977r.
34. M. Laprusa "Leksykon wiedzy wojskowej". W-wa 1979r.
35. "Leksykon wiedzy wojskowej", W-wa 1979r.
36. W. Lenin "Dzieła". W-wa, 1951r.
37. A. Lusznikiewicz "Metody wnioskowania statystycznego", PWE, W-wa, 1986r.
38. W. Łepkowski "Zarys strategii wojskowej". Rozprawa habilitacyjna, ASG WP. W-wa 1984r.

39.A.Madejski "Podstawowe problemy systematyki nauki wojennej".

W-wa, 1978r.

40.J.Martin "Podstawy matematyki i statystyki". PZWL, W-wa, 1972r.

41.H.Miechalski "Nauki polemologiczne w systemie badań nad wojną".

Problemy Nr 1. W-wa 1977r.

42.L.Mucha /kierownik zespołu/ "Charakterystyka zadania badawczego"

"Model symulacyjny wojny i walki zbrojnej". ASG WP, W-wa, 1984r.

43.L.Mucha, J.Gogolewski "Projekt komputerowego symulacyjnego

modelu zaopatrywania wojsk". ASG WP, W-wa, 1986r.

44.L.Pastusiak "Komputery a polityka", W-wa, 1975r.

45.S.Piuro "Refleksje nad książką "The Third World War". "Sygnały"

ASG WP Nr 2 /114/, W-wa 1986r.

46."Prognoza demograficzne - biologiczna dla Polski i województw

na lata 1968 - 2000". KP przy RM, W-wa, 1968r.

47.E.Raziń "Historia sztuki wojennej". W-wa, 1958r.

48.L.F.Richardson "Generalized Foreign Politics. An Study in

Group Psychology". Cambridge, 1939r.

49."Rocznik statystyczny" GUS, W-wa, 1984r.

50.F.Ryszka "Lektury i przemyślenia", W-wa, 1978r.

51.F.Ryszka "Polityka i wojna", W-wa, 1975r.

52.F.Ryszka "Wojna jako przedmiot nauki", "Problemy" Nr 5/76.

53.C.Schmitt "Theorie des Partisanen", Berlin, 1964r.

54.A.Siciński "Technika a społeczeństwo", W-wa, 1974r.

55.P.Sienkiewicz "Analiza systemowa w modelowaniu działań wojen-

nych", ASG WP, rękopis, 1987r.

56.P.Sienkiewicz "Inżynieria systemów", W-wa, 1983r.

57.P.Sienkiewicz, J.Gogolewski "Modelowanie wojny /refleksje meto-

dologiczne/" ASG WP, rękopis, 1987r.

58."Słownik wojskowej terminologii ekonomicznej". W-wa, 1976r.

59. W. Stankiewicz "Ekonomika wojenna", W-wa, 1981r.
60. M. Szczepaniak, J. Zubek "Wstępny projekt koncepcyjny modułu wspomagania", ASG WP, W-wa, 1986r.
61. S. Śladkowski "Projekt koncepcyjny modelu cząstkowego "Naliczanie strat od BMR" w toku działań na lądowym TDW", ASG WP, rękopis 1986r
62. A. Tomaszewski "Projekt koncepcyjny modelu łącznego "Naliczanie strat od "środków ogniowych" w toku działań na TDW", ASG WP, W-wa, 1986r.
63. L. Weres "Teoria gier w amerykańskiej nauce o stosunkach międzynarodowych", Instytut Zachodni, Poznań, 1982r.
64. J. Wiatr "Socjologia wojska", W-wa, 1964r.
65. "Wielka Encyklopedia Powszechna PWN", W-wa, 1969r.
66. Q. Wright "A Study of War", Chicago, 1951r.
67. "Wyniki badania struktury ludności według płci i wieku", GUS, W-wa, 1968r.
68. J. Zubek "Wpływ wybranych czynników trudnowymiarowych na rażenie fizyczne", rozprawa doktorska, ASG WP, W-wa, 1987r.
69. S. Żyromski "Mierzenie potencjału obronno - ekonomicznego z zastosowaniem mierników cząstkowych", Akademia Ekonomiczna, Poznań, Zeszyt Nr 271/79.

ASG WP nr 233/WW

