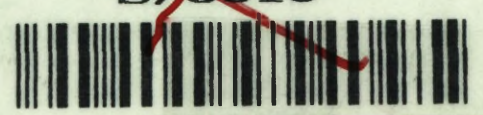


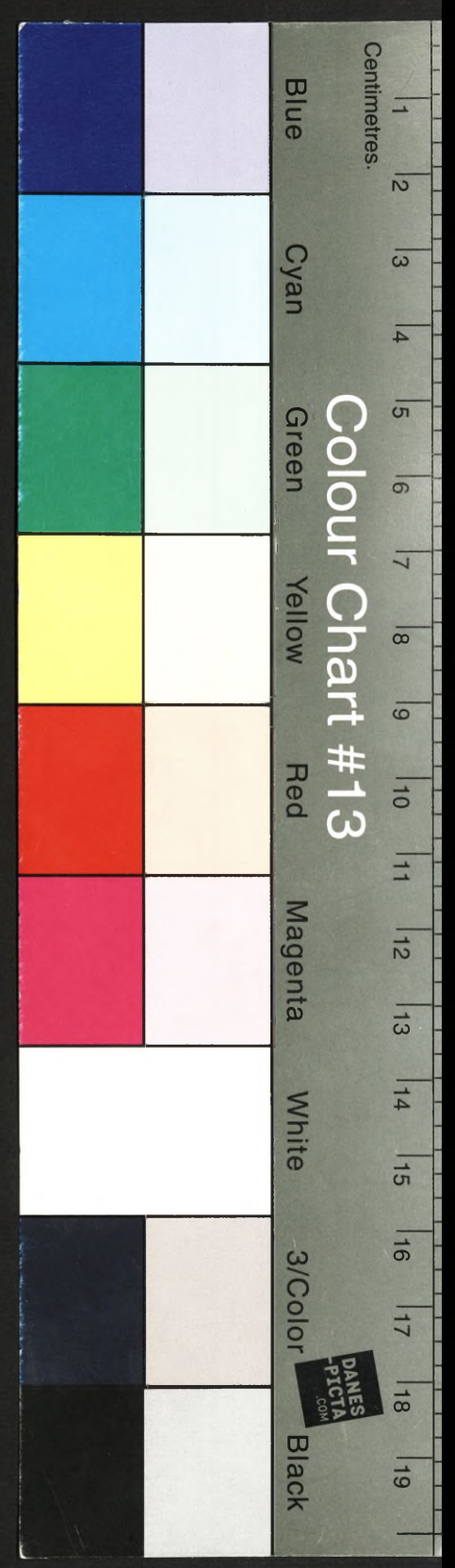
**AKADEMIA
OBRONY NARODOWEJ**

**MODEL OBLICZANIA I PORÓWNYWANIA
POTENCJAŁÓW BOJOWYCH ZGRUPOWAŃ
WOJSK WŁASNYCH I POTENCJALNEGO
PRZECIWNIKA**

WARSZAWA

68875

~~Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej
S/3816~~

05-003816-002-



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

CENTRUM INFORMATYKI



**MODEL OBLICZANIA I PORÓWNYWANIA
POTENCJAŁÓW BOJOWYCH ZGRUPOWAŃ WOJSK
WŁASNYCH I POTENCJALNEGO PRZECIWNIKA**

SYSTEM
6.0.0.0

Pod naukowym kierownictwem:
płk. dr. hab. inż. Czesława FLANKA
opracował:
kpt. dr Henryk SPUSTEK

WARSZAWA



1998

Praca naukowo – badawcza pt. "Model obliczania i porównywania potencjałów bojowych zgrupowań wojsk własnych i potencjalnego przeciwnika" – kryptonim SYSTEM – została opracowana zgodnie z „Planem prac naukowo – badawczych AON – 1998r” – pozycja planu 6.6.0.0.

Jest to pierwszy etap – teoretyczny pracy (opis metod oceny potencjałów bojowych, opracowanie zarysu modelu matematycznego oceny potencjałów bojowych).

Celem następnych (dwóch) etapów pracy 1999 – 2000r jest opracowanie systemu informatycznego umożliwiającego obliczanie i porównywanie potencjałów bojowych hipotetycznych stron walczących oraz jego weryfikacja na bazie wybranego rodzaju wojsk SZ RP i sąsiadujących państw.

płk dr hab. inż. Cz. FLANEK



SPIS TREŚCI

1. WPROWADZENIE	3
2. PRZEGLĄD ISTNIEJĄCYCH METOD OCENY POTENCJAŁU BOJOWEGO	6
2.1. OCENA WARTOŚCI BOJOWEJ UZBROJENIA I SPRZĘTU WOJSKOWEGO POPRZEZ OCENĘ WARTOŚCI UŻYTKOWEJ WYROBÓW PRZEMYSŁU ELEKTROMASZUNOWEGO	6
2.2. UPROSZCZONA METODA PORÓWNYWANIA WARTOŚCI BOJOWEJ UZBROJENIA I SPRZĘTU WOJSKOWEGO	8
2.3. PUNKTOWA OCENA BOJOWYCH MOŻLIWOŚCI WOJSK	13
2.4. METODA OPARTA NA WZORCU CZOŁGU T-55	26
2.5. UNIWERSALNA METODA OCENY WARTOŚCI BOJOWEJ UZBROJENIA ORAZ POTENCJAŁU BOJOWEGO ZWIĄZKÓW TAKTYCZNYCH I OPERACYJNYCH SIŁ ZBROJNYCH	27
2.6. METODA BADANIA JAKOŚCI BOJOWEJ CZOŁGU	31
2.7. METODA BELLINGERA W ZASTOSOWANIU DO ANALIZY JAKOŚCI TAKTYCZNEJ ŚMIGŁOWCÓW TRANSPORTOWYCH	36
3. DOBÓR CECH DIAGNOSTYCZNYCH DO MODELU OCENOWEGO METODĄ BADANIA POJEMNOŚCI INFORMACYJNEJ HELLWIGA	48
4. MODEL OBLICZANIA I PORÓWNYWANIA POTENCJAŁU BOJOWEGO ZGRUPOWAŃ WOJSK WŁASNYCH I EWENTUALNEGO PRZECIWNIKA	58
5. WNIOSKI	66
LITERATURA	68

1. WPROWADZENIE

Problematyka wyznaczania i porównywania potencjałów bojowych zgrupowań wojsk jest jednym z istotniejszych zagadnień w dziedzinie szkolenia operacyjnego sztabów, jak również – a raczej przede wszystkim – jest to jeden z najważniejszych problemów obecnej sztuki operacyjnej oraz teorii i praktyki dowodzenia wojskami.

Dokonujące się w obecnej dobie częste zmiany w systemach uzbrojenia, ich ciągła modernizacja, a także ewolucja poglądów w dziedzinie ich rzeczywistej skuteczności bojowej oraz możliwości użycia w określonych warunkach, powodują potrzebę precyzyjnego mierzenia możliwości bojowych posiadanych środków walki oraz uwzględniania zmienności walorów bojowych tych środków w zależności od charakteru i warunków prowadzenia działań bojowych.

Warunkiem obiektywnego porównania uzbrojenia lub sprzętu wojskowego jest znajomość jego wartości bojowej (użytkowej). Jednak bez posiadania odpowiedniej metodyki określania wartości bojowej (użytkowej), spełnienie tego warunku jest trudne. Dlatego też w wielu krajach od lat prowadzone były intensywne prace nad stworzeniem jakościowego miernika wartości bojowej. Jednak z różnych względów wyniki prac i analiz ekspertów wojskowych z tej dziedziny przez długi okres czasu nie były publikowane.

Możliwości bojowe wojska zależą od wielu czynników, wśród których podstawowe znaczenie posiada wyposażenie w uzbrojenie i sprzęt techniczno-wojskowy, przy czym w wyniku osiągnięć techniki rola wskaźników jakościowych niewspółmiernie wzrosła. Nie ulega wątpliwości, że koncepcje rozwoju uzbrojenia i sprzętu wojskowego poszczególnych rodzajów sił zbrojnych wynikają z jednej strony z rozwoju sił potencjalnego przeciwnika, z drugiej zaś są w znacznym stopniu uwarunkowane możliwościami technicznymi i ekonomicznymi.

Na przestrzeni ubiegłych wieków, z uwagi na używanie stosunkowo prostych środków walki, porównania wartości bojowej poszczególnych rodzajów uzbrojenia i sprzętu wojskowego nie sprawiały większych kłopotów. W miarę upływu czasu i rozwoju technicznych środków prowadzenia wojen zagadnienie to stawało się coraz bardziej skomplikowane.

Istnieje zatem ciągła potrzeba porównywania sprzętu własnego ze sprzętem sił zbrojnych innych państw (w tym potencjalnych przeciwników) zarówno z operacyjno-taktycznego, jak i ekonomicznego punktu widzenia oraz wyciągania wniosków z tych porównań dla podejmowania odpowiednich przedsięwzięć organizacyjno-technicznych, zapewniających

własnym siłom zbrojnym możliwie korzystną pozycję tak w okresie pokoju, jak i podczas ewentualnego konfliktu zbrojnego.

Trwający nieustannie rozwój nauki i techniki spowodował, że współczesne uzbrojenie i sprzęt wojskowy są coraz bardziej skomplikowane, gwałtownie rosną również koszty jego opracowania, produkcji i eksploatacji. Tym samym znacznie utrudnione zostały decyzje dotyczące jego wyboru. W konsekwencji równie gwałtownie wzrasta zapotrzebowanie na rozwiązywanie podstawowych problemów będących elementami wspomagania procesu podejmowania decyzji, a więc dokonywania racjonalnego wyboru systemu technicznego niezbędnego do realizacji wcześniej założonych celów. W tych procesach istotne znaczenie mają:

- wybór metody analizy i ocen funkcjonowania zarówno elementów, jak i systemów technicznych;
- wybór obiektywnych kryteriów ocen.

O wyborze metody (techniki) decydują przede wszystkim:

- cechy badanego przedmiotu;
- cele badań;
- punkt widzenia przyjmowany w procesie analizy [1].

Narzędziem wspomagającym proces podejmowania decyzji przy wyborze systemu technicznego jest wielokryterialna analiza porównawcza, która może być prowadzona z wykorzystaniem różnych technik badawczych.

Spośród metod analizy porównawczej, pozwalających na jakościowe klasyfikowanie porównywalnych obiektów na podstawie wartości wszystkich cech je opisujących, najczęściej wykorzystuje się:

- metodę Electre,
- metodę rozmytych relacji preferencji,
- metodę analizy brzegowej,
- metodę Bellingera,
- metodę taksonomii numerycznej [15].

Zarówno temat niniejszego opracowania, jak i zasygnalizowane wyżej problemy wymuszają następujący układ pracy:

- syntetyczną prezentację istniejących modeli ocenowych potencjału bojowego,

- omówienie kryteriów oceny stosowanych do obliczeń potencjału bojowego,
- szczegółowy opis metody proponowanej dla doboru cech diagnostycznych w procesie szacowania potencjału bojowego,
- praktyczny dobór cech diagnostycznych proponowaną metodą, na przykładzie wybranej grupy uzbrojenia.

Sporo miejsca w niniejszym opracowaniu zajmuje opis punktowej oceny bojowych możliwości wojsk opracowanej przez teoretyków amerykańskich, jak również opis algorytmu analiz porównawczych według metody Bellingera i badanie pojemności informacyjnej według Hellwiga. Takie rozłożenie akcentów ma swoje uzasadnienie, bowiem w budowanym modelu oceny potencjałów bojowych powyższe metody znajdują swoje zastosowanie. Pozostałe, podane tu metody (poza metodą badania jakości bojowej czołgu) znalazły się głównie ze względów informacyjnych.

2. PRZEGLĄD ISTNIEJĄCYCH METOD OCENY POTENCJAŁU BOJOWEGO

2.1 OCENA WARTOŚCI BOJOWEJ (UŻYTKOWEJ) UZBROJENIA I SPRZĘTU WOJSKOWEGO METODĄ GUTTA

Metoda ta pochodzi z końca lat 60-tych. Jest ona zaadaptowaną dla celów określania wartości bojowej (użytkowej) uzbrojenia i sprzętu wojskowego metodą A. Gutta, proponowaną do stosowania przy ocenie wartości użytkowej wyrobów przemysłu elektromaszynowego [2,3].

Oto najważniejsze założenia tej metody. Dla wyrobów (grup wyrobów) o tym samym przeznaczeniu, należy ustalić kryteria ich oceny (np. prędkość, ekonomiczność, niezawodność itp.), przy czym kryteria te można dalej dzielić na cechy w zależności od potrzeby. Przyjęte kryteria ocenia się wg skali ocen od 1 do 5. Geometryczną interpretację wyników ocen przedstawia wykres kołowy, składający się z 5 współśrodkowych okręgów (rys. 1) o promieniach $r=1; 2; 3; 4; 5$, odpowiadających przyjętej skali punktowej, przy czym promień $r=5$ wyraża ocenę najwyższą, to znaczy maksymalną w danych warunkach. Pole wykresu dzieli się na wycinki koła odpowiadające poszczególnym kryteriom, przy czym kąt podziału wycinków może być zróżnicowany w celu uwzględnienia wagi (znaczenia) poszczególnych kryteriów. W takim przypadku kąt podziału wynosi:

$$\alpha_0 = \frac{360}{\Sigma_p}$$

gdzie: Σ_p - suma preferencji;

zaś kąty poszczególnych wycinków $\alpha = p\alpha_0$.

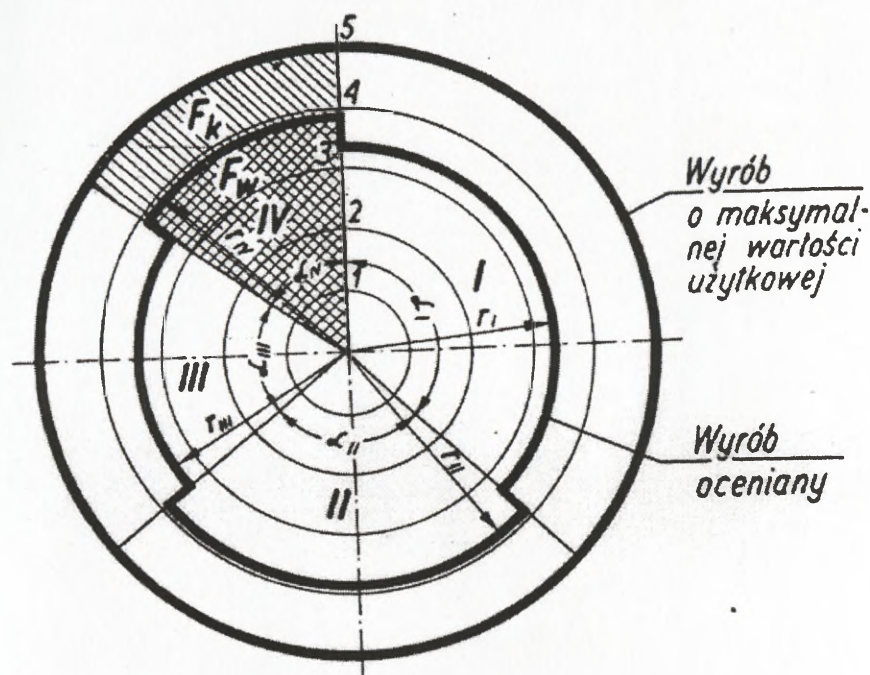
Można również ustalić i nanieść na wykres kołowy poziom minimalny, którego przekroczenie w dół powinno dyskwalifikować wyrób. Wyniki liczbowe ocen ustala się obliczając powierzchnie kolejnych wycinków kołowych w następujący sposób:

$$F_w = \frac{\pi r^2 \alpha}{360}$$

gdzie: F_w - powierzchnia wycinka wykresu;

α - kąt wycinka;

r - promień wycinka.



Rys. 1. Kołowy wykres wartości bojowej (użytkowej)

Ocenę wartości bojowej (użytkowej) cech wyrażonych np. w I wycinku wykresu kołowego otrzymamy dzieląc jego powierzchnię (F_w) przez powierzchnię wycinka koła (F_k):

$$\frac{F_{wI}}{F_k} = \frac{\pi r_1^2 \alpha_I}{360} : \frac{\pi r^2 \alpha_I}{360} = \frac{r_1^2}{r^2} = \frac{r_1^2}{25}$$

Syntetyczny miernik wartości bojowej (użytkowej) wyrobu ocenianego np. wg czterech kryteriów powinien odpowiadać stosunkowi sumy powierzchni 4 wycinków wykresu kołowego do powierzchni całego koła o promieniu $r=5$, reprezentującego najwyższy światowy poziom w tym zakresie. Matematyczna postać syntetycznego wskaźnika wartości bojowej wyrobu jest następująca:

$$J = \frac{\sum \pi r^2 \alpha}{360 \pi 5^2} = \frac{\sum \alpha r^2}{9000}$$

a jego maksymalna wartość może wynosić 1.

Kształt linii konturowej wykresu kołowego umożliwi wyciągnięcie wniosków dotyczących konstrukcji ocenianego wyrobu. Przebieg tej linii przez wszystkie segmenty wykresu na wyrównanym poziomie i w pobliżu obwodu koła o promieniu $r=5$ świadczy o prawidłowym rozwiązaniu konstrukcji, przy właściwym uwzględnieniu wymagań i odpowiednim wykorzystaniu istniejących możliwości techniki. Natomiast przebieg tej linii przy znacznie zróżnicowanych promieniach w poszczególnych segmentach wykresu jest dowodem słabo opracowanej konstrukcji.

2.2 UPROSZCZONA METODA PORÓWNYWANIA WARTOŚCI BOJOWEJ (UŻYTKOWEJ) UZBROJENIA I SPRZĘTU WOJSKOWEGO

Metoda ta pochodzi z drugiej połowy lat 70-tych [4]. Jest to metoda parametryczno-punktowa, która oprócz zmian podstawowych parametrów wymiennych, uwzględnia również cechy niewymierne, mające istotny wpływ na zmiany wartości bojowej uzbrojenia i sprzętu.

W metodzie tej do sumy skorygowanych wskaźników dynamiki zmian parametrów są dodawane punkty za poprawę cech niewymiennych, wg ogólnego wzoru:

$$W = \sum_{i=1}^n \left(\frac{p_i}{p_{0_i}} q_i \right) + S$$

gdzie:

- W - skwantyfikowany wskaźnik dynamiki zmian wartości bojowej wzoru uzbrojenia i badanego sprzętu;
- p - wymienny parametr badanego sprzętu;
- p₀ - wymienny parametr sprzętu bazowego (wzorca);
- q - współczynnik wagi dla skorygowania dynamiki zmian poszczególnych parametrów;
- i - kolejne parametry i współczynniki wagi;
- S - suma punktów za cechy niewymierne.

Zasadnicza różnica merytoryczna omawianej metody w stosunku do innych metod polega na tym, że do analizy rachunkowej zmian parametrów wymiennych nie wprowadza się wskaźników dynamiki zmian, lecz wskaźniki przyrostu poszczególnych parametrów. Cechy niewymierne ocenia się metodą punktową wg określonego klucza.

Przy założeniu, że przyrosty poszczególnych parametrów wymiennych powodują proporcjonalny przyrost wartości bojowej porównywanego uzbrojenia i sprzętu technicznego, całkowity przyrost tej wartości (ΔP) równałby się sumie algebraicznej przyrostów poszczególnych parametrów wymiennych (Δp), co można wyrazić wzorem:

$$\Delta P = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \dots + \Delta p_n = \left(\frac{p_1}{p_{0_1}} - 1 \right) + \left(\frac{p_2}{p_{0_2}} - 1 \right) + \dots + \left(\frac{p_n}{p_{0_n}} - 1 \right) = \sum_{i=1}^n \Delta p_i$$

lub:

$$\Delta P = \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i}{P_0} - 1 \right)$$

Po uwzględnieniu punktów za cechy niewymierne (ΔW), całkowity przyrost efektywności bojowej (ΔE_b) można wyrazić wzorem:

$$\Delta E_b = \Delta P + \Delta W = \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i}{P_0} - 1 \right) + \Delta W$$

W rzeczywistości jednak nie wszystkie parametry w jednakowym stopniu wpływają na finalną wartość bojową uzbrojenia i sprzętu technicznego. Przy rozpatrywaniu porównywalnych rodzajów uzbrojenia i sprzętu technicznego (szczególnie bardziej skomplikowanych, o dużej liczbie parametrów) należy wprowadzić system wag dla poszczególnych parametrów wymiernych, a także ocenić wpływ parametrów niewymiernych na końcowy wynik wartości bojowej badanego uzbrojenia.

Wprowadzenie tzw. współczynnika wagi parametru q jest konieczne w celu odpowiedniego zróżnicowania wpływu zmian poszczególnych parametrów wymiernych na końcowy wynik wartości bojowej badanego wzoru uzbrojenia. Wartość współczynnika wagi parametru q mieści się w granicach:

$$0,01 \leq q \leq 1,00$$

przy założeniu, że suma wag jest równa jedności:

$$\sum_{i=1}^n q_i = 1$$

Zależnie od rangi parametrów należy przyjąć następujące wartości q :

- dla podstawowego parametru (grupy parametrów) $q = 0,30 \div 0,80$;
- dla pozostałych parametrów (grup parametrów) $q = 0,01 \div 0,30$

Cechy niewymierne z reguły w mniejszym stopniu wpływają bezpośrednio na ogólną wartość bojową uzbrojenia (sprzętu), dlatego też należy odpowiednio ograniczyć liczbę dopisywanych punktów, różnicując ich maksymalną, dysponowaną liczbę (zwaną dalej dysponowaną pulą punktów „dpp” za cechy niewymierne) zależnie od rodzaju sprzętu.

W ten sposób, w przypadku szczególnie skomplikowanych rodzajów uzbrojenia

(nosiciele broni) - np. czołg, samolot, okręt - gdy wpływ tych cech jest większy, proponuje się przyjąć $dpp=0,25$, a dla pozostałego sprzętu 0,10 pkt.

W omawianej metodzie proponuje się przyjęcie następujących zasad stosowania oceny punktowej:

1. rozpatrywać nie więcej jak 3÷4 cechy (grupy cech) niewymierne;
2. punkty doliczać wg następującego klucza: dla 1÷2 cech (grup cech) najważniejszych przeznaczyć 50÷60% dpp, a dla pozostałych resztę;
3. wyłącznym warunkiem zapisu punktów w pełnym wymiarze dla badanego wzoru uzbrojenia lub sprzętu za daną cechę niewymierną jest brak tej cechy sprzętu bazowego; w przypadku wyraźnej różnicy jakości tej cechy na korzyść sprzętu badanego dopisywać tylko część punktów przewidzianą za daną cechę niewymierną (wg uznania prowadzącego analizę porównawczą);
4. w przypadku występowania określonej cechy niewymiernej sprzętu bazowego (wzorca), a braku jej w przypadku sprzętu badanego, lub wyraźnej różnicy jej jakości na niekorzyść sprzętu badanego - przewidzianą liczbę punktów (w pełnym wymiarze lub częściowo) doliczać ze znakiem ujemnym.

Ocena powinna być surowa i krytyczna, w związku z czym nie musi być wyczerpana cała dpp przewidziana za cechy niewymierne.

Przyrosty poszczególnych parametrów wymiernych oblicza się na podstawie wzorów:

$$\Delta p_i = \left(\frac{p_i}{p_0} - 1 \right) q_i$$

lub:

$$\Delta p_i = \left(1 - \frac{p_i}{p_0} \right) q_i$$

gdzie:

Δp_i - przyrost i-tego parametru wymiernego wzoru uzbrojenia (sprzętu) badanego;

p_i - wartość i-tego wymiernego parametru wzoru uzbrojenia (sprzętu) badanego;

p_{0i} - wartość i-tego wymiernego parametru wzoru uzbrojenia (sprzętu) bazowego;

q_i - współczynnik wagi dla i-tego parametru wymiernego.

Pierwszy z wymienionych wzorów stosuje się w następujących przypadkach:

1. jeżeli nierówność $p_i > p_{0i}$ jest wynikiem poprawy parametru sprzętu badanego w stosunku do parametru sprzętu bazowego; wówczas iloraz $\frac{p_i}{p_{0i}} > 1$, a tym samym wyrażenie

$$\left(\frac{p_i}{p_{0i}} - 1\right)q_i > 0 \text{ i przyrost parametru jest dodatni: } \Delta p_i > 0;$$

2. jeżeli nierówność $p_i < p_{0i}$ jest wynikiem pogorszenia parametru sprzętu badanego w stosunku do parametru sprzętu bazowego; wówczas $\frac{p_i}{p_{0i}} < 1$, a tym samym wyrażenie $\left(\frac{p_i}{p_{0i}} - 1\right)q_i < 0$ i przyrost parametru jest ujemny: $\Delta p_i < 0$;

3. jeżeli $p_i = p_{0i}$, tzn. rozpatrywany parametr nie uległ zmianie; wówczas $\frac{p_i}{p_{0i}} = 1$, wyrażenie

$$\left(\frac{p_i}{p_{0i}} - 1\right)q_i = 0, \text{ a tym samym } \Delta p_i = 0.$$

Wzór drugi stosuje się w następujących przypadkach:

1. jeżeli nierówność $p_i < p_{0i}$ jest wynikiem poprawy parametru sprzętu badanego w stosunku do parametru sprzętu bazowego (np. zmniejszenie ciężaru własnego uzbrojenia); wówczas iloraz:

$$\frac{p_i}{p_{0i}} < 1, \text{ ale wyrażenie } \left(1 - \frac{p_i}{p_{0i}}\right)q_i > 0 \text{ a tym samym } \Delta p_i > 0;$$

2. jeżeli nierówność $p_i > p_{0i}$ jest wynikiem pogorszenia parametru sprzętu badanego w stosunku do parametru sprzętu bazowego (np. zwiększenie nacisku jednostkowego pojazdu); w tym przypadku $\frac{p_i}{p_{0i}} > 1$, ale wyrażenie $\left(1 - \frac{p_i}{p_{0i}}\right)q_i < 0$ oraz $\Delta p_i < 0$.

Łączny przyrost wszystkich parametrów badanych można obliczyć na podstawie wzoru:

$$\Delta P = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \dots + \Delta p_n = \left(\frac{p_1}{p_{01}} - 1\right)q_1 + \left(\frac{p_2}{p_{02}} - 1\right)q_2 + \dots + \left(\frac{p_n}{p_{0n}} - 1\right)q_n = \sum_{i=1}^n \Delta p_i$$

lub:

$$\Delta P = \sum_{i=1}^n \left(\frac{p_i}{p_{0_i}} - 1 \right) q_i$$

Łączną liczbę punktów za cechy niewymierne oblicza się wg wzoru:

$$\Delta W = \Delta w_1 + \Delta w_2 + \dots + \Delta w_m$$

lub:

$$\Delta W = \sum_{i=1}^m \Delta w_i$$

Całkowity przyrost efektywności bojowej badanego wzoru uzbrojenia lub sprzętu technicznego oblicza się następująco:

$$\Delta E_b = \Delta P + \Delta W = \sum_{i=1}^n \Delta p_i + \sum_{i=1}^m \Delta w_i$$

lub:

$$\Delta E_b = \sum_{i=1}^n \left(\frac{p_i}{p_{0_i}} - 1 \right) q_i + \sum_{i=1}^m \Delta w_i$$

gdzie:

ΔE_b - całkowity przyrost efektywności bojowej badanego uzbrojenia;

$\sum_{i=1}^n \left(\frac{p_i}{p_{0_i}} - 1 \right) q_i$ - suma algebraiczna skorygowanych przyrostów parametrów wymiernych;

$\sum_{i=1}^m \Delta w_i$ - suma punktów za wprowadzenie lub udoskonalenie cech niewymiernych.

Wyrażając wskaźnik przyrostu efektywności bojowej ΔE_b w procentach ($\Delta E_b \cdot 100\%$) otrzymujemy informację o ile procent sprzęt badany ma wyższą (jeżeli $\Delta E_b > 0$) lub niższą (jeżeli $\Delta E_b < 0$) wartość bojową względem sprzętu bazowego (wzorcowego).

Dokonując porównania wartości bojowej uzbrojenia omawianą metodą należy pamiętać, że rachunek wskaźników przyrostów wartości bojowej porównywanych wzorów musi być przeprowadzony przy wykorzystaniu tego samego egzemplarza bazowego (wzorca) - np. będącego w wyposażeniu wojsk - zarówno w odniesieniu do jego parametrów wymiernych jak i cech niewymiernych.

W celu ułatwienia doboru współczynników wag oraz przeprowadzenia poprawnej analizy porównawczej zasadne wydaje się dokonanie podziału rozpatrywanych parametrów wymiernych i cech niewymiernych na grupy parametrów (cech) charakteryzujących określoną funkcję sprzętu. Następnie, biorąc pod uwagę podstawową funkcję porównywanych wzorów uzbrojenia, należy szacunkowo określić współczynniki wagi dla parametrów podstawowych i pozostałych.

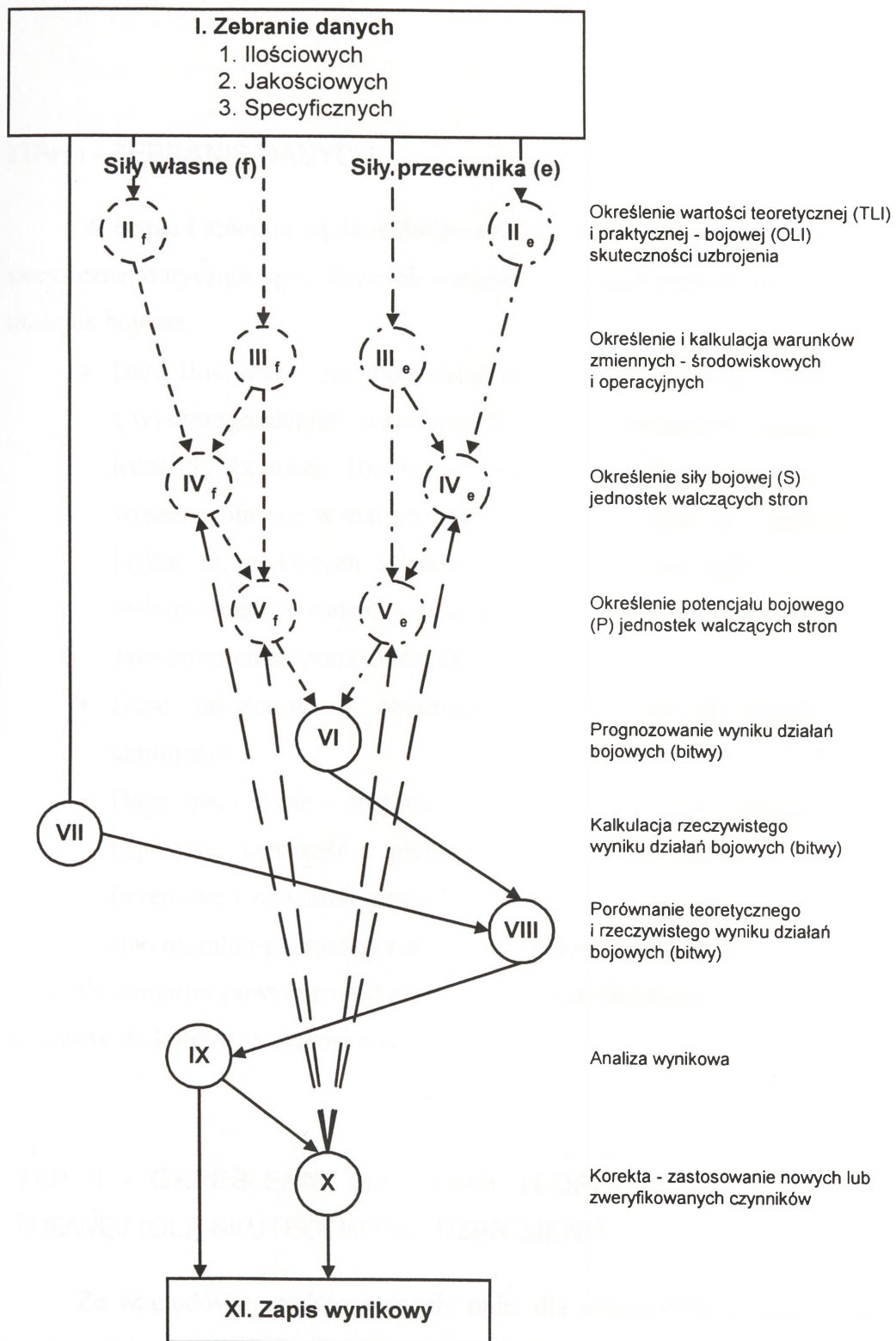
W dalszej kolejności należy przeprowadzić rachunek przyrostu wartości bojowej dwóch porównywalnych, dobrze znanych wzorów uzbrojenia. W przypadku otrzymania wyniku zawierającego wyraźne odchylenia, konieczne jest dokonanie odpowiedniej korekty szacunkowo przyjętych współczynników wagi. Kolejne korekty współczynników wagi oraz rachunki przyrostu wartości bojowej pozwolą na określenie współczynników „wzorcowych”, którymi należy się posługiwać przy analizie innych, nieznanymi wzorów danego rodzaju uzbrojenia.

2.3 PUNKTOWA OCENA BOJOWYCH MOŻLIWOŚCI WOJSK

Metoda punktowej oceny sił QJM (The Quantified Judgment Method) została opracowana przez zespół amerykańskich ekspertów wojskowych. Metoda ta bazuje na szczegółowej analizie porównawczej z historycznych bitew, począwszy od starożytności do współczesnych wojen izraelsko-arabskich (do 1973 r. włącznie), ze szczególnym uwzględnieniem 81 bitew z okresu II wojny światowej [5].

Istotą metody QJM jest przedstawienie w sposób policzalny najważniejszych czynników ilościowych i jakościowych, które mają wpływ na przebieg i wynik wojny i są niezbędne do określania możliwości bojowych wojsk oraz prognozowania wyników przyszłych działań bojowych. W kalkulacjach i ocenach prowadzonych zgodnie z wypracowanymi zasadami wykorzystuje się dane tabelaryczne oraz wzory matematyczne uzyskane najczęściej empirycznie z analizy dostępnych historycznych i współczesnych danych statystycznych.

Zgodnie z metodą punktowej oceny sił QJM, proces oceny możliwości analizowanych sił zbrojnych obejmuje jedenaście, w tym osiem podstawowych (od I do VIII) etapów analizy (patrz rys. 2).



Rys. 2. Etapy postępowania przy analizie możliwości bojowych wojsk metodą QJM

ETAP I - ZEBRANIE DANYCH

W etapie I zbierane są dane ilościowe i jakościowe dotyczące walczących stron oraz dane specyficzne, dotyczące specyficznych warunków w jakich prowadzono lub będzie się prowadzić działania bojowe.

- Dane ilościowe - obejmują skład zgrupowania bojowego każdej z walczących stron, z wyszczególnieniem ważniejszych środków bojowych i systemów uzbrojenia każdej jednostki bojowej. Bierze się przy tym pod uwagę wszystkie środki ogniowe wyszczególnione w etatach bojowych TOE (Tables of Organization and Equipment) i tylko te, o których wiadomo, że są w danej jednostce bojowej i mogą być wykorzystane w walce, w tym również broń indywidualną stanów osobowych służb zabezpieczenia i pomocniczych.
- Dane jakościowe - obejmują kompletne charakterystyki taktyczno-techniczne uzbrojenia.
- Dane specyficzne - obejmują głównie zadania stron, poniesione straty w sile żywej i sprzęcie, szerokość i głębokość ugrupowania bojowego, warunki środowiskowe (terenowe i meteorologiczne) a także poziom wyszkolenia i doświadczenie bojowe, stan moralno-polityczny i efektywność dowodzenia jednostkami bojowymi.

Po zebraniu powyższych danych są one klasyfikowane i porządkowane i stanowią dane wejściowe do kolejnych etapów analizy.

ETAP II - OKREŚLENIE WARTOŚCI TEORETYCZNEJ (TLI) I PRAKTYCZNEJ - BOJOWEJ (OLI) SKUTECZNOŚCI UZBROJENIA

Ze względów metodologicznych, m.in. dla uwzględnienia wartości bojowej uzbrojenia w zależności od warunków terenowych, w jakich będzie działać na współczesnym polu walki, uzbrojenie podzielono na:

1. Uzbrojenie niemobilne - do którego zaliczono środki, które nie mają możliwości samodzielnego poruszania się, a jeżeli ją nawet mają - to nie są przystosowane do prowadzenia ognia w ruchu. Do uzbrojenia tego zaliczono środki stacjonarne, przenośne,

przewoźne, ciągnięte i montowane na podwoziach (artyleria samobieżna).

2. Uzbrojenie mobilne - do którego zaliczono systemy uzbrojenia mogące prowadzić ogień w ruchu. Zaliczono do tej grupy głównie czołgi, bojowe wozy piechoty i samoloty, które zazwyczaj mają jeden zasadniczy i jeden lub więcej pomocniczych środków ogniowych.

Z racji, że środki ogniowe sklasyfikowane jako uzbrojenie niemobilne (np. ciężki karabin maszynowy) są elementami mobilnego uzbrojenia, ich wskaźniki skuteczności muszą być określone przed określeniem całościowych wskaźników skuteczności uzbrojenia mobilnego.

Celem jednoznacznego rozumienia i klasyfikowania uzbrojenia w metodzie QJM podzielono go na sześć podstawowych rodzajów i scharakteryzowano następująco:

1. Broń piechoty - są to środki ogniowe wykorzystywane bezpośrednio lub pośrednio w walce przy wykonywaniu zadań typowych dla piechoty. Zaliczono do nich pistolety, pistolety maszynowe, ciężkie karabiny maszynowe i inne środki ogniowe (poza przeciwpancernymi) oraz opancerzone wozy bojowe (poza BWP, które są klasyfikowane jako broń pancerna).
2. Broń pancerna - obejmuje uzbrojenie mobilne, które odgrywa zasadniczą rolę na polu walki. Zaliczono do niej czołgi, bojowe wozy piechoty (BWP), opancerzone wozy rozpoznawcze, samochody pancerne, działa szturmowe i niszczyciele czołgów.
3. Broń przeciwpancerna - przeznaczona do zwalczania sił pancernych przeciwnika. Zaliczono do niej granatniki ppanc., ppk i samobieżne wyrzutnie ppk.
4. Artyleria polowa - zaliczono do niej wyrzutnie pocisków raketowych, działa i moździerze, których zadaniem jest wspieranie piechoty i wojsk pancernych ogniem pośrednim.
5. Broń przeciwlotnicza - są to środki naziemne, których priorytetowym zadaniem jest zwalczanie środków napadu powietrznego przeciwnika.
6. Broń wsparcia powietrznego - to samoloty i śmigłowce, których zadaniem jest wsparcie ogniowe walczących wojsk z powietrza lub zwalczanie celów naziemnych przeciwnika znajdujących się w rejonie bezpośredniej styczności.

Kolejnym krokiem - po dokonaniu powyższej klasyfikacji - jest określenie wskaźników pośrednich do wyznaczania wskaźników teoretycznej i praktycznej skuteczności uzbrojenia.

Metodyka w sposób szczegółowy podaje zasady obliczania wskaźników. Jednakże ze względu na obszerność opisu tych zasad, zostaną one scharakteryzowane tylko w sposób bardzo ogólny.

Czynnik natężenia ognia - RF (Rate of Fire)

Czynnik natężenia ognia RF wyznaczany jest w oparciu o parametr szybkostrzelności. Rozumiany jest jako liczba skutecznych strzałów, które w idealnych warunkach można oddać

z danego środka ogniowego do celu w określonym czasie. Jako jednostkę czasu wybrano godzinę. Do obliczeń wskaźnika RF przyjęto następujące zasady przelicznikowe:

- a) dla załogowo obsługiwanej broni automatycznej:
- b) $RF=4 \cdot \text{szybkostrzelność (strzałów/minutę)}$
- c) dla ręcznej broni automatycznej i dla pokładowej broni automatycznej na samolotach i śmigłowcach:
- d) $RF=2 \cdot \text{szybkostrzelność (strzałów/minutę)}$
- e) dla broni nieautomatycznej wskaźnik RF określa się na podstawie wykresów, przedstawiających eksperymentalnie określoną zależność czynnika RF od kalibru broni.

Czynnik zdolności rażenia - PTS (Number of Potencial Targets per Strike)

Czynnik ten określa liczbę możliwych do zniszczenia celów jednym strzałem i wyznaczany jest celem ustalenia podstawy do porównania względnej teoretycznej skuteczności broni umożliwiającej rażenie celów punktowych a systemami broni mającymi zdolność rażenia celów powierzchniowych. Aby można było dokonać takich porównań, niezbędne jest przyjęcie do obliczeń określonego celu i gęstości celów. Za cel punktowy przyjęto żołnierza, zakładając że na polu walki zajmuje on powierzchnię 1m^2 .

Czynnik względnej skuteczności obezwładnienia - RIE (Relative Incapacitating Effect)

Czynnik ten określa prawdopodobieństwo obezwładnienia określonego celu jednym strzałem. Dla broni o większej sile rażenia niż broń krótka i lekkie karabiny maszynowe, wartość czynnika przyjmuje się równą 1.

Czynnik zasięgu - RN (Range Factor)

Czynnik ten określa się wg następujących zależności empirycznych:

a) korzystając z parametru skutecznego zasięgu (R) wyrażonego w [m]:

$$RN=1+(0,001 \cdot R)^{0,5}$$

b) korzystając z parametru prędkości początkowej pocisku (MV - Muzzle Velocity) wyrażonego w [m/sek.] i kalibru broni wyrażonego w [mm]:

$$RN=0,007 \cdot MV \cdot 0,1 \cdot (\text{kaliber})^{0,5}$$

Czynnik celności - A (Accuracy)

Określa prawdopodobieństwo trafienia w cel z precyzyjnie wycelowanej broni. Uwzględnia cechy jakościowe samej broni, a nie wyszkolenie obsługi. Ustalany jest eksperymentalnie.

Czynnik niezawodności - RL (Reliability)

Ustala się go eksperymentalnie, a charakteryzuje on zdolność broni do wykonywania wymaganych funkcji w określonych warunkach eksploatacji i w określonym czasie.

Opisane wyżej sześć czynników stanowi niezbędną podstawę do określenia wskaźnika teoretycznej skuteczności broni TLI (Theoretical Lethality Index), przede wszystkim dla uzbrojenia niemobilnego. Dodatkowo, dla artylerii samobieżnej, pocisków raketowych, broni wielolufowej, systemów broni artyleryjskiej wykorzystujących ładunki wieloczołowe oraz rodzaju podwozia na którym dane uzbrojenie zostało zamontowane, należy uwzględnić wybrane czynniki - stosownie do obliczanego wskaźnika - spośród przedstawionych poniżej.

Czynnik artylerii samobieżnej - SME (Self-propelled Artillery Factor)

Czynnik ten uwzględnia stopień opancerzenia artylerii samobieżnej i przyjmuje dwie wartości:

- a) 1,05 - dla samobieżnych dział opancerzonych bocznie;
- b) 1,10 - dla samobieżnych dział opancerzonych bocznie i od góry.

Czynnik efektywności kierowania pociskiem - GE (Missile Guidance Effect)

Określony został eksperymentalnie i przyjmuje wartości:

- a) 2,0 - dla pocisków kierowanych przewodowo lub wiązką promieni;
- b) 1,5 - dla systemów kierowania radiolokacyjnego.

Czynnik broni wielolufowej - MBE (Multi-barreled Weapons Effect)

Wartość ogólną czynnika broni wielolufowej stanowi suma czynników wyznaczonych eksperymentalnie dla poszczególnych luf, przy czym wartości składowe są następujące:

- a) 1,00 - dla pierwszej lufy;
- b) 0,50 - dla drugiej lufy;
- c) 0,33 - dla trzeciej lufy;
- d) 0,25 - dla czwartej lufy;
- e) 0,20 - dla piątej lufy;
- f) 0,19 - dla szóstej lufy;
- g) 0,18 - dla siódmej lufy;
- h) itd.

do maksymalnej wartości czynnika równej 4,18 dla 24 luf i więcej.

Czynnik ładunku wieloczęściowego w nabojach artyleryjskich - MCE (Multiple Charge Artillery Weapons Effect)

Dla artylerii wykorzystującej naboje składane lub zespolone, z ładunkiem wieloczęściowym, należy jej podstawowy wskaźnik praktycznej skuteczności pomnożyć przez czynnik ładunku wieloczęściowego, który wyznaczono eksperymentalnie i wynosi on:

- a) 1,05 - dla ładunku trzyczęściowego;
- b) 1,09 - dla ładunku czteroczęściowego;
- c) 1,12 - dla ładunku pięcioczęściowego;
- d) 1,14 - dla ładunku sześcioczęściowego;
- e) 1,15 - dla ładunku siedmio- i więcej częściowego.

Czynnik pokładowego uzbrojenia samolotów - AE (Aircraft Mounted Weapons Effect)

Uwzględnia on wpływ broni wojsk lądowych dodatkowo montowanej na pokładach samolotów na ich praktyczną skuteczność. Przyjęto, że w przypadku gdy broń ta jest zamontowana na pokładzie samolotu, jej wskaźnik praktycznej skuteczności wynosi 0,75.

Chcąc określić wskaźnik praktycznej skuteczności broni OLI zarówno dla uzbrojenia niemobilnego jak i mobilnego należy wcześniej określić czynnik rozproszenia D_i .

Czynnik rozproszenia - D_i (Dispersion Factor)

Jest on rozumiany jako nasycenie siły żywej na km^2 pola walki i służy do zamiany wartości wskaźnika teoretycznej skuteczności broni (TLI) na wskaźnik praktycznej skuteczności broni (OLI) wg reguły:

$$OLI = \frac{TLI}{D_i}$$

Wartości czynnika rozproszenia w metodzie QJM przyjmuje się następująco:

1. wojny starożytne	-	1
2. wojny napoleońskie	-	20
3. amerykańska wojna domowa	-	25
4. I wojna światowa	-	250
5. II wojna światowa	-	3000
6. połowa lat 70-tych (broń konwencjonalna)	-	4000

Określenie wyjściowej skuteczności uzbrojenia mobilnego Raw-OLI

Wyjściową skuteczność uzbrojenia mobilnego oblicza się wg następującego algorytmu:

- zsumowanie (z zastosowaniem czynnika broni wielolufowej MBE) oddzielnie obliczonych wskaźników praktycznej skuteczności każdego środka ogniowego (W) OLI zamontowanego na danym mobilnym sprzęcie bojowym;
- pomnożenie otrzymanego wyniku przez czynnik manewrowości (MOF) i czynnik promienia działania (RA);
- dodanie do otrzymanej wartości czynnika odporności na zniszczenie (PF).

Niezbędne jest zdefiniowanie trzech kolejnych czynników: manewrowości, promienia działania i odporności na zniszczenie.

Czynnik manewrowości - MOF (Battlefield Mobility Effect)

Określa zdolność danego uzbrojenia do zmiany swojego położenia na polu walki. Określa się go w oparciu o takie parametry jak: masa, prędkość i moc silników.

Czynnik promienia działania - RA (Radius of Action Factor)

Definiowany jest jako zdolność do pokonania określonej odległości bez potrzeby powtórnego tankowania paliwa.

Czynnik odporności na zniszczenie - PF (Punishment Factor)

W metodzie QJM jest on mało precyzyjny, gdyż uwzględnia jedynie masę, nie uwzględniając bardziej szczegółowej charakterystyki pancerza (rodzaju stopu, gabarytów itp.). Dodatkowo uwzględnia czynnik rozproszenia D_i .

Czynniki odporności na zniszczenie PF poszczególnych środków ogniowych przy określaniu ogólnej skuteczności danego środka bojowego podlegają sumowaniu.

Określenie pełnej skuteczności bojowej uzbrojenia mobilnego

Dla środków pancernych, transporterów opancerzonych zaliczonych do broni piechoty, samolotów i śmigłowców - poza wyżej opisanymi czynnikami - wyznacza się dodatkowe, charakterystyczne dla tych środków współczynniki oraz stosuje się specyficzne zasady naliczeń przy wyznaczaniu dla nich wskaźnika pełnej skuteczności bojowej OLI (W_{iy}).

Czynnik szybkostrzelności - RFE (Rapidity of Fire)

Przy określaniu czynnika szybkostrzelności brana jest pod uwagę broń podstawowa danego środka bojowego. Odzwierciedla szybkość z jaką z podstawowej broni można oddać strzał i powtórnie ją załadować.

Wartość czynnika szybkostrzelności dla broni pancernej i przeciwpancernej jest wyznaczana według krzywej określonej eksperymentalnie, na podstawie możliwości danej broni podstawowej do utrzymania godzinnego natężenia ognia.

Czynnik kontroli skuteczności ognia - FCE (Fire Control Effect)

Odzwierciedla praktyczną skuteczność układów kontroli prowadzenia ognia. Określany jest eksperymentalnie. Stosowany jest w obliczeniach jako współczynnik dla środków pancernych.

Czynnik zaopatrywania w amunicję - ASE (Ammunition Supply Effect)

Określa się go w oparciu o ilość amunicji przewożonej przy sprzęcie do broni podstawowej danego mobilnego uzbrojenia i procentowej możliwości utrzymania tą ilością amunicji (teoretycznego) godzinnego natężenia ognia. Czynnik ASE dla czołgów wyznacza się według krzywej określonej eksperymentalnie, natomiast dla wszystkich typów samolotów przyjmuje wartości:

- 1,0 - dla samolotów działających na wysokości 9000 m;
- maleje o 0,02 na każde 300 m gdy wysokości działania wynosi poniżej 9000 m;
- wzrasta o 0,005 na każde 300 m gdy wysokość działania zwiększa się powyżej 9000 m.

Czynnik rodzaju podwozia - kołowego i kołowo-gąsienicowego - WHT (Wheal/Halfracks Effect)

Jest to czynnik manewrowości dla pojazdów opancerzonych nie posiadających pełnego podwozia gąsienicowego i przyjmuje wartości:

- 0,90 - dla pojazdów kołowych;
- 0,95 - dla pojazdów kołowo-gąsienicowych.

Czynnik możliwości desantowych - AME (Amphibious Capability Effect)

Stosowany dla mobilnych systemów uzbrojenia posiadających pełne lub ograniczone zdolności desantowe i przyjmuje wartości:

- 1,10 - dla broni o pełnych możliwościach desantowych;

- 1,05 - dla broni o ograniczonych możliwościach desantowych.

Czynnik wpływu wysokości działania - CL (Ceiling Effect)

Wykorzystywany jest przy obliczeniach wskaźnika skuteczności bojowej samolotów i przyjmuje wartości:

- 1,0 - dla samolotów działających na wysokości 9000 m;
- maleje o 0,02 na każde 300 m gdy wysokości działania wynosi poniżej 9000 m;
- wzrasta o 0,005 na każde 300 m gdy wysokość działania zwiększa się powyżej 9000 m.

Wzory na określenie wskaźnika skuteczności bojowej OLI dla uzbrojenia niemobilnego i mobilnego:

1. Wartość wskaźnika OLI, oznaczonego dla uzbrojenia niemobilnego przez (W), wyznacza się z zależności:

$$W = \frac{RF * PTS * RIE * RN * A * RL * SME * GE * MCE * MBE * WHT * AE}{D_i}$$

2. Pełną wartość wskaźnika OLI uzbrojenia mobilnego (W_{iy}) wyznacza się z zależności:

$$W_{iy} = [(W * MOF * RA) + PF] * RFE * FCE * ASE * AME * CL$$

ETAP III - OKREŚLENIE I KALKULACJA WARUNKÓW ZMIENNYCH - ŚRODOWISKOWYCH I OPERACYJNYCH

W tym etapie dokonuje się określenia i kalkulacji wpływu warunków środowiskowych (Environmental Variables) i operacyjnych (Operational Variables) na skuteczność uzbrojenia i przebieg działań bojowych. Rozpatruje się przede wszystkim:

- a) wpływ warunków terenowych;
- b) wpływ warunków atmosferycznych;
- c) wpływ pory roku i klimatu;
- d) wpływ sytuacji w powietrzu;

Wpływ ten odzwierciedlany jest głównie w charakterystykach mobilności sił M (Mobility Force Characteristics) i wrażliwości na zniszczenie V oraz współczynnikach mobilności m (Mobility) i wrażliwości na zniszczenie v (Vulnerability). Powyższe charakterystyki i współczynniki określa się na podstawie określonych w metodyce zależności.

Dodatkowo, w zależności od potrzeb, uwzględnia się:

- a) czynnik zaskoczenia - identyfikator „sur” (Surprise Factor);

b) czynnik względnej efektywności bojowej - CEV (Relative Combat Effectiveness Value).

ETAP IV - OKREŚLENIE SIŁY BOJOWEJ JEDNOSTEK WALCZĄCYCH STRON

Kalkulacje siły bojowej „S” jednostek walczących stron przeprowadza się poprzez odpowiednie zespolenie wskaźników praktycznej skuteczności bojowej OLI wszystkich typów broni, w podstawowych sześciu rodzajach uzbrojenia składających się na uzbrojenie ocenianej jednostki, z jednoczesnym uwzględnieniem wszystkich zmiennych warunków środowiskowych.

Obliczenia dla obu walczących stron przeprowadza się wg poniższej zależności:

$$S = [(W_s + W_{mg} + W_{hw}) * r_n] + (W_{gi} * r_n) + [(W_g + W_{gy}) * (r_{wg} * h_{wg} * z_{wg} * w_{yg})] + \\ + (W_i * r_{wi} * h_{wi}) + (W_y * r_{wy} * h_{wy} * z_{yw} * w_{yy})$$

gdzie:

- S - siła bojowa jednostki wojskowej;
- W - wartość wskaźnika praktycznej skuteczności bojowej OLI poszczególnych rodzajów broni, przy czym indeksy oznaczają:
 - W_s - lekka broń piechoty;
 - W_{mg} - ciężka broń piechoty;
 - W_{hw} - inne ciężkie środki ogniowe piechoty i opancerzone wozy bojowe;
 - W_{gi} - środki przeciwpancerne;
 - W_g - artyleria polowa;
 - W_{gy} - środki przeciwlotnicze;
 - W_i - środki pancerne
 - W_y - środki bezpośredniego wsparcia powietrznego;
- r - czynniki wpływu warunków terenowych;
- h - czynniki wpływu warunków atmosferycznych;
- z - czynniki wpływu pory roku i klimatu;
- w - wpływ sytuacji w powietrzu.

ETAP V - OKREŚLENIE POTENCJAŁU BOJOWEGO JEDNOSTEK WALCZĄCYCH STRON - P (POWER POTENTIAL)

Kalkulacje potencjału bojowego (P) przeprowadzane są poprzez uwzględnienie do skalkulowanej siły bojowej wszystkich zmiennych operacyjnych mających wpływ na przebieg działań bojowych oraz czynników środowiskowych wpływających na skuteczność wojsk walczących stron w zależności od prowadzonych działań bojowych. Obliczenia potencjału

bojowego dla obu walczących stron dokonuje się na podstawie zależności:

$$P=S*m*CEV*u_s*r_u*h_u*z_u*v$$

gdzie:

- P - potencjał bojowy;
- S - siła bojowa;
- m - czynnik mobilności;
- CEV - współczynnik względnej efektywności bojowej;
- v - czynnik wrażliwości na zniszczenie;
- z_u - czynnik wpływu pory roku i klimatu;
- h_u - czynnik wpływu warunków atmosferycznych;
- r_u - czynnik wpływu warunków terenowych;
- u_s - czynnik wpływu rodzaju prowadzonych działań bojowych na siłę bojową.

ETAP VI - PROGNOZOWANIE WYNIKU DZIAŁAŃ BOJOWYCH

Prognozowanie wyniku prowadzonych działań bojowych dokonuje się w oparciu o wyznaczony stosunek potencjałów bojowych ($P_f : P_e$) obu walczących stron (P_f - potencjał wojsk własnych, P_e - potencjał wojsk przeciwnika)

Ocenia się, że jeżeli stosunek ten jest większy od 1, to teoretycznie wojska własne powinny odnieść zwycięstwo, natomiast jeżeli stosunek jest mniejszy od 1 - potencjalnym zwycięzcą będzie przeciwnik. Zastrzega się przy tym, że przy stosunku mieszczącym się w granicach $0,9 \div 1,1$ nie można jednoznacznie określić wyniku prowadzonych działań.

ETAP VII - KALKULACJA RZECZYWISTEGO WYNIKU BITWY – R (RESULT)

Kalkulację rzeczywistego wyniku bitwy przeprowadza się z reguły na podstawie danych statystycznych uzyskanych po bitwie. Składa się na nią przede wszystkim ocena:

- a) stopnia wykonania założonych zadań bojowych (MF) określana na podstawie tabeli;
- b) obszarowej efektywności prowadzonych działań (E_{sp}) określana wg odpowiedniego wzoru;
- c) efektywności strat osobowych (E_{cas}) określana wg stosownego wzoru.

Po określeniu powyższych ocen dla każdej z walczących stron, wyznacza się rzeczywisty wynik bitwy wg wzoru:

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

Następnie porównuje się otrzymane wartości współczynników dla wojsk własnych (R_f) i nieprzyjaciela (R_e). Jeżeli:

- a) $R_f - R_e > 0$ - bitwę wygrają wojska własne;
- b) $R_f - R_e < 0$ - bitwę wygrają wojska przeciwnika;
- c) jeżeli różnica $-0,5 < R_f - R_e < 0,5$ to wynik ocenia się jako nieprzekonywujący.

ETAP VIII - PORÓWNANIE TEORETYCZNEGO I RZECZYWISTEGO WYNIKU BITWY

Na podstawie danych uzyskanych w etapie VI i VII dokonywane jest porównanie teoretycznego i rzeczywistego wyniku bitwy. Jeżeli uzyska się wyniki:

- a) $P_f : P_e > 1$ to różnica $R_f - R_e$ powinna być dodatnia;
- b) $P_f : P_e < 1$ to różnica $R_f - R_e$ powinna być ujemna.

Jeżeli z tych porównań wynikną istotne niezgodności, należy ponownie przeanalizować wykorzystywane dane i wprowadzić niezbędne korekty.

ETAP IX - ANALIZA OTRZYMANYCH WYNIKÓW

W podejmowanej analizie wyników jakiegokolwiek bitwy należy pamiętać, że nigdy nie będziemy dysponować pełnymi danymi, gdyż praktycznie zawsze dokumenty nie są kompletne i dokładne. Poza tym, w wielu wypadkach nie uniknie się błędów. W przypadku stwierdzenia nieprawidłowości obliczeń wskazane jest, o ile istnieje taka możliwość, przeprowadzenie analizy bitew mających porównywalne charakterystyki.

Celem eliminacji błędów należy ponownie poddać sprawdzeniu dane wejściowe. W przypadku zaistnienia nieprawidłowości może zaistnieć potrzeba zrewidowania wyznaczonych lub uwzględnienia nowych czynników, czyli przejścia do etapu X.

ETAP X - KOREKTA - ZASTOSOWANIE NOWYCH LUB ZWERYFIKOWANYCH CZYNNIKÓW

Kalkulacje takie prowadzi się tylko wtedy, jeżeli stwierdzone zostały jakiegokolwiek nieprawidłowości w obliczeniach stosunku potencjałów $P_f : P_e$ i rzeczywistego wyniku bitwy, tj. różnicy $R_f - R_e$. Kolejno, etapami dokonuje się przeliczeń, wprowadzając nowe lub zweryfikowane czynniki

ETAP XI - ZAPIS WYNIKÓW

Jest to końcowy etap postępowania w metodzie punktowej oceny sił QJM. Dokonywany jest w formie uzależnionej od potrzeb, ale zawsze powinien zawierać stosunek potencjałów bojowych $P_f : P_e$ obu walczących stron.

2.4 METODA OPARTA NA WZORCU CZOŁGU T-55

Metodyka ta stosowana była w państwach byłego Układu Warszawskiego. Wykorzystuje się w niej współczynnik jakościowy (WJ) uzbrojenia i sprzętu bojowego przedstawiający sobą – w formie matematycznej wartości bezwzględnej - charakterystykę jego możliwości bojowych w operacji.

Za jednostkę kalkulacyjną (JK) możliwości bojowych poszczególnych rodzajów techniki bojowej przyjęto możliwości bojowe czołgu T-55, którego współczynnik jakościowy (WJ) przyjęto równy 1. Następnie w formie tabelarycznej zestawiono współczynniki jakościowe techniki bojowej znajdującej się w uzbrojeniu wojsk własnych i nieprzyjaciela. Nie podaje się natomiast metody wyliczania współczynników jakościowych techniki bojowej w stosunku do wzorca, którym jest czołg T-55.

Dla zobrazowania zawartości „Tabeli współczynników jakościowych techniki bojowej wojsk własnych i nieprzyjaciela”, poniżej przedstawiono jej niewielki wycinek:

W dalszej części, metodyka zawiera sposób oceny jakościowej jednostek bojowych. Dla oceny porównawczej ogólnowojskowych oraz innych związków taktycznych i oddziałów przyjęto operacyjną jednostkę kalkulacyjną (JK) - dywizję obliczeniową (DO). Wzorcem dywizji obliczeniowej jest związek taktyczny, którego sumaryczny potencjał bojowy (SPB) - suma współczynników jakościowych uzbrojenia i sprzętu bojowego znajdującego się w jej wyposażeniu - wynosi 651 JK.

W celu obliczenia potencjału bojowego (PB) dowolnego związku taktycznego (oddziału) w dywizjach obliczeniowych (DO) sumę współczynników jakościowych (SWJ) jego uzbrojenia i sprzętu bojowego należy podzielić przez sumaryczny potencjał bojowy (SPB) dywizji wzorcowej (obliczeniowej):

$$PB_{dow.ZT} = \frac{SWJ_{dow.ZT}}{SPB_{DO}}$$

Przykład:

$$SWJ_{\text{dow. ZT}}=793 \text{ JK}; \quad SPB_{\text{DO}}=651 \text{ JK} \quad \text{zatem: } PB_{\text{dow. ZT}} = \frac{793}{651} = 1,22$$

Wynika stąd, że potencjał bojowy porównywanego ZT równy jest ekwiwalentnie swoimi możliwościami bojowymi 1,22 dywizji obliczeniowej.

WOJSKA WŁASNE		NIEPRZYJACIEL	
TECHNIKA BOJOWA	WJ	TECHNIKA BOJOWA	WJ
1	2	3	4
<u>CZOŁGI, ARTYLERIA SAMOBIEŻNA, WBP, TRANSPORTERY</u>			
T-55	1,00	M60A3	1,40
T-55AM	1,46	M1"ABRAMS"	2,50
T-62	1,20	LEOPARD-1A4	1,50
...
<u>DZIAŁA I MOŹDZIERZE</u>			
A 76 mm	0,38	H 105 mm	0,63
A 85 mm	0,42	samob. A.H. 105 mm	0,70
...
<u>...</u>			
...

2.5 UNIWERSALNA METODA OCENY WARTOŚCI BOJOWEJ UZBROJENIA ORAZ POTENCJAŁU BOJOWEGO ZWIĄZKÓW TAKTYCZNYCH I OPERACYJNYCH SIŁ ZBROJNYCH

„Uniwersalna metodyka oceny ...” opracowana została przez Biuro Studiów i Analiz Wojskowych Służb Informacyjnych i wprowadzona do użytku w Siłach Zbrojnych RP w 1992 roku [6]. Całość metodyki opracowano pod kątem prowadzenia obliczeń z wykorzystaniem techniki komputerowej. Wykorzystując język programowania „Clipper” utworzono programy gromadzenia, poprawiania i uzupełniania danych taktyczno-technicznych w bazie danych,

a następnie program obliczeniowy jej wykorzystywania do ustalania wskaźników wartości bojowej. Bazuje ona na metodzie punktowej oceny bojowych możliwości wojsk opracowanej przez teoretyków amerykańskich na początku lat 70-tych, opisaną wyżej. Zasadnicze różnice „Uniwersalnej metodyki oceny ...” w stosunku do metody punktowej polegają na:

1 □ ograniczono się w zasadzie do trzech etapów metodyki punktowej, tj. do:

- etapu I - zebrania danych;
- etapu II - określenia wzorów na obliczanie wartości bojowej uzbrojenia;
- etapu III - w ograniczonym zakresie - podania wzorów na obliczanie potencjalnej wartości bojowej związków taktycznych i operacyjnych lecz bez uwzględniania warunków zmiennych - środowiskowych i operacyjnych;

2 □ przy określaniu wskaźników pośrednich pominięto:

- czynnik zaopatrywania w amunicję - ASE;
- czynnik rodzaju podwozia - kołowego i kołowo-gąsienicowego - WHT;
- czynnik wpływu wysokości działania - CL;

3 □ wprowadzono dodatkowe wskaźniki pośrednie:

- wskaźnik podpocisków - SM. Jest to odpowiednik wskaźnika liczby możliwych do obezwładnienia celów punktowych, lecz liczony dla pocisków kasetowych z podpociskami (granatami). Przyjęto, że określa się go z zależności:

$$SM = \frac{n * PTS_{pod}}{4}$$

gdzie:

n - liczba podpocisków;

PTS_{pod} - wskaźnik liczby możliwych do obezwładnienia celów punktowych obliczany dla podpocisku;

- wskaźnik udźwigu - UD. Wprowadzono go dla samolotów i śmigłowców, a określany jest z zależności:

$$UD = 1 + 0,01 * u$$

gdzie:

u - udźwig traktowany jako maksymalna masa zabieranego ładunku;

- wskaźnik wyposażenia elektronicznego - ELE. Wprowadzono go dla samolotów i śmigłowców, a określany jest z zależności:

$$ELE = 1 + 0,2 * \sum_{i=1}^6 k_i$$

gdzie:

k_i - przyjmują wartość 0 lub 1, uwzględniając następujące układy elektroniczne:

k_1 - celownicze i kierowania ogniem;

k_2 - pilotażowo-nawigacyjne;

k_3 - nawigacyjne;

k_4 - ostrzegania o zagrożeniu samolotów;

k_5 - zakłócające;

k_6 - sterowania samolotem.

1 □ dla niektórych wskaźników pośrednich przyjęto inne nazwy, inne zasady ich wyznaczania, bądź przyjęto inne wartości. Dodatkowo, dla niektórych parametrów przyjęto oznaczać fakt prawdy znakiem „T” - jeżeli dany parametr występuje w rozpatrywanym przypadku, lub fałszu „F” - jeżeli parametr nie występuje.

2 □ w efekcie powyższych zmian, wzory na obliczanie wartości bojowej broni przyjęły postać:

- dla wskaźnika wartości bojowej broni niemobilnej W :

$$W = \frac{RF * PTS * RIE * RN * A * RL * SME * GE * MCE * MBE * AE * SM}{D_i}$$

gdzie:

RF - wskaźnik szybkostrzelności;

PTS - wskaźnik liczby możliwych do obezwładnienia celów punktowych;

RIE - wskaźnik obezwładniającego działania broni;

RN - wskaźnik zasięgu;

A - wskaźnik celności broni;

RL - wskaźnik niezawodności broni;

SME - wskaźnik samobieżności;

GE - wskaźnik efektywności układów naprowadzania pocisków kierowanych;

MCE - wskaźnik wieloładunkowości naboju artyleryjskiego;

MBE - wskaźnik wielolufowości broni;

AE - wskaźnik wartości bojowej broni montowanej na samolotach;

SM - wskaźnik podpocisków

- dla wskaźnika wartości bojowej broni mobilnej W_{iy} :

⇒ czołgów, BWP, transporterów opancerzonych i samobieżnych armat przeciwlotniczych:

$$W_{iy} = (W * MOF * SME2 * RFE * FCE + PF) + (W_{KM1} + W_{KM2} + W_{ppk}) * SME2$$

gdzie:

W - wskaźnik wartości bojowej obliczony jak dla broni niemieszanej;

MOF - wskaźnik manewrowości;

SME2 - wskaźnik prędkości i zasięgu (promienia) działania;

RFE - wskaźnik wzrostu natężenia ognia;

FCE - wskaźnik systemów kierowania ogniem;

PF - wskaźnik odporności na zniszczenie;

W_{KM1} - wskaźnik wartości bojowej pierwszego karabinu maszynowego;

W_{KM2} - wskaźnik wartości bojowej drugiego karabinu maszynowego;

W_{ppk} - wskaźnik wartości bojowej wyrzutni ppk;

⇒ samolotów i śmigłowców:

$$W_{iy} = \left(\sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n W * RL * SME2 * UD * + PF \right) * ELE$$

gdzie:

W - wskaźnik wartości bojowej obliczony jak dla broni niemieszanej;

RL - wskaźnik niezawodności broni;

UD - wskaźnik udźwigu;

ELE - wskaźnik wyposażenia elektronicznego;

pozostałe oznaczenia - jak w poprzednich wzorach

W trakcie posługiwania się powyższymi wzorami na obliczanie wartości bojowej broni, w przypadku niewystępowania danego wskaźnika dla określonego typu broni, przyjmuje się jego wartość równą 1.

W dalszej części metodyki podano sposób obliczania wartości bojowej jednostki wojskowej jako sumy wartości bojowej całego uzbrojenia znajdującego się w jej wyposażeniu, wg zależności:

$$PWB = \sum_{m=1}^n W_m + \sum_{i=0}^k W_{iy}$$

gdzie:

m,i - odpowiednio, liczba uzbrojenia niemieszanej i mieszanej.

Z kolei na wyższym szczeblu organizacyjnym z obliczonych wartości potencjału bojowego można tworzyć dowolną kombinację składu organizacyjnego w zależności od konkretnej sytuacji bojowej. Wartość potencjałów bojowych jest sumą algebraiczną ich

składników, co wyraża wzór:

$$P = \sum_{i=1}^k PWB_i$$

gdzie:

P - potencjał bojowy związku taktycznego lub operacyjnego;

PWB - potencjał bojowy jednostek wchodzących w skład ugrupowania.

Należy podkreślić, że obliczane tą metodą wartości potencjału bojowego pododdziałów, oddziałów, związków taktycznych i operacyjnych nie odzwierciedlają ich realnej wartości bojowej, bowiem w rzeczywistych warunkach pola walki wartości te, w zależności od szeregu czynników (zaliczanych do grupy: warunków środowiska, operacyjnych i organizacyjnych) będą ulegać znacznym zmianom.

Ponadto należy stwierdzić, że wszystkie występujące tu stałe mają charakter ściśle empiryczny (słabo uzasadniony).

2.6 METODA BADANIA JAKOŚCI BOJOWEJ CZOŁGU

Metodyka ta pochodzi z pierwszej połowy lat 90-tych i opracowana została dla potrzeb badania jakości bojowej czołgów [7,8]. Wydaje się jednak, że można ją adaptować dla potrzeb badania jakości bojowej całego uzbrojenia i sprzętu technicznego.

Metoda oparta jest na naukowych podstawach kwalitologii - dziedziny wiedzy zajmującej się jakością. Zagadnieniami teoretycznymi zajmuje się kwalitologia podstawowa, praktycznymi - kwalitologia stosowana określana mianem „inżynieria jakości”. Odpowiednio - dyscyplinę zajmującą się badaniem jakości nazwano kwalitonomią.

Kwalitologia podaje praktyczną definicję jakości: „jakość, jest to stopień spełnienia stawianych wymagań”, przy czym jako czynniki jakościotwórcze wymienia zbiór właściwości badanego obiektu lub usługi (dalej łącznie nazywanych - przedmiotem badania jakości).

Na podstawie przytoczonej definicji jakości można określić, że jakość jest pojęciem względnym, a więc do określenia jakości potrzebne są dwa zbiory, a mianowicie:

- 1 □ zbiór pożądanych właściwości przedmiotu, nazwany wzorcem jakości (X_{wj});
- 2 □ zbiór rzeczywistych właściwości przedmiotu (X_{rj}).

Wskaźnik jakości może przyjmować wartości określone na opracowanej dla potrzeb

kwalitologii - Uniwersalnej Jednościowej Skali Stanów Względnych (JUS), którą przedstawiono na rys. 3 [8].

W teŝe pracy zdefiniowano podstawowe pojęcia kwalitononii. Dla potrzeb dalszego opisu metodyki istnieje potrzeba przytoczenia niektórych z nich. I tak:

- przymioty jakości - są to wielkości (mieralne fizycznie) oraz cechy (niemieralne fizycznie, lecz oceniane względnie), które łącznie charakteryzują właściwość przedmiotu;
- wzorzec jakości - jest to świadomie przyjęty przedmiot, istniejący realnie lub opis tego przedmiotu, który odpowiada wymaganym właściwościom;
- kryterialny wzorzec jakości - jest zapisem zbioru kryteriów jakości;
- kryterium jakości - powstaje na podstawie selekcji przymiotów jakości, ze względu na oddziaływanie na jakość;
- znamię jakości - odtwarza zbiorcze oddziaływanie na jakość wielu kryteriów zaliczonych do określonej grupy znaczeniowej (np. przydatność, poprawność, użyteczność, opłacalność).

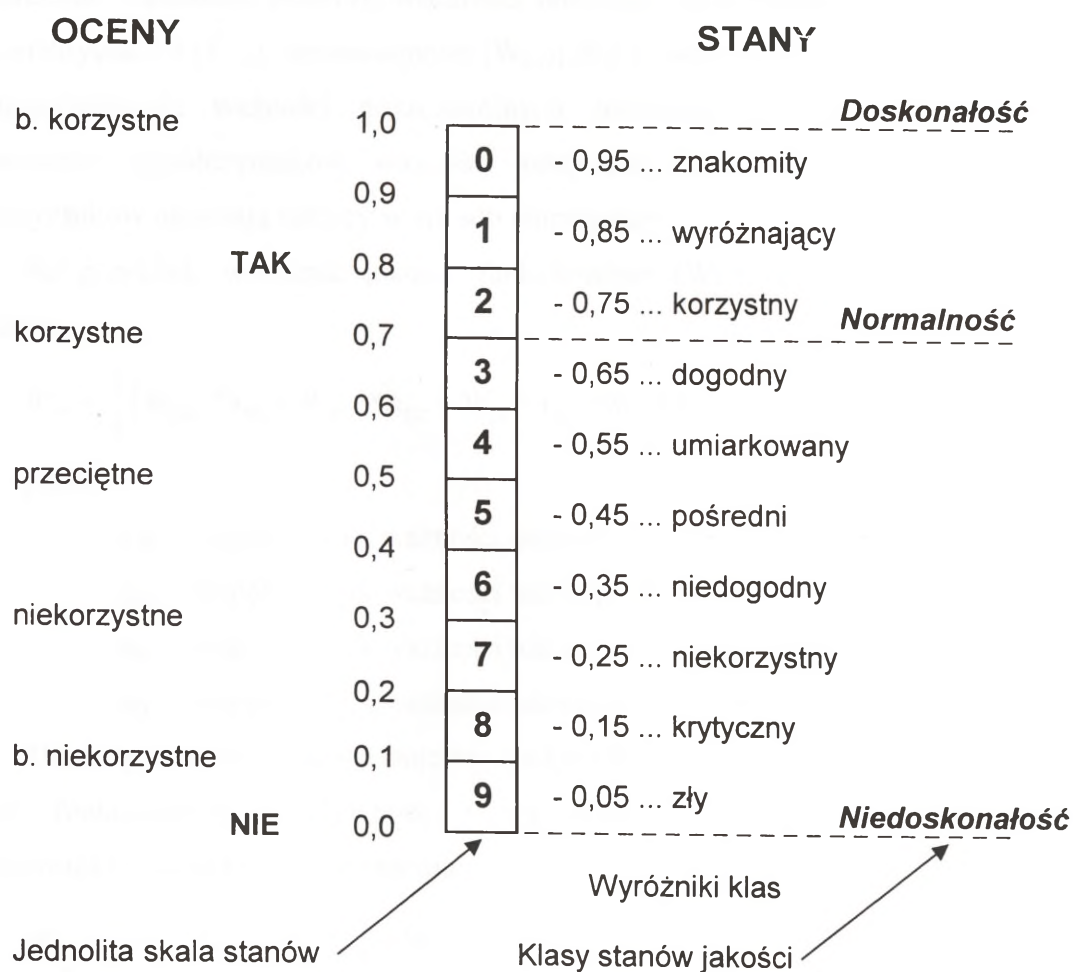
Nawiązując do definicji jakości można zaproponować następującą definicję jakości bojowej czołgu: „jakość bojowa czołgu jest to stopień spełnienia wymagań taktyczno-technicznych (WTT)”.

Jak wiadomo, wymagania taktyczno-techniczne (WTT) są dokumentem zawierającym zbiór poŝądanych właściwości (X_{WTT}), obejmujących zarówno parametry funkcjonalne, jak i eksploatacyjne. Stanowią one kryterialny wzorzec jakości bojowej (KWJB). Przymiotnik „bojowy”, w tym przypadku informuje o dominującym znaczeniu właściwości, które mają znaczenie wojskowe, w odróżnieniu od innych właściwości. Stosunek zbioru właściwości badanego czołgu (X_{CZ}), do wspomnianego zbioru wymagań lub kryterialnego wzorca jest wskaźnikiem jakości bojowej:

$$W_{JB} = \frac{X_{CZ}}{X_{WTT}} \quad \text{albo} \quad W_{JB} = \frac{X_{CZ}}{KWJB}$$

Ze względów praktycznych, właściwości czołgu uporządkowano w kryterialne grupy znamion jakości, a mianowicie: funkcjonalności, efektywności i niezawodności. Z kolei wymienione grupy są podzbiorami właściwości, np. funkcjonalność składa się z podzbiorów

znamion jakości: siły rażenia, ochrony załogi, ruchliwości, dowódczości i innych. Odpowiednio przypisane są wyróżniki: znamion jakości oraz grupy znamion.



Rys. 3. Uniwersalna, jednościowa skala stanów względnych (JUS) wg Kolmana

Badając jakość czołgu można obliczyć wskaźniki jakości: siły rażenia (W_{JSR}), ochrony załogi (W_{JOZ}), ruchliwości (W_{JR}), dowódczości (W_{JD}). Podobnie można obliczyć wskaźniki grupy efektywności i niezawodności.

Należy podkreślić, że w niniejszej metodyce zastosowano oryginalne i nie spotykane w innych metodykach podejście, a mianowicie badanie jakości obejmuje:

- a) procesy, które są realizowane przez załogę czołgu, jak np. prowadzenie ognia z armaty czołgowej, ochrona załogi i urządzeń przed trafieniem, a następnie przed skutkami trafienia, wykonanie marszu czołgiem, a także obsługiwanie, naprawianie, przechowywanie;

b) urzędzenia, które biorą udział we wspomnianych procesach.

Wskaźniki jakości procesów oraz urządzeń, określone dla różnych czołgów można porównywać bezpośrednio. Natomiast zbiorcze wskaźniki dotyczące grup znamionowych (funkcjonalności (W_{jF}), efektywności (W_{jE}), niezawodności (W_{jN})), nie są bezpośrednio porównywalne. Potrzebne jest uwzględnienie ważności poszczególnych znamion, co może być dokonane przez zastosowanie współczynników ważności taktycznej (zwanymi wagami). Wartości tych współczynników określają taktycy w sposób empiryczny.

Na przykład, wskaźnik jakości funkcjonalnej (W_{jF}) można obliczyć na podstawie wyrażenia:

$$W_{jF} = \frac{1}{4} (W_{jSR} * a_{SR} + W_{jOZ} * a_{OZ} + W_{jR} * a_R + W_{jD} * a_D)$$

gdzie:

a_{SR} - współczynnik ważności taktycznej siły rażenia;

a_{OZ} - współczynnik ważności taktycznej ochrony załogi;

a_R - współczynnik ważności taktycznej ruchliwości;

a_D - współczynnik ważności taktycznej dowódczości.

Zbiorczy wskaźnik jakości bojowej czołgu (W_{jB}) można określić w oparciu o wskaźniki jakości: funkcjonalnej, efektywności i niezawodności, uwzględniając odpowiednio inne współczynniki - na podstawie wyrażenia:

$$W_{jB} = \frac{1}{3} (W_{jF} * a_F + W_E * a_E + W_N * a_N)$$

gdzie:

a_F - współczynnik ważności właściwości funkcjonalnych;

a_E - współczynnik ważności efektywności;

a_N - współczynnik ważności niezawodności.

Należy podkreślić, że podczas analizowania różnych czołgów konieczne należy zwracać uwagę, czy zastosowano te same wartości współczynników ważności, w przypadkach obliczania jakości wspomnianych różnych czołgów. Nieprzestrzeganie tego warunku będzie skutkowało zniekształceniem wyniku porównawczych badań jakości czołgów.

Model badawczy jakości bojowej czołgu obejmuje następujące czynności:

- a) wyodrębnienie ze zbioru wszystkich właściwości czołgu konkretnych procesów, które będą przedmiotem badania oraz urządzeń (obiektów), które biorą udział w badanych procesach. Należy sporządzić zapis zbiorów procesów i określić kolejność badania poszczególnych procesów. W odniesieniu do każdego procesu należy sporządzić

- zbiór obiektów, uczestniczących w każdym procesie;
- b) oddzielnie dla każdego procesu i obiektu należy sporządzić zbiory przymiotów, tzn. charakterystycznych wielkości (mierzalnych fizycznie) oraz cech (niemierzalnych lecz ocenianych np. przez porównanie);
 - c) dokonać wyboru kryteriów jakości, którymi mogą być np. wartości zapisane w WTT albo czołg wzorcowy (istniejący materialnie lub przedstawiony w postaci danych). Czynność ta nazywana jest projektowaniem kryterialnego wzorca jakości;
 - d) określić grupy znamion jakości (np. funkcjonalność, efektywność, niezawodność) oraz poszczególne znamiona jakości wewnątrz każdej z grup znamionowych;
 - e) wykonać czynność relatywizacji, tzn. dokonać transformacji wielkości oraz cech do przedziału wartości względnych (0...1);
 - f) określić wyróżniki znamionowe oraz sporządzić odnośne zbiory;
 - g) obliczyć wskaźniki jakości badanych procesów, takich jak: prowadzenie ognia, ochrona załogi itd.;
 - h) w przypadku obliczania wskaźników jakości takich znamion jak: funkcjonalność, efektywność i niezawodność należy określić wartości współczynników ważności, zależnie od taktycznego wykorzystania;
 - i) obliczenie zbiorczego wskaźnika jakości czołgu, wymaga określenia współczynników ważności odnoszących się do grup znamionowych, co powinno być dokonane z uwzględnieniem założeń taktycznych.

Porównując niniejszą metodę badania jakości z innymi, można stwierdzić, że:

1. inne metody oparte są na wykorzystaniu wyrażen empirycznych, w których występują współczynniki wagi określane metodą ekspertów. W żadnej metodzie wspomniane współczynniki wagi nie nawiązują do konkretnego sposobu taktycznego wykorzystania czołgu;
2. bazy danych innych metod są stosunkowo niepełne; obejmują najczęściej kilkanaście danych taktyczno-technicznych, dotyczących całości czołgu oraz wybranych urządzeń, które arbitralnie uznano za istotne;
3. inne metody oparte są wyłącznie na danych mierzalnych fizycznie. Żadna nie zajmuje się badaniem procesów, co jest charakterystyczne dla niniejszej metody;
4. tylko niniejsza metoda uwzględnia taktyczne wykorzystanie czołgu, które jest określone we współczynnikach ważności taktycznej;
5. tylko niniejsza metoda oparta jest na naukowych podstawach kwalitologii.

2.7 METODA BELLINGERA W ZASTOSOWANIU DO ANALIZY JAKOŚCI TAKTYCZNO - TECHNICZNEJ WYBRANYCH TYPÓW ŚMIGŁOWCÓW TRANSPORTOWYCH

Krótko o metodzie

Metoda Bellingera jest prosta w użyciu i pozwala w stosunkowo szybko uzyskać odpowiedź na pytanie który z rozpatrywanych systemów jest najlepszy. Dodatkową zaletą tej metody z uwagi na różnorodność kryteriów cząstkowych ujmowanych różnymi jednostkami pomiarowymi, jest możliwość zastosowania jej do oceny dowolnych przedsięwzięć wymagających podjęcia decyzji. Metoda ta może więc służyć nie tylko określaniu potencjału bojowego, ale może też być narzędziem w ręku decydentów dokonujących zakupów i wdrożeń wszelkiego rodzaju sprzętu, systemów itp.

Wypowiadanie opinii w sprawie poprawności zaproponowanej metody oceny potencjału bojowego (przedsięwzięć innowacyjnych, zakupów, wdrożeń) będzie możliwe po zaobserwowaniu rzeczywistego przebiegu ww. przedsięwzięć i zaewidencjonowaniu rzeczywistych efektów ekonomicznych /lub innych/ uzyskanych dzięki jej zastosowaniu.

W metodzie BELLINGERA ustala się szereg kryteriów cząstkowych (o dużym stopniu szczegółowości) dla których przyjmuje się pewien system wagi. Ustalenie kompletu kryteriów cząstkowych wraz z ich znaczeniem (wagami) winno dokonywać się komisyjnie, na szczeblu Decydenta, przed podejmowaniem prac w zakresie uruchamiania zadań, wyboru rozwiązań i przydzielania środków finansowych.

Decydent ustalając komplet kryteriów cząstkowych wraz z ich znaczeniem (wagami), winien kierować się:

- istniejącymi na dany temat analizami,
- własnym rozeznaniem sytuacji międzynarodowej, krajowej, itp.,
- własnym doświadczeniem,
- intuicją.

Metoda Bellingera daje możliwość dokonywania analiz porównawczych z uwagi na wiele kryteriów cząstkowych, ujmowanych różnymi jednostkami pomiarowymi. Pytanie czy

„uporządkowanie” według metody Bellingera daje obraz „prawdziwy” – zgodny z stanem rzeczywistym pozostaje w pewnym sensie bez odpowiedzi. Można jedynie powiedzieć, że prof. Bernhard Bellinger już od kilkunastu lat stosuje swoją metodę przy ocenie wiarygodności klientów, starających się o pożyczkę w bankach zachodnioniemieckich. Pozytywne rezultaty tych ocen i fakt rosnącej liczby zleceń, które otrzymuje od banków autor metody – przemawiają na jej korzyść. Nagroda 50 000 franków szwajcarskich przyznana profesorowi Bellingerowi przez Związek Przemysłowców Szwajcarskich za jego publikacje dotyczące metody analiz porównawczych oraz zaproszenie na wykłady do Japonii /1987r./ i do USA /1988r./ – pozwalają wyciągnąć dodatkowe pozytywne wnioski. Przykład zastosowania metody Bellingera do analizy ekonomicznej znajdziemy w [9].

Metodę Bellingera zastosowano do przykładowej analizy porównawczej śmigłowców transportowych.

Wzięto pod uwagę poniższe kryteria

1. Kryteria cząstkowe w ocenie śmigłowców transportowych

Kryteria cząstkowe przyjęto w oparciu o [10].

- I. Masa maksymalnego ładunku.
- II. Masa powieszona.
- III. Prędkość maksymalna.
- IV. Prędkość przelotowa.
- V. Pułap praktyczny.
- VI. Wielkość załogi.
- VII. Liczba pasażerów.
- VIII. Liczba rannych /ilość noszy/.
- IX. Zasięg maksymalny.
- X. Uzbrojenie.

2. Jednostki pomiarowe w poszczególnych kryteriach cząstkowych

Dla poszczególnych kryteriów cząstkowych ustalono następujące jednostki pomiarowe:

- I. kg.
- II. kg.
- III. km /h.
- IV. km /h.

- V. m.
- VI. ilość osób /wielkość niemianowana/.
- VII. ilość osób /wielkość niemianowana/.
- VIII. ilość noszy szt.
- IX. km.
- X. tak /nie.

3. Sposób ustalania wartości dla kryteriów cząstkowych w ramach poszczególnych rodzajów śmigłowców transportowych *)
4. Wartościami o których mowa są wielkości parametrów technicznych poszczególnych typów śmigłowców transportowych.
5. Pożądane kierunki zmian liczbowych w obrębie poszczególnych kryteriów cząstkowych
6. W zależności od istoty danego kryterium cząstkowego oceniana jest rozmaicie jego zmiana:

- I. Im liczba większa tym lepiej.
- II. Im liczba większa tym lepiej.
- III. Im liczba większa tym lepiej.
- IV. Im liczba większa tym lepiej.
- V. Im liczba większa tym lepiej.
- VI. Im liczba mniejsza tym lepiej.
- VII. Im liczba większa tym lepiej.
- VIII. Im liczba większa tym lepiej.
- IX. Im liczba większa tym lepiej.
- X. Im liczba większa tym lepiej.

Ustalenia szczegółowe dotyczące tabeli 1

Kryterium I

CH – 53G	– 4 500
MI – 17	– 4 000
MI – 6	– 6 000
MI – 8T	– 4 000

*) Wartości kryteriów cząstkowych przyjęto w oparciu o publikację „Współczynniki jakości podstawowego uzbrojenia Wojska Polskiego i armii obcych” – wyd. Główny Zarząd Szkolenia Bojowego Wojska Polskiego, Zarząd Operacyjny – Warszawa 1992r.

Kryterium II

CH – 53G	– 9 070
MI – 17	– 3 000
MI – 6	– 8 000
MI – 8T	– 2 500

Kryterium III

CH – 53G	– 315
MI – 17	– 250
MI – 6	– 300
MI – 8T	– 250

Kryterium IV

CH – 53G	– 278
MI – 17	– 240
MI – 6	– 250
MI – 8T	– 210

Kryterium V

CH – 53G	– 6 220
MI – 17	– 5 000
MI – 6	– 4 500
MI – 8T	– 4 500

Kryterium VI

CH – 53G	– 2
MI – 17	– 3
MI – 6	– 5
MI – 8T	– 3

Kryterium VII

CH – 53G	– 55
MI – 17	– 24

MI – 6 – 60

MI – 8T – 24

Kryterium VIII

CH – 53G – 24

MI – 17 – 12

MI – 6 – 41

MI – 8T – 12

Kryterium IX

CH – 53G – 413

MI – 17 – 465

MI – 6 – 750

MI – 8T – 440

Kryterium X

CH – 53G – NIE odpowiada wartości – 0

MI – 17 – NIE odpowiada wartości – 0

MI – 6 – TAK odpowiada wartości – 1

MI – 8T – TAK odpowiada wartości – 1

1. Wyjaśnienia dotyczące tabeli 2

Kryterium I: Masa maksymalnego ładunku

Wartość najbardziej pożądana: 6 000 kg.

Wartość najmniej pożądana: 4 000 kg.

„Droga” między obydwoma wartościami: $6\ 000 - 4\ 000 = 2\ 000$ kg.

/CH – 53G – wartość osiągnięta: 4 500 kg,
przebyta „droga”: $4\ 500 - 4\ 000 = 500$ kg,
procent przebytej „drogi”: $500 : 2\ 000 / * 100 = 25\%$.

MI – 17 – wartość osiągnięta: 4 000 kg,
przebyta „droga”: $4\ 000 - 4\ 000 = 0$,
procent przebytej „drogi”: $0 : 2\ 000 / * 100 = 0\%$.

- MI – 6** – wartość osiągnięta: 6 000 kg,
 przebyta „droga”: $6\ 000 - 4\ 000 = 2\ 000$ kg,
 procent przebytej „drogi”: $/2\ 000 : 2\ 000/ * 100 = 100\%$.
- MI – 8T** – wartość osiągnięta: 4 000kg,
 przebyta „droga”: $4\ 000 - 4\ 000 = 0$,
 procent przebytej „drogi”: $/0 : 2\ 000/ * 100 = 0\%$.

Kryterium II: Masa powieszona

Wartość najbardziej pożądana: 9 070 kg.

Wartość najmniej pożądana: 2 500 kg.

„Droga” między obydwoma wartościami: $9\ 070 - 2\ 500 = 6\ 570$ kg.

- CH – 53G** – wartość osiągnięta: 9 070 kg,
 przebyta „droga”: $9\ 070 - 2\ 500 = 6\ 570$ kg,
 procent przebytej „drogi”: $/6\ 570 : 6\ 570/ * 100 = 100\%$.
- MI – 17** – wartość osiągnięta: 3 000 kg,
 przebyta „droga”: $3\ 000 - 2\ 500 = 500$ kg,
 procent przebytej „drogi”: $/500 : 6\ 570/ * 100 = 7,61\%$.
- MI – 6** – wartość osiągnięta: 8 000 kg,
 przebyta „droga”: $8\ 000 - 2\ 500 = 5\ 500$ kg,
 procent przebytej „drogi”: $/5\ 500 : 6\ 570/ * 100 = 83,71\%$.
- MI – 8T** – wartość osiągnięta: 2 500 kg,
 przebyta „droga”: $2\ 500 - 2\ 500 = 0$,
 procent przebytej „drogi”: $/0 : 6\ 570/ * 100 = 0\%$.

Kryterium III: Prędkość maksymalna

Wartość najbardziej pożądana: 315 km/h.

Wartość najmniej pożądana: 250 km/h.

„Droga” między obydwoma wartościami: $315 - 250 = 65$ km/h.

- CH – 53G** – wartość osiągnięta: 315 km/h,
 przebyta „droga”: $315 - 250 = 65$ km/h,
 procent przebytej „drogi”: $/65 : 65/ * 100 = 100\%$.

- MI – 17** – wartość osiągnięta: 250 km/h,
 przebyta „droga”: 250 – 250 = 0 km/h,
 procent przebytej „drogi”: $0 : 65 / * 100 = 0\%$.
- MI – 6** – wartość osiągnięta: 300 km/h,
 przebyta „droga”: 300 – 250 = 50 km/h,
 procent przebytej „drogi”: $50 : 65 / * 100 = 76,92\%$.
- MI – 8T** – wartość osiągnięta: 250 km/h,
 przebyta „droga”: 250 – 250 = 0 km/h,
 procent przebytej „drogi”: $0 : 65 / * 100 = 0\%$.

Kryterium IV: Predkość przelotowa

Wartość najbardziej pożądana: 278 km/h.

Wartość najmniej pożądana: 210 km/h.

„Droga” między obydwoma wartościami: 278 – 210 = 68 km/h.

- CH – 53G** – wartość osiągnięta: 278 km/h,
 przebyta „droga”: 278 – 210 = 68 km/h,
 procent przebytej „drogi”: $68 : 68 / * 100 = 100\%$.
- MI – 17** – wartość osiągnięta: 240 km/h,
 przebyta „droga”: 240 – 210 = 30 km/h,
 procent przebytej „drogi”: $30 : 68 / * 100 = 44,12\%$.
- MI – 6** – wartość osiągnięta: 250 km/h,
 przebyta „droga”: 250 – 210 = 40 km/h,
 procent przebytej „drogi”: $40 : 68 / * 100 = 58,82\%$.
- MI – 8T** – wartość osiągnięta: 210 km/h,
 przebyta „droga”: 210 – 210 = 0 km/h,
 procent przebytej „drogi”: $0 : 68 / * 100 = 0\%$.

Kryterium V: Pułap taktyczny

Wartość najbardziej pożądana: 6 220 m.

Wartość najmniej pożądana: 4 500 m.

„Droga” między obydwoma wartościami: 6 220 – 4 500 = 1 720 m.

- CH – 53G** – wartość osiągnięta: 6 220 m,
 przebyta „droga”: 6 220 – 4 500 = 1 720 m,
 procent przebytej „drogi”: /1 720 : 1 720/ * 100 = 100%.
- MI – 17** – wartość osiągnięta: 5 000 m,
 przebyta „droga”: 5 000 – 4 500 = 500 m,
 procent przebytej „drogi”: /500 : 1 720/ * 100= 29,07%.
- MI – 6** – wartość osiągnięta: 4 500 m,
 przebyta „droga”: 4 500 – 4 500 = 0 m,
 procent przebytej „drogi”: /0 : 1 720/ * 100 = 0%.
- MI – 8T** – wartość osiągnięta: 4 500 m,
 przebyta „droga”: 4 500 – 4 500 = 0 m,
 procent przebytej „drogi”: /0 : 1 720/ * 100 = 0%.

Kryterium VI: Wielkość załogi

Wartość najbardziej pożądana: 2 osoby.

Wartość najmniej pożądana: 5 osób.

„Droga” między obydwoma wartościami: 5 – 2 = 3.

- CH – 53G** – wartość osiągnięta: 2,
 przebyta „droga”: 5 – 2 = 3,
 procent przebytej „drogi”: /3 : 3/ * 100 = 100%.
- MI – 17** – wartość osiągnięta: 3,
 przebyta „droga”: 5 – 3 = 2,
 procent przebytej „drogi”: /2 : 3/ * 100= 66,67%.
- MI – 6** – wartość osiągnięta: 5,
 przebyta „droga”: 5 – 5 = 0,
 procent przebytej „drogi”: /0 : 3/ * 100 = 0%.
- MI – 8T** – wartość osiągnięta: 3,
 przebyta „droga”: 5 – 3 = 2,
 procent przebytej „drogi”: /2 : 3/ * 100= 66,67%.

Kryterium VII: Liczba pasażerów

Wartość najbardziej pożądana: 60 osób.

Wartość najmniej pożądana: 24 osoby.

„Droga” między obydwoma wartościami: $60 - 24 = 36$.

- CH – 53G** – wartość osiągnięta: 55,
przebyta „droga”: $55 - 24 = 31$,
procent przebytej „drogi”: $/31 : 36/ * 100 = 86,11\%$.
- MI – 17** – wartość osiągnięta: 24,
przebyta „droga”: $24 - 24 = 0$,
procent przebytej „drogi”: $/0 : 36/ * 100 = 0\%$.
- MI – 6** – wartość osiągnięta: 60,
przebyta „droga”: $60 - 24 = 36$,
procent przebytej „drogi”: $/36 : 36/ * 100 = 100\%$.
- MI – 8T** – wartość osiągnięta: 24,
przebyta „droga”: $24 - 24 = 0$,
procent przebytej „drogi”: $/0 : 36/ * 100 = 0\%$.

Kryterium VIII: Liczba rannych /noszy/

Wartość najbardziej pożądana: 41 osób.

Wartość najmniej pożądana: 12 osoby.

„Droga” między obydwoma wartościami: $41 - 12 = 29$.

- CH – 53G** – wartość osiągnięta: 24,
przebyta „droga”: $24 - 12 = 12$,
procent przebytej „drogi”: $/12 : 29/ * 100 = 41,38\%$.
- MI – 17** – wartość osiągnięta: 12,
przebyta „droga”: $12 - 12 = 0$,
procent przebytej „drogi”: $/0 : 29/ * 100 = 0\%$.
- MI – 6** – wartość osiągnięta: 41,
przebyta „droga”: $41 - 12 = 29$,
procent przebytej „drogi”: $/29 : 29/ * 100 = 100\%$.
- MI – 8T** – wartość osiągnięta: 24,
przebyta „droga”: $12 - 12 = 0$,
procent przebytej „drogi”: $/0 : 29/ * 100 = 0\%$.

Kryterium IX: Zasięg maksymalny

Wartość najbardziej pożądana: 750 km.

Wartość najmniej pożądana: 413 km.

„Droga” między obydwoma wartościami: $750 - 413 = 337$.

- CH – 53G** – wartość osiągnięta: 413,
 przebyta „droga”: $413 - 413 = 0$,
 procent przebytej „drogi”: $/0 : 337/ * 100 = 0\%$.
- MI – 17** – wartość osiągnięta: 465,
 przebyta „droga”: $465 - 413 = 52$,
 procent przebytej „drogi”: $/52 : 337/ * 100 = 15,43\%$.
- MI – 6** – wartość osiągnięta: 750,
 przebyta „droga”: $750 - 413 = 337$,
 procent przebytej „drogi”: $/337 : 337/ * 100 = 100\%$.
- MI – 8T** – wartość osiągnięta: 440,
 przebyta „droga”: $440 - 413 = 27$,
 procent przebytej „drogi”: $/27 : 337/ * 100 = 8,01\%$.

Kryterium X: Uzbrojenie:

Wartość najbardziej pożądana: 1.

Wartość najmniej pożądana: 0.

„Droga” między obydwoma wartościami: $1 - 0 = 1$.

- CH – 53G** – wartość osiągnięta: 0,
 przebyta „droga”: $0 - 0 = 0$,
 procent przebytej „drogi”: $/0 : 1/ * 100 = 0\%$.
- MI – 17** – wartość osiągnięta: 0,
 przebyta „droga”: $0 - 0 = 0$,
 procent przebytej „drogi”: $/0 : 1/ * 100 = 0\%$.
- MI – 6** – wartość osiągnięta: 1,
 przebyta „droga”: $1 - 0 = 1$,
 procent przebytej „drogi”: $/1 : 1/ * 100 = 100\%$.

- MI – 8T** – wartość osiągnięta: 1,
 przebyta „droga”: 1 – 0 = 1,
 procent przebytej „drogi”: $1 : 1 / * 100 = 100\%$.

Przyjęto następujące znaczenia /wagi/ dla poszczególnych kryteriów cząstkowych: *)

I <input type="checkbox"/>	Masa maksymalnego ładunku	0,20
II <input type="checkbox"/>	Masa ładunku powieszzonego	0,15
III <input type="checkbox"/>	Prędkość maksymalna	0,06
IV <input type="checkbox"/>	Prędkość przelotowa	0,08
V <input type="checkbox"/>	Pułap praktyczny	0,01
VI <input type="checkbox"/>	Wielkość załogi	0,02
VII <input type="checkbox"/>	Liczba pasażerów	0,08
VIII <input type="checkbox"/>	Liczba rannych /ilość noszy/	0,15
IX <input type="checkbox"/>	Zasięg maksymalny	0,15
X <input type="checkbox"/>	Uzbrojenie	0,10
		1,00

Wyniki końcowe przeprowadzonej analizy

Przeprowadzona analiza pokazuje, że poszczególne śmigłowce transportowe uzyskały zróżnicowaną ocenę i należałoby uszeregować je w następującej kolejności:

- | | | | |
|------|-----------------|-------|------------|
| I. | System MI – 6 | ocena | – „89,88”. |
| II. | System CH – 53G | ocena | – „50,10”. |
| III. | System MI – 8T | ocena | – „12,54”. |
| IV. | System MI – 17 | ocena | – „8,61”. |

*) Na podstawie publikacji „Współczynniki jakości podstawowego uzbrojenia Wojska Polskiego i armii obcych” – wyd. Główny Zarząd Szkolenia Bojowego Wojska Polskiego, Zarząd Operacyjny – Warszawa 1992 r.

Tabela 1

Przeliczenie wartości rzeczywistych na ułamki procentowe „drogi” od stanu najmniej pożądanego do stanu najbardziej pożądanego w ramach poszczególnych typów śmigłowców transportowych.

Nazwa Sytemu	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
CH – 53G	25	100	100	100	100	100	86,11	41,38	0	0
MI – 17	0	7,61	0	44,12	29,07	66,67	0	0	15,43	0
MI – 6	100	83,71	76,92	58,82	0	0	100	100	100	100
MI – 8T	0	0	0	0	0	66,67	0	0	8,01	100

Mnożąc liczby zawarte w tabeli 2 przez wagi, otrzymuje się tabelę 3.

Tabela 2

Wartości liczbowe zawartych w tabeli 1 przemnożone przez wagi przypisane kryteriom cząstkowym od I do IX.

Nazwa Sytemu	I 0,20	II 0,15	III 0,06	IV 0,08	V 0,01	VI 0,02	VII 0,08	VIII 0,15	IX 0,15	X 0,10	Σ
CH – 53G	5	15,0	6,0	8,0	1	2	6,89	6,21	0	0	50,10
MI – 17	0	1,14	0	3,53	0,29	1,33	0	0	2,31	0	8,61
MI – 6	20,0	12,56	4,62	4,71	0	0	8	15	15	10	89,88
MI – 8T	0	0	0	0	0	1,33	0	0	1,2	10	12,54

3. DOBÓR CECH DIAGNOSTYCZNYCH DO MODELU OCENOWEGO METODĄ POJEMNOŚCI INFORMACYJNEJ HELLWIGA

Trwający nieustannie rozwój nauki i techniki spowodował, że współczesne uzbrojenie i sprzęt wojskowy są coraz bardziej skomplikowane, gwałtownie rosną również koszty jego opracowania, produkcji i eksploatacji. Tym samym znacznie utrudnione zostały decyzje dotyczące jego wyboru. W konsekwencji równie gwałtownie wzrasta zapotrzebowanie na rozwiązywanie podstawowych problemów będących elementami wspomaganie procesu podejmowania decyzji, a więc dokonywania racjonalnego wyboru systemu technicznego niezbędnego do realizacji wcześniej założonych celów. W tych procesach istotne znaczenie mają:

- wybór metody analizy i ocen funkcjonowania zarówno elementów, jak i systemów technicznych;
- wybór obiektywnych kryteriów ocen.

O wyborze metody (techniki) decydują przede wszystkim:

- cechy badanego przedmiotu;
- cele badań;
- punkt widzenia przyjmowany w procesie analizy [11].

Narzędziem wspomagającym proces podejmowania decyzji przy wyborze systemu technicznego jest wielokryterialna analiza porównawcza, która może być prowadzona z wykorzystaniem różnych technik badawczych.

Spośród metod analizy porównawczej, pozwalających na jakościowe klasyfikowanie porównywalnych obiektów na podstawie wartości wszystkich cech je opisujących, najczęściej wykorzystuje się:

- metodę Electre;
- metodę rozmytych relacji preferencji;
- metodę analizy brzegowej;
- metodę Bellingera;
- metodę taksonomii numerycznej [12,13,14].

Ponieważ w dalszej części pracy wykorzystana została metoda taksonomii numerycznej, poniżej przedstawiony zostanie krótki opis metody wraz z uzasadnieniem jej wyboru.

Procedurę badań taksonomicznych opisać można następującym algorytmem:

- wstępna analiza badanego systemu;
- dobór cech diagnostycznych i skal ich pomiaru;
- przeprowadzenie procesu pomiaru wybranych cech systemu;
- ocena podobieństwa klasyfikowanych jednostek;
- wybór metody klasyfikacji;
- klasyfikacja obiektów za pomocą wybranej metody;
- weryfikacja wyników klasyfikacji;
- merytoryczna interpretacja wyników klasyfikacji [15].

Wyjściowym etapem klasyfikacji obiektów jest wstępna analiza badanego systemu, w wyniku której otrzymujemy:

- podstawowe cele badania;
- obiekty podlegające klasyfikacji.

Następnie dobiera się wskaźniki opisujące klasyfikowane obiekty. Prace te mają duże znaczenie, bowiem ich wyniki mogą mieć duży wpływ na ostateczny rezultat badania z użyciem metod taksonomicznych. Właściwości obiektów, które powinny być rozpatrywane, są ogólnie określane przez przedmiot badania. Etap doboru cech sprowadza się do takiej redukcji wstępnie zadanego zbioru cech, aby pozostawić cechy odznaczające się największą diagnostycznością, tzn. adekwatnością względem badanego zjawiska.

W następnej kolejności należy zebrać dane statystyczne będące liczbowymi realizacjami cech diagnostycznych w poszczególnych obiektach, przez co uzyskuje się numeryczny opis stanu klasyfikowanych jednostek. Zebrane dane liczbowe tworzą macierz informacji $[I \times N]$ o badanych obiektach, które w ogólnej postaci można zapisać następująco:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1I} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2I} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{N1} & x_{N2} & \dots & x_{NI} \end{bmatrix}$$

W macierzy tej X_{in} ($i = 1, 2, \dots, I$ oraz $n = 1, 2, \dots, N$) oznacza realizację cechy X_k w obiekcie O_i . W ten sposób każdy obiekt O_i jest opisany przez wektor $[I \times N]$ postaci $X_i = [X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in}, \dots, X_{iN}]$.

Następnie wybiera się odpowiednią metodę klasyfikacji, a po wyborze metody - przeprowadzana jest za jej pomocą klasyfikacja badanych obiektów polegająca na wydzieleniu grup typologicznych, obejmujących obiekty podobne do siebie z punktu widzenia właściwości reprezentowanych przez cechy diagnostyczne przyjęte do ich opisu. Następnie weryfikuje się uzyskane wyniki klasyfikacji. Podstawowe znaczenie ma tutaj wiedza badającego o badanych obiektach oraz jego doświadczenie. Na tym etapie należy także przeprowadzić - przy użyciu odpowiednich narzędzi statystycznych - szczegółową analizę liczbowych charakterystyk grup typologicznych otrzymywanych w wyniku klasyfikacji.

Metoda taksonomii numerycznej doskonale nadaje się do porównywania obiektów charakteryzowanych wieloma cechami o identycznym lub zbliżonym przeznaczeniu funkcjonalnym. Podstawą porównania jest zawsze pewien system wartości - kryterium. Kompleksowe wskaźniki jakości są liczbami znormalizowanymi - a więc sprowadzonymi do przedziału $[0 \div 1]$. Obliczanie kompleksowego wskaźnika jakości polega na agregowaniu parametrów, dającym w rezultacie możliwość jakościowej klasyfikacji porównywanych systemów technicznych. Agregacja może być wykonywana jedną z następujących metod:

- wzorcową - w której do agregowania parametrów wykorzystuje się zależności badanego systemu od tzw. systemu modelowego określonego przez badającego;
- bezwzorcową - w której agregacja polega na uśrednieniu znormalizowanych parametrów opisujących dany system.

Agregacji parametrów dokonuje się przy pomocy zależności analitycznych wyznaczających jedną z poniższych średnich:

- średnią arytmetyczną - w przypadku porównywalnych poziomów poszczególnych parametrów;
- średnią geometryczną - w przypadku gdy przekroczenie dopuszczalnej tolerancji przez wartości któregośkolwiek z parametrów dyskwalifikuje przydatność systemu, a parametr ten został wcześniej zakwalifikowany przez badacza jako cecha istotna;
- średnią harmoniczną - w przypadku dużej dysproporcji poziomów poszczególnych parametrów.

Metody taksonomiczne oceny są szczególnie przydatne, gdy cechy systemów podlegających ocenie są niewymierne i zachodzi potrzeba ich szacowania (taksowania). Ich podstawą jest założenie addytywności (sumowalności) cech ocenianego obiektu, co oznacza, że w konsekwencji globalna wartość (wskaźnik jakości) wyraża się sumą wartości cząstkowych. Takie podejście ma tę zaletę, że niedoskonałości w zakresie pewnej grupy własności są kompensowane dobrymi ocenami za inne własności, lepsze z punktu widzenia osoby podejmującej decyzję.

Metoda taksonomii numerycznej połączona z metodą bezwzorcową agregującą parametry za pomocą średniej arytmetycznej wydaje się najbardziej korzystna, ze względu na brak konieczności wyznaczenia wzorca do którego dążymy oraz przewidywany zakres grupowania badanego uzbrojenia (sprzętu technicznego) o podobnych własnościach i parametrach odpowiednich cech niewiele różniących się od siebie.

Metoda taksonomiczna w znacznym zakresie eliminuje możliwość powstania błędu spowodowanego preferencjami osoby oceniającej, gdyż algorytm postępowania umożliwia ocenę jakości obiektów na podstawie tylko ich cech (z uwzględnieniem własności stymulanty czy destymulanty).

Z tych powodów, w dalszej - obliczeniowej części pracy - wykorzystana została metoda taksonomii numerycznej połączonej z metodą bezwzorcową agregującą parametry za pomocą średniej arytmetycznej.

Obecnie zostanie przedstawiony algorytm porównywania jakości uzbrojenia (sprzętu) jedną z metod taksonomicznych [1].

W celu porównania jakości sprzętu technicznego metodą taksonomiczną należy zebrać dane o poszczególnych jego typach w tabeli. Każdy typ sprzętu - nazywany dalej zestawem - określany jest zespołem cech (charakterystyki, atrybuty, parametry). Po wypełnieniu tabeli można w niej określić:

- zbiór zestawów:

$$\Omega = (Z_1, Z_2, \dots, Z_m, \dots, Z_N)$$

- zbiór cech charakteryzujących każdy zestaw:

$$\Psi = (C_{1m}, C_{2m}, \dots, C_{im}, \dots, C_{in})$$

Mając wartości cech które uznano za istotne - zebrane we wspomnianej wcześniej

$$C_i = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N C_{in}$$

macierzy informacji - można dla każdej cechy obliczyć jej wartość średnią z zależności:

Znając obliczoną wartość średnią i -tej cechy można obliczyć jej odchylenie standardowe z zależności:

$$S_i = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (C_{in} - C)^2}$$

a następnie ustandaryzowaną wartość i -tej cechy:

$$\tilde{C}_{in} = \frac{C_{in} - C_i}{S_i}$$

Zadaniem przeprowadzającego porównania jest ustalenie, która z istotnych cech jest stymulantą (dla której ocena wartości ocenianego obiektu wyrażonego tym parametrem wzrasta wraz ze wzrostem wielkości tego parametru), a która destymulantą (dla której ocena wartości ocenianego obiektu wyrażonego tym parametrem wzrasta dla malejącej wielkości tego parametru). Ustalenie takie umożliwi określenie cech wzorcowych z następującej zależności:

$$C_{0i} = \begin{cases} \min \tilde{C}_{in} & \text{gdy } C_{in} \text{ jest destymulantą} \\ \max \tilde{C}_{in} & \text{gdy } C_{in} \text{ jest stymulantą} \end{cases}$$

Po określeniu cech wzorcowych oblicza się dyspersję pomiędzy wartościami poszczególnych cech, a cechami wzorcowymi z zależności:

$$\delta_{ni} = (C_{0i} - \tilde{C}_{ni})^2$$

Następnie oblicza się odległości pomiędzy każdym z zestawów, a zestawem wzorcowym posługując się zależnością:

$$d_{0n} = \left[\sum_{n=1}^N \delta_{ni} \right]^{\frac{1}{2}}$$

W dalszej kolejności, wyznaczamy wartość oczekiwaną cechy:

$$\bar{d}_0 = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N d_{0n}$$

Znając wartość oczekiwaną zestawu oraz odległość między zestawem, a zestawem wzorcowym można określić wariancję:

$$D_0^2 = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (d_{0n} - \bar{d}_0)^2$$

a następnie wartość graniczną:

$$d_0^* = \bar{d}_0 + 3\sqrt{D_0^2}$$

Końcowym etapem jest określenie globalnej oceny zestawu na podstawie zależności:

$$\chi_n = 1 - \frac{d_{0n}}{d_0^*}$$

Postępując w ten sposób dla każdego typu sprzętu (zestawu) - ze wspomnianego wcześniej zbioru zestawów $\Omega=(Z_1, Z_2, \dots, Z_n, \dots, Z_N)$ - policzyć możemy globalne oceny każdego z nich, a w rezultacie dokonać jakościowej klasyfikacji analizowanych zestawów.

Problem określenia listy zmiennych objaśniających (cech opisujących badany zestaw) można rozwiązać w miarę prosto, sięgając do teorii ekonomii opisującej w sposób przyczynowy wiele procesów gospodarczych, dostarczając tym samym gotową listę zmiennych objaśniających. Niekiedy lista tych zmiennych jest zbyt długa, a bywają również przypadki, gdy teoria ekonomii niezbyt jasno precyzuje, które zmienne należy brać pod uwagę. Zatem problem optymalnego wyboru zmiennych objaśniających spośród wcześniej wytypowanego - na ogół licznego - zbioru zmiennych objaśniających potencjalnych sprowadza się do zagadnienia redukcji wstępnie ustalonego zbioru tych zmiennych. W takich przypadkach pomocne okazują się procedury statystyczne.

Główna idea wszelkich metod statystycznych mających na celu redukcję zbioru wstępnie wytypowanych zmiennych objaśniających sprowadza się do przestrzegania zasady, iż w modelu powinny się znaleźć zmienne silnie skorelowane ze zmienną objaśnianą (endogeniczną) i jednocześnie stosunkowo słabo skorelowane między sobą. Nieprzestrzeganie tej zasady, a zwłaszcza tolerowanie zjawiska współliniowości zmiennych objaśniających (zjawisko to pojawia się wtedy, gdy współczynniki korelacji między zmiennymi objaśniającymi co do bezwzględnej wartości są bliskie jedności), prowadzi do wielu niekorzystnych efektów modelowania ekonometrycznego.

Jedną z takich metod statystycznych jest metoda Hellwiga wykorzystana w dalszej części pracy, a algorytm wyznaczania wskaźnika pojemności informacyjnej przy jej użyciu zostanie przedstawiony poniżej.

W pierwszej kolejności, na podstawie zgromadzonych danych określamy macierz współczynników korelacji między zmiennymi objaśniającymi R oraz wektor R_0 przedstawiający stopień skorelowania zmiennej objaśnianej ze zmiennymi objaśniającymi.

Następnie spośród rozpatrywanych wstępnie nośników informacji (cech badanego zestawu) tworzymy wszystkie możliwe kombinacje, których ilość określa zależność:

$$K=2^m-1$$

gdzie:

m - liczba zmiennych objaśniających (cech badanego zestawu).

Dla każdej zmiennej w każdej kombinacji obliczamy indywidualną pojemność nośnika informacji h_{kj} , według wzoru:

$$h_{kj} = \frac{r_{0j}^2}{\sum_{i \in I_k} |r_{ij}|}$$

gdzie:

$I_k = \{i: X_i \in K_k\}$ - zbiór indeksów (numerów) zmiennych wchodzących w skład k -tej kombinacji, tj. kombinacji K_k ;

h_{kj} - indywidualna pojemność j -ej zmiennej w k -tej kombinacji;

$\sum_{i \in I_k} |r_{ij}|$ - suma bezwzględnych wartości współczynników korelacji j -ej zmiennej objaśniającej z pozostałymi, występującymi w danej kombinacji.

r_{0j} - współczynnik korelacji j -ej zmiennej objaśniającej ze zmienną endogeniczną;

Kolejnym krokiem jest obliczenie integralnej pojemności nośników informacji (H_k) jako sumy pojemności indywidualnych w ramach każdej z kombinacji, tzn.:

$$H_k = \sum_j h_{kj}$$

W ostatnim etapie badania pojemności nośników informacji metodą Hellwiga wybieramy taką kombinację k^* zmiennych objaśniających, dla której:

$$H_{k^*} = \max\{H_k\}$$

a na tej podstawie określamy które zmienne objaśniające należy uwzględnić w badanym modelu.

Praktyczne wykorzystanie metody pojemności informacyjnej Hellwiga dla doboru cech diagnostycznych do modelu ocenowego potencjału bojowego zostanie przedstawione na przykładzie jednej z bardziej reprezentatywnych grup uzbrojenia i sprzętu wojskowego jaką są czołgi.

Do analizy wybrano 28 typów czołgów (niektóre typy powtarzają się ze względu na rozważanie wariantu wartości bojowej czołgu z pełnym zabezpieczeniem logistycznym i czołgu działającego samodzielnie, którego wartość bojowa zależy od ilości amunicji będącej przy sprzęcie), z których każdy opisano 24 parametrami, oznaczonymi kolejno PAR1÷PAR24. Dla niektórych parametrów przyjęto, że jeżeli dany parametr występuje - przyjmuje wartość 1, natomiast jeśli nie występuje - przyjmuje wartość 0.

Do opisu czołgów przyjęto następujące parametry (zmiennie objaśniające):

- PAR1 - kaliber pocisku w [mm];
- PAR2 - prędkość początkowa pocisku w [m/s];
- PAR3 - zasięg strzału skutecznego w [m];
- PAR4 - masa pocisku w [kg];
- PAR5 - liczba amunicji w [szt.];
- PAR6 - zabezpieczenie logistyczne - określany jako 0 lub 1;
- PAR7 - wyposażenie w dalmierz laserowy - określany jako 0 lub 1;
- PAR8 - wyposażenie w celownik noktowizyjny - określany jako 0 lub 1;
- PAR9 - wyposażenie w celownik termowizyjny - określany jako 0 lub 1;
- PAR10 - wyposażenie w przelicznik cyfrowy - określany jako 0 lub 1;
- PAR11 - wyposażenie w stabilizację jednopłaszczyznową - określany jako 0 lub 1;
- PAR12 - wyposażenie w stabilizację dwupłaszczyznową - określany jako 0 lub 1;
- PAR13 - masa w [t];
- PAR14 - wyposażenie w pancerz aktywny - określany jako 0 lub 1;
- PAR15 - wyposażenie w pancerz wielowarstwowy - określany jako 0 lub 1;
- PAR16 - wyposażenie w pancerz utwardzony uranem - określany jako 0 lub 1;
- PAR17 - wyposażenie w układy ostrzegania - określany jako 0 lub 1;
- PAR18 - wyposażenie w środki ochrony ABC - określany jako 0 lub 1;
- PAR19 - długość w [m];

- PAR20 - szerokość w [m];
- PAR21 - wysokość w [m];
- PAR22 - prędkość marszu w [km/h];
- PAR23 - zasięg marszu w [km];
- PAR24 - nacisk w [daN/cm²].

W rezultacie otrzymano macierz informacji zawierającą wartości cech które uznano za istotne.

Następnie, korzystając z opisanej wcześniej metody taksonomii numerycznej połączonej z metodą bezwzorcową agregującą parametry za pomocą średnie arytmetycznej, obliczone zostały wartości wskaźników jakości (WSK_JAK) dla poszczególnych czołgów. Do obliczeń tych wykorzystany został program numeryczny TAX.

Kolejnym krokiem było ustandaryzowanie (normalizacja) parametrów (cech) przyjętych do opisu czołgów. W wyniku otrzymano ustandaryzowane wartości parametrów.

Następnie pogrupowano zmienne objaśniające dla zbliżonych typów parametrów i dokonano wyboru następujących ośmiu reprezentantów grup do dalszej analizy: PAR1, PAR5, PAR6, PAR12, PAR13, PAR15, PAR21 i PAR22.

Dla tych danych obliczono macierz R współczynników korelacji między zmiennymi objaśniającymi oraz wektor R_0 przedstawiający stopień skorelowania zmiennej objaśnianej.

W dalszej kolejności, zgodnie z algorytmem wyznaczania wskaźnika pojemności informacyjnej metodą Hellwiga, spośród rozpatrywanych wstępnie nośników informacji (cech badanego zestawu) utworzono wszystkie możliwe kombinacje. Dla ułatwienia obliczeń, na tym etapie analizy przyjęto następujące oznaczenia:

- PAR1 - oznaczono X1,
- PAR5 - oznaczono X2,
- PAR6 - oznaczono X3,
- PAR12 - oznaczono X4,
- PAR13 - oznaczono X5,
- PAR15 - oznaczono X6,
- PAR21 - oznaczono X7,
- PAR22 - oznaczono X8.

Dla wytypowanych 8 zmiennych, otrzymujemy $2^8-1=255$ ich kombinacji (zestawów zmiennych objaśniających). Dla nich policzone zostały indywidualne pojemności nośnika

informacji i integralne pojemności nośników informacji w ramach każdej z kombinacji. Na tej podstawie wyznaczono kombinację, dla której pojemność integralna H_k przyjęła wartość maksymalną. W przypadku badanego modelu jest to kombinacja $K45=\{X1,X3,X6\}$, odpowiadająca zestawowi parametrów $\{P1,P6,P15\}$.

Zatem, w badanym modelu należy uwzględnić następujące zmienne:

- PAR1 - kaliber pocisku;
- PAR3 - zabezpieczenie logistyczne;
- PAR6 - wyposażenie w pancerz wielowarstwowy.

Zestawienie wszystkich kombinacji wraz z wynikami obliczeń zawiera dodatek F.

Następnie, celem sprawdzenia poprawności obliczeń, cechę oznaczoną jako PAR22 - prędkość marszu zastąpiono innym reprezentantem grupy, a mianowicie cechą PAR23 - zasięgiem marszu i ponownie zbadano pojemność nośników informacji metodą Hellwiga. Rezultat okazał się taki jak poprzednio, a więc pojemność integralna przyjęła wartość maksymalną dla kombinacji $K45=\{X1,X3,X6\}$, odpowiadająca kombinacji parametrów $\{P1,P6,P15\}$, co potwierdza prawidłowość prowadzonej analizy.

4. MODEL OBLICZANIA I PORÓWNYWANIA POTENCJAŁU BOJOWEGO ZGRUPOWAŃ WOJSK WŁASNYCH I EWENTUALNEGO PRZECIWNIKA

W rozdziale drugim niniejszego opracowania przedstawiono metody i techniki analizy uzbrojenia i sprzętu wojskowego w kontekście wyznaczania współczynników jakości taktyczno - technicznej. Na bazie tej analizy sformułowana zostanie ogólna koncepcja analizy porównawczej zgrupowań wojsk własnych i strony przeciwnej, z ukierunkowaniem na wyznaczenie potencjału bojowego i technicznego.

ZAŁOŻENIA I OGRANICZENIA

1. Przyjęto, że potencjał bojowy wyraża możliwość zgrupowania wojsk w zakresie wykonania zadania w określonym rodzaju i formie działań bojowych w określonych warunkach. Wynika stąd potrzeba określenia potencjałów bojowych z uwzględnieniem charakteru przewidywanych działań bojowych zgrupowań wojsk.
2. Zgrupowanie wojsk należy rozpatrywać jako system organizacyjno - techniczny, którego elementami są:
 - jednostki wojsk zmechanizowanych i pancernych;
 - jednostki wojsk raketowych i artylerii;
 - jednostki wojsk obrony przeciwlotniczej;
 - jednostki wojsk inżynieryjnych;
 - jednostki wojsk chemicznych;
 - jednostki wojsk lotniczych;
 - jednostki walki radioelektronicznej;
 - system dowodzenia;
 - system rozpoznania;
 - system zabezpieczenia logistycznego.
3. Poszczególne elementy zgrupowania wojsk są opisane parametrami ilościowymi i jakościowymi, wyrażającymi stan ukończenia i możliwości poszczególnych grup środków walki.

4. W metodzie obliczania potencjałów bojowych powinny być uwzględnione warunki prowadzenia przewidywanych działań bojowych oraz cechy operacyjno - taktyczne, istotne z punktu widzenia ich wpływu na wartość poszczególnych parametrów, charakteryzujących zgrupowanie wojsk.
5. Porównywane zgrupowania wojsk są opisane różnymi zbiorami parametrów. Zbiór parametrów, charakteryzujący dane zgrupowanie, zależy przede wszystkim od składu zgrupowania, a także od wykonywanego zadania.
6. Listę parametrów zgrupowania wojsk, warunków prowadzenia działań bojowych oraz cech sytuacji operacyjno - taktycznej należy ustalić zgodnie ze statystycznymi metodami selekcji zmiennych objaśniających.
7. Parametry opisujące zgrupowanie powinny być tak dobrane, by odzwierciedlały przede wszystkim:
 - zmienność walorów bojowych poszczególnych systemów uzbrojenia i środków walki w zależności od charakteru i warunków prowadzenia działań bojowych;
 - możliwości zgrupowań wojsk w zakresie manewrowości, skuteczności oddziaływania ogniowego i zabezpieczenia działań bojowych;
 - możliwości systemów dowodzenia, rozpoznania i kierowania środkami walki.
8. Potencjał bojowy zgrupowania powinien być wyrażony:
 - współczynnikiem syntetycznym, wyrażającym ogólny potencjał zgrupowania w aspekcie przewidywanego zadania;
 - wskaźnikami szczegółowymi, wyrażającymi możliwości poszczególnych rodzajów wojsk i służb.
9. Obliczenia powinny być wykonane na podstawie informacji:
 - zawartych w bazie danych;
 - wprowadzonych każdorazowo przez użytkownika.
10. W danych wejściowych użytkownik powinien określać:
 - elementy składowe zgrupowań wojsk;
 - warunki i rodzaj prowadzonych działań;
 - zakres i stopień szczegółowości danych wynikowych.
11. Wyniki obliczeń powinny być wyrażone w formie liczbowej i graficznej.
12. Wyznaczony potencjał bojowy powinien być liczbą zawartą w przedziale $0 \div 1$ i odzwierciedlać maksymalne możliwości wojsk przy aktualnych, etatowych i prognozowanych (zadanych procentowo w stosunku do stanu etatowego) stanach ukończenia.

13. Obliczony potencjał bojowy jest wielkością względną i odnosi się do konkretnej sytuacji bojowej i konkretnego przeciwnika. Nie jest możliwe obliczenie bezwzględnej wartości potencjału bojowego danego zgrupowania.
14. Możliwe jest porównywanie zgrupowań wojsk:
 - własnych;
 - przeciwnika;
 - własnych i przeciwnika.
15. Badanie struktur wojsk własnych i potencjalnego przeciwnika odbywa się za pomocą tych samych narzędzi i metod badawczych.
16. Wyniki realizacji programu powinny umożliwiać uzyskanie informacji w zakresie następujących zagadnień:
 - które z ocenianych zgrupowań wojsk ma większe potencjalne możliwości wykonania określonego zadania;
 - porównania możliwości zgrupowania wojsk własnych, wykonującego określone zadanie, z możliwościami zgrupowania przeciwnika, wykonującego zadanie przeciwstawne.

KRYTERIA OCENY STOSOWANE DO OBLICZEŃ POTENCJAŁU BOJOWEGO

Podstawowym zadaniem realizowanym przez model jest obliczenie i porównanie potencjałów bojowych zgrupowań wojsk własnych i potencjalnego przeciwnika mających usprawnić proces podejmowania decyzji dowódczych w konkretnych sytuacjach problemowych. Przeprowadzenie stosownych kalkulacji w tym zakresie, wiąże się z przyjęciem szeregu kryteriów oceny. Przyjmuje się, że stosowane kryteria oceny potencjału bojowego powinny spełniać następujące wymagania:

1. jednoznaczność: jednoznacznie dopuszczające tylko jedną, ściśle określoną i jednoznacznie zrozumiałą interpretację;
2. swoistość znaczeniowa: nie może być identyczne znaczeniowo z jakimkolwiek innym kryterium;
3. niezależność: nie może ulegać oddziaływaniu innych kryteriów;
4. realność: powinno możliwie dokładnie odzwierciedlać rzeczywistość;
5. rzeczowość: ma być bezbłędne merytorycznie, zgodnie z obowiązującym stanem prawnym z aktualnymi normami i ustaleniami zwyczajowymi;

6. dopełnialność: powinno stanowić dopełnienie informacyjne w porównaniu z innymi kryteriami;
7. zmiennność: powinno odtwarzać zmienne stany przedmiotu oceny w aspekcie odpowiedniego wymagania;
8. mierzalność: powinno być wielkością mierzalną w całym wykorzystywanym przedziale zmienności;
9. stopniowalność: powinno być cechą stopniowalną;
10. powtarzalność: powinno być aktualne dla takich samych powtarzających się wymagań dotyczących innych przedmiotów oceny;

Z uwagi na to, że celem działania systemu informatycznego powstałego na bazie proponowanego modelu będzie w efekcie usprawnianie procesów decyzyjnych występujących w zagadnieniach szacowania potencjału bojowego zgrupowań wojsk, struktura organizacyjna systemu oparta będzie na podobnych założeniach jak struktura organizacyjna systemu obronnego państwa.

Docelowo system powinien spełniać między innymi następujące warunki :

- dostarczać dla każdego ogniwa decyzyjnego właściwie dobrane informacje we właściwym czasie;
- zawierać w sobie różnorodne modele typowych i specyficznych sytuacji decyzyjnych;
- umożliwiać wykorzystanie w tych procesach metod matematycznych (optymalizacyjnych), modelowania i symulacji komputerowej oraz technik heurystycznych,
- zapewniać elastyczność w doborze struktur informacyjno - decyzyjnych użytkownika;

System ten powinien również zapewniać następujące funkcje wspomaganie decyzji:

- wnioskowania, pozwalających na bezpośredni dostęp do danych elementarnych;
- analizy danych, pozwalających na manipulowanie danymi za pomocą operacji ukierunkowanych na zadania i ich otoczenie oraz działania o charakterze decyzyjnym;
- informacji analitycznej, umożliwiających dostęp do kilku baz danych i modeli;
- ilościowe, obliczające konsekwencje planowanych działań na podstawie analiz ilościowych;
- obrazowania, szacujące konsekwencje działań na podstawie modeli, które są częściowo niedefiniowalne;

- optymalizacyjne, dające ogólne wytyczne do działania przez generowanie rozwiązania optymalnego;
- sugerowania, które dla ściśle określonych grup zadań wypracowują postacie decyzji wykonawczych (np. na podstawie asocjacji).

Zastosowanie metod i środków informatyki w obszarze ukierunkowanym na wspomaganie indywidualnych użytkowników systemu powinno upraszczać realizację następujących typów zadań:

- pozyskiwanie danych elementarnych;
- dostarczanie mechanizmów do analizy danych;
- dostarczanie wstępnie wyspecyfikowanych, zagregowanych danych;
- szacowanie konsekwencji proponowanych decyzji;
- proponowanie decyzji.

Z punktu widzenia realizowanych zadań, system postrzegany będzie jako rozwiązanie usprawniające wykonywanie funkcji decyzyjnych na poszczególnych szczeblach dowodzenia.

KONCEPCJA PRZETWARZANIA W SYSTEMIE

We wstępnej fazie obliczeń należy dokonać analizy współczynników jakości taktyczno - technicznych ze względu na pojemność informacyjną jaką one ze sobą niosą.

Pierwszym zadaniem, po uzyskaniu danych jest krzyżowe ich badanie w celu otrzymania całej informacji koniecznej do istotnej analizy i interpretacji wyników. Możliwa lista pozycji takiego badania podzielonych na szersze kategorie wygląda tak jak niżej :

- Jak uzyskuje się i zapisuje dane ?
- Czy dane są wolne od błędów pomiaru i zapisu ? Czy pojęcia i definicje związane z pomiarami są dobrze określone ? Czy są różnice pomiędzy obserwatorami ?
- Czy dane są prawdziwe, tj. zapisane tak, jak je odczytano ?
- Czy istnieją dane odstające od innych, które mogłyby mieć nadmierny wpływ na wyniki wnioskowania statystycznego ?
- Jaka jest rzeczywista populacja o której informują dane ? Czy występują braki odpowiedzi (częściowe lub całkowite) od wybranych jednostek z populacji poddanej badaniu ? Czy dane otrzymano z populacji jednorodnej, czy z mieszaniny populacji ?
- Czy istnieje jakaś informacja *a priori* o badanym problemie lub o naturze zaobserwowanych danych ?

Odpowiedzi na niektóre z tych pytań można otrzymać z rozmowy z osobą zbierającą dane (ekspertem). Jednakże pozostałe odpowiedzi trzeba uzyskiwać za pomocą odpowiedniej analizy danych, tzn. przez „stawianie danym pytań”, bądź przez krzyżowe ich badanie. Może tu być bardzo pomocne graficzne przedstawianie danych za pomocą histogramów, dwuwymiarowych wykresów rozproszonych i wykresów prawdopodobieństw odpowiednio przekształconych pomiarów oraz obliczanie statystyk opisowych.¹

W każdym badaniu o wielkiej skali nieuniknione jest otrzymywanie i zapisywanie wartości obciążonych błędami. Trudno je wykryć, chyba że występują jako wartości wysoce niezgodne z innymi. Trzeba zadbać o to by plan badania zapewniał minimalizację takich błędów. Wbudowany w badanie program sprawdzający mógłby zaalarmować badacza, kiedy pewna wartość wygląda podejrzanie i pozwolić mu na powtórzenie pomiaru i przekonaniu się czy mierzona jednostka należy do badanej populacji.²

Następną sprawą jest zbadanie zależności korelacyjnych pomiędzy współczynnikami jakości wziętymi do przeprowadzanych analiz celem wyeliminowania niektórych z nich.

Podejście probabilistyczne do problemu korelacji wiąże się z teorią wielowymiarowych zmiennych losowych. Nazwy *korelacja* używa się w odniesieniu do pewnego momentu rozkładu dwuwymiarowej zmiennej losowej (U, V) , definiując ten moment jako

$$\rho(U, V) = \frac{\text{Cov}(U, V)}{\sqrt{\text{var}(U) \text{var}(V)}},$$

gdzie: $\text{Cov}(U, V)$ oznacza kowariancję zmiennych losowych U i V .

Współczynnik $\rho(U, V)$ jest pewną miarą „degeneracji” dwuwymiarowego rozkładu - miarą skupiania się całej „masy rozkładu” nad pewną prostą.

W celu zastosowania do naszych rozważań wyżej przedstawione zależności, należy przede wszystkim znać wartości $E(U)$, $E(V)$ oraz $E(U, V)$. O ile dwie pierwsze wartości są dobrze opisane i łatwe do znalezienia, to wartości oczekiwanej rozkładu łącznego nie znamy, a jej obliczenie nie jest proste, szczególnie w nietrywialnym przypadku, kiedy to zmienne U i V są zależne. Ponadto, aby zastosować do przedstawianych problemów probabilistyczną teorię korelacji należałoby przedstawić wyniki obserwacji jako wynik losowania wartości

¹ R.A. Fisher (1934) The effect of method of ascertainment upon estimation of frequencies, Ann. Eugenics 6, str. 13 -25

² C. Radhakrishna Rao (1989) Ramanujan Memorial Lectures Statistics and Truth Putting Chance to Work

dwuwymiarowej zmiennej losowej.

W związku z tym, co zostało powiedziane wyżej pod terminem *korelacja* będziemy rozumieli wyłącznie korelację pary wektorów będących wynikami obserwacji.

Współczynnik korelacji (liniowej) pary wektorów n wyników obserwacji stosowano bardzo dawno jako miarę skupiania się n punktów obrazujących te wyniki wzdłuż pewnej prostej w dwuwymiarowej przestrzeni. Tak rozumiany współczynnik korelacji można obliczać dla dowolnej pary wektorów liczbowych niezależnie od tego, co oznaczają liczby będące składowymi tych wektorów³. Pojęcie to samo przez się nie ma nic wspólnego z probabilistyką, chociaż jedną lub nawet wszystkimi składowymi wektora mogą być prawdopodobieństwa wystąpienia dowolnego zdarzenia.

Po dokonaniu wstępnej analizy danych wejściowych można przystąpić do obliczenia zmodyfikowanych wartości współczynników jakości taktyczno-technicznych stron pozostających w konflikcie.

Proponuje się, aby do obliczeń potencjału bojowego posłużyć się grupą czynników (cech) wśród których należy wymienić:

- stan ilościowy sił i środków,
- efektywność (siła) rażenia (potencjał ofensywny),
- gotowość bojowa,
- potencjał defensywny,
- ruchliwość i manewrowość wojsk,
- efektywność zasilania,
- zdolność do przerzutów operacyjnych,
- żywotność (zdolność) przetrwania,
- efektywność (jakość) dowodzenia,
- efektywność (jakość) łączności i rozpoznania,
- zdolność odstraszenia,
- zdolność do działań koalicyjnych,
- zdolność do zwiększenia potencjału bojowego („rozwojowość”),
- nowoczesność (poziom technologiczny) systemów technicznych,
- stan moralno - psychiczny,
- stan wyszkolenia bojowego.

³ Z.Hellwig O jakości modelu ekonometrycznego, Przegląd statystyczny, 3 - 4 (1969)

Wymienione wyżej czynniki podlegają agregacji, przykładowo ze względu na stopień istotności, na szczególnie istotne, o średniej ważności i mniej istotne.

Rozpatrujemy dwie strony A i B pozostające w konflikcie zbrojnym. Uzbrojenie strony A zostało zaszeregowane do n - grup, zaś strony B do m grup sprzętu. Poszczególne grupy sprzętu obu stron scharakteryzowane są odpowiednimi współczynnikami jakości taktyczno - technicznymi.

(Wartości wszystkich współczynników o których mowa wyżej, zostaną obliczone np. według metody podanej w rozdziale 2.3 niniejszego opracowania.)

Wprowadza się współczynniki oddziaływania stron na siebie:

- strony A na stronę B,
- strony B na stronę A [16].

Współczynniki wzajemnego oddziaływania poszczególnych grup sprzętu obu stron, określają w jakim stopniu grupa sprzętu jednej strony "oddziałuje" tj. powoduje zniszczenie odpowiedniej grupy sprzętu strony przeciwnej. O wartościach tych współczynników decyduje ekspert i zależą one zarówno od rodzaju działań jak i warunków w jakich te działania zachodzą. Ponadto, oddziaływanie stron na siebie rozumiane jest tu „jednorazowo”, tzn. w pewnym, krótkim przedziale czasowym $dt \ll t$, gdzie t jest całkowitym czasem trwania działań bojowych. Wskaźniki taktyczno - techniczne grup sprzętu obu stron, po "jednorazowym" oddziaływaniu, opisane są wektorami, których składowe stanowią iloczyny jednostkowych współczynników taktyczno - technicznych poszczególnych grup sprzętu i współczynników oddziaływania przeciwstawnych grup na siebie. Współczynniki oddziaływania grup na siebie pełnią tu rolę swoistych wag. Omówiona wyżej konstrukcja wskaźników taktyczno - technicznych grup sprzętu pozwala na zastosowanie do obliczeń potencjału bojowego zgrupowań wojsk jednej z metod opisanych w pierwszej części niniejszej pracy.

5. WNIOSKI

Z dotychczasowych doświadczeń specjalistów zajmujących się analizami porównawczymi oraz przeprowadzonego przeglądu istniejących modeli ocenowych potencjału bojowego wynika, że dokładność analizy porównawczej zależy od dwóch czynników:

- właściwego doboru współczynnika wagi;
- ilości rozpatrywanych parametrów i cech niewymiernych.

Dobór odpowiednich współczynników wagi dla poszczególnych parametrów (grup parametrów) wymiernych stanowi największą trudność i ma decydujący wpływ na dokładność analizy wartości bojowej badanego uzbrojenia i sprzętu. Również szacunkowa ocena cech niewymiernych wymaga dobrej znajomości ich walorów i odpowiedniej klasyfikacji spełnianej funkcji.

Wynika stąd wniosek, że analiza porównawcza musi być prowadzona przez specjalistów znających doskonale porównywany sprzęt. Pozwoli to w sposób empiryczny wyznaczyć właściwe współczynniki wagi, a tym samym ocena wartości bojowej uzbrojenia będzie zawierała odchylenia nie mające większego wpływu na ostateczną ocenę walorów porównywanych wzorów uzbrojenia lub sprzętu.

Przyjęty dla badanego wyrobu (uzbrojenia) układ kryteriów i preferencji powinien być przez stosunkowo długi okres czasu stały, natomiast zestawienie cech może ulegać zmianom w zależności od wymagań pola walki, będących wynikiem osiągniętego w danym okresie poziomu rozwoju techniki wojskowej. Również oceny cech i kryteriów zmieniają się stosownie do aktualnych możliwości techniki.

W rezultacie rozwoju techniki (determinującej aktualnie najwyższą możliwą do uzyskania wartość bojową) następuje obniżanie się wartości bojowej posiadanego uzbrojenia (przy założeniu, że uzbrojenie to nie było w tym okresie modernizowane).

Dlatego też nie można posługiwać się ocenami wartości bojowej, ustalonymi w zbyt odległym czasie. Istnieje konieczność określania wartości bojowej tego samego uzbrojenia w każdym przypadku poważniejszych zmian w możliwościach techniki, jak i w warunkach pola walki. Wydaje się, że niezbędne jest wariantowanie ocen wartości bojowej, tzn. określanie jej przy założeniu różnych wymogów pola walki.

Wspomniano wcześniej, że dokładność analizy porównawczej zależy również od ilości rozpatrywanych parametrów i cech niewymiernych oraz właściwego ich doboru, przy czym jeżeli analizie poddajemy więcej parametrów i cech, to oczywiście dysponujemy bogatszym

materiałem porównawczym. Z drugiej jednak strony trudniejsza jest wówczas odpowiednia selekcja oraz zróżnicowanie i dobór współczynników wagi. Wzrasta tym samym prawdopodobieństwo popełnienia błędu w ocenie. Z tego względu celowe wydaje się rozpatrywanie i porównywanie tylko parametrów i cech podstawowych. Ponadto - szczególnie w odniesieniu do bardziej skomplikowanych wzorów uzbrojenia - uzasadnione wydaje się grupowanie podstawowych parametrów i cech charakteryzujących określone funkcje.

Konieczne zatem jest stosowanie metod statystycznych mających na celu redukcję wstępnie wytypowanych cech i wybranie tylko takich, które są silnie skorelowane ze zmienną objaśnianą i jednocześnie słabo skorelowane między sobą, gdyż zawierają one najwięcej informacji. Natomiast, korzystając z metody Hellwiga, możemy dokonać redukcji zbioru wstępnie wytypowanych cech (zmiennych objaśniających), eliminując jednocześnie zjawisko ich współliniowości, a tym samym unikamy niekorzystnych efektów modelowania ekonometrycznego.

LITERATURA

1. T. Grabowski, Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych, PWN, Warszawa 1996.
2. T. Średziński, Wartość bojowa (użytkowa) uzbrojenia i sprzętu wojskowego, Wojskowy Przegląd Techniczny nr 11/1969.
3. A. Gutt, Kryteria i metoda oceny jakości wyrobów przemysłu elektromaszynowego, KNiT 1966.
4. E. Czarkowski, Uproszczona metoda porównywania wartości bojowej (użytkowej) uzbrojenia, Wojskowy Przegląd Techniczny nr 1/1977.
5. Punktowa ocena bojowych możliwości wojsk (wg poglądów teoretyków amerykańskich), Sygn. Szt. Gen. wewn. 4/184/86.
6. Uniwersalna metodyka oceny wartości bojowej uzbrojenia oraz potencjału bojowego związków taktycznych i operacyjnych sił zbrojnych, Sygn. Szt. Gen. 1407/92.
7. L. Orłowski, Systemowe modelowanie czołgu, WITPiS, 1993.
8. L. Orłowski, Modelowanie i badanie jakości bojowej czołgu, WITPiS, 1994.
9. B. Bellinger, Quantifizierung, Bewertung und Bestgestaltung betrieblicher Rechtsbeziehungen, Berliner Wissenschaftliche Gesellschaft e.V., Jahrbuch 1978 s. 57-84.
B. Bellinger, G. Vahl, Unternehmensbewertung in Theorie und Praxis, Gabler, 1984, s. 1-344.
10. Praca zbiorowa, Współczynniki jakości podstawowego uzbrojenia Wojska Polskiego i armii obcych, Główny Zarząd Szkolenia Bojowego Wojska Polskiego, Zarząd Operacyjny, Warszawa 1992r.
11. K. Kukuła i inni, Wprowadzenie do ekonometrii w przykładach i zadaniach, PWN, Warszawa 1996.
12. W. Flakiewicz, Informacyjny system zarządzania, PWE, Warszawa 1990.
13. B. Boy, Wielokryterialne wspomaganie decyzji, WNT, Warszawa 1990.
14. Z. Świtalski, Wybór wariantu decyzji ekonomicznej z zastosowaniem rozmytej relacji preferencji, Badania Operacyjne i Decyzje Nr3, Wrocław 1994.
15. B. Pilawski, Przykłady analizy wielokryterialnej CPBR (Metoda Bellingera), Politechnika Wrocławska, Wrocław 1989.
16. P. Sienkiewicz, J. Urbanowicz, P. Górny, H. Spustek, Metodyka zastosowania współczynników jakości w kalkulacjach operacyjno-taktycznych, CI AON, Zarząd Szkolenia Operacyjnego SG WP, Warszawa 1993r.

