

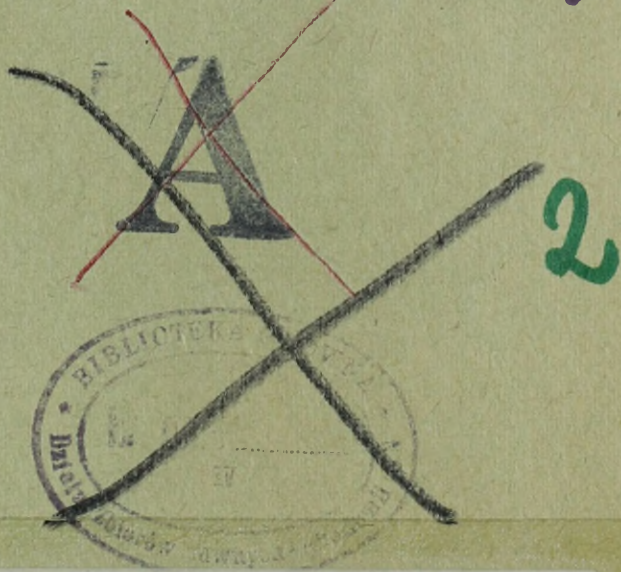


AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

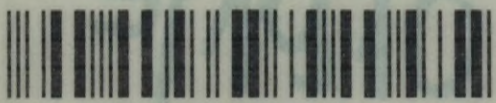
CENTRUM INFORMATYKI

„DOSKONALENIE”

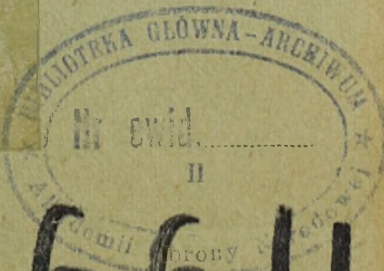
**METODY OKREŚLANIA
JEDNOSTKOWEGO WSKAŹNIKA JAKOŚCI**



Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej
S/1910



05-001910-002-0



63664

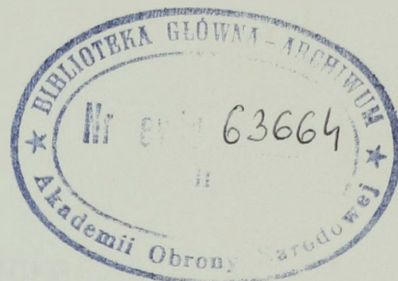
WARSZAWA

1992



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

CENTRUM INFORMATYKI



METODY OKRESLANIA JEDNOSTKOWEGO WSKAZNIKA JAKOSCI

2



płk dr inż. Jerzy GOGOLEWSKI

mjr mgr inż. Janusz WOCIAŁ

~~S/1910~~

Praca wykonana w ramach problemu naukowego
p.k. "DOSKONALENIE"

Plk dr inż. Jerzy GOGOLEWSKI

Mjr mgr inż. Janusz WOCIAŁ

METODY OKRESLANIA JEDNOSTKOWEGO WSKAZNIKA JAKOŚCI

Skrócony spis treści:

1. WPROWADZENIE
2. OMÓWIENIE WYBRANYCH METOD OKRESLANIA JEDNOSTKOWEGO WSPÓŁCZYNNIKA JAKOŚCI SYSTEMÓW BRONI /SPRZĘTU BOJOWEGO I UZBROJENIA/
3. PROPOZYCJE /KONCEPCJE/ NOWYCH METOD OKRESLANIA JEDNOSTKOWYCH WSKAZNIKÓW JAKOŚCI SYSTEMÓW BRONI
4. ZAKOŃCZENIE
5. LITERATURA

S T R E S Z C Z E N I E :

W procesie planowania obronnego, a także w procesie planowania operacji (na każdym szczeblu dowodzenia) oraz w pracach naukowo - badawczych i dydaktycznych występuje jako jeden z podstawowych, problem analizy i oceny (porównania) możliwości (potencjałów) bojowych określonych zgrupowań wojsk. Zgrupowania te składają się z danej (lub prawdopodobnej, w przypadku przeciwnika) liczby różnych typów systemów broni (sprzętu bojowego i uzbrojenia) zorganizowanych w określonych strukturach organizacyjnych. Zainteresowany (decydent) powinien posiadać możliwość prowadzenia (śledzenia w czasie) ilościowo - jakościowych porównań interesujących go zgrupowań.

Prezentowane opracowanie zawiera koncepcję wykorzystania w tym celu Jednostkowych Wskaźników Jakości (JWJ) systemów broni jako podstawowych elementów składowych większych zgrupowań wojsk. Ocena możliwości tych zgrupowań poprzez wykorzystanie JWJ ogranicza analizy do ocen możliwości taktyczno - technicznych systemów broni. Całe otoczenie sił zbrojnych w walce, będące równie istotnym elementem kompleksowej oceny możliwości jest pomijane. Problem powyższy będzie stanowił kolejny etap pracy.

Opracowanie składa się z dwóch zasadniczych części:

- krótkiego omówienia wybranych, istniejących metod szacowania JWJ

potencjalnie przeciwstawnych stron.

Określanie wartości zagregowanych wskaźników charakteryzujących, złożone obiekty czy procesy, jest problemem skomplikowanym. Jest ze swej natury niejednoznaczne i subiektywne. Wysiłki badaczy zorientowane są na właściwe określenie przestrzeni kryterialnej (modelu identyfikacyjnego) badanego zjawiska i obiektywizację danych (wiele bowiem jest pochodzenia ekspertowego).

Dlatego określanie makroagregatów ma swoich zwolenników i przeciwników. Oczekiwanie, że w oparciu o takie wskaźniki można będzie analizować zjawiska w skali "mikro", otrzymując wyniki zbliżone do rzeczywistych jest niecelowe. Natomiast prowadzenie w oparciu o zagregowane wskaźniki analiz w skali "makro", oczekując w wyniku szacunkowych wartości jest jak najbardziej uzasadnione.

SPIS TREŚCI:

1. WPROWADZENIE.....	1
2. OMÓWIENIE WYBRANYCH METOD OKREŚLANIA JEDNOSTKOWEGO WSPÓŁCZYNNIKA JAKOŚCI SYSTEMÓW BRONI /SPRZĘTU BOJOWEGO I UZBROJENIA/.....	6
2.1. Metoda /UW/ obowiązująca w WP.....	6
2.2. Metoda /Cieśli/ analityczna.....	9
2.3. Metoda /NATO/ oceny jakości systemów broni w grupach.....	11
2.4. Metoda /WII/ oceny jakości systemów broni w oparciu o jego parametry.....	22
2.5. Metoda QJMA.....	27
2.6. Podsumowanie.....	34
3. KONCEPCJA NOWYCH METOD OKREŚLANIA JEDNOSTKOWYCH WSKAŹNIKÓW JAKOŚCI SYSTEMÓW BRONI.....	36
3.1. METODA TAKSONOMII NUMERYCZNEJ.....	36
3.2. METODA POTENCJAŁÓW CZĄSTKOWYCH.....	46
4. ZAKOŃCZENIE.....	69
5. LITERATURA.....	70

SPIS TREŚCI:

1. WPROWADZENIE.....	1
2. OMÓWIENIE WYBRANYCH METOD OKREŚLANIA JEDNOSTKOWEGO WSPÓŁCZYNNIKA JAKOŚCI SYSTEMÓW BRONI /SPRZĘTU BOJOWEGO I UZBROJENIA/.....	5
2.1. Metoda /UW/ obowiązująca w WP.....	6
2.2. Metoda /Cieśli/ analityczna.....	9
2.3. Metoda /NATO/ oceny jakości systemów broni w grupach.....	11
2.4. Metoda /WII/ oceny jakości systemów broni w oparciu o jego parametry.....	18
2.5. Metoda QJMA.....	18
2.6. Podsumowanie.....	24
3. PROPOZYCJE /KONCEPCJE/ NOWYCH METOD OKREŚLANIA JEDNOSTKOWYCH WSKAŹNIKÓW JAKOŚCI SYSTEMÓW BRONI.....	26
3.1. METODA TAKSONOMII NUMERYCZNEJ.....	
3.2. METODA POTENCJAŁÓW CZĄSTKOWYCH.....	
4. ZAKOŃCZENIE.....	
5. LITERATURA.....	

1. WPROWADZENIE

W procesie planowania obronnego, a także w procesie planowania operacji /na każdym szczeblu dowodzenia/ oraz w pracach naukowo - badawczych i dydaktycznych występuje jako jeden z podstawowych, problem analizy i oceny /porównania/ możliwości /potencjałów/ bojowych określonych zgrupowań wojsk. Zgrupowania te składają się z danej /lub prawdopodobnej, w przypadku przeciwnika/ liczby różnych typów systemów broni (sprzętu bojowego i uzbrojenia) zorganizowanych w określonych strukturach organizacyjnych. Prowadzone analizy mogą dotyczyć porównań ilościowych lub jakościowych. Porównania jakościowe dają decydentowi informację bliższą rzeczywistej wartości bojowej sił zbrojnych, którymi dysponuje.

System badawczy pozwalający na prowadzenie takich analiz i ocen powinien umożliwiać:

- ocenę jakościową systemów broni;
- ocenę możliwości bojowych różnych struktur organizacyjnych wojsk.

Podstawę przeprowadzania analiz i dokonywania ocen stanowią Jednostkowe Wskaźniki /Współczynniki/ Jakości (JWJ) wyrażające - w umownych jednostkach - potencjał rażenia poszczególnych typów sprzętu i uzbrojenia. Problem ich wyznaczania (szacowania) jest istotnym elementem całego systemu badawczego - stanowi o adekwatności otrzymanych kompleksowych oszacowań z rzeczywistym stanem rzeczy.

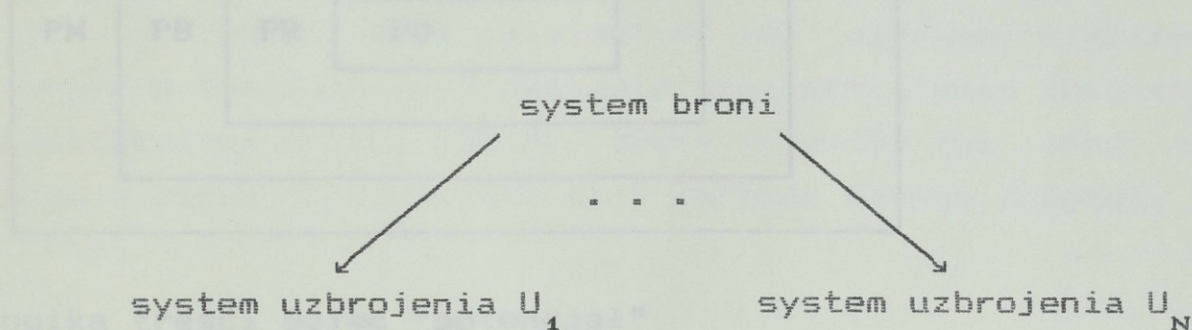
Prezentowane opracowanie zawiera krótkie charakterystyki metod stosowanych do określania potencjałów (punkt 2) i propozycję nowego, kompleksowego podejścia do omawianego zagadnienia (punkt 3).

potencjał rażenia /PR/

potencjał ogniowy /PO/

*

Prezentowane metody służą do ilościowego określania jakości obiektów. Obiektami tymi jest sprzęt bojowy /wojskowy/ czyli uzbrojenie i wyposażenie wojsk. Nie będziemy rozważać adekwatności nazw do treści oraz wzajemnych relacji, ale przyjmiemy - dla jednolitości opisu - następujące ustalenie: obiektami zainteresowania jest system broni /objęcie czy charakteru aktywnego czy pasywnego/, w skład którego wchodzić mogą różne systemy uzbrojenia /np. systemy ognia, ale nie tylko/. Jest więc:



Rys. 1. Przyjęte pojęcie obiektu

Poza przyjętą kategorią "system broni" pozostaje pojęcie "wyposażenie wojsk" - rozumiane jako obiekty /systemy/ pomocnicze /choć niezbędne w procesie walki/, ale jest ono poza sferą zainteresowania w tym opracowaniu.

Ponadto, prawie w każdej z prezentowanych metod, po określeniu jednostkowego wskaźnika jakości pojedynczego systemu broni jest możliwe określenie pewnego makroagregatu określonej zbiorowości systemów broni. Ten makroagregat jest różnie nazywany:

potencjał militarny /wojskowy/ /PM/;

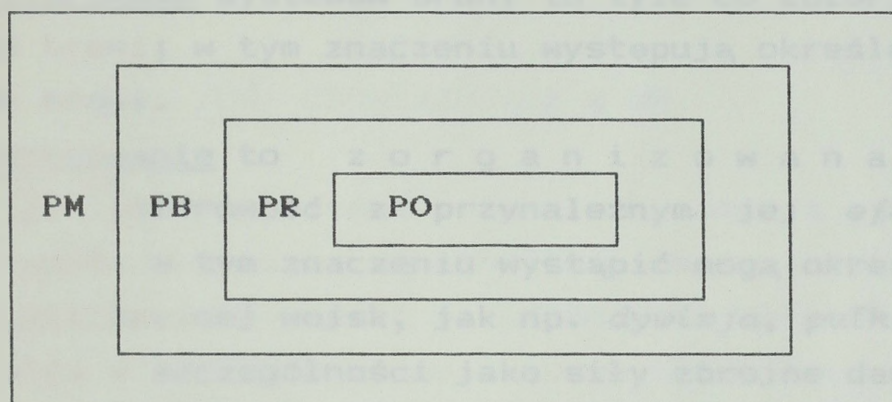
potencjał bojowy /PB/;

potencjał rażenia /PR/;

potencjał ogniowy /PO/.

Treść tych pojęć jest różna, ale w literaturze naukowej jednoznacznie określona /rys.2/ i nie odpowiada temu, co prezentowane

jest w punkcie 2 opracowania, arbitralność autorów metod jest w tym przypadku wyjątkowo duża. Pozostawiamy jednak oryginalne określenia tych makroagregatów.



Rys.2 Logika treści pojęć "potencjał"

Problem jakości obiektu /jakiegokolwiek/ sam w sobie nie jest jednoznacznie definiowany, budzi wiele kontrowersji i nieporozumień. Jako kategoria zbiorcza, niemierzalna, choć wyznaczalna¹, z natury swojej musi być taka.

Szeroko rozumiane pojęcie jakości, oznacza po prostu jego użyteczność /cЕННОŚĆ/, jest to więc kategoria subiektywna, zależna nie tylko od podmiotu oceniającego /wartościującego/, ale także od stanu otoczenia oznaczającego się niepewnością, a może nawet nieokreślonością. Te właśnie aspekty rodzą trudności już na etapie wyznaczania przestrzeni kryterialnej badanych obiektów. Przyjęcie określonych jej wymiarów jest z reguły niepełne i problematyczne, nawet dla grona ekspertów. Konsekwencje te uwidoczniły się w różnorodności podejść, pokazanych w punktach 2.2 ÷ 2.5.

Nawet wąsko rozumiane pojęcie jakości /tzn. technicznej/ obiektu - uwzględniające jedynie jego cechy wewnętrzne /strukturalno - funkcjonalne/, nie systemowe, nie jest jednoznaczne, mówimy bowiem o niezawodności, sprawności, trwałości, nowoczesności, itp. Wszystkie te atrybuty nie są również cechami pierwotnymi, ale wtórnymi.

¹ R. Kolman - *Ilościowe określanie jakości*, PWE' 73r, str. 57.

Zwracamy także uwagę na rozróżnienie występujących w treści opracowania takich pojęć jak zbiorowość i zgrupowanie. Nie są one powiem synonimami, znaczenie ich rozumiemy następująco:

- zbiorowość systemów broni to tyle co zbiór, podzbiór czy skupisko systemów broni; w tym znaczeniu występują określenia: *grupa* czy *podgrupa* systemów broni. /W/ PROWIAZUJĄCA N WP.

- zgrupowanie to z o r g a n i z o w a n a zbiorowość systemów broni, tj. zbiorowość z przynależnym jej efektem organizacyjnym - synergicznym; w tym znaczeniu wystąpić mogą określenia konkretnej struktury organizacyjnej wojsk, jak np. *dywizja*, *pułk* lub inne *zgrupowanie wojsk*, albo w szczególności jako siły zbrojne danego państwa, czyli *strona*.

W grupie g , na p / p^1, \dots, p^p / podgrup; w każdej podgrupie p , na i / i^1, \dots, i^p / typów. Każdemu typowi i przyporządkowany został "jednostkowy wskaźnik jakości" /JWJ(t)/ - t.n. jego potencjał rażenia wyrażony w jednostkach ułamkowych.

Wartości jednostkowych wskaźników jakości określone są w instrukcji Sztabu Generalnego WP (10), bez podania metody ich wyznaczania. Jako pozycja odwołania /wzrostec/ przyjęto czolg 1-35, dla którego JWJ(T-35) = 1,00.

Potencjał rażenia /PR/ dowolnego zgrupowania wojsk /z/ wyznaczony w systemie broni należące do g^2 / g^1, \dots, g^p / grup, p^2 / p^1, \dots, p^p / podgrup, i i^2 / i^1, \dots, i^p / typów, wyznaczany jest według zależności: /1/

$$PR = \sum_{g^2} \sum_{p^2} \sum_{i^2} (IL_{g^2 p^2 i^2} \cdot JWJ_{g^2 p^2 i^2})$$

gdzie:

$IL_{g^2 p^2 i^2}$ - ilość systemów broni i -tego typu, w p -tej podgrupie, g -tej grupie

$JWJ_{g^2 p^2 i^2}$ - jednostkowy wskaźnik jakości systemu broni i -tego typu, w

2. OMÓWIENIE WYBRANYCH METOD OKREŚLANIA JEDNOSTKOWEGO WSPÓŁCZYNNIKA JAKOŚCI SYSTEMÓW BRONI.

2.1. METODA /UW/ OBOWIĄZUJĄCA W WP.

Wartość liczbowa potencjału rażenia zgrupowań wojsk wyznaczana jest przy wykorzystaniu danych ilościowych i jakościowych w odniesieniu do systemów broni będących na uzbrojeniu sił zbrojnych.

Zbiór systemów broni podzielony został /rys.3/ na g / $g=1, \dots, G$ / grup; w każdej grupie g , na p / $p=1, \dots, g_p$ / podgrup; a w każdej podgrupie p , na t / $t=1, \dots, g_{pT}$ / typów. Każdemu typowi t przyporządkowany został "jednostkowy wskaźnik jakości" /JWJ(t)/ - tzn. jego potencjał rażenia wyrażony w jednostkach umownych.

Wartości jednostkowych wskaźników jakości określone są w instrukcji Sztabu Generalnego WP [10], bez podania metodyki ich wyznaczenia. Jako poziom odniesienia /wzorzec/ przyjęto czołg T-55, dla którego $JWJ(T-55) = 1.00$.

Potencjał rażenia /PR/ dowolnego zgrupowania wojsk / z / wyposażonego w systemy broni należące do g^z / $g^z = 1, \dots, G$ / grup, p^z / $p^z = 1, \dots, g_p$ / podgrup, i t^z / $t^z = 1, \dots, g_{pT}$ / typów, wyznaczany jest według zależności /1/:

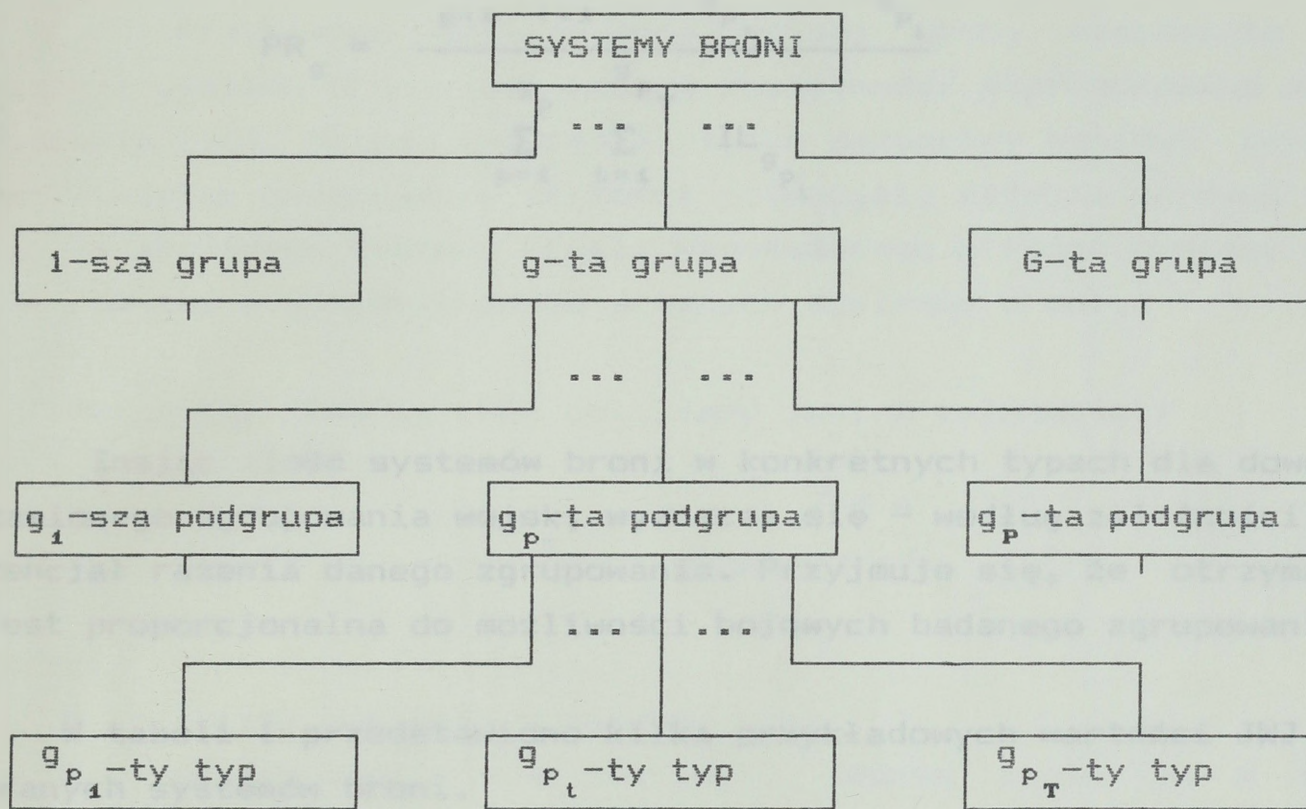
$$PR^z = \sum_{g=1}^{g^z} \sum_{p=1}^{g_p^z} \sum_{t=1}^{g_{pT}^z} (IL_{g_p_t} * JWJ_{g_p_t}) \quad (1)$$

gdzie:

$IL_{g_p_t}$ - ilość systemów broni t -tego typu, w p -tej podgrupie, g -tej grupie

$JWJ_{g_p_t}$ - jednostkowy wskaźnik jakości systemu broni t -tego typu, w

p-tej podgrupie, g-tej grupie.



Rys.3. Podział systemów broni.

Zauważmy, że wzór /1/ traktuje zgrupowanie tak jak zbiorowość, PR jest bowiem "czystą" sumą arytmetyczną PR /JWJ/ jego elementów - pojedynczych systemów broni. Akceptując zasadność wzoru /1/ możliwe jest obliczenie PR /lub ZWJ - zintegrowanego wskaźnika jakości/ p-tej podgrupy /wzór 2/, lub g-tej grupy /wzór 3/ systemów broni.

$$PR_p = \frac{\sum_{t=1}^{g_{pT}} (IL_{g_{pt}} * JWJ_{g_{pt}})}{\sum_{t=1}^{g_{pT}} IL_{g_{pt}}} \quad (2)$$

$$PR_g = \frac{\sum_{p=1}^{g_p} \sum_{t=1}^{g_{pT}} (IL_{g_{pt}} * JWJ_{g_{pt}})}{\sum_{p=1}^{g_p} \sum_{t=1}^{g_{pT}} IL_{g_{pt}}} \quad (9)$$

Znając ilość systemów broni w konkretnych typach dla dowolnie zestawionego zgrupowania wojsk, wyznacza się - według zależności [1] - potencjał rażenia danego zgrupowania. Przyjmuje się, że otrzymana liczba jest proporcjonalna do możliwości bojowych badanego zgrupowania.

W tabeli 1 przedstawiono kilka przykładowych wartości JWJ dla wybranych systemów broni.

TABELA 1.

SYSTEM BRONI	JWJ
karabin maszynowy	0.07
czołg T-72	2.15
haubica H 152	0.71
samolot SU-20	3.36
rakieta TOCZKA	11.00

Stosując powyższą zależność otrzymane wartości potencjału rażenia dla wybranych typów sprzętu bojowego i uzbrojenia przedstawione są w tabeli 2.

2.2. METODA ANALITYCZNA.

Przykładem ściśle analitycznej próby szacowania potencjału rażenia systemu broni jest metoda /zależność/ zaproponowana przez prof. J.Cieślę [14]. Metoda uwzględnia tylko parametry ogniowe systemu broni umożliwiając oszacowanie wartości potencjału rażenia zarówno w odniesieniu do złożonego systemu broni, wyposażonego w różne systemy uzbrojenia, jak również w odniesieniu do prostych systemów broni.

Potencjał rażenia /PR/ obliczany jest z zależności:

$$PR = \frac{N * P_s * (M * R * V)^{0.4}}{D^{0.5}} \quad (4)$$

gdzie:

- N - liczba pocisków w salwie,
- P_s - prawdopodobieństwo trafienia jednym pociskiem w standardowy cel,
- M - masa głowicy bojowej pocisku w kg,
- R - zasięg pocisku w km,
- V - średnia prędkość pocisku w m/s,
- D - średnica pocisku w mm.

Tak więc powyższa zależność uwzględnia tylko niektóre parametry ogniowe, nie uwzględnia natomiast innych parametrów taktyczno - technicznych /np. możliwości trakcyjnych, możliwości działania w skrajnych warunkach/ oraz operacyjnych.

Stosując powyższą zależność otrzymane wartości potencjału rażenia dla wybranych typów sprzętu bojowego i uzbrojenia przedstawione są w tabeli 2.

TABELA 2.

POTENCJAŁ BOJOWY WYBRANYCH SYSTEMÓW BRONI

SYSTEM BRONI	J
KPR/w-w/ HAPDON RGM	1.00
KPR/w-w/ EXOCET MM-38	0.59
KPR/w-w/ PENGWIN	0.52
KPR/w-w/ TOMAHAWK	1.64
Salwa/N=20/ 127/54	0.29
Salwa/N=30/ 100/55	0.34
Torpeda SEEAAL	0.17
Rakieto-torpeda ASROC	0.39
KPR /15KT/ TRIDENT-II	218.00
Ni HABURG	1.00
FR NIELS SUEL	0.53
KTR 143	0.32
OP 206	0.38
OPARB OHIO	3.00
Smb F-104B	0.29
Smb TORNADO	0.45

2.3. METODA /NATO/ OCENY JAKOŚCI SYSTEMÓW BRONI W GRUPACH.

W latach siedemdziesiątych państwa NATO dokonały próby rozwiązania problemu oceny zdolności bojowej /potencjału bojowego/ jednostek wojskowych /zgrupowań taktycznych wojsk/ pod względem liczby i jakości w systemów broni będących na ich wyposażeniu. Podstawą stała się wspólna metodyka oceny systemów broni sił lądowych [16], [17].

Analizując struktury organizacyjne związków taktycznych oraz przeznaczenie bojowe poszczególnych typów systemów broni, wyselekcjonowano do analizy pięć zasadniczych grup systemów broni wojsk lądowych /tabela 3/. W każdej grupie wyróżniono /ekspertowo/ podgrupy jednorodnych ze względu na realizowane funkcje systemów broni. W podgrupach występują już pojedyncze systemy broni - typy. Oceny wskaźników jakości dokonano niezależnie w każdej podgrupie, a następnie w grupie.

1/. konstrukcja JWW pojedynczego systemu broni w podgrupie;

a/. w każdej podgrupie określono zbiór I_p /najczęściej o liczności 4/ wymiarów /makrocech/ opisujących zdolności bojowe. Były to: zdolność rażenia, zdolność otwarcia ognia, odporność na ogień przeciwnika, możliwości transportowe i manewrowość.

b/. dla każdego wyróżnionego wymiaru, określono /najistotniejsze/ parametry i/lub miary /w przypadku cech niemierzalnych/ opisujące wymiary. Określono wpływ tych parametrów i miar na wymiary przez podanie formuły analitycznej.

c/. uznano, że wskaźnik jakości JWW każdego systemu broni - w danej podgrupie p - jest sumą określonych jego zdolności bojowych /charakterystycznych dla rozpatrywanej podgrupy/, a więc zachodzi /5/:

$$JWW = \sum_{i=1}^I a_i * W_i \quad (5)$$

gdzie:

W_i - wkład charakterystycznej zdolności systemu broni danej podgrupy w ogólną wartość JWW;

a_i - współczynnik wagowy.

d/. w każdej podgrupie wyznaczono ekspertowo egzemplarze modelowe /wzorcowe/ /tabela 3/, którym nadano wartość jednostkowego współczynnika jakości JWJ_p^m równą 5;

e/. dla każdego modelowego systemu broni oceniono ekspertowo wartości k_i składników $a_i W_i$ /tabela 3/, a następnie na podstawie jego danych taktyczno - technicznych i przyjętych formuł agregacji, określono wartości W_i , i wreszcie obliczono wartości współczynnika wagowego a_i według (6) /zakładając niezależność makrocech/:

$$a_i = \frac{k_i}{W_i} \quad (6)$$

gdzie:

k_i - wartość i-tego składnika $a_i W_i$;

f/. mając wartości współczynników wagowych a_i oraz umiając oszacować wartości W_i , dla każdego systemu broni z danej podgrupy, można już obliczyć wartości JWJ każdego systemu broni w rozpatrywanej podgrupie.

Stosując powyższą procedurę obliczania otrzymano zbiór wartości JWJ dla wszystkich typów systemów broni będących na wyposażeniu sił zbrojnych. Przykładowe wartości JWJ przedstawione są w tablicy 4.

2/. konstrukcja obliczania PB zgrupowań

Określenie PB podgrupy lub grupy systemów broni występujących w danym zgrupowaniu taktycznym wojsk, albo PB całego zgrupowania jest trudne ze względu na różnorodność m.in.: założono, że PB grupy /w zgrupowaniu/ jakościową typów systemów broni; charakteryzujących potencjał bojowy pod ich przeznaczenia i zasad użycia; życia grupa/ sytuacjach bojowych i w parametrów techniczno - taktycznych, podgrup.

Dodatkowo, PB określonych elementów zgrupowania "wybija" swoją

względność w zależności m.in. od:

różnej sytuacji bojowej;

charakteru terenu na jakim będzie użyty;

rozbudowy inżynieryjnej, itp.

TABELA 3.

GRUPY I PODGRUPY SYSTEMÓW BRONI	WZORZEC /MODEL/	WYMIARY ZDOLNOŚCI BOJ.				WSKAŹNIK WARTOŚCI BOJOWEJ P/GR - Wp
		rażeń	otwarcia	odporność	manewrowa	
1. rakiety i artyleria						
rakiety taktyczne	"LANCE"	-	-	-	-	1.0000
artyleria samobieżna	haub. M-109 A1	60	8	16	16	0.2270
artyleria ciągniona	haub. M-198	60	14	10	16	0.1130
artyleria raketowa		40	20	10	30	0.0437
moździerze	MO-120-RT 61	80	20	-	-	0.0233
2. środki pancerne						
czołgi	LEOPARD 2	60	12	14	14	1.0000
TD i BWP	MARDER	20	20	60	-	0.0877
BWR	"PANHARD" EBR 90	40	20	40	-	0.1618
3. środki przeciwlotnic						
rakiety p/lotnicze	"ROLAND"	70	6	4	20	1.0000
artyleria p/lotnicza	"GEPARD"	70	10	12	8	0.6540
4. środki przeciwpancer						
PPK	HOT	70	10	10	10	1.0000
armaty p/pancerne	"CARL GUSTAV"	60	20	20	-	0.6700
granatniki						0.0625
działa bo						0.1100
5. śmigłowce						
przeciwpancerne	} AH-64A z PPK "Hellfire"	40	20	24	16	1.0000
rozpoznawcze	"DAUPHIN"	30	20	30	20	0.0730
transportowo - desantowe	} śred. UH-60A cięż. CH-47 "Chinook"	40	30	10	20	0.3240

Źródło: opracowanie własne na podst. [16]

W związku z powyższymi konstatacjami założono, że PB grupy /w zgrupowaniu/ jest sumą iloczynów wskaźników charakteryzujących potencjał bojowy podgrup w różnych /jakich może być użyta grupa/ sytuacjach bojowych i wartości bojowej /PB/ systemów broni z podgrup.

TABELA 4.
POTENCJAŁ BOJOWY (JWJ) WYBRANYCH SYSTEMÓW BRONI.

SYSTEM BRONI	JWJ
artyleria ciagniona	
haubica M-198	5,000
haubica M-115	3,027
armata M-59	2.251
haubica FH-155 /L/	1,938
haubica M-102	1,588
artyleria samobieźna	
haubica M-109 A1	5,000
haubica AMX-30 155GCT	8,140
haubica SP-70	7.428
haubica 52A1	1,697
haubica M-107	2,359
czołgi	
Leopard 2	5,000
AMX-30	3,706
M-60 A3	3.837
XM-1	4,561
Scorpion	3,390
BWP i TO	
Marder	5,000
AMX-10 P	4,319
"Scimitar" FV-107	6.357
M-113	2,980
M-113 A1 /PJ/	4,350

BWRozp	
"Panhard" EBR 90	5,000
"Striker" FV-102	5,000
AMX-10 RC	4.584
"FOX"	2,852
M-113 CR	3,168
artyleria p/lot	
"Gepard"	5,000
"Falcon"	2,508
M-163 "Vulcan"	1.026
AMX-DCA	2,746
L-60 /M-42/	2,140
moździerze	
MD-120-RT 61	5,000
M-41	2,258
M-120-LT	2.349
M-1	1,774
ML 81mm L-16	1,913
granatniki p/panc	
"Carl Gustaw" M-2	5,000
ACL /STRIM/ F1	4,520
SARPAC	2.411
FOLGORE	5,038
M-67	5,269

rakiety op.-takt. i takt.	
"Lance"	5,000
"Pluton"	4,800
"Honest John"	0.220
artyleria rakietowa	
LARS	5,000
M-91	4,260
p/panc rak. kierowane	
HOT	5,000
SS-11	4,680
"Swingfire"	5.120
"Shillelagh"	5,890
"Milan"	4,870
p/lot pociski kierowane	
"Roland"	5,000
"Redeye"	2,400
"Rapier"	4.050
"Crotale"	4,940
"Hawk" MIM-23B	73,350
śmigłowce p/panc	
AH-64A z "Hellfire"	5,000
AH-1Q z "Hellfire"	3,375
AH-1Q z TOW	2.814
"Dauphin"	2,873
"Lynx"	2,667

Śmigłowce rozpoznawcze	
"Dauphin"	5,000
"Lynx"	4,275
"Gazelle"	4,453
"Alovette"	2,373
OH-6A	3,259
Śmigłowce transp-desant./średnie/	
UH-60A	5,000
UH-1D	1,949
UH-1H	2,090
"Lynx"	3,004
"Augsta A.109"	2,062
Śmigłowce transp-desant./ciężkie/	
CH-47 "Chinook"	5,000
"Puma"	3,849
"Commando"	3,470
CH-53	4,753
CH-3	3,982

Oto sytuacje bojowe, które rozpatrywano dla określonych grup:

grupa I

1. cele zwalczane z marszu;
2. cele zwalczane z przygotowanych stanowisk w czasie 30';
3. cele zwalczane z przygotowanych stanowisk w czasie 15';
4. cele opancerzone niszczone ogniem bezpośrednim i pośrednim;

grupa II

1. zwalczanie czołgów oraz jego odporność na ogień przeciwnika;

2. zwalczanie lekko opancerzonych wozów bojowych;

grupa III

1. ogólne możliwości bojowe;
2. zdolność zestawu do niszczenia celów na maksymalnych odległościach;
3. zdolność zestawu do niszczenia celów na minimalnych odległościach;
4. zdolność zestawu do niszczenia śmigłowców;

grupa IV

rozpatrywano zbiorczo sytuację bojową w jakiej znaleźć się mogą systemy broni tej grupy. Uwzględniano w analizie:

- odporność systemu broni na ogień przeciwnika;
- możliwości transportowe;
- możliwości użycia w trudnym terenie i złych warunkach atmosferycznych;
- zasięg ognia skutecznego;

grupa V

przyjęto, że zdolność bojowa śmigłowca jest proporcjonalna do kosztów jego zakupu.

Dla każdej grupy systemów broni w każdej wyróżnionej sytuacji bojowej określono zbiór parametrów /lub wskaźników/ istotnych dla wartości bojowej, oraz określono formułę ich agregacji we wskaźnik zdolności bojowej wzorca danej podgrupy w rozpatrywanej sytuacji bojowej.

2.1/ konstrukcja obliczania PB podgrupy;

Wartość bojową /potencjał bojowy - PB/ p-tej podgrupy /systemu broni znajdującej się w rozpatrywanym zgrupowaniu taktycznym wojsk/ określono wzorem /7/:

$$W_p = \frac{\left[\sum_{j=1}^J \frac{W_{j \max}^m}{W_j^m} \right]_{\min}}{\sum_{j=1}^J \frac{W_{j \max}^m}{W_j^m} * P_j} \quad (7)$$

gdzie:

W_p - wskaźnik wartości bojowej /potencjału bojowego/ p-tej podgrupy;

j - indeks bieżący sytuacji bojowej: $j = 1, \dots, J$

W_j^m - wskaźnik wartości bojowej /potencjał bojowy/ modelowego systemu broni w p-tej podgrupie, w j-tej sytuacji bojowej;

indeksy \max, \min oznaczają maksymalną i minimalną wartość wskaźnika W_j w rozpatrywanej grupie systemów broni;

P_j - waga albo prawdopodobieństwo zaistnienia j-tej sytuacji bojowej w ogólnych działaniach bojowych.

Wskaźniki W_j obliczono na podstawie wytypowanych zasadniczych parametrów charakteryzujących potencjał bojowy wzorca w podgrupie.

3/. konstrukcja obliczania PB grupy;

W celu umożliwienia oceny potencjalnych możliwości bojowych grupy systemu broni ustalono relacje pomiędzy podgrupami o podobnym przeznaczeniu bojowym. Zależności te wyznaczono na podstawie parametrów taktyczno - technicznych modelowych systemów broni.

Współczynniki możliwości bojowych wzorców określono dla typowych sytuacji bojowych, w których może się znaleźć dana grupa systemów broni. W_j najczęściej jest reprezentowany przez parametry taktyczno - techniczne bezpośrednio związane z oddziaływaniem specyficznym grupy (np. ogniowym, transportowym, innym). Jego wyznaczenie stanowi podstawę do obliczenia wartości bojowej grupy sprzętu określonej wzorem /8/:

TABELA 3.

$$W_g = \sum_{p=1}^{g_p} \left[W_p * \left(\sum_{t=1}^{g_{pT}} JWJ_{g_{p_t}} * IL_{g_{p_t}} \right) \right] \quad (8)$$

gdzie:

- W_p - wskaźnik wartości bojowej podgrupy w g-tej grupie,
- JWJ_t - jednostkowy wskaźnik jakości /rozumiany jako wartość bojowa/ t-tego typu systemu broni;
- IL_t - liczba t typów systemów broni w p-tej podgrupie.

3/. konstrukcja obliczania PB zgrupowania;

W konstrukcji obliczania PB zgrupowania pominięto "wkład" stanu osobowego, jego wyszkolenie i morale. Ograniczono się do systemów broni tj. ich ilości i jakości. W zbiorze wszystkich możliwych zgrupowań wojsk przyjęto typową /modelową/ strukturę organizacyjną tj. określoną DZ z typowym jej wyposażeniem w systemy broni i typowym /możliwym/ wsparciem wyższego szczebla. Oceniono "wkład" procentowy potencjałów bojowych poszczególnych grup systemów broni w ogólny PB rozpatrywanej DZ, jest on następujący /tabela 4/. "Wkład" ten traktować należy - w badaniach porównawczych - jako współczynnik wagowy wartości danej grupy systemów broni w zgrupowaniu wojsk szczebla taktycznego.

TABELA 5.

GRUPA SYSTEMÓW BRONI W DZ	WKŁAD
broń raketowa i artyleria	22.2
środki pancerne	25.0
środki przeciwlotnicze	10.0
środki przeciwpancerne	14.0
śmigłowce	11.0
sprzęt saperski	7.0
sprzęt samochodowy	4.5
systemy dowodzenia	6.3

Na tej podstawie możliwe jest określenie potencjału bojowego każdego innego zgrupowania wojsk /w klasie działań taktycznych/.

2.4. METODA /WII/ OCENY JAKOŚCI SYSTEMÓW BRONI W OPARCIU O JEGO PARAMETRY.

Prezentowana metoda [15] przeznaczona jest do oceny wszystkich systemów broni. Dlatego przyjęto w niej takie parametry, których wartości możliwe są do określenia dla wszystkich systemów broni.

Metoda umożliwia:

1. praktyczne zastosowanie w systemach informatycznych wspomagających proces dowodzenia wojskami;
2. zachowanie jednolitości miary dla wszystkich typów środków walki;
3. szybkie dokonywanie oceny możliwości bojowych nowowprowadzanych środków walki.

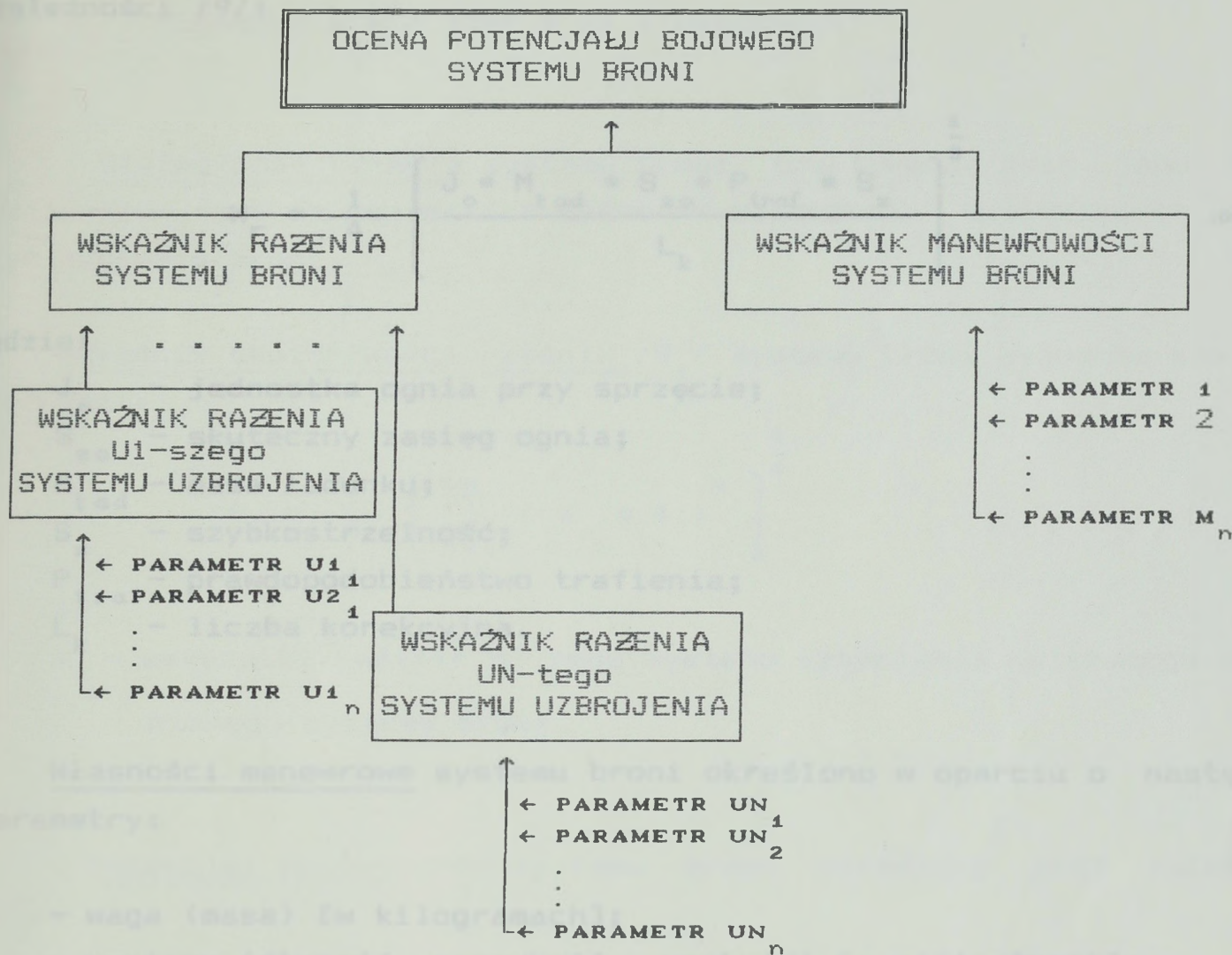
Istotnym jest założenie /będące poważnym ograniczeniem/, że do oceny potencjału bojowego systemu broni wystarczy badanie związków i zależności pomiędzy parametrami charakteryzującymi ich oddziaływanie na przeciwnika w sferze rażenia /ogniowej/ i manewrowej. Wynika z tego struktura składników oceny potencjalnych możliwości środków walki przedstawiona na rys.4.

1/.Ogólna charakterystyka parametrów środków ogniowych.

Własności rażenia /ogniowe/ systemu broni określano w oparciu o następujące parametry:

- kaliber [w milimetrach];
- jednostka ognia [ilość pocisków];
- skuteczny zasięg ognia [w kilometrach];
- waga pocisku ew. równoważnik trotylowy [w kilogramach];
- szybkostrzelność taktyczna - skuteczna [liczba strz/min];
- prawdopodobieństwo trafienia [liczba 0 ÷ 1].

Wskaźnik rażenia /W/ systemu uzbrojenia wyznacza się według



Rys 4. Schemat dokonywania oceny potencjału bojowego systemu broni

1/. Ogólna charakterystyka parametrów środków ogniowych.

Własności rażenia /ogniowe/ systemu broni określano w oparciu o następujące parametry:

- kaliber [w milimetrach];
- jednostka ognia [ilość pocisków];
- skuteczny zasięg ognia [w kilometrach];
- waga pocisku ew. równoważnik trotylowy [w kilogramach];
- szybkostrzelność taktyczna - skuteczna [liczba strz/min];
- prawdopodobieństwo trafienia [liczba 0 + 1].

Wskaźnik rażenia /W_r/ systemu uzbrojenia wyznacza się według

zależności /9/:

$$W_r = \frac{1}{4} \left(\frac{J_o * M_{\text{ład}} * S_{zo} * P_{\text{traf}} * S_z}{L_k} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (9)$$

gdzie:

- J_o - jednostka ognia przy sprzęcie;
- S_{zo} - skuteczny zasięg ognia;
- $M_{\text{ład}}$ - masa ładunku;
- S_z - szybkostrzelność;
- P_{traf} - prawdopodobieństwo trafienia;
- L_k - liczba korekcyjna.

Własności manewrowe systemu broni określono w oparciu o następujące parametry:

- waga (masa) [w kilogramach];
- wymiary (długość, szerokość, wysokość) [w milimetrach];
- zasięg działania [w kilometrach];
- moc napędu [w KM];
- zdolność (1) lub brak zdolności (0) do działania w warunkach ograniczonej widoczności.

Wskaźnik manewrowości W_m systemu broni wyznacza się według zależności /10/:

$$W_m = \frac{Z_d * P}{O * M} \quad (10)$$

gdzie:

- Z_d - zasięg działania w km;
- M - masa w kg;
- P - moc napędu w KM;

O - objętość w $m^3 = \text{szer} * \text{dł} * \text{wysokość}$;

Skuteczność rażenia systemu broni traktowana jest jako funkcja wskaźników rażenia wszystkich systemów uzbrojenia znajdujących się na tym systemie broni.

Wskaźnik skuteczności rażenia S_r systemu broni wyznacza się z zależności:

$$S_r = \frac{1}{4} \left[\sum_{n=1}^{UN} (W_{r_n} * 4)^4 \right]^{\frac{1}{4}} \quad (11)$$

gdzie:

W_{r_i} - wskaźniki rażenia n -tego systemu uzbrojenia należącego do ocenianego systemu broni.

Potencjał bojowy PB systemu broni określany jest zależnością /12/:

$$PB = (a * W_m) + (b_r * S) \quad (12)$$

gdzie:

W_m - wskaźnik manewrowości;

S_r - skuteczność rażenia systemu broni;

a, b - współczynniki proporcjonalności o następujących wartościach:

- dla środków mogących działać w warunkach ograniczonej widoczności: $a = 2,5$, $b = 0,5$;

- dla środków nie mogących działać w warunkach ograniczonej widoczności: $a = 1,5$, $b = 0,5$.

W tabeli 6 przedstawiono wyniki obliczeń przeprowadzonych dla wybranych systemów broni:

TABELA 6.

SYSTEM BRONI	JWJ
karabin maszynowy	0.20
czołg	1.74
haubica	1.96
samolot /konwencjon	6.22
rakieta /gł.konwenc/	36.13

Efektywność charakteryzuje system broni z punktu widzenia skuteczności niszczenia wynikająca z właściwości technicznych i taktycznych rozwiązań tego pola walki skutki użycia określonego systemu broni mogą być zmierzone między sobą, zależnie od sposobu użycia i rodzaju przeciwników walczących wojsk. Warunki te w niniejszym opracowaniu nie zostały uwzględnione, wprowadzenie aspektu taktycznego.

Efektywność systemu broni - zdolność systemu broni do niszczenia i zniszczenia zdolność systemu broni (ustalenie) do niszczenia i zniszczenia zniszczeń materialnych w zadanej chwili czasu. W literaturze wyróżnia się "teoretyczną efektywność niszczenia" - T_{LI} (Teoretyczna Letalność Intra) i "faktyczną efektywność niszczenia" - DLI (Obiektywna Letalność Intra).

Oszacowanie wskaźnika T_{LI} przeprowadza się w oparciu o następujące charakterystyki systemów broni:

- szybkostrzelność;
- liczba celów potencjalnie walczących jednostek;
- względną zdolność obserwacji;
- efektywny zasięg strzelania;
- dokładność strzelania;
- niezawodność broni;
- ruchliwość na polu walki;
- prostotę działania;
- współczynnik odporności na ogień przeciwnika;
- szybkostrzelność praktyczną (skuteczność prowadzenia walki).

2.5. METODA QJMA.

Prezentowana metoda, zwana w skrócie QJMA (Quantifield Judgment Method of Analysis) opiera się na "Modelu Oceny Jakościowej" - QJM [14]. W modelu tym przyjęto dwa aspekty oceny /wartościowania/ systemów broni:

- efektywność systemu broni;
- zmienne walki.

Efektywność charakteryzuje system broni z uwagi na jego skuteczność niszczenia wynikającą z właściwości technicznych. W warunkach rzeczywistego pola walki skutki użycia określonego systemu broni różnią się znacznie między sobą, zależnie od obiektywnych warunków otoczenia walczących wojsk. Warunki te w omawianym modelu uwzględniane są poprzez wprowadzenie aspektu zmiennych walki.

Efektywność systemu broni zdefiniowana jest jako "ograniczona zdolność systemu broni (uzbrojenia) do zabijania ludzi oraz powodowania zniszczeń materialnych w zadany okresie czasu". W modelu rozróżnia się "teoretyczną efektywność niszczenia" mierzona "Teoretycznym Wskaźnikiem Efektywności Niszczenia" - TLI (Theoretical Lethality Index) i "objektywną efektywność niszczenia" - mierzona "Objektywnym Wskaźnikiem Efektywności Niszczenia" - OLI (Objective Lethality Index).

Oszacowanie wskaźnika TLI prowadzone jest w oparciu o następujące charakterystyki systemów broni:

- szybkostrzelność;
- liczbę celów potencjalnie rażonych jednym strzałem;
- względną zdolność obezwładniania;
- efektywny zasięg strzelania;
- dokładność strzelania;
- niezawodność broni;
- ruchliwość na polu walki;
- promień działania;
- współczynnik odporności na ogień przeciwnika;
- szybkostrzelność praktyczną (efektywność prowadzenia ognia);

- współczynnik jakości sterowania ogniem;
- efektywność dostarczania amunicji.

Teoretyczny wskaźnik efektywności niszczenia (TLI) w oparciu o wymienione parametry wyznacza się z zależności:

$$TLI = [suma\ współczynników\ efektywności\ niszczenia\ wszystkich\ rodzajów\ uzbrojenia\ danego\ systemu\ broni * współczynnik\ ruchliwości\ (lub\ szybkostrzelności) * współczynnik\ promienia\ działania\ (lub\ wytrzymałości) + współczynnik\ odporności] * współczynnik\ szybkostrzelności\ praktycznej * współczynnik\ sterowania\ ogniem * współczynnik\ zaopatrzenia\ w\ amunicję * współczynnik\ pułapu$$

Objektywny wskaźnik efektywności niszczenia (OLI) otrzymuje się z wartości teoretycznego wskaźnika efektywności niszczenia (TLI) przez uwzględnienie Współczynnika Rozsrodkowania Celów (D_i). Wartości omawianych wskaźników dla przykładowych systemów broni przedstawia tablica 7.

TABLICA 7.

PRZYKŁADOWE WARTOŚCI WSKAŹNIKÓW EFEKTYWNOŚCI NISZCZENIA

Współczynnik rozsrodkowania $D_i = 4000$.

Lp	System broni	TLI	OLI
1	Karabin maszynowy	4973	1.24
2	Armata polowa 155 mm	912428	228.00
3	Haubica 105 mm	637215	164.00
4	Czołg średni	935458	234.00
5	Samolot myśliwsko-bombowy	1245789	311.00
6	Rakieta ziemia-ziemia (ład.konw.)	3333370	835.00
7	Wybuch jądrowy powietrzny 20 kT	49086000	12272.00
8	Wybuch jądrowy powietrzny 1 MT	685385000	173846.00

Drugi aspekt odwzorowania w modelu QJM stanowią zmienne walki. Wykorzystując te elementy pola walki, poprawiono adekwatność modelu do warunków rzeczywistych. Wyróżniono 73 niezależne zmienne walki, które podzielone zostały 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.

Wśród tych zmiennych walki wyróżnić można:

- zmienne środowiskowe (grupy B + E), mające wpływ na efektywność danego systemu broni ;
- zmienne operacyjne:
 - środowiskowe wpływające na efektywność danego rodzaju działań bojowych (grupa B + E);
 - operacyjne wpływające na efektywność danego rodzaju działań bojowych (grupa F + K).

Przyjęto stały wpływ zmiennych walki na rzeczywistą efektywność niszczenia. Na podstawie ocen eksperckich zestawiono je w postaci tablic (wpływ ten jest różny dla różnych rodzajów działań bojowych).

Dysponując metodami pozwalającymi na określenie (oszacowanie):

- wartości bojowej każdego typu systemu broni w idealnych warunkach (niejako od wewnątrz) i
- zmiennych walki (niejako od zewnątrz)

można określić makroagregaty opisujące możliwości bojowe określonych zgrupowań, i w konsekwencji wielkości pozwalające porównywać walczące strony.

Siła bojowa zgrupowania /S^z/ określana jest jako suma wartości obiektywnej efektywności niszczenia wszystkich typów systemów broni wchodzących w jego skład, z uwzględnieniem zmiennych środowiskowych mających na nią wpływ. Określana jest formułą [13] uwzględniającą następujące człony:

broni piechoty;
 przeciwpancerny;
 artylerii (przeciwlotniczej i polowej);
 pancerny;
 wsparcia lotniczego.

$$\begin{aligned}
 S^2 = & (W_s + W_{mg} + W_{hv}) * r_h + \\
 & + (W_{gt} * r_n) + \\
 & + (W_g + W_{gy})(r_{vg} * h_{vg} * z_{vg} * W_{yg}) + \\
 & + (W_t * r_{vt} * h_{vt}) + \\
 & + (W_y * r_{vy} * h_{vy} * z_{vy} * W_{yy})
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

gdzie:

- W - efektywność uzbrojenia /OLI/ środków ogniowych strony;
- W_s - efektywność broni strzeleckiej piechoty,
- W_{mg} - efektywność broni maszynowej,
- W_{hv} - efektywność ciężkiego uzbrojenia piechoty,
- W_{gt} - efektywność broni przeciwpancernej,
- W_g - efektywność artylerii,
- W_{gy} - efektywność broni plot,
- W_t - efektywność broni pancernej,
- r_h - współczynnik wpływu terenu na skuteczność broni piechoty,
- r_n - współczynnik wpływu terenu na skuteczność broni przeciwpancernej,
- r_{vg} - współczynnik wpływu terenu na skuteczność artylerii,
- h_{vg} - współczynnik wpływu pogody na skuteczność działania artylerii,
- z_{vg} - współczynnik wpływu pory roku na skuteczność artylerii,
- W_{yg} - współczynnik wpływu przewagi powietrznej na skuteczność artylerii,
- r_{vt} - współczynnik wpływu terenu na działania czołgów,
- h_{vt} - współczynnik wpływu pogody na działania czołgów,
- W_y - efektywność bezpośredniego wsparcia piechoty (wojsk lądowych),
- r_{vy} - współczynnik wpływu terenu na skuteczność wsparcia lotnictwa,
- h_{vy} - współczynnik wpływu pogody na skuteczność wsparcia lotnictwa,
- W_{yy} - współczynnik wpływu przewagi powietrznej na skuteczność wspar-

cia lotnictwa, z_{vy} - współczynnik wpływu pory roku na skuteczność wsparcia lotnictwa.

Potencjał bojowy zgrupowania (strony) (PB^z) określa się jako iloczyn siły bojowej zgrupowania i zmiennych operacyjnych. Wpływ zmiennych operacyjnych na efektywność systemów broni dla podstawowych rodzajów działań bojowych został stabilizowany.

$$PB^z = S^z * \left[m * le * t * o * b * u_s * r_n * h_n * z_n * v \right] \quad (14)$$

gdzie:

- m - współczynnik mobilności strony,
- le - współczynnik jakości dowodzenia,
- t - współczynnik wyszkolenia i/lub doświadczenia bojowego wojsk,
- o - współczynnik stanu moralnego wojsk,
- b - współczynnik stanu logistyki,
- u_s - współczynnik wpływu typu 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 typu działań bojowych
- v - współczynnik wrażliwości (podatności) na ogień strony przeciwnej.

Porównując potencjały bojowe dwóch zgrupowań / z' , z'' / /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" dwóch zgrupowań /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 według dziesięciopunktowej skali współczynnikiem realizacji zadania /MF/. Jest on wyznaczony ekspertowo i stabilizowany.

Efektywność przestrzenna /E_p/ uwzględnia siłę bojową /S/ oraz współczynniki /u_s/ wpływu typu realizowanych działań zgrupowań /stron/, a także głębokości zajmowanych przez zgrupowania rejonów /D/ w stosunku do dziennych postępów natarcia lub wycofywania się /Q/, i określana jest zależnością /15/:

$$E'_p = \left[\frac{S' * u'_s}{S'' * u''_s} * (4Q' + D') * 3D'' \right] \quad (15)$$

gdzie:

symbol "'" oznacza jedną stronę;

symbol "" oznacza drugą stronę.

Efektywność strat /E_s/ zgrupowania /z'/ /strony/ odzwierciedla względną skuteczność w zadawaniu strat przeciwnikowi i zdolność do minimalizacji strat własnych:

$$E'_s = \left[v' \right]^2 * \left[\frac{C'_{as} * u'_s / S'}{C'_{as} * u''_s / S'} \right]^{\frac{1}{2}} - \left[\frac{100 * C'_{as}}{N'} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (16)$$

Omówione wyżej kryteria oceny wyniku walki agreguje się w w formułę wynikową o postaci /17/:

$$R = MF + E_s + E_s \quad (17)$$

i w konsekwencji obliczając R dla każdej ze stron tj. R' i R'' prognozuje się powodzenie w walce poprzez różnicę :

2.4. PODSUMOWANIE

$$R' - R'' \begin{cases} > 0 \text{ sukces wojsk własnych,} \\ < 0 \text{ sukces wojsk przeciwnika} \end{cases} \quad (18)$$

Zależności: $R' - R'' > 0$ odpowiada stosunek potencjałów bojowych stron:

$$\frac{PB''}{PB'} > 1 \quad (19)$$

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

Metoda NATO jest próbą ekspertową, dwuaspektowego /tj. ogniowego i manewrowego/ opisu sytuacji bojowej /opisu obiektu dla kilku wybranych grup /względnie jednorodnych celowościowo/ systemów broni. Nie ma żadnego merytorycznego związku między grupami, uzyskane wartości są właściwe w ramach określonej grupy. Metoda jest ekspertowo - analityczna, a wyznaczona miara jakości jest miarą względną /Churchman/ obiektu w stosunku do uznanego za najlepszy systemu broni w podgrupie. Metoda uwzględnia niemierzalny aspekt otoczenia systemu, tj. sytuacji bojowej. Związek ten jest stały. Metoda pozwala ustalić jakości bojowe podgrup i na ich podstawie możliwości bojowe grupy. Nie ma możliwości określenia potencjału bojowego zgrupowania, ze względu na nieporównywalność możliwości bojowych grup.

Metoda WII jest próbą dwuaspektowego /tj. ogniowego i manewrowego/ opisu wszystkich systemów broni, oparta o mierzalne i dostępne parametry taktyczno - techniczne. Uwzględnia wielość różnorodnych systemów uzbrojenia w danych systemie broni. Jest metoda analityczna, w której proponowane formuły analityczne oparte o wiedzę i doświadczenie ekspertów. Pozwala określić makroagregat tj. potencjał bojowy pojedynczego systemu broni. Nie pozwala na określenie potencjału bojowego zgrupowania.

Metoda GJM jest dwuaspektowa /tj. efektywność systemu broni + wpływ otoczenia/ wielopozycyjna próba ujęcia jakości zarówno pojedynczego

2.6. PODSUMOWANIE

Przedstawione metody są przykładami ilościowego określenia cechy niemierzalnej jaką jest jakość /obojętnie czy pojedynczego obiektu, czy pewnej zbiorowości obiektów/. Przyjęta ich kolejność prezentacji pokazuje także rozwój w podejściu /merytorycznym opisie zjawiska/ do rozwiązania tego problemu. Kolejność ta jest ahistoryczna.

Metodę UW można traktować jako ekspertową /ze względu na brak metodyki obliczania JWW/ przyłożoną do obiektu jako całości.

Metodę p. Cieśli jako jednoaspektowe ujęcie obiektu /tj. jego możliwości ogniowych i to pojedynczego /tradycyjnego/ systemu broni/ wyposażonego w różne systemy uzbrojenia, opartą o jego parametry taktyczno - techniczne. Nie pretenduje do określania potencjału ogniowego zbiorowości lub zgrupowań.

Metoda NATO jest próbą ekspertową, dwuaspektowego /tj. zdolność bojowa, sytuacja bojowa/ opisu obiektu dla kilku wybranych grup /względnie jednorodnych celowościowo/ systemów broni. Nie ma żadnego merytorycznego związku między grupami, uzyskane wartości są właściwe w ramach określonej grupy. Metoda jest ekspertowo - analityczna, a wyznaczona miara jakości jest miarą względną /Churchman/ obiektu w stosunku do uznanego za najlepszy systemu broni w podgrupie. Metoda uwzględnia niemierzalny aspekt otoczenia systemu tj. sytuację bojową. Związek ten jest stały. Metoda pozwala ustalić możliwości bojowe podgrup i na ich podstawie możliwości bojowe grupy. Nie ma możliwości określenia potencjału bojowego zgrupowania, ze względu na nieporównywalność możliwości bojowych grup.

Metoda WII jest próbą dwuaspektowego /tj. ogniowego i manewrowego/ opisu wszystkich systemów broni, opartą o mierzalne i dostępne parametry taktyczno - techniczne. Uwzględnia wielość różnorodnych systemów uzbrojenia w danym systemie broni. Jest metodą analityczną, w której proponowane formuły analityczne oparto o wiedzę i doświadczenie ekspertów. Pozwala określić makroagregat tj. potencjał bojowy pojedynczego systemu broni. Nie pozwala na określenie potencjału bojowego zgrupowania.

Metoda QJM jest dwuaspektową /tj. efektywność systemu broni + wpływ otoczenia/ wielopoziomową próbą ujęcia jakości zarówno pojedynczego

systemu broni jak i zgrupowań systemów broni właściwych dla Wład. Metoda jednak zorientowana jest nie na określenie JWW systemu broni lecz na analityczne ujęcie efektywności walki dwóch zgrupowań. Jest więc najdalej idącą próbą opisu potencjału bojowego własnego zgrupowania. Efektywność systemu broni jako makroagregat określany jest analitycznie na podstawie danych taktyczno - technicznych / + ruchliwość na polu walki + rozśrodkowanie n-pla/. Wpływ otoczenia jako makroagregat ujęty jest w aspekcie środowiskowym /wpływ na pojedynczy system broni jak i na rodzaj działań bojowych/ oraz operacyjnym. Zmienne te określone zostały ekspertowo /dla różnych typowych wariantów/. Określono stały związek między przyjętymi aspektami postrzegania pola walki.

Powyższe konstatacje dotyczące jakości i możliwości opisanych metod określania jednostkowych wskaźników jakości pojedynczych systemów broni, a także określania wartości bojowej zgrupowań wojsk, można zestawzić w postaci tabeli 8:

TABELA 8.

metoda	obszar zastosowania	sposób pozyskiwania danych	przestrzeń kryterialna	poziom analizy kryterium
UW	wszystkie	ekspertowa	jednoaspektowa	jeden
Cieśli	jedna grupa	analityczna	jednoaspektowa	
NATO	kilka niezależnie grup	ekspertowo - analityczna	dwuaspektowa	
WII	wszystkie	analityczna	dwuaspektowa	
QJMA	W. ład	ekspertowo - analityczna	dwuaspektowa	wiele

3. KONCEPCJA NOWYCH METOD SZACOWANIA JEDNOSTKOWEGO WSKAŹNIKA JAKOŚCI.

3.1. METODA TAKSONOMII NUMERYCZNEJ.

1/. Wprowadzenie

Podstawowymi pojęciami w taksonomii są pojęcia *obiektu* oraz *cechy*.

Obiektami - w naszym przypadku - są różne typy sprzętu i uzbrojenia wojskowego, nazywane tu *systemami broni*. Przedmiotem klasyfikacji jest zatem zbiór Ω systemów broni postaci:

$$\Omega = (\Omega_1, \dots, \Omega_n, \dots, \Omega_N)$$

Liczność rozpatrywanego zbioru Ω wynosić może kilka tysięcy.

Cechami są właściwości obiektów badanego zbioru Ω rozpatrywane z punktu widzenia zjawiska będącego kryterium klasyfikacji obiektów. Zbiór cech przyjętych do opisu klasyfikowanych obiektów z uwagi na badane zjawisko jest postaci:

$$\Xi = (X_1, \dots, X_m, \dots, X_M)$$

Liczność zbioru Ξ cech jest dowolna.

Chodzi o wypracowanie metody pozwalającej na:

C1/. jednoznaczne i adekwatne odwzorowanie problemu jakości danego systemu broni w jeden zbiorczy /skalarny/ agregat - *jednostkowy wskaźnik jakości /mikroagregat/*;

C2/. tak określone agregaty umożliwić powinny prowadzenie analizy porównawczej różnych systemów broni w różnych aspektach badawczych /retrospektywnym czy prognostycznym/;

C3/. określenie /wyznaczenie/ zbiorczego /zintegrowanego/ wskaźnika jakości dla dowolnego zbioru różnych systemów broni /makroagregat/.

Zadanie klasyfikacji sformułować można następująco:

Mając dany N-elementowy zbiór Ω , zawierający badane obiekty O_n , opisywane przez M cech diagnostycznych X_m , należy sklasyfikować go lub ogólnie podzielić na P podzbiorów /klas czy grup lub podgrup/:

$$A_1, \dots, A_p, \dots, A_P$$

gdzie $1 \leq P \leq N$, tak aby spełnione były następujące warunki:

W1) zupełności: $A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_P = \Omega$

W2) rozłączności: $A_p \cap A_q = \emptyset$ ($p, q = 1, 2, \dots, P, p \neq q$)

W3) niepustości: $A_p \neq \emptyset$ ($p = 1, 2, \dots, P$)

Warunki powyższe są wystarczające do przeprowadzenia formalnej klasyfikacji danego zbioru obiektów. W jej wyniku otrzymuje się grupy typologiczne /w szczególności jednoelementowe ($P=N$) lub jedną grupę zawierającą wszystkie elementy zbioru ($P=1$)/, względnie jednorodną, zawierającą obiekty o podobnych wartościach cech diagnostycznych.

Wyodrębnienie grup typologicznych obiektów wielocechowych o postulowanych wyżej właściwościach W1-W3 nie jest możliwe bez zastosowania takich metod numerycznych, jakimi są *metody taksonomiczne*.

Ogólnie mówiąc, metody taksonomii numerycznej pozwalają klasyfikować /porządkować, grupować, wybierać/ obiekty /z danego zbioru obiektów/ w wielowymiarowej przestrzeni ich cech. Obszar zastosowań tych metod jest dość szeroki, wymieńmy najistotniejsze:

- grupowanie statystyczne;
- konstrukcja mierników rozwoju /gospodarczego, społecznego, itp./;
- analiza struktur organizacyjnych;
- modelowanie procesów;
- określanie wzorców rozwoju w predykcji przez analogię.

W badaniach - niezależnie od ich specyfiki - wykorzystujących metody taksonomiczne, wyróżnić można stałe elementy. Są to:

- E1. Sformułowanie celu analizy i wstępnych hipotez roboczych.
- E2. Określenie zakresu merytorycznego, czasowego i przestrzennego badań, szczególnie zbioru obiektów i zbioru cech wstępnych.
- E3. Zebranie /pozyskanie/ kompletnych i poprawnych danych statystycznych.
- E4. Analiza statystyczna danych wejściowych.
- E5. Wybór właściwego podzbioru zmiennych diagnostycznych.
- E6. Wybór metody klasyfikacji obiektów i jej przeprowadzenie.
- E7. Analiza i merytoryczna interpretacja uzyskanych wyników, oraz sformułowanie wniosków końcowych.

W literaturze naukowej opisanych jest wiele klas metod taksonomii numerycznej /w zależności od specyfiki rozpatrywanego problemu badawczego/, z propozycjami różnych szczegółowych technik postępowania i procedur obliczeniowych. Nie będziemy tutaj dokładnie omawiać tych problemów.

Zasygnalizujemy, że w procesie badawczym występuje wiele istotnych i newralgicznych problemów, takich jak np.:

- P1. sposób doboru zmiennych objaśniających /diagnostycznych/, merytorycznie wyczerpująco opisujących badane zjawisko;
- P2. sposób "unifikacji" /ujednorodnienia różnych typów skal miar/ realizacji zmiennych diagnostycznych;
- P3. wybór systemu wag;
- P4. konstrukcja taksonomicznej miary odległości między obiektami;
- P5. ustalenie formuły agregacji zmiennej objaśnianej.

Te i inne bardzo ważne problemy rzutujące bezpośrednio na wyniki badań opisane są szeroko w literaturze. Tutaj przedstawimy je krótko.

Ad. P1. Problem właściwego doboru przestrzeni cech badanych obiektów jest niczym innym jak określeniem *przestrzeni kryterialnej*, której wymiary nazywane są zmiennymi diagnostycznymi /zmiennie niezależne/. W przestrzeni tej, wartości wymiarów "rozpinają" badane obiekty /faktycznie wyprowadzają obiekt w przestrzeń o wymiarze 1 - w przypadku skalarnej zmiennej zależnej - zgodnie z formułą odwzorowania/.

Badane obiekty - systemy broni - są bez wątpienia obiektami wielocechowymi, ich jakość - jako kategoria systemowa, nie jest jednoznacznie określona. Dlatego wszelkie działania w określaniu tej kategorii są jedynie próbą przybliżania się do jej istoty.

Zbiór zmiennych objaśniających wyodrębniany jest więc w wyniku analiz merytorycznych badanego zjawiska /zmiennej objaśnianej, czyli jakości obiektów/ oraz statystycznej obróbki danych /wartości, czyli realizacji zmiennych objaśniających/. Powinien charakteryzować się:

- dominującym wpływem na zmienną objaśnianą;
- dużą korelacją ze zmiennymi nie uwzględnionymi w modelu badawczym;
- słabą korelacją elementów między sobą;
- dużą zmiennością wartości elementów.

Ad. P2. Ponieważ zmienne objaśniające mogą być różnych typów /ilościowe, jakościowe/, a ich realizacje wyrażane w różnych skalach /przedziałowej, stosunkowej, nominalnej czy rangowej/, dlatego należy je doprowadzić do postaci porównywalnej. Określenie "unifikacja" polega na standaryzacji, normalizacji lub unitaryzacji zmiennych objaśniających.

Ad. P3. Problem estymacji współczynników wagowych /czy hierarchizacji zmiennych diagnostycznych/ jest także kontrowersyjny. Jeśli decydujemy się na ich uwzględnienie, to zrealizować to możemy na podstawie:

- merytorycznych znaczeń cech diagnostycznych /eksperckie/;
- statystycznych właściwości wartości cech diagnostycznych.

Ad. P4. Konstrukcja taksonomicznej miary odległości między obiektami lub miary podobieństwa obiektów zapewnić powinna właściwe określenie stopnia podobieństwa obiektów ze względu na wartości opisujących je cech diagnostycznych. Miarami tymi mogą być odległości taksonomiczne lub wskaźniki podobieństwa. Znanych jest wiele przykładów definicji takich miar.

Ad. P5. Formuła określająca zmienną agregatową /objaśnianą/ jest po

prostu postacią analityczną funkcji odwzorowującej zmienne objaśniające /niezależne/ w tę zmienną /zależną/. W naszym przypadku, ze względu na to, że nie możliwa jest repetycja procesu identyfikacji obiektów, a więc jednokrotny "pomiar" /eksperymentalne pozyskiwanie danych, a wielość ekspertów wpływa jedynie na ich wiarygodność, i jest "kumulowana" - w obróbce statystycznej - do pomiaru jednostkowego/, to formuła agregatu przyjmowana jest w postaci addytywnej albo zgodnej ze zdefiniowaną wcześniej miarą odległości.

- w wyniku wskazań hierarchicznych uporządkuje się wstępnie listę cech opisujących badany obiekt, które mogą być uwzględniane w modelu

$$C_2 = (C_1, \dots, C_{n_2})$$

- ze zbioru C_2 wybiera się te, które są do uwzględnienia w modelu /z uwagi na konkretne kryterium wynikające z celu modelowania/

2/. Opis metody - realizacja taksonomii numerycznej.

Najogólniej zagadnienia do rozwiązywania metodami taksonomii numerycznej formułuje się następująco :

cech niemierzalnych należy skonstruować skale ich wartościowania, albo

1. określony jest zbiór obiektów:

$$\Omega = (O_1, \dots, O_n, \dots, O_N);$$

2. każdy obiekt $O_n \in \Omega$ jest charakteryzowany przez zespół M cech /charakterystyk, atrybutów, parametrów/:

- były ze sobą logicznie powiązane;

- nie były ze sobą silnie skorelowane;

$$\Xi = (C_1, \dots, C_m, \dots, C_M);$$

wane z cechami nieuwzględnianymi;

Określenie zbioru cech jest niczym innym jak budową modelu identyfikacyjnego rozpatrywanego problemu - wartościowania /oceny/ systemów broni i na tej podstawie określania potencjału bojowego zgrupowań wojsk.

dla ustalonych cech/; $X_n = (X_{n1}, \dots, X_{nm}, \dots, X_{nM})$ i w konwencji znana jest macierz X , zwana macierzą obserwacji po-

Fakt ten można zapisać następująco:

$$O_n = (C_{n1}, \dots, C_{nm}, \dots, C_{nM});$$

Istotnym problemem jest dobór cech badanych obiektów. Trafność tego doboru w dużej mierze decyduje o wynikach całego eksperymentu badawczego. Zwykle dobór taki przeprowadza się w następujący sposób [18]:

- w wyniku wskazań merytorycznych sporządza się wstępną listę cech opisujących badany obiekt, które mogą być uwzględniane w modelu:

$$C_2 = \{ C_1, \dots, C_{M_2} \}$$

- ze zbioru C_2 wybiera się te, które są do uwzględnienia w modelu /z uwagi na konkretne kryterium wynikające z celu modelowania/:

$$C_1 = \{ C_1, \dots, C_{M_1} \}, \quad M_1 \leq M_2, \quad C_1 \subset C_2$$

- ze zbioru C_1 wybiera się tylko te, które są mierzalne i dla których dostępne są poprawne ich wartości numeryczne. W przypadku cech niemierzalnych należy skonstruować mierniki ich wartościowania, albo opracować sposób ich pozyskiwania i pozyskać.

$$C = \{ C_1, \dots, C_M \}, \quad M \leq M_1, \quad C_1 \subset C$$

Zaleca się aby wyspecyfikowane cechy diagnostyczne:

- ujmowały konieczne i istotne właściwości obiektów;
- były ze sobą logicznie powiązane;
- nie były zbyt mocno skorelowane między sobą, a silnie skorelowane z cechami nieuwzględnianymi;
- wykazywały istotne różnice dla różnych obiektów.

3. każda cecha C_{nm} posiada swoją realizację /wartość/ - x_{nm} , a więc znany jest wektor X_n określający wartości obiektu O_n /dla ustalonych cech/: $X_n = (x_{n1}, \dots, x_{nm}, \dots, x_{nM})$ i w konsekwencji znana jest macierz X , zwana macierzą obserwacji po-

stacji:

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} \\ \vdots \\ X_n \\ \vdots \\ X_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{11} & \dots & X_{1M} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & \dots & X_{nM} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{N1} & \dots & X_{NM} \end{bmatrix}$$

4.1. zadanie taksonomii numerycznej polega na:

1. określeniu "wartości" - W_n obiektu O_n , tzn. $W_n \stackrel{ozn}{=} W(O_n)$ na podstawie wartości jego cech.
2. dla każdego obiektu $O_n \in \Omega$ określeniu W_n i nałożeniu relacji porządku $/R_{\&}/$ na wszystkie elementy O_n zbioru Ω ; tzn. dla dowolnych $n_1, n_2 \in N$ określić takie $R_{\&}$, że

$$O_{n_1} R_{\&} O_{n_2}$$

4.2. realizacja numeryczna polega na:

1. Ponieważ zmienne macierzy X zwykle nie są jednorodne i wyrażone są w różnych jednostkach miary, to aby uniezależnić się od tego przeprowadzamy ich standaryzację określając macierz Z której elementy z_{nm} obliczamy następująco:

$$z_{nm} = \frac{x_{nm} - \bar{x}_m}{S_m}$$

gdzie:

$$\bar{x}_m - \text{wartość średnia zmiennej } x_m; \quad \bar{x}_m = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x_{nm}$$

$$S_m - \text{odchylenie standardowe}; \quad S_m = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (x_{nm} - \bar{x}_m)^2}$$

2. Standaryzacja spowodowała wyrównanie wpływu zmiennych diagnostycznych na zmienną objaśnianą, a więc w jednakowym stopniu wpływają one teraz będą na wynik analizy - określenie wartości obiektu. Aby temu zapobiec -jeśli zachodzi taka potrzeba - wprowadzić należy współczynniki hierarchiczne.

3. Określenie macierzy D odległości pomiędzy elementami zbioru Ω . Ponieważ w przyjętych w taksonomii numerycznej założeniach, każdy z $n = 1, \dots, N$ badanych obiektów O_n traktować można jako punkt w M - wymiarowej przestrzeni cech. to można mówić o wzajemnych odległościach taksonomicznych d_{n_1, n_2} elementów O_{n_1}, O_{n_2} zbioru obiektów Ω w tej przestrzeni.

Znanych jest wiele różnych miar M - wymiarowej przestrzeni/
np.:

- norma Minkowskiego:

$$d(O_{n_1}, O_{n_2}) = \left[\frac{1}{M} \sum_{m=1}^M (z_{n_1 m} - z_{n_2 m})^p \right]^{\frac{1}{p}}$$

jeśli $p = 1$, to otrzymamy odległość Hamminga /zwaną miejską/:

$$d(O_{n_1}, O_{n_2}) = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M |z_{n_1 m} - z_{n_2 m}|$$

jeśli $p = 2$, to otrzymamy odległość Euklidesa:

$$d(O_{n_1}, O_{n_2}) = \left[\frac{1}{M} \sum_{m=1}^M (z_{n_1 m} - z_{n_2 m})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

- suma bezwzględna różnic wartości zmiennych:

$$d(O_{n_1}, O_{n_2}) = \sum_{m=1}^M |z_{n_1 m} - z_{n_2 m}|$$

4. Wyniki obliczeń zestawiamy w postaci macierzy D postaci:

$$D = \begin{bmatrix} 0 & , & d_{12} & , & \dots & , & d_{1N} \\ d_{21} & , & 0 & , & \dots & , & d_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{N1} & , & d_{N2} & , & \dots & , & 0 \end{bmatrix}$$

Macierz D jest dodatnio określona $/d_{n_1, n_2} \geq 0/$, symetryczna $/d_{n_1, n_2} = d_{n_2, n_1}/$, z elementami zerowymi na diagonalu $/d_{nn} = 0/$.

5. Dalsze postępowanie zależy od konkretnej procedury numerycznej jaką chcemy zastosować np.:

1. NIELINIOWE UPORZĄDKOWANIE zbioru badanych obiektów
/taksonomia wrocławska/.

1. Tworzenie dendrytu (grafu niezorientowanego, bez cykli i spójnego) którego wierzchołkami są obiekty a gałęziami najkrótsze odległości między nimi.

W celu wyznaczenia najkrótszego grafu spójnego łączącego elementy zbioru Ω , tj. takiego grafu dla którego suma długości łuków łączących elementy zbioru Ω jest najmniejsza, wyznaczamy najpierw wektor $[d_1, \dots, d_n, \dots, d_N]^T$ którego składowe są najmniejszymi wielkościami w poszczególnych wierszach macierzy D, czyli

$$d_i = \min_j d_{ij} \quad i, j = 1, \dots, N$$

Graf optymalny uzyskuje się w wyniku łączenia łukiem każdego elementu O_{n_1} z tym elementem O_{n_2} dla którego odległość $d_{ij} = d_i$.

2. LINIOWE UPORZĄDKOWANIE zbioru badanych obiektów
/taksonomiczna miara rozwoju/.

1. Określenie *stymulant* i *destymulant*

2. Konstrukcja wzorca rozwoju /objektu wzorcowego/

$$O_o = (z_{o1}, \dots, z_{om}, \dots, z_{om})$$

$$\text{gdzie } z_{om} = \begin{cases} \max_n z_{nm} & \text{jeśli } m \text{ jest stymulantą} \\ \min_n z_{nm} & \text{jeśli } m \text{ jest destymulantą} \end{cases}$$

3. Dla każdego obiektu wyznacza się miarę rozwoju d_n odzwierciedlającą odchylenie obiektu od wzorca wg formuły:

$$d_n = 1 - \frac{c_{on}}{c_o}$$

gdzie:

$$c_{on} = \left[\sum_{m=1}^M (z_{nm} - d_n)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$c_o = \bar{c}_o + 2S_o$$

$$\bar{c}_o = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N c_{on}$$

$$S_o = \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (c_{on} - \bar{c}_o)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

4. Tak określona miara d_n dla każdego obiektu $O_n \in \Omega$ pozwala uszeregować je rosnąco lub malejąco.

W ten sposób określona zostalaby miara wartości obiektu /w zbiorze wszystkich rozpatrywanych obiektów/ - czyli jednostkowy wskaźnik jakości danego systemu broni.

Tak więc potencjał bojowy każdego t-tego systemu broni charakteryzowany będzie "dwójką":

$$P_t^0 = \langle P_t^1, P_t^2 \rangle$$

gdzie:

P_t^0 - całkowity potencjał bojowy t-tego systemu broni,

P_t^2 - potencjał "zaczepny" t-tego systemu broni,

3.2. METODA POTENCJAŁÓW CZĄSTKOWYCH.

Każde siły zbrojne posiadają określone możliwości działań zaczepnych i obronnych. W zależności od wyposażenia, struktury organizacyjnej, zaplecza, występuje przewaga jednej bądź drugiej opcji. Nie ulega wątpliwości, że jednym z głównych czynników decydujących o stopniu "zaczepności" lub "obronności" sił zbrojnych jako całości, są systemy broni, w jakie są one wyposażone. Wydaje się więc celowym oszacowanie możliwości bojowych poszczególnych typów tych systemów w aspekcie ich użycia zaczepnego i/lub obronnego.

Zakładamy, że miarą tych możliwości będzie potencjał systemu broni (zgrupowania, sił zbrojnych) i tak:

Potencjał bojowy P^c systemu broni (zgrupowania, sił zbrojnych) to możliwości tego systemu broni (zgrupowania, sił zbrojnych) do prowadzenia działań bojowych;

Potencjał zaczepny P^z systemu broni (zgrupowania, sił zbrojnych) to możliwości tego systemu broni (zgrupowania, sił zbrojnych) do prowadzenia działań bojowych o charakterze zaczepnym.

Potencjał obronny P^o systemu broni (zgrupowania, sił zbrojnych) to możliwości tego systemu broni (zgrupowania, sił zbrojnych) do prowadzenia działań bojowych o charakterze obronnym.

Tak więc potencjał bojowy każdego t-tego systemu broni charakteryzowany będzie "dwójką":

$$P_t^c = \langle P_t^o, P_t^z \rangle \quad (1)$$

gdzie:

P_t^c - całkowity potencjał bojowy t-tego systemu broni,

P_t^z - potencjał "zaczepny" t-tego systemu broni,

P_t^o - potencjał "obronny" t-tego systemu broni.

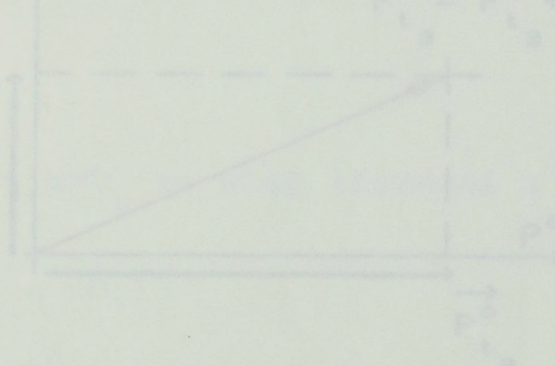
Jeżeli potraktujemy potencjał obronny P_t^o i potencjał zaczepny P_t^z jako wektory w przestrzeni P potencjału obiektu, której bazę stanowią wektor potencjału obronnego P_t^o i wektor potencjału zaczepnego P_t^z obiektu, wówczas wektor potencjału całkowitego P_t^c określić można zależnością [2].

$$\vec{P}_t^c = \vec{P}_t^o + \vec{P}_t^z \quad (2)$$

lub graficznie jak na rys. 3.

Rysunek 3a obrazuje skrajny przypadek, w którym system t_1 reprezentuje wyłącznie potencjał obronny. System broni t_2 /rys. 3b/ przedstawia drugą skrajność - system "czysto" zaczepny. System t_3 /rys. 3c/ - system o potencjale bojowym "mieszanym": obronno - zaczepnym.

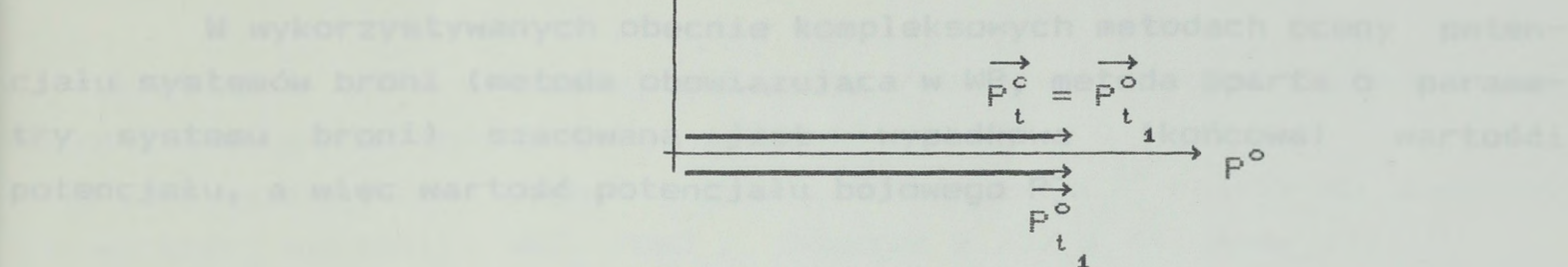
Idea podziału potencjału bojowego systemów broni na potencjały cząstkowe może być praktycznie zrealizowana przy wykorzystaniu istniejących metod oceny (punkt 2), jak też przez opracowanie pełnej, uzasadnionej koncepcji szacowania wartości tych potencjałów. Poniżej scharakteryzowane zostaną dwie metody szacowania wartości potencjałów zaczepnego i obronnego systemów broni.



t_3 - system broni o potencjale "mieszany"

Rys.3. Graficzne zobrazowanie różnych wariantów "składowych" potencjału t-tego systemu broni.

a) 3.2.1. Ekspertyza i szacowanie wartości potencjałów cząstkowych.

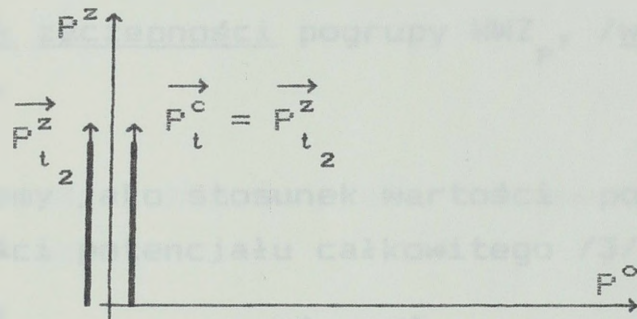


Problema polega na oszacowaniu składowych "zaczepnej" i "obronnej",

t_1 - system broni o potencjale "czysto" obronny

Wszystkie systemy broni podzielone są na typy, podgrupy, grupy (patrz p.2.1.). Dla każdej podgrupy metodą badań eksperyckich należy

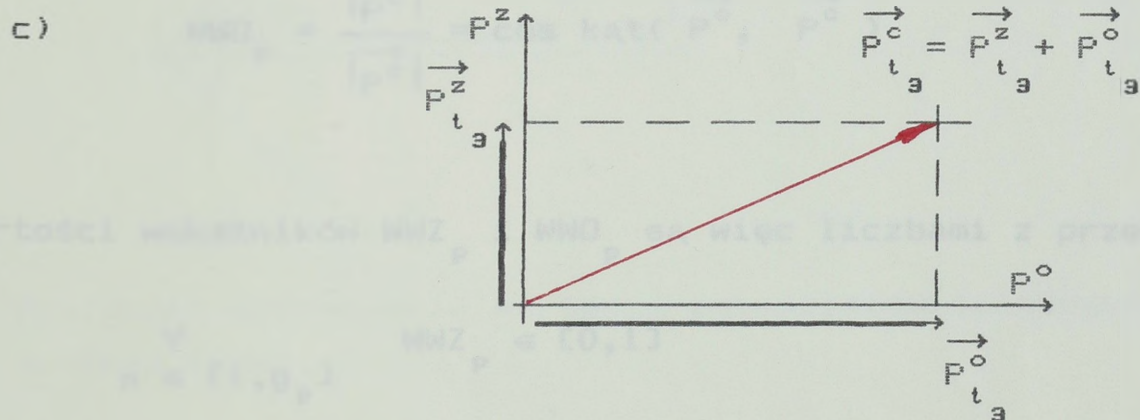
b) określić wskaźnik zaczepności WZ , /wskaźnik wskaźnik obronności WO /



WZ, /WO / definiujemy jako stosunek wartości potencjału zaczepnego /obronnego/ do wartości potencjału całkowitego /3/ /4/:

$$WZ = \frac{P^z}{P^c} = \sin \text{kąt} (P^z, P^c)$$

t_2 - system broni o potencjale "czysto" zaczepnym



t_3 - system broni o potencjale "mieszanym"

Rys.3. Graficzne zobrazowanie różnych wariantów "składowych"

potencjału t-tego systemu broni. (A każdej $p \in \{1, 2, 3\}$, zastawić można wektor WZ - wskaźnik zaczepności /WO - wskaźnik obronności/ /4/ wszystkich podgrup systemów broni)

3.2.1. Ekspertycka metoda szacowania wartości potencjałów cząstkowych.

W wykorzystywanych obecnie kompleksowych metodach oceny potencjału systemów broni (metoda obowiązująca w WP, metoda oparta o parametry systemu broni) szacowana jest wypadkowa (końcowa) wartości potencjału, a więc wartość potencjału bojowego P_t^c .

Problem polega na oszacowaniu składowych "zaczepnej" i "obronnej".

Wszystkie systemy broni podzielone są na typy, podgrupy, grupy (patrz p.2.1.). Dla każdej podgrupy metodą badań eksperckich należy określić względny wskaźnik zaczepności pogrupy WWZ_p , /względny wskaźnik obronności pogrupy WWO_p /.

WWZ_p / WWO_p / definiujemy jako stosunek wartości potencjału zaczepnego /obronnego/ do wartości potencjału całkowitego /3/, /4/:

$$WWZ_p = \frac{|\vec{P}^z|}{|\vec{P}^c|} = \sin \text{ kąt}(\vec{P}^z, \vec{P}^c) \quad (3)$$

$$WWO_p = \frac{|\vec{P}^o|}{|\vec{P}^c|} = \cos \text{ kąt}(\vec{P}^o, \vec{P}^c) \quad (4)$$

Wartości wskaźników WWZ_p i WWO_p są więc liczbami z przedziału [0,1]:

$$\forall p \in [1, g_p] \quad WWZ_p \in [0,1] \quad (5)$$

$$\forall p \in [1, g_p] \quad WWO_p \in [0,1]$$

I w efekcie, obliczając WWZ_p / WWO_p / dla każdej $p \in [1, g_p]$, zestawić można wektor WWZ - wskaźników zaczepności / WWO - wskaźników obronności / /4/ wszystkich pogrúp systemów broni:

$$WWZ = \{ WWZ_1, \dots, WWZ_p, \dots, WWZ_{g_p} \}$$

$$WWD = \{ WWD_1, \dots, WWD_p, \dots, WWD_{g_p} \}$$

(6)

Określenie zatem składowej zaczepnej /obronnej/ t-tego systemu broni odbywać się będzie według niżej opisaney metody.

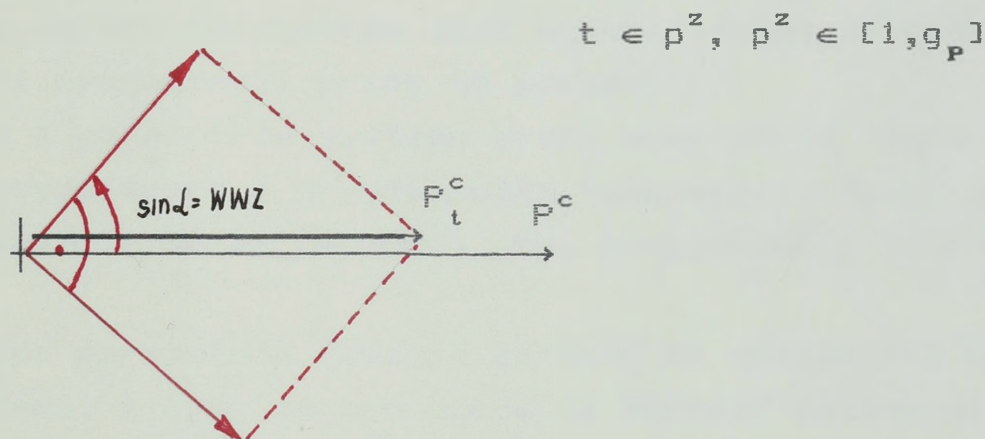
Niech system broni typu t o potencjale bojowym P_t^c należy do podgrupy p o wartości wskaźnika WWZ_p / WWD_p /. Wówczas z /3/ i /4/ mamy /7/

$$|\vec{P}_t^z| = WWZ_p * |\vec{P}_t^c|$$

(7)

$$|\vec{P}_t^o| = WWD_p * |\vec{P}_t^c|$$

Graficznie wartości składowych potencjału bojowego t-tego systemu broni wyznacza się jak na rys.4.



Rys.4. Graficzne wyznaczenie wartości potencjałów składowych t-tego systemu broni.

Tak więc na podstawie /1/ zapisać można, że potencjał bojowy t-tego systemu broni wynosi P_t^c i posiada składowe: "zaczepną" - P_t^z i "obronną" - P_t^o w postaci /8/:

3.2.2 $\vec{P}_t^c = \langle \vec{P}_t^o, \vec{P}_t^z \rangle$ metoda szacowania wartości potencjału całkowitego systemu broni w oparciu o parametry systemu broni. (B)

Celem metody eksperckiej jest szybkie, przybliżone uzyskanie rozkładu wektora potencjału całkowitego systemu broni na składowe wektory: potencjał zaczepny i potencjał obronny. Metoda pozwala na szybkie i zgrubne określenie potencjałów cząstkowych każdego systemu broni w podgrupie. Uzyskując "szybkość" realizacji, tracimy na dokładności, ponieważ wskaźniki WWZ, WWO oceniane ekspercko, określane są dla podgrupy jako całości, a następnie utożsamiane z każdym typem systemu broni z tej podgrupy.

gdzie:

- X - zbiór parametrów charakteryzujący system broni
- x_i - w - ty pojedynczy parametr,
- w - liczba parametrów systemu.

Każdy system broni jest więc obiektem /punktem/ w przestrzeni wszystkich możliwych jego cech /ograniczenia zbioru "wszystkich możliwych" do zbioru parametrów jest ograniczenie przestrzeni cech do podprzestrzeni wyznaczonej przez te parametry/.

W zbiorze X parametrów systemu broni wyodrębnić można podzbiór X^z parametrów decydujących o przydatności "zaczepnej" systemu broni i podzbiór X^o parametrów decydujących o jego przydatności "obronnej".

Pewna grupa parametrów rzutuje zarówno na możliwości obronne, jak i zaczepne systemu, z tym, że ich wpływ na wartość potencjałów P^z , P^o może być niekoniecznie jednakowy. Parametry te zostaną więc zaliczone jednocześnie do obu podzbiorów X^z , X^o , natomiast ich różne znaczenie musi być uwzględnione np. przez odpowiednie współczynniki wagowe.

Oznaczmy zatem:

$$X^z = \{ x_{z_1}, \dots, x_{z_m}, \dots, x_{z_w} \}$$

$$X^o = \{ x_{o_1}, \dots, x_{o_n}, \dots, x_{o_w} \}$$

3.2.2. "Parametrowa" metoda szacowania wartości potencjałów broni cząstkowych w oparciu o parametry systemu broni.

Każdy typ systemu broni charakteryzowany jest zbiorem /o określonej liczności/ parametrów taktyczno - technicznych. Charakteryzują one różnoaspektową przydatność tego systemu w walce. Niech system broni charakteryzowany będzie zbiorem X parametrów /o liczności M /:

$$X = \{ x_1, \dots, x_m, \dots, x_M \} \quad (9)$$

gdzie:

X - zbiór parametrów charakteryzujący system broni

x_m - m - ty pojedynczy parametr,

M - liczba parametrów systemu.

Każdy system broni jest więc obiektem /punktem/ w przestrzeni wszystkich możliwych jego cech /ograniczenie zbioru "wszystkich możliwych" do zbioru parametrów jest ograniczeniem przestrzeni cech do podprzestrzeni wyznaczonej przez te parametry/.

W zbiorze X parametrów systemu broni wyodrębnić można podzbiór X^z parametrów decydujących o przydatności "zaczepnej" systemu broni i podzbiór X^o parametrów decydujących o jego przydatności "obronnej".

Pewna grupa parametrów rzutuje zarówno na możliwości obronne, jak i zaczepne systemu, z tym, że ich wpływ na wartość potencjałów P^z , P^o może być niekoniecznie jednakowy. Parametry te zostaną więc zaliczone jednocześnie do obu podzbiorów X^z , X^o , natomiast ich różne znaczenie musi być uwzględnione np. przez odpowiednie współczynniki wagowe.

Oznaczmy zatem:

$$X^z = \{ x_{z_1}, \dots, x_{z_m}, \dots, x_{z_M} \} \quad (10)$$

$$X^o = \{ x_{o_1}, \dots, x_{o_m}, \dots, x_{o_M} \}$$

gdzie:

X^z - zbiór parametrów opisujących makrocechę "zaczepekność" systemu broni;

X^o - zbiór parametrów opisujących makrocechę "obronność" systemu broni,

x_{z_m} - z_m -ty parametr zaczepny,

x_{o_m} - o_m -ty parametr obronny,

z_M - liczność zbioru parametrów zaczepnych,

o_M - liczność zbioru parametrów obronnych.

Omówione wyżej elementy spełniają więc następujące warunki:

$$X^z \cup X^o = X$$

$$X^z \cap X^o = \emptyset$$

$$0 \leq z_M \leq M$$

$$0 \leq o_M \leq M$$

(11)

Interpretując, że zbiór /9/ parametrów X rozpinają przestrzeń \mathcal{X} , taką, że $\mathcal{X} = \text{lin}(X)$, to skoro w zbiorze X wyróżniliśmy /10/ podzbiory X^z i X^o , to one rozpinają podprzestrzenie: "zaczepeką" - \mathcal{X}^z i "obronną" - \mathcal{X}^o , takie, że $\mathcal{X}^z = \text{lin}(X^z)$ i $\mathcal{X}^o = \text{lin}(X^o)$. W związku z powyższym, zachodzi /12/:

$$\dim(\mathcal{X}^z) = z_M$$

$$\dim(\mathcal{X}^o) = o_M$$

$$M \leq z_M + o_M \leq 2M$$

(12)

Procedura przejścia z wartości parametrów systemu broni do wartości jego potencjałów może być zrealizowana przy zastosowaniu np. metody taksonomii numerycznej /p. 3.1.1/.

Dany jest zbiór Ω , systemów broni postaci:

$$\Omega = \{ O_1, \dots, O_n, \dots, O_N \} \quad (13)$$

Każdy system broni $O_n \in \Omega$ charakteryzowany jest przez zbiór X^z parametrów "zaczepnych" /o licznosci z_M / i zbiór X^o parametrów "obronnych" /o licznosci o_M /.

Powstaje więc macierz informacji "zaczepnej" [$z_M \times N$]

$$X^z = \begin{bmatrix} X_{z_1^1}^1, & \dots, & X_{z_m^1}^1, & \dots, & X_{z_M^1}^1 \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ X_{z_1^n}^n, & \dots, & X_{z_m^n}^n, & \dots, & X_{z_M^n}^n \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ X_{z_1^N}^N, & \dots, & X_{z_m^N}^N, & \dots, & X_{z_M^N}^N \end{bmatrix} \quad (14)$$

i macierz informacji "obronnej" [$o_M \times N$]:

$$X^o = \begin{bmatrix} X_{o_1^1}^1, & \dots, & X_{o_m^1}^1, & \dots, & X_{o_M^1}^1 \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ X_{o_1^n}^n, & \dots, & X_{o_m^n}^n, & \dots, & X_{o_M^n}^n \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ X_{o_1^N}^N, & \dots, & X_{o_m^N}^N, & \dots, & X_{o_M^N}^N \end{bmatrix} \quad (15)$$

Rozwiązanie problemu polega na wyznaczeniu dla każdego obiektu $O_n \in \Omega$ w oparciu o parametry /14/ i /15/ jego potencjałów cząstkowych: zaczepnego P_n^z i obronnego P_n^o . Realizując zadanie metodami taksonomii numerycznej macierze /14/, /15/ parametrów, przekształcić należy w macierze wartości tych parametrów. Na tej podstawie przyjmując ustaloną miarę odległości taksonomicznej ustalić wartości tych makrocech P^z i P^o . Z

otrzymanych wartości zestawień można wtedy wektory "zaczepny" i "obronny" postaci:

$$\vec{P}^z = \langle \vec{P}_1^z, \dots, \vec{P}_n^z, \dots, \vec{P}_N^z \rangle \quad (16)$$

$$\vec{P}^o = \langle \vec{P}_1^o, \dots, \vec{P}_n^o, \dots, \vec{P}_N^o \rangle \quad (17)$$

W każdej z podprzestrzeni /12/ makrocech \mathcal{X}^z i \mathcal{X}^o zgodnie z przyjętą procedurą taksonomii numerycznej dla każdego obiektu O_n / $n \in N$ / obliczamy odległości:

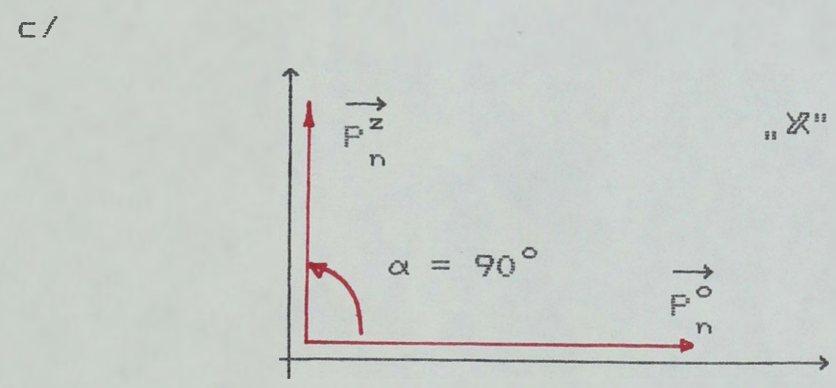
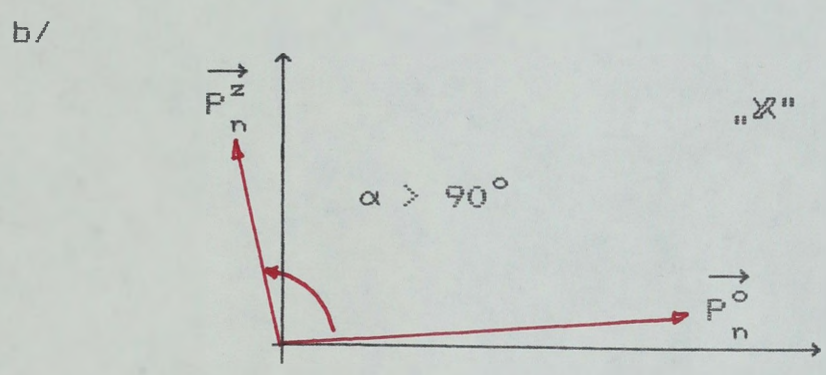
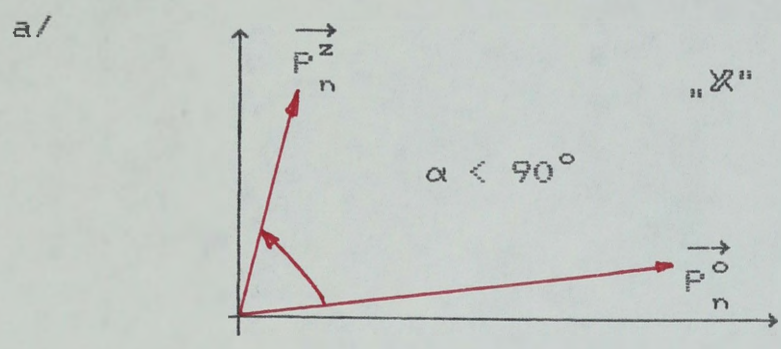
$$\begin{aligned} d_n^z(O_o, O_n^z) &= |\vec{P}_n^z| \\ d_n^o(O_o, O_n^o) &= |\vec{P}_n^o| \end{aligned} \quad (18)$$

gdzie obiekt O_o jest obiektem "zerowym" w odpowiedniej podprzestrzeni makrocech.

Jeśli przyjmiemy w badanej przestrzeni \mathcal{X} odległość jako metrykę euklidesową, to odległości /18/ dla każdego obiektu $O_n \in \Omega$, traktować należy jako długości wektorów /zaczepionych w obiekcie "zerowym": / $O_1, \dots, O_z, \dots, O_z$ / lub / $O_1, \dots, O_o, \dots, O_o$ / i o końcu w / $O_1^n, \dots, O_z^n, \dots, O_z^n$ / lub / $O_1^n, \dots, O_o^n, \dots, O_o^n$ //, rzuty ortogonalne na wektory bazy podprzestrzeni $\mathcal{X}^z, \mathcal{X}^o$ /odpowiednio/.

Widać, że wyznaczone wektory \vec{P}_n^z i \vec{P}_n^o znajdują się też w podprzestrzeni dwuwymiarowej makrocech $\mathcal{X}^z, \mathcal{X}^o$.

Zatem wektory \vec{P}_n^z i \vec{P}_n^o znajdują się w dwuwymiarowej podprzestrzeni przestrzeni \mathcal{X} , jednak przy przyjętych założeniach nie stanowią w niej bazy. Możliwe względem siebie ich położenia w przestrzeni \mathcal{X} pokazuje rys.5.



Rys.5. Możliwe wzajemne położenia wektorów \vec{P}^Z i \vec{P}^O w przestrzeni X.

Założenie ortogonalności wektorów (rys.5c) pociąga konieczność założenia rozłączności zbiorów X^Z i X^O /10/, a więc wydzielenia parametrów wyłącznie "zaczepeknych" i wyłącznie "obronnych". Eliminuje to parametry rzutujące zarówno na "zaczepekność" jak i na "obronność" systemu broni. Jest więc dość istotnym ograniczeniem.

Jeżeli zdefiniujemy pewien kąt α następująco:

$$\alpha \stackrel{\text{df}}{=} \text{kąt} \left(\vec{P}^{\circ}, \vec{P}^z \right) \quad (19)$$

to zachodzi:

$$0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2}$$

a więc przypadek z rys 5a. Wystąpienie przypadku 5b / $\alpha > \pi/2$ / jest niemożliwe: musiałyby fizycznie istnieć wartości potencjałów mniejsze od zera.

Dla rozwiązania przypadku ogólnego niezbędne jest oszacowanie wartości kąta α . O wartości tej decyduje podzbiór parametrów mających wpływ zarówno na możliwości zaczepne, jak i obronne systemu broni. Mamy więc do czynienia z trzema podzbiórami parametrów:

$$\begin{aligned} X^z &= \{ x_{z_1}, \dots, x_{z_m}, \dots, x_{z_M} \} \\ X^o &= \{ x_{o_1}, \dots, x_{o_m}, \dots, x_{o_M} \} \\ X^w &= \{ x_{w_1}, \dots, x_{w_m}, \dots, x_{w_M} \} \end{aligned} \quad (20)$$

$$z_M + o_M + w_M = M$$

gdzie:

- x_{z_m} - parametry nie mające wpływu na możliwości obronne systemu broni,
- x_{o_m} - parametry nie mające wpływu na możliwości zaczepne systemu broni,
- x_{w_m} - parametry mające wpływ na możliwości obronne i zaczepne systemu broni,
- z_M - ilość parametrów "zaczepnych",
- o_M - ilość parametrów "obronnych",
- w_M - ilość parametrów "wspólnych",

M - ilość parametrów charakteryzujących system broni.

Przyjmując podział /20/ parametrów, rozpatrzmy podprzestrzeń trójwymiarową z bazą wektorów \vec{P}^z (wymiar "zaczepny"), \vec{P}^o (wymiar "obronny"), \vec{P}^v (wymiar "wspólny").

Wpływ poszczególnych parametrów z podzbioru X^v /20/ może być różny na potencjał zaczepny i potencjał obronny. Z tego względu w oparciu o te parametry wyznaczone będą dwie wartości składowych "potencjału wspólnego": zaczepna \vec{P}^{vz} i obronna \vec{P}^{vo} .

Powstaje więc:

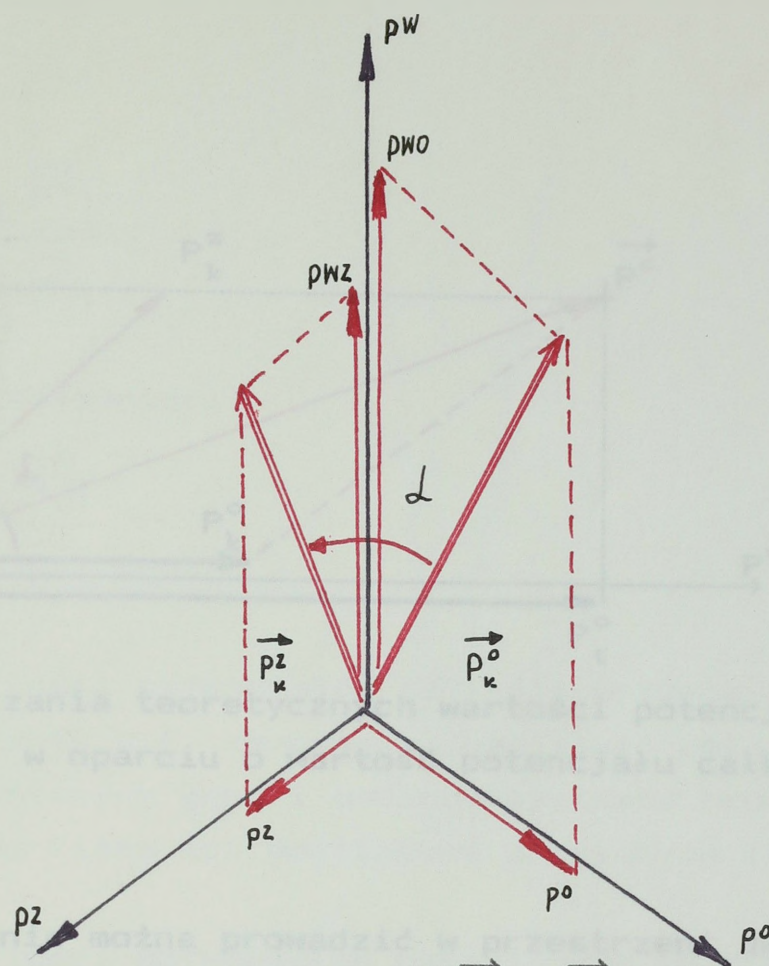
- dwuwymiarowa przestrzeń "zaczepna": $\vec{P}_k^z = \vec{P}^z + \vec{P}^{vz}$,
- dwuwymiarowa przestrzeń "obronna": $\vec{P}_k^o = \vec{P}^o + \vec{P}^{vo}$,

gdzie: $P_k^i = \sqrt{ \left(P^i \right)^2 + \left(P^{vi} \right)^2 } ; i = z, o.$

- trójwymiarowa podprzestrzeń : $\langle \vec{P}^z, \vec{P}^o, \vec{P}^v \rangle$, w której wyznaczamy interesujący nas kąt α :

$$\alpha = \text{kąt} \left[\vec{P}_k^z, \vec{P}_k^o \right] \tag{21}$$

Idea wyznaczenia kąta α przedstawiona jest na rys.6.



Rys. 6. Idea wyznaczania kąta $\alpha = \text{kat} \left(\vec{P}_k^z, \vec{P}_k^o \right)$ dla przykładowego systemu broni.

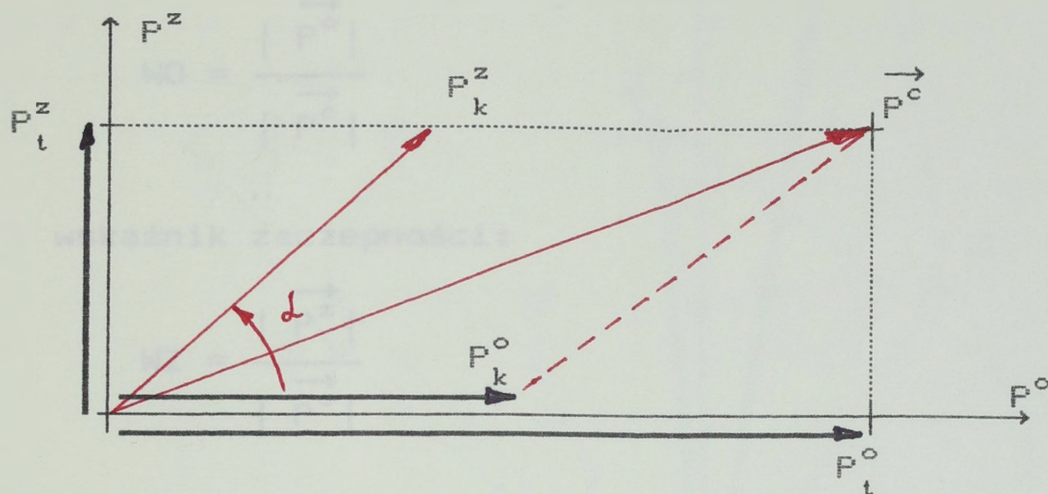
Algebraicznie wartość kąta α wyznaczyć można z zależności /22/:

$$\alpha = \arccos \frac{|\vec{P}_k^{v^o}| * |\vec{P}_k^{v^z}|}{|\vec{P}_k^o| * |\vec{P}_k^z|} \quad (22)$$

Z rysunku 6 i zależności (22) wynika, że wektory \vec{P}_k^o , \vec{P}_k^z są ortogonalne tylko w przypadku, gdy:

$$|\vec{P}_k^{v^i}| = 0 \Rightarrow \arccos \frac{\pi}{2} = 0$$

Znając dla danego systemu broni wartość kąta α , można w dwuwymiarowej przestrzeni $\langle \vec{P}_k^z, \vec{P}_k^o \rangle$ wyznaczyć teoretyczne wartości całkowitego potencjału \vec{P}_k^c , potencjału zaczepnego $\vec{P}_k^{z_t}$, i obronnego $\vec{P}_k^{o_t}$ tego systemu /rys. 7/:



Rys. 7. Idea wyznaczania teoretycznych wartości potencjałów cząstkowych (\vec{P}_t^z , \vec{P}_t^o) w oparciu o wartość potencjału całkowitego \vec{P}^c .

Dalsze rozwiązanie można prowadzić w przestrzeni dwuwymiarowej $\langle \vec{P}^z, \vec{P}^o \rangle$ przyjmując, że obiekt (system broni) ma potencjał całkowity \vec{P}^c , który rozkłada się na ortogonalne /"czyste"/ potencjały cząstkowe "zaczepny" - \vec{P}_t^z i "obronny" - \vec{P}_t^o . /W dalszych rozważaniach dla uproszczenia zapisu index t będzie pomijany./

Jako bazowe wielkości służące do "pomiaru" jakości systemu broni, badania jego przydatności w określonych sytuacjach bojowych można więc przyjąć /rys. 7/:

- potencjał całkowity \vec{P}^c systemu broni,
- potencjał zaczepny \vec{P}^z systemu broni, (22)
- potencjał obronny \vec{P}^o systemu broni.

Wykorzystując powyższe wartości dla każdego systemu broni można określić:

wskaźnik obronności:

$$WD = \frac{|\vec{P}^o|}{|\vec{P}^c|} \quad (23)$$

wskaźnik zaczepności:

$$WZ = \frac{|\vec{P}^z|}{|\vec{P}^c|} \quad (24)$$

Wyznaczenie wartości potencjałów (22) dla wszystkich systemów broni będących na wyposażeniu sił zbrojnych umożliwi pełniejszą analizę i ocenę wartości określonych grup i podgrup systemów broni, jak też całych zgrupowań wojsk, pod kątem ich możliwości zaczepnych i/lub obronnych.

Wyznaczanie wartości potencjałów określonych zbiorów systemów broni odbywać się będzie drogą sumowania wektorów odwzorowujących odpowiednie potencjały tych systemów.

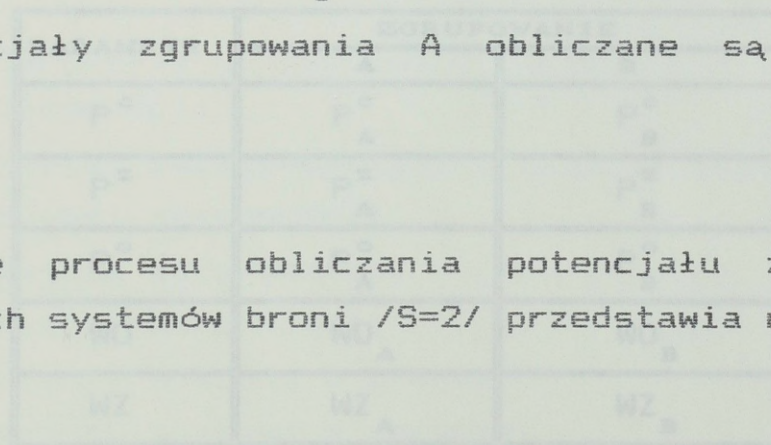
W dalszych rozważaniach dla uproszczenia obrazowania przyjmujemy, Niech zgrupowanie A składa się z S systemów broni. Każdy s-ty /s ∈ S/ system broni charakteryzowany jest trzema wektorami:

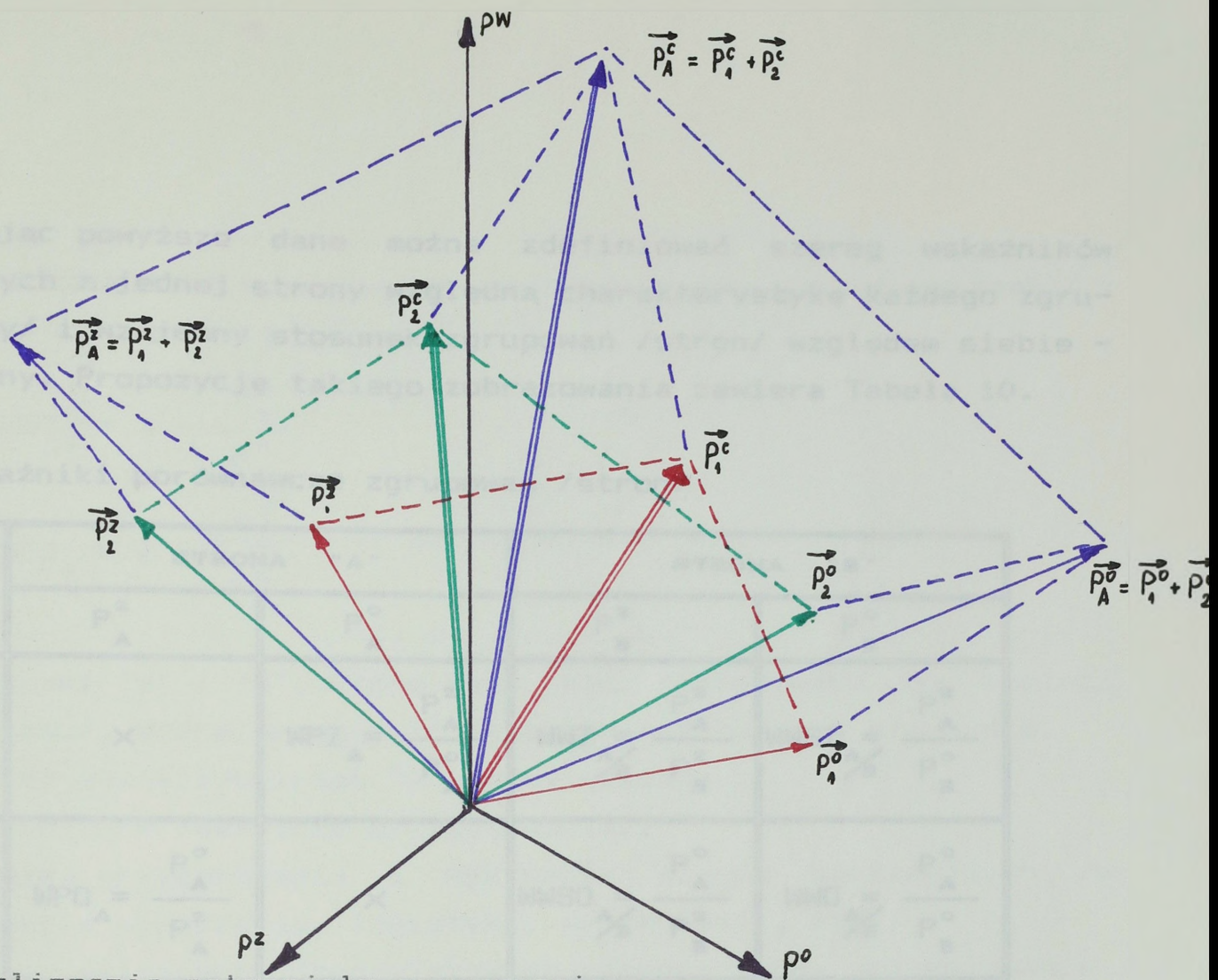
- potencjału całkowitego \vec{P}_s^c ,
- potencjału zaczepnego \vec{P}_s^z ,
- potencjału obronnego \vec{P}_s^o .

Odpowiednie potencjały zgrupowania A obliczane są jako sumy odpowiednich wektorów:

$$\vec{P}_A^l = \sum_{s=1}^S \vec{P}_s^l \quad (25)$$

Graficzne zobrazowanie procesu obliczania potencjału zgrupowania A składającego się z dwóch systemów broni /S=2/ przedstawia rys 8.





Rys. 8. Idea obliczania potencjału zgrupowania.

W dalszych rozważaniach dla uproszczenia obrazowania przyjmujemy, że wektory \vec{P}^z i \vec{P}^o są ortogonalne /składowa $P^w = 0$ /.

Dla rozpatrywanych dwóch zgrupowań systemów broni: A i B, dysponujemy więc danymi zestawionymi w tabeli 9.

Definicja Tabela 9. Zestawienie potencjałów zgrupowań A i B.

PARAMETR	ZGRUPOWANIE	
	A	B
P^c	P_A^c	P_B^c
P^z	P_A^z	P_B^z
P^o	P_A^o	P_B^o
WO	WO _A	WO _B
WZ	WZ _A	WZ _B

Wykorzystując powyższe dane można zdefiniować szereg wskaźników przedstawiających z jednej strony względną charakterystykę każdego zgrupowania /strony/ i wzajemny stosunek zgrupowań /stron/ względem siebie - z drugiej strony. Propozycję takiego zobrazowania zawiera Tabela 10.

Tabela 10. Wskaźniki porównawcze zgrupowań /stron/

		STRONA "A"		STRONA "B"	
		P_A^z	P_A^o	P_B^z	P_B^o
STRONA "A"	P_A^z	X	$WPZ_A = \frac{P_A^z}{P_A^o}$	$WWZ_{A/B} = \frac{P_A^z}{P_B^z}$	$WWSZ_{A/B} = \frac{P_A^z}{P_B^o}$
	P_A^o	$WPO_A = \frac{P_A^o}{P_A^z}$	X	$WWSO_{A/B} = \frac{P_A^o}{P_B^z}$	$WWO_{A/B} = \frac{P_A^o}{P_B^o}$
STRONA "B"	P_B^z	$WWZ_{B/A} = \frac{P_B^z}{P_A^z}$	$WWSZ_{B/A} = \frac{P_B^z}{P_A^o}$	X	$WPZ_B = \frac{P_B^z}{P_B^o}$
	P_B^o	$WWSO_{B/A} = \frac{P_B^o}{P_A^z}$	$WWO_{B/A} = \frac{P_B^o}{P_A^o}$	$WPZ_B = \frac{P_B^o}{P_B^z}$	X

Oznaczenia do tablicy 10:

- WO - wskaźnik obronności;
- WZ - wskaźnik zaczepności;
- WPZ - wskaźnik przewagi zaczepności;
- WPO - wskaźnik przewagi obronności;
- WWZ - względny wskaźnik zaczepności;
- WWO - względny wskaźnik obronności;
- WWSZ - względny wskaźnik sukcesu w ataku;
- WWSO - względny wskaźnik sukcesu w obronie.

Istnieje możliwość wykorzystania przedstawionych w tablicy 10 wskaźników do pogłębionych analiz odnośnie badania możliwych relacji

między stronami:

Na przykład rozbudowując względne wskaźniki sukcesu w ataku /WWSZ/ i w obronie /WWSO/ do postaci:

$$WWSZ_A = a * \frac{P_A^z}{P_B^o}$$

$$WWSO_A = b * \frac{P_A^o}{P_B^z}$$

Pod współczynnikami "a" i "b", które mogą być rozbudowane do postaci funkcji /np. czasu/, można uwzględnić interesujące badacza otoczenie.

Dla przykładu współczynnikiem "a" można opisać:

- zaskoczenie /skrytość przygotowania/;
- stopień przygotowania i wykonania planów operacyjnych /w aspekcie dowodzenia, logistyki, wyszkolenia, itp./;
- wpływ zmiennych środowiskowych /operacyjne przygotowanie terenu, pora roku, stan pogody, itp./;

Współczynnik "b" może uwzględniać:

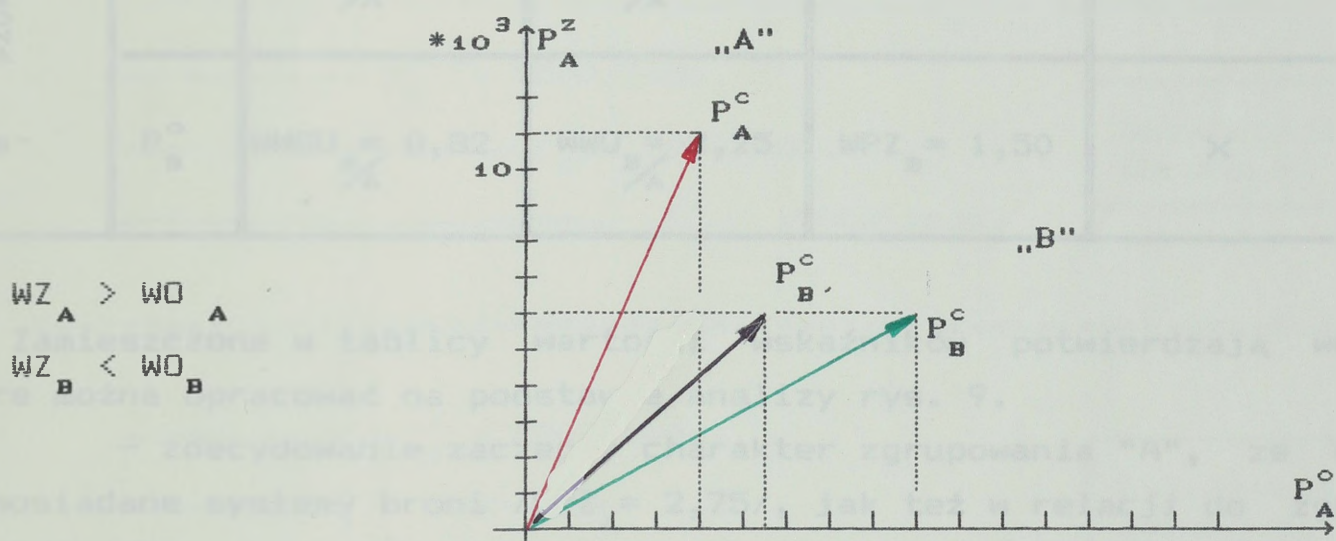
- stopień rozpoznania przeciwnika /stanu, zamiaru, przygotowania, wyszkolenia, itp./;
- trafność planów operacji obronnej do zaistniałej sytuacji;
- możliwości realizacyjne planu obrony;
- odporność na niszczenie /maskowanie, rozbudowa inżynieryjna, itp./;
- zdolność do przeciwuderzeń;
- wpływ zmiennych środowiskowych na obronę.

W celu pokazania praktycznej przydatności omówionej metody posłużymy się prostym przykładem. Niech dane będą dwa antagonistyczne zgrupowania "A" i "B", scharakteryzowane danymi jak w tabeli 11 /przy założeniu ortogonalności wektorów obrazujących potencjały cząstkowe/.

Tabela 11. Zestawienie potencjałów zgrupowań A i B.

PARAMETR	ZGRUPOWANIE	
	A	B
P^c	11,7	10,8
P^z	11,0	6,0
P^o	4,0	9,0

Potencjałowe zobrazowanie możliwości zaczepnych i obronnych tych zgrupowań przedstawione jest na rys. 9.



Rys.9. Graficzne zobrazowanie możliwości zaczepnych i obronnych zgrupowań strony "A" i "B".

W rozpatrywanym przykładzie wartości wskaźników charakteryzujących wzajemne relacje między zgrupowaniami /tabela 10/ przedstawione są w tabeli 12.

Tabela 12. Wskaźniki wartości porównawczych zgrupowań "A" i "B".

		STRONA "A"		STRONA "B"	
		P_A^z	P_A^o	P_B^z	P_B^o
STRONA "A"	P_A^z	X	$WPZ_A = 2,75$	$WWZ_{\frac{A}{B}} = 1,83$	$WWSZ_{\frac{A}{B}} = 1,22$
	P_A^o	$WPD_A = 0,36$	X	$WWSO_{\frac{A}{B}} = 0,67$	$WWD_{\frac{A}{B}} = 0,44$
STRONA "B"	P_B^z	$WWZ_{\frac{B}{A}} = 0,55$	$WWSZ_{\frac{B}{A}} = 1,50$	X	$WPZ_B = 0,67$
	P_B^o	$WWSO_{\frac{B}{A}} = 0,82$	$WWD_{\frac{B}{A}} = 2,25$	$WPZ_B = 1,50$	X

Zamieszczone w tablicy wartości wskaźników potwierdzają wnioski, które można opracować na podstawie analizy rys. 9.

- zdecydowanie zaczepny charakter zgrupowania "A", ze względu na posiadane systemy broni / $WPZ_A = 2,75$ /, jak też w relacji do zgrupowania "B" / $WWZ_{\frac{A}{B}} = 1,83$, $WWZ_{\frac{B}{A}} = 0,55$, a więc $WWZ_{\frac{A}{B}} \cong 3,3 * WWZ_{\frac{B}{A}}$;
- obronny charakter zgrupowania "B" / $WPD_B = 1,50$ /;
- mimo zdecydowanej przewagi w potencjale zaczepnym zgrupowania "A" nad "B" / $WWZ_{\frac{A}{B}} = 1,83$ / zgrupowanie "B" może "czuć się" stosunkowo bezpiecznie / $WWSO_{\frac{B}{A}} = 0,82$ /.

Rys. 10. Zestawienie potencjalnych możliwości stron "A" i "B".

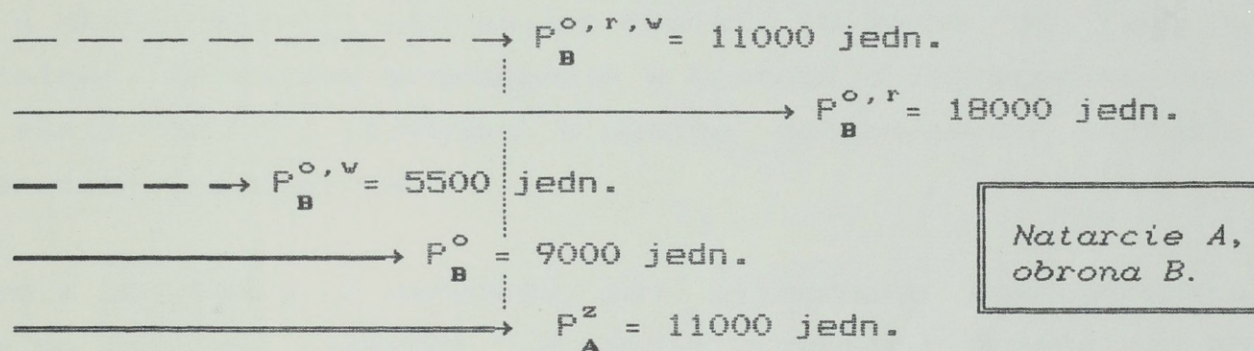
Rozpatrzmy hipotetyczną sytuację, że strona "A" zaatakowała stronę "B", wykorzystując w tym celu cały posiadany potencjał zaczepny. Jak przedstawiają się jej szanse na przygotowanym do obrony terenie?

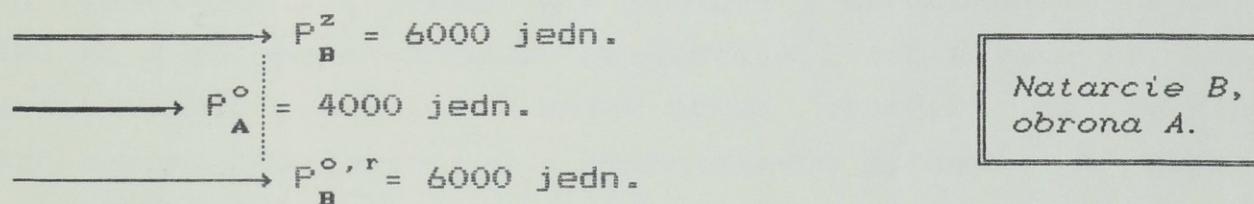
Założmy, że jedna umowna jednostka potencjału obronnego w przygoto

wanym do obrony terenie neutralizuje dwie umowne jednostki potencjału zaczepnego lub półtorej jednostki potencjału zaczepnego w terenie nie przygotowanym do obrony, tzn.:

$$1 \text{ jedn. } P^{\circ} \text{ równoważy } \begin{cases} 2 \text{ jedn. } P^z & \text{teren przygotowany do obrony} \\ 1.5 \text{ jedn. } P^z & \text{teren nieprzygotowany do obrony} \end{cases}$$

Na rys.10 zestawione zostały potencjalne możliwości stron.





OZNACZENIA:

P° - potencjał obronny; $P^{\circ, r}$ - potencjał równoważny w obronie;
 P^z - potencjał zaczepny; $P^{\circ, v}$ - potencjał wystarczający w obronie.

Rys.10. Zestawienie potencjalnych możliwości stron "A" i "B".

Z zestawienia /linie ciągłe na rys.10/ widać, że strona B dysponuje nadmiarem potencjału obronnego (P_B°) niezbędnego do powstrzymania strony A (P_A^z) i wystarczającym potencjałem zaczepnym (P_B^z) do ewentualnego przeciwuderzenia. Tak więc - przy przyjętych założeniach - warunki bezpieczeństwa strony B nie zmieniają się, jeżeli zmniejszy ona swój potencjał obronny do 5500 jednostek (rys.10 - linie przerywane). Stanowi

to znaczące zmniejszenie potencjału całkowitego strony B (rys.10 - linie przerywane) bez pogorszenia warunków bezpieczeństwa na wypadek agresji ze strony A.

Określanie wartości zagregowanych wskaźników charakteryzujących złożone obiekty czy procesy, jest problemem skomplikowanym. Jest ze swej natury niejednoznaczny i subiektywny. Wysiłki badaczy zorientowane są na właściwe określenie przestrzeni kryterialnej /modelu identyfikacyjnego/ badanego zjawiska i obiektywizację danych /wiele bowiem jest pochodzących z ekspertyzowego/.

Dlatego określanie makroagregatów ma swoich zwolenników i przeciwników. Oczekiwanie, że w oparciu o takie wskaźniki można będzie analizować zjawiska w skali "mikro", otrzymując wyniki zbliżone do rzeczywistych jest niecelowe. Natomiast prowadzenie w oparciu o zagregowane wskaźniki analiz w skali "makro", oczekując w wyniku szacunkowych wartości jest jak najbardziej uzasadnione.

Jednym z podstawowych warunków, aby szacowane makroagregaty były adekwatne do badanego zjawiska - w naszym przypadku potencjału bojowego /pojedynczych systemów broni jak i dominującego zgrupowania wojsk/ jest zachowanie racjonalności metodologicznej i rzeczowej, przy ich określaniu /konstrukcji/. Dążąc w punkcie 2 opracowania, metody szacowania JWi są w zasadzie metodami standardowymi, subiektywnymi. Stąd też próba przedstawienia w punkcie 3 dwóch metod opartych na obiektywnych wartościach parametrów taktyczno - technicznych sprzętu. A więc próba obiektywizacji zagregowanego wskaźnika.

4. ZAKOŃCZENIE.

Określanie wartości zagregowanych wskaźników charakteryzujących, złożone obiekty czy procesy, jest problemem skomplikowanym. Jest ze swej natury niejednoznaczne i subiektywne. Wysiłki badaczy zorientowane są na właściwe określenie przestrzeni kryterialnej /modelu identyfikacyjnego/ badanego zjawiska i obiektywizację danych /wiele bowiem jest pochodzenia ekspertowego/.

Dlatego określanie makroagregatów ma swoich zwolenników i przeciwników. Oczekiwanie, że w oparciu o takie wskaźniki można będzie analizować zjawiska w skali "mikro", otrzymując wyniki zbliżone do rzeczywistych jest niecelowe. Natomiast prowadzenie w oparciu o zagregowane wskaźniki analiz w skali "makro", oczekując w wyniku szacunkowych wartości jest jak najbardziej uzasadnione.

Jednym z podstawowych warunków, aby oszacowane makroagregaty były adekwatne do badanego zjawiska - w naszym przypadku potencjału bojowego /pojedynczych systemów broni jak i dowolnego zgrupowania wojsk/ jest zachowanie racjonalności metodologicznej i rzeczowej, przy ich określaniu /konstrukcji/. Omówione w punkcie 2 opracowania, metody szacowania JWW są w zasadzie metodami eksperckimi, subiektywnymi. Stąd też próba przedstawienia w punkcie 3 dwóch metod opartych na obiektywnych wartościach parametrów taktyczno - technicznych sprzętu. A więc próba obiektywizacji zagregowanego wskaźnika.

11. H.B. Kaszko, B.B. Bólyporki - Zastosowanie teorii prawdopodobieństwa do ilościowego uzasadnienia podjęcia decyzji, Bron. Mecz. 1977r nr 1 s. 46-55.
13. E. Kilar - Zastosowanie metod porównania wartości w wojskowych systemach informacyjnych, Praceł. Org. i Informatyki - 1974, nr 3 str. 114.
14. J. Cieśla - Potencjał ognia sprzętu bojowego i uzbrojenia - metoda szacowania, rękopis, 1991r.
15. R. Kostrzyński, B. Pęgiernie "Ocena wskaźnika jakości sprzętu bojowego", materiały IV Szkoły Inżynierii Systemów, Kiszyn 1990r.
16. "Metodyka oceny jakościowej uzbrojenia i sprzętu bojowego państw NATO", Szl. Gen. wewn. 3/174/91.

5. LITERATURA.

1. Album zasadniczych typów uzbrojenia i sprzętu bojowego głównych państw NATO, Szt. Gen. 1246/86, W-wa, 1987r.
2. Informator o amunicji artyleryjskiej państw NATO, Szt. Gen. 1226/85, W-wa, 1987r.
3. Travor Navitt DUPUY - Ilościowo - jakościowa metoda oceny zdolności bojowej i prognoz wyników walki, tłum. i wyd. ASB WF, 1984r.
4. Katalog broni raketowej głównych państw kapitalistycznych, Szt. Gen. 938/79, W-wa, 1979r.
5. Katalog sprzętu lotniczego państw NATO - samoloty i śmigłowce, Szt. Gen. 1005/80, W-wa, 1980r.
6. Katalog sprzętu lotniczego państw NATO - uzbrojenie samolotów i śmigłowców, Szt. Gen. 1187/84, W-wa, 1985r.
7. S. Chmielewski - Metodologia jakościowej oceny sił dla potrzeb planowania operacyjnego oraz rozwoju sił zbrojnych PRL, wyd. WII nr bibl. Fili NR 1 02976, 02998, 02921, W-wa 1979r.
8. Metodyka obliczeń operacyjno - taktycznych podczas planowania porażenia ogniowego przez wojska raketowe i artylerię - wyd. MON, DWRIArt, Art768/87 nr ewid. pf5824, oraz związane z tym materiały robocze, opracowane jako założenia do automatyzacji obliczeń potencjału bojowego dokonywanych w WRiART - nr RWD 45/077/1.
9. Wojskowy Przegląd Zagraniczny - wyd. jubileuszowe, W-wa, 1987.
10. Współczynniki jakościowe uzbrojenia i sprzętu bojowego wojsk własnych i nieprzyjaciela - wyd. Szt. Gen. wewn. 11/13/84.
11. Н.И. Иванов, Н.П. Полушенко - Zastosowanie teorii prawdopodobieństwa do ilościowego uzasadniania podejmowania decyzji, Воен. Мысль 1977r nr 1 s. 46-55.
13. E. Kilar - Zastosowanie metod pomiaru wartości w wojskowych systemach informatycznych, Przegl. Org. i Informatyki - 1974 nr 3 str. 114.
14. J. Cieśla - Potencjał ognia sprzętu bojowego i uzbrojenia - metoda szacowania, rękopis, 1991r.
15. R. Kostrzyński, B. Papiernik "Ocena wskaźnika jakości sprzętu bojowego", materiały IV Szkoły Inżynierii Systemów, Kiekrz 1990r.
16. "Metodyka oceny jakościowej uzbrojenia i sprzętu bojowego państw NATO", Szt. Gen. wewn. 4/174/81.

17. D. Jakubowski - "O porównywaniu jakości sprzętu bojowego", ZN ADN, nr. 3/4, W-wa 1991r.
18. T. Grabiński, S. Wydymus, A. Zeliaś - Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno - gospodarczych, PWE, 1989r.
19. E. Nowak - Metody taksonomiczne w klasyfikacji obiektów społeczno - gospodarczych PWE, 1990r.
20. W. Pluta - Wielowymiarowa analiza porównawcza w modelowaniu ekonometrycznym, PWN, 1986r.
21. E. Nowak - Problem informacji w modelowaniu ekonometrycznym, PWN, 1990r.