Part Code ST1316
R G B WH GR BL C M Y K
Grey Scale #13
DANES-PICTA.COM
A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

Mjr dr Henryk SPUSTEK

PRZEWAGA W WALCE I OPERACJI

Rozprawa habilitacyjna

55581

WARSZAWA 2002

Colour Chart #13
Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black
Inches Centimetres
DANES-PICTA.COM

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

mjr dr Henryk SPUSTEK

PRZEWAGA W WALCE I OPERACJI

Rozprawa habilitacyjna

BIBLIOTEKA GŁÓWNA – ARCHIWUM
Nr ewid. 55581
II
Akademii Obrony Narodowej

WARSZAWA 2002

SPIS TREŚCI

1. WPROWADZENIE 3
2. METODOLOGICZNE PODSTAWY MODELOWANIA POLA WALKI 12
3. WYBRANE METODY OKREŚLANIA POTENCJAŁU BOJOWEGO 20
   3.1. METODA GUTTA 21
   3.2. UPROSZCZONA METODA PORÓWNYWANIA WARTOŚCI BOJOWEJ (UŻYTKOWEJ) UZBROJENIA I SPRZĘTU WOJSKOWEGO 22
   3.3. PUNKTOWA OCENA MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH WOJSK QJM (The Quantified Judgment Method) 27
   3.4. UNIWERSALNA METODA OCENY WARTOŚCI BOJOWEJ UZBROJENIA ORAZ POTENCJAŁU BOJOWEGO ZWIĄZKÓW TAKTYCZNYCH I OPERACYJNYCH SIŁ ZBROJNYCH 35
   3.5. METODA OPARTA NA WZORCU CZOŁGU T-55 39
   3.6. METODA BADANIA JAKOŚCI BOJOWEJ CZOŁGU 40
4. METODY ANALIZ PORÓWNAWCZYCH WYZNACZANIE POTENCJAŁU BOJOWEGO ZGRUPOWAŃ WOJSK 44
   4.1. WYBÓR METODY ANALIZ PORÓWNAWCZYCH 46
   4.2. DOBÓR CECH DIAGNOSTYCZNYCH DO MODELU OCENOWEGO 52
   4.3. DOBÓR CECH DIAGNOSTYCZNYCH NA PRZYKŁADZIE ANALIZY PORÓWNAWCZEJ CZOŁGÓW 54
   4.4. ANALIZA PORÓWNAWCZA W PROCESIE PLANOWANIA DZIAŁAŃ 57
   4.5. METODA OBLICZANIA POTENCJAŁU BOJOWEGO ZGRUPOWAŃ WOJSK 67
5. PROCES TWORZENIA PRZEWAGI W WALCE I OPERACJI 81
6. MATEMATYCZNE MODELE WALKI 116
   6.1. MODEL WALKI LANCHESTERA 116
   6.2. MODEL WALKI EPSTEINA 123
   6.3. DYNAMICZNY MODEL PRZEWAGI 131
7. ZAKOŃCZENIE 140

LITERATURA 143

ZAŁĄCZNIKI 147

1. WPROWADZENIE

Wraz z ogólnym wzrostem poziomu bezpieczeństwa w świecie, rośnie liczba zagrożeń, w tym zagrożeń militarnych. Ciągłym zmianom ulega również ich forma. Zagrożenia te mają różne podłoże. Powstają konflikty, których rozwiązywanie wymaga wykorzystania regularnych sił zbrojnych po jednej lub obu stronach. Konflikty zbrojne jest coraz trudniej modelować. Głównym powodem jest to, że w czasie ich trwania szczególnie intensywnie ujawnia się wpływ czynników trudno mierzalnych na bieżący przebieg działań. Wiele zjawisk zachodzi w sposób losowy. Niepewność i losowość są pojęciami z którymi ludzkość nie mogła sobie poradzić przez bardzo długi czas. Również współcześnie znosimy objawy niepewności i cierpimy z powodu katastrof. Rzeczywistość byłaby znacznie prostsza gdyby bieg rzeczy był deterministyczny, tak jak chciał tego Goethe czy też, Laplace - wyznawca "demona matematycznego". Z drugiej strony, filozofowie już od czasów Arystotelesa uznawali rolę przypadku w życiu, uważając go za coś co burzy porządek i pozostaje poza zasięgiem pojmowania.[1]

W naukach wojskowych, tak jak w każdej innej dyscyplinie naukowej mamy do czynienia z gromadzeniem i przetwarzaniem danych empirycznych. Zakres oraz ilość możliwych do zgromadzenia danych stanowi znikomy procent w stosunku do ilości danych empirycznych dostępnych w innych dyscyplinach naukowych, chociażby w fizyce czy chemii. Istnieje wiele przyczyn takiego stanu rzeczy. Między innymi, jest to podyktowane ograniczoną możliwością prowadzenia badań empirycznych - chodzi tu o wymierny opis współczesnych działań zbrojnych. Zupełnie inny problem stanowi wiarygodność zgromadzonych danych. Niczym nieograniczone możliwości tkwią w rozwijanych wciąż technikach badań symulacyjnych tj. w komputerowym modelowaniu rzeczywistych zjawisk zachodzących na polu walki.[2]

Racjonalny opis wszelkich zjawisk, zjawisk pola walki w szczególności, pociąga za sobą konieczność konstruowania poprawnych modeli. Językiem opisu są metody matematyczne, statystyczne i systemowe. Te ostatnie są niejako naturalnym połączeniem metod matematycznych i statystycznych. Wiąże się to z usytuowaniem systemów w naszej rzeczywistości.[3]

---

[1] C. Radhakrishna Rao, Statystyka i prawda, PWN, Warszawa 1994, s. 34.
[2] Z. Świątnicki, R. Wantoch-Rekowski, Sieci neuronowe w zastosowaniach wojskowych, Bellona, Warszawa 1998, s. 172-185.
[3] J. Szymański, Życie systemów, Wiedza Powszechna, Warszawa 1991, s. 69-75.

Przedstawiona dysertacja bazuje na pracach autora opublikowanych w latach 1991-2002. Głównym celem tych opracowań było stworzenie implementacji komputerowej, metod obliczania i porównywania potencjałów bojowych zgrupowań wojsk.

W latach 1991-95 uwaga autora skupiona była wokół problemów optymalizacji decyzji oraz analiz porównawczych systemów uzbrojenia.[4] Wykorzystano metody taksonomii numerycznej do statycznych analiz wartościowania technik.[5]

Pierwsza praca autora dotycząca modelowania potencjału bojowego sił zbrojnych RP została opublikowana w 1992 r.[6] Wówczas autor podjął próbę „fizykalizacji" zjawisk zachodzących na współczesnym polu walki, poprzez poszukiwanie analogii do fizycznego pola skalarnego. Pomysł ten został jednak zaniechany a w dalszych pracach zmieniono całkowicie podejście do problemu modelowania potencjału bojowego.

Obok prac związanych tematycznie z modelowaniem potencjału bojowego zgrupowań wojsk, w 1994 r. wykonano program komputerowy MARSZ służący wspomaganiu procesu planowania przegrupowania wojsk.[7] Doświadczenie zdobyte podczas prac nad tym programem pozwoliło autorowi niniejszej rozprawy na spojrzenie na przegrupowanie wojsk w kategoriach procesu, co z pewnością miało pośredni wpływ na podejście zastosowane przy rozpatrywaniu zjawisk współczesnego pola walki w kontekście procesu tworzenia przewagi. Jednocześnie przyczyniło się to do wzbogacenia wiedzy w zakresie modelowania zjawisk rzeczywistych.

Krzywa logistyczna, jej właściwości i interdyscyplinarny charakter, stała się źródłem zainteresowania autora w 1996r., kiedy to podjęta została pierwsza próba jej wykorzystania do obliczania stosunków sił stron pozostających w konflikcie zbrojnym.[8]

W ramach opracowań (lata 1997-98) dokonano:

- syntetycznej prezentacji modeli oceny potencjału bojowego,
- omówienia kryteriów oceny stosowanych do obliczeń potencjału bojowego,

---

[4] H. Spustek, Metody taksonomiczne w procesie przygotowania decyzji, materiały V Ogólnopolskiej Konferencji Sztuczna Inteligencja i Cybernetyka Wiedzy, Siedlce - Warszawa 1991.
H. Spustek, Problem optymalnego wyboru, materiały VI Ogólnopolskiej Konferencji Sztuczna Inteligencja i Cybernetyka Wiedzy, Siedlce - Warszawa 1992.

[5] H. Spustek, P. Górny, Analiza porównawcza metod oceny stanu sił zbrojnych czasu „P" i „W" problem n. b. pk. „Metodyka" AON i Departament Bezpieczeństwa Narodowego, Warszawa 1994.
H. Spustek, K. Loch, Wielokryterialna analiza porównawcza zgrupowań wojsk z wykorzystaniem metod numerycznych, AON, Warszawa 1995. Patrz również, załącznik B niniejszej rozprawy, gdzie pokazano zastosowanie metody Bellingera do analiz porównawczych śmigłowców transportowych.

[6] H. Spustek, Metoda oceny potencjału bojowego sił zbrojnych RP, problem naukowy „Doskonalenie II", AON, Warszaw 1992.

[7] H. Spustek, R. Miszczak, Model symulacyjny przegrupowania wojsk, problem n. b. pk. „Mikrokomputery - 1", AON, Warszawa 1994.

[8] H. Spustek, Krzywa logistyczna w zagadnieniach wojskowych, Komunikat na konferencji naukowej: „Modele w dowodzeniu badaniach i dydaktyce", AON, Warszawa 1996.

- szczegółowego opisu metody proponowanej dla doboru cech diagnostycznych w procesie szacowania potencjału bojowego,
- praktycznego doboru cech diagnostycznych proponowaną metodą, na przykładzie wybranej grupy uzbrojenia.[9]

Na podstawie przeprowadzonych analiz wyciągnięto następujące wnioski:

1) Wynik analizy porównawczej zależy od dwóch czynników:
   a) właściwego doboru współczynników wagowych,
   b) ilości rozpatrywanych parametrów i cech niewymiernych.
2) Analiza porównawcza musi być prowadzona przez specjalistów znających doskonale porównywane uzbrojenie. Pozwala to w sposób empiryczny wyznaczyć właściwe współczynniki wagowe.
3) Przyjęty układ kryteriów i preferencji powinien być stały przez stosunkowo długi okres czasu, 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.
4) 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).
5) Nie można posługiwać się ocenami wartości bojowej, ustalonymi w zbyt odległym czasie. Istnieje konieczność określania wartości bojowej tego samego uzbrojenia w przypadku poważniejszych zmian wynikłych z nowych możliwości techniki, jak i zmieniających się w warunków pola walki. Wydaje się, że niezbędne jest wariantowanie ocen wartości bojowej, tzn. określanie jej przy założeniu różnych wymogów pola walki.
6) Dokładność analizy porównawczej zależy również od ilości rozpatrywanych parametrów i cech trudno mierzalnych 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 wagowych. Wzrasta tym samym prawdopodobieństwo popełnienia błędu w ocenie.

[9] Wymiernym wynikiem tych prac był program numeryczny TAX oraz TAX_WIN opracowany przez autora i napisany w języku Pascal 5.0 oraz w Delphi 6.0 dla systemu Windows.

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.

7) Konieczne jest stosowanie metod statystycznych mających na celu redukcję wstępnie wytypowanych cech i wybranie tylko takich, które są silnie skorelowane ze zmienną objaśnianą przy jednoczesnej słabej korelacji między sobą.[10]

W opracowaniu opublikowanym w 1998 r., wskazano na metody analizy porównawczej, umożliwiające jakościową i ilościową klasyfikację porównywanych obiektów na podstawie wartości wszystkich cech je opisujących.[11]

Szczególną uwagę zwrócono na:

- dobór cech diagnostycznych do modelu,
- opisano wybrane metody porównawcze tzn.:
  - metodę Bellingera,
  - metodę punktową,
  - metodę taksonomii numerycznej .

Sformułowano również założenia do modelu oceny potencjału bojowego zgrupowań wojsk.

W opracowaniu z 1999 r., opisano i wykonano algorytmy analiz porównawczych na bazie wspomnianych wyżej metod, dokonano ich implementacji w języku wysokiego poziomu. Podano również metodę określania potencjału bojowego zgrupowań wojsk (metoda ta została zmodyfikowana w niniejszej rozprawie – rozdział 4.5). Zbudowano algorytm obliczania potencjału bojowego, jak również wykonano test przydatności metody na przykładowych danych. Na uwagę zasługuje też analiza przydatności proponowanej metody w odniesieniu do obecnie stosowanej, metody określania potencjałów bojowych wojsk.[12]

Następnie, w roku 2000, opracowano podstawy modelu przewagi, prezentowanego w rozdziale szóstym rozprawy.[13]

---

[10] D.N. Gujarati, Basic Econometrics, International Edition, New York 2002, s.882 – 890.

[11] H. Spustek, Model obliczania i porównywania potencjałów bojowych zgrupowań wojsk własnych i potencjalnego przeciwnika, AON, Warszawa 1998, s.6-47.

[12] H. Spustek, Model obliczania i porównywania potencjałów bojowych zgrupowań wojsk własnych i potencjalnego przeciwnika cz.II, AON, Warszawa 1999, s.52-61.

[13] H. Spustek, Analizy porównawcze potencjałów bojowych zgrupowań wojsk w konflikcie zbrojnym, AON, Warszawa 2000, s.41-56. Jednocześnie trzeba dodać, że prezentowany materiał w rozdziale szóstym niniejszej rozprawy, zostanie opublikowany w materiałach konferencyjnych ITEC, Londyn, maj 2003.

W dysertacji podjęto problem oceny potencjałów bojowych stron pozostających w konflikcie zbrojnym. Problem ten postrzegany jest tu dynamicznie, w ścisłym związku z zagadnieniem tworzenia przewagi. Dużą trudność stanowiło wymierne ujęcie wpływu czynników niematerialnych i trudno mierzalnych na zjawisko tworzenia przewagi.

Przewaga, jej budowanie i utrzymywanie wiąże się z szeregiem problemów poruszonych w niniejszej rozprawie. Do problemów tych zaliczono:

- sposób modelowania rzeczywistości (wybór filozofii modelowania i odpowiadającego jej formalizmu matematycznego),
- trudności z przełożeniem opisu zjawisk pola walki na język matematyki,
- trudności z wyborem odpowiedniej postaci modelu,
- dobór zmiennych do przyjętego modelu,
- problem weryfikacji otrzymanego modelu,
- określenie dokładności przeprowadzonych kalkulacji.

Problemy badawcze stały się bodźcami intelektualnymi wymagającymi reakcji w postaci badań naukowych. Pojęcia zostały przekształcone w zmienne poprzez ich zamianę lub przekształcenie w zbiór wartości.

Występujące w rozprawie zmienne można sklasyfikować według typu, zaliczając je do jednej z sześciu następujących grup: zmienne dychotomiczne, zmienne zależne, zmienne niezależne, zmienne ciągłe, zmienne dyskretne i zmienne kontrolne.

W badaniach wykorzystano logiczny model wnioskowania. Model ten opiera się na trzech głównych zasadach, tj. kowariancji, braku związków pozornych oraz porządku czasowym. Kowariancja określa czy badane zjawiska się współzmieniają. Zaistniała kowariancja nie może być związkiem pozornym. Porządek czasowy oznacza, że przyczyna pojawia się lub zmienia przed zakładanym skutkiem, nigdy na odwrót. Obserwacjom przyporządkowano wielkości liczbowe. Przyporządkowanie to odbywało się zawsze zgodnie z zasadami natury pomiaru (znane są cztery możliwe poziomy pomiaru: nominalny, porządkowy, interwałowy oraz stosunkowy).[14]

Sprawdzono, czy struktura przyporządkowania liczb badanym obiektom była izomorficzna względem określonej struktury liczbowej zawierającej operacje wykonywane na tych liczbach.

---

[14] C. Frankfort-Nachmias, D. Nachmias, Metody badawcze w naukach społecznych, Wydawnictwo Zysk i S-ka, Poznań 2001, s. 173 – 177.

Celem rozprawy było zaproponowanie metody określania przewagi w walce i operacji. Całość zawartych tu rozważań posłużyła rozwiązaniu problemów badawczych. Postawiono następujący, główny problem badawczy: W jaki sposób można zbudować prosty, dynamiczny i weryfikowalny model przewagi w walce i operacji?

Postawiono szereg problemów szczegółowych:

1. Jaką rolę w walce i operacji odgrywa przewaga?
2. W jaki sposób można zdobywać przewagę nad przeciwnikiem w walce i operacji?
3. Jakimi metodami należy określać stosunek sił walczących stron w walce i operacji?
4. Jak opracować metodę obliczania początkowego stosunku sił zgrupowań wojsk w powiązaniu z określeniem potencjałów bojowych stron pozostających w konflikcie zbrojnym?
5. Jak w sposób analityczny powiązać ze sobą pojęcia: „przewaga", „stosunek sił", „potencjał bojowy"?

Postawiono następujące hipotezy robocze:

1. Przewaga w walce i operacji ulega przewartościowaniu.
2. Wielkość przewagi w sposób istotny zmienia się wraz ze wzrostem znaczenia czynników trudno mierzalnych i możliwe jest matematyczne opisanie tego zjawiska.
3. Początkowy stosunek sił zgrupowań wojsk nie jest wielkością stałą, zależy od wielu czynników, charakteryzujących warunki działania wojsk.
4. Miarą przewagi początkowej (bądź jej braku) jest stosunek sił.

Zastosowane analityczne metody badawcze:

1. statystyczne metody analizy danych:
   - metody doboru zmiennych do modeli liniowych,
   - klasyczna metoda najmniejszych kwadratów (KMNK).
2. wybrane metody symbolicznej analizy danych,
3. metody taksonomii numerycznej.

W literaturze przedmiotu znajdujemy wiele definicji walki. Między innymi, w ujęciu prakseologicznym, walka jest traktowana jako najciekawszy przypadek wzajemnego przeszkadzania, zmuszający obie strony do pokonywania trudności, a więc pośrednio do usprawniania techniki działań.[15]

W interpretacji wojskowej, walka (bój) to zorganizowane, skupione w czasie i przestrzeni, zbrojne starcie dwóch przeciwstawnych stron w skali taktycznej.[16]

Operacja to takie działanie, którego treścią jest starcie zbrojne z przeciwnikiem w skali operacyjnej. Główną część operacji stanowi bitwa, będąca skumulowanym w czasie i przestrzeni starciem sił głównych przeciwstawnych związków operacyjnych (taktyczno-operacyjnych).[17]

Na potrzeby rozprawy, przyjęto powyższe definicje walki i operacji.

Potencjał bojowy definiowany jest w literaturze przedmiotu jako liczba niemianowana, która jest sumą iloczynów ilości środków walki i ich współczynników jakościowych. Służy głównie do obliczania jakościowo - ilościowego stosunku sił w konfrontacji z określonym zgrupowaniem wojsk przeciwnika. W czasie określania potencjału bojowego korzysta się z całej gamy czynników, pośród których można wyróżnić np. parametry taktyczno-techniczne uzbrojenia i sprzętu bojowego, odporność wojsk na uderzenia przeciwnika itp.[18]

Autor podszedł do problemu określania potencjału bojowego w zupełnie odmienny sposób.

Na potrzeby dysertacji zdefiniowano potencjał bojowy jako liczbę niemianowaną uzyskaną w wyniku porównania zgrupowań wojsk walczących stron, w konkretnej sytuacji taktycznej lub operacyjnej.

W dysertacji przyjęto definicję przewagi podaną przez Profesora K. Nożko w postaci: *Przewaga to górowanie nad przeciwnikiem pod względem intelektualnych możliwości dowódców i oficerów sztabu, taktyki i sztuki operacyjnej, lepszego uzbrojenia, doskonalszych środków walki, skuteczniejszego wykorzystania warunków terenowych, większej liczby wojsk w ogólności lub tylko*

---

[15] *Walka to wszelkie działania przynajmniej dwupodmiotowe (przy założeniu, że zespół może być podmiotem), gdzie jeden przynajmniej z podmiotów przeszkadza drugiemu. W szczególnym, najzwyklejszym i najciekawszym przypadku oba podmioty nie tylko dążą obiektywnie do celów niezgodnych, lecz nadto wiedzą o tym i liczą się w budowaniu swoich planów też z działaniami strony przeciwnej. Dlatego też przypadek wzajemnego, obiektywnego i świadomego zarazem przeszkadzania, uważany jest za najciekawszy, iż wtedy obie strony zmuszają się wzajemnie w sposób osobliwie intensywny do pokonywania trudności, a więc pośrednio - do usprawniania techniki działań. Tego typu walka występuje w sporach politycznych, konkurencji handlowej i przemysłowej oraz w grze szachowej.* T. Kotarbiński, Traktat o dobrej robocie, Wyd. Wrocław 1982, s.221.

[16] M. Huzarski, Zagadnienia taktyki wojsk lądowych, Toruń 1999, s.23.

[17] S. Koziej, J. Pawłowski, R. Kordas, Działania operacyjne wojsk lądowych, Warszawa, AON 1992, s.7.

[18] M. Huzarski, W. Kaczmarek, Podstawy działań taktycznych, obrona i natarcie brygady, Warszawa AON 1996 s.41.

w określonym miejscu i czasie, które zapewni narzucenie przeciwnikowi własnej woli i sposobu realizacji zamiaru walki, bitwy lub operacji przy jak najmniejszych stratach własnych.[19]

Do problemu tworzenia przewagi mniejszymi liczebnie siłami odnosi się Profesor T. Kotarbiński w sposób następujący: *Silniejszego przeciwnika zbiorowego można pokonać staczając walki kolejno z poszczególnymi uczestnikami zespołu, a względem każdego z osobna mając przewagę. Jeżeli przeciwnik stanowi całość zorganizowaną, to niszczymy to, co go jednoczy.*[20]

Wysiłki autora rozprawy zostały skierowane na powiązanie pojęć: „przewaga", „potencjał bojowy", „stosunek sił". Inspiracją do znalezienia ilościowego powiązania powyższych pojęć, stały się treści zawarte w pracy Profesora K. Nożko, który pisze o tych zagadnieniach następująco: *W każdej jednak sytuacji punktem wyjścia do tworzenia przewagi ogólnej nad przeciwnikiem będzie wszechstronna ocena potencjałów bojowych wojsk własnych i przeciwnika, analiza charakteru przewidywanych działań, a następnie porównanie i ustalenie ilościowego i jakościowego stosunku sił oraz szukanie możliwości uzyskania przewagi, zwłaszcza tam, gdzie nie ma jej przeciwnik.*[21]

Układ dysertacji jest następujący: najpierw przedstawiono problem modelowania zjawisk pola walki. Wskazano na główne kierunki działań w procesie budowy modelu. Zwrócono uwagę na funkcję logistyczną wykorzystaną w dalszej części rozprawy. Następnie omówiono metody określania potencjału bojowego zgrupowań wojsk (rozdział 3). Każdą z omawianych metod opatrzono wnioskami. Określono przydatność poszczególnych metod oraz ich mankamenty.

Kolejny rozdział traktuje o problemie racjonalnego wyboru i metodach analiz porównawczych w kontekście wyznaczania potencjału bojowego zgrupowań wojsk. Omówiono problem doboru cech diagnostycznych, zastosowano metodę Hellwiga na przykładzie analizy porównawczej czołgów (załącznik C). Pokazano zastosowanie wielokryterialnej analizy porównawczej do problemu porównywania wariantów działania w procesie dowodzenia. Zaproponowano metodę obliczania potencjału bojowego zgrupowań wojsk. Wskazano na ścisłe powiązania pojęć: „potencjał bojowy", „przewaga" oraz „stosunek sił".

Rozdział piąty zawiera rozważania na temat procesu tworzenia przewagi w walce i operacji. Treści tam zawarte stanowią wprowadzenie i uzasadnienie postaci modelu przewagi zaproponowanego w następnym rozdziale.

Szósty rozdział rozprawy zawiera opis proponowanego, dynamicznego modelu przewagi. Model został oparty o metodę obliczania potencjału bojowego (rozdział czwarty), zaś punktem wyjścia do

---

[19] K. Nożko, Walka o przewagę, Warszawa 1985, s.7.
[20] T. Kotarbiński, Traktat o dobrej robocie, Wrocław 1969, s.209.
[21] K. Nożko, Sztuka tworzenia przewagi w systemie obronnym RP, Warszawa 1994, s.292.

opracowania modelu była funkcja logistyczna (z racji jej własności). Wykorzystano również dane literaturowe dotyczące modelu Epsteina zbudowanego na bazie modelu Lanchestera.[22]

Sprawdzono poprawność zbudowanego modelu przewagi poprzez porównanie wyników uzyskanych przy jego pomocy z wynikami generowanymi przez model Epsteina (załącznik A). Dysertacja stanowi zwartą logicznie, monotematyczną całość opartą o publikacje autora.

[22] Joshua M. Epstein, Strategy & Force Planning The Case of the Persian Gulf, The Bookings Institution, Washington 1987, s. 117-125.

„ ... w sposób ścisły odróżniam świat realny (świat R) od różnych modeli świata (świat M) stworzonych przez umysł ludzki."

J. L. Synge

2. METODOLOGICZNE PODSTAWY MODELOWANIA POLA WALKI

Złożoność rzeczywistości w której istniejemy spowodowała konieczność budowy modeli matematycznych. Model - przybliżenie rzeczywistości, możliwie jak najlepsze, spotykany jest na każdym niemal kroku, we wszystkich dyscyplinach naukowych.

Pierwszy model konfliktu społecznego stworzył Heraklit z Efezu. Posługiwał się przy tym nie językiem matematyki a filozofii. Nauka była wtedy filozofią. Modelem rzeczywistości stał się ogień. Świat spowity w ogniu, w ciągłej walce bytów.[23]

Dotąd podjęto próby matematycznego modelowania bardzo wielu zjawisk zachodzących w przyrodzie, życiu społecznym i ekonomicznym. Na porządku dziennym stało się zastosowanie metod symulacji komputerowych do złożonych zagadnień życia codziennego. Z pomocą przyszła technika komputerowa. Zbudowano szybkie maszyny liczące i rozwój w tej dziedzinie trwa nieprzerwanie. Można obecnie zaryzykować stwierdzenie, że rozwój ten będzie nadal następował jako, że prowadzone są prace nad innymi niż cyfrowa, technologiami informatycznymi. Jako przykład, może posłużyć pomysł Richarda Feynmana dotyczący procesora kwantowego.[24]

Tak oto o modelu matematycznym pisze J. Gutenbaum: *Model jest pojęciem bardzo ogólnym, używanym często w różnych dziedzinach, lecz w sposób daleko niejednoznaczny. Pojęcie modelu używane w nauce ma inne znaczenie, niż w języku potocznym, gdzie na ogół oznacza pewien wzorzec do naśladowania, czy też w plastyce, gdzie nazywamy tak, na przykład osobę, której portret jest malowany przez artystę – mistrza. Aby uniknąć niejednoznaczności przyjmujemy, że model oznacza reprezentację badanego obiektu w postaci innej, niż ta, w której występuje w rzeczywistości. W nauce, w zdecydowanej większości przypadków, model jest rozumiany jako uproszczona reprezentacja rzeczywistości.*

---

[23] S. Jedynak, Bogowie, władcy i zwykli ludzie, Warszawa 1986, s.175 – 178.
[24] G.J. Milburn, Procesor Feynmana Wydawnictwo Cis, Warszawa 2000.

Stanowi on pewien substrat rzeczywistości. Ujmuje tylko jej część. Ludzkość od zarania swych dziejów operowała modelami, jako środkiem uogólnień i tworzenia pojęć abstrakcyjnych.[25]

Komputery wymagają sformułowania zadania modelowania w postaci relacji matematyczno – logicznych, a więc tego, co nazywamy modelem matematycznym. Model taki charakteryzuje się najwyższym stopniem abstrakcji – umożliwia operowanie symbolami i wyciąganie wniosków jakościowych. Termin „model matematyczny" jako określenie sformalizowanej reprezentacji rzeczywistości, jest rozpowszechniony różnorodnie w poszczególnych dziedzinach wiedzy. Warty odnotowania jest pomysł Heisenberga (jednego z twórców mechaniki kwantowej) polegający na stworzeniu teorii fizycznej opartej wyłącznie na eksperymencie, przy jednoczesnym braku modelu teoretycznego. Einstein stwierdził, że pomysł ten jest niemożliwy do realizacji ponieważ mierzyć można jedynie to, co „przewiduje" teoria.

Ciekawie o modelu matematycznym wyraża się Feynman: „Gdy z punktu widzenia fizyki problem jest trudny, wtedy możemy radzić się matematyków – może oni zetknęli się z podobnymi problemami i mają już podobne metody dowodzenia? Może się również okazać, że matematycy jeszcze się tymi sprawami nie zajmowali. W takim przypadku sami musimy przeprowadzić dowody i następnie przekazać je matematykom".

Wniosek jaki natychmiast nasuwa się z powyższego rozumowania wyraża stwierdzenie, że modele bywają interdyscyplinarne.

Modele matematyczne buduje się na dwa sposoby. Pierwszy sposób nazywa się modelowaniem, czyli wyprowadzaniem modelu z obowiązujących w danej dziedzinie wiedzy praw (zasad, równań bilansowych itp.). Drugi sposób, to identyfikacja. Polega ona na wyznaczaniu modeli dynamicznych na podstawie danych doświadczalnych. Identyfikacja przebiega w kilku fazach i obejmuje: przygotowanie eksperymentu czyli zebranie danych, określenie właściwej postaci modelu, wyznaczenie jego parametrów i sprawdzenie poprawności modelu.[26]

Modelowanie matematyczne jest dziedziną, której zadaniem jest opis rzeczywistości w języku matematyki i logiki formalnej. Uniwersalizm języka, którym posługuje się matematyka, powoduje, że taki sam model może opisywać systemy różniące się w sposób zasadniczy między sobą, dotyczące zupełnie odmiennych dziedzin. Metody matematyczne są powszechnie stosowane w dziedzinach, w których zjawiska mają charakter ilościowy (np. fizyka, chemia). Jednakże, nawet tam gdzie informacja ilościowa jest trudno dostępna,

---

[25] J.Gutenbaum, Modelowanie matematyczne systemów, Omnitech Press, Warszawa 1992, s. 7 – 9.
[26] T. Söderström, P.Stoica, Identyfikacja systemów, PWN, Warszawa 1997, s.181-182.

matematyka może dostarczyć narzędzi, pozwalających na badanie związków między zjawiskami (np. nauki przyrodnicze). Modelowanie jest w chwili obecnej jednym z podstawowych narzędzi poznania otaczającej nas rzeczywistości, jej zrozumienia a później jej kreowania. Proces tworzenia modelu matematycznego rozpoczyna się od pewnych koncepcji, mniej lub bardziej sprecyzowanych, odnoszących się do badanego wycinka rzeczywistości. Następnie definiuje się zasady przyporządkowania cech zjawiska rzeczywistego – obiektom matematycznym i formułuje relacje między tymi obiektami. W wyniku otrzymuje się zbiór aksjomatów, czy też zbiór hipotez teoretycznych. Dalej, na podstawie dedukcji logicznych, wyciągane są wnioski.

Dobry model to taki, który nie tylko dobrze objaśnia przeszłe zdarzenia ale potrafi również opisać zdarzenia przyszłe wskazując dodatkowo na sposób wykrycia tych zdarzeń. W tym względzie symulacje komputerowe wypełniają lukę powstałą pomiędzy teorią i eksperymentem.[27]

Podziału modeli dokonuje się według rozmaitych kryteriów.
Przykładowo kryteriami takimi mogą być:

- forma związku między zmiennymi,
- charakter powiązań między zmiennymi,
- ilość rozpatrywanych zależności,
- zakres badania,
- występowanie lub brak zmiennej losowej między zmiennymi,
- statyczność zależności.

Stąd, klasyfikacja modeli na dwie główne kategorie:

- modele opisowe,
- modele optymalizacyjne.

Modele opisowe, to takie, które służą opisowi a następnie przewidywaniu przyszłego kształtowania się zależności.

Modele optymalizacyjne, to takie, które pozwalają na wybór optymalnej decyzji spośród zbioru rozwiązań dopuszczalnych.

Inny podział modeli matematycznych to:

- modele deterministyczne,
- modele stochastyczne.[28]

---

[27] D.W. Heermann, Podstawy symulacji komputerowych w fizyce, WNT, Warszawa 1997, s.19.
[28] J. Beneš, Teoria systemów, PWN, Warszawa 1979, s.61.

Ten podział modeli ma szczególne znaczenie. Sens takiej klasyfikacji polega na selekcji modeli, które posiadają lub nie posiadają zmiennej losowej.[29]

W przypadku, gdy w modelu występują jedynie dokładne związki funkcjonalne i żadna ze zmiennych nie jest zmienną losową, model jest nazywany deterministycznym. Typowym modelem deterministycznym jest zadanie programowania liniowego.[30] Natomiast, gdy w modelu występuje zmienna losowa, model nazywamy stochastycznym. Szczególny rodzaj modelu stochastycznego stanowi model probabilistyczny, tj. taki w którym znany jest rozkład funkcji gęstości parametrów modelu. Innym szczególnym przypadkiem modelu stochastycznego jest model statystyczny. W modelu statystycznym nie są znane rozkłady funkcji gęstości prawdopodobieństwa parametrów stochastycznego modelu optymalizacyjnego. Podstawowe charakterystyki tego modelu wyznacza się na podstawie próby statystycznej. Z kolei, gdy nie są znane rozkłady funkcji gęstości prawdopodobieństwa parametrów stochastycznego modelu optymalizacyjnego ani też nie posiadamy dodatkowych informacji statystycznych, zaś znany jest zbiór wartości, jakie mogą przyjmować poszczególne parametry, mamy do czynienia z modelem strategicznym.[31]

Z innego punktu widzenia, modele dzieli się na liniowe i nieliniowe. Podział ten dokonywany jest na podstawie postaci analitycznej funkcji zależności modelu. Liniowość modelu może polegać na liniowej zależności zmiennych występujących w modelu lub na liniowości parametrów modelu, lub też na obu tych własnościach jednocześnie.

Modele opisane przy pomocy jednego związku między zmiennymi, nazywa się modelami jednorównaniowymi. W przypadku, gdy związków tych jest więcej mówimy o modelach wielorównaniowych.

Jako jedno z wymagań, stawianych modelom opisującym różnego rodzaju procesy, stawia się ich zamkniętość. Wszystkie wielkości występujące w modelu dzieli się na trzy rodzaje. Do pierwszego rodzaju odnoszą się wielkości będące szukanymi funkcjami swoich argumentów, zwanych zmiennymi fazowymi. Do drugiego rodzaju zalicza się znane funkcje współrzędnych i czasu zwane parametrami modelu. Do trzeciego rodzaju odnoszą się funkcje kierowania wypracowane przez uczestników procesu.[32]

---

[29] Porównanie efektów uzyskanych przy pomocy modelu deterministycznego i probabilistycznego w zastosowaniu do zagadnień wojskowych wykonał R.Hulák, Deterministic and Stochastic Approach to Direct Fire Modelling, ITEC, Lille 2001, s.442-447.

[30] S.I.Gass, Programowanie liniowe, PWN, Warszawa 1980, s.49-61.

[31] A.Janicki, A.Izydorczyk, Komputerowe metody w modelowaniu stochastycznym, WNT, Warszawa 2001, s.47-72.

[32] J.Gutenbaum, Modelowanie matematyczne systemów, Omnitech Press, Warszawa 1992, s.60.

Model jest zamknięty wówczas, gdy znany jest stan początkowy procesu i warunki na granicach obszaru przestrzeni w którym dany model funkcjonuje, jak również znane są w tym obszarze, w wybranym przedziale czasowym, parametry modelu i kierowania. Właśnie taki zbiór powiązań pomiędzy wyszczególnionymi wielkościami, pozwala na określenie w danym obszarze przestrzennym i przedziale czasowym wszystkich zmiennych fazowych, a tym samym pozwala na pełne przedstawienie procesu.

W procesie rozwiązywania zadań za pomocą modelowania matematycznego można rozróżnić kilka podstawowych etapów, a mianowicie :

- sformułowanie celów modelowania,
- wybór kategorii modelu i określenie jego struktury,
- identyfikacja,
- algorytmizacja obliczeń,
- weryfikacja obliczeń.[33]

Wymienione etapy nie są traktowane niezależnie. Przy tworzeniu struktury modelu należy pamiętać o dostępności danych doświadczalnych i możliwościach pomiarowych, jak również zdawać sobie sprawę z ograniczoności algorytmów obliczeniowych.

Proces modelowania jest zawsze ukierunkowany celowo. Oznacza to, że modele trzeba tworzyć dla konkretnych systemów i zjawisk, i co najważniejsze - do konkretnych zastosowań. W badaniach systemowych, celem podstawowym modelowania jest tworzenie narzędzi pozwalających przewidywać co stanie się z badanym systemem w warunkach innych niż aktualnie istniejące. Aby model matematyczny mógł być użyteczny, powinien zapewniać istnienie i jednoznaczność rozwiązań, składających się nań równań.

Metody matematyczne, szczególnie metody optymalizacji, stosuje się obecnie powszechnie, również w dziedzinie nauk wojskowych.[34]

Wiele zjawisk zachodzących na współczesnym polu walki można modelować używając prostych zależności matematycznych lub metod analizy matematycznej. Są to dobrze określone problemy, zwykle wyrażone w sposób całkowicie ilościowy. Wymierne wartości danych wejściowych przetworzone zwykle przy pomocy modelu jednorównaniowego generują jednoznacznie określony wynik.

Jako przykłady takich obliczeń, można podać jednostkowe problemy związane z przegrupowaniem wojsk, np. ogólny czas marszu, głębokość ugrupowania marszowego, czas przekroczenia pierwszej i kolejnych linii (punktów) wyrównania czołem kolumny

---

[33] Z.Nahorski, Metoda najmniejszych kwadratów cz. I i II, WSISiZ, Warszawa 1999, s.9-14.
[34] R.Wróblewski, Wprowadzenie do strategii wojskowej, Wyd. Buwik, Warszawa 1998, s.92-103.

marszowej w stosunku do godziny "G". Możliwość jednoznacznego określenia powyższego typu wielkości, dobrze opisanych, stanowiących podstawowe zależności zawarte w kalkulacjach operacyjno - taktycznych nie oznacza wcale, że są one wartościami dokładnymi. Wynika to z tego, że wszystkie wielkości użyte do obliczeń obarczone są pewnym błędem, o czym nie zawsze pamiętamy.[35]

Instrukcja dotycząca tego typu kalkulacji obok formuł matematycznych zawiera stwierdzenie, że na dokładność obliczeń mają wpływ trzy czynniki jakimi są: trafne zastosowanie metodyki obliczeń, wiarygodność przyjętych do obliczeń danych oraz bezbłędność wykonanych obliczeń.[36]

Rozważmy problem prognozowania na podstawie tendencji rozwojowych, występujący w ekonometrii. Jest to przykład modelu interdyscyplinarnego. Interdyscyplinarność modelu wynika między innymi z faktu zastosowania w modelu funkcji logistycznej. Wśród tej klasy modeli najczęściej są wykorzystywane funkcje trendu. Mimo pewnych zalet, funkcje te mają ograniczony zasięg wykorzystywania. Niewiele jest takich zjawisk rzeczywistych, które dają się dobrze opisać tylko za pomocą zmiennej czasowej. Związki przyczynowo-skutkowe są bardziej stabilne od modeli, w których zmienną objaśniającą jest czas. Praktyczne postępowanie przy wykorzystaniu do celów prognozowania funkcji trendu polega na oszacowaniu parametrów kilku lub kilkunastu wariantów takiej funkcji a następnie, na podstawie otrzymanych statystyk, wybraniu wariantu najlepszego. Podstawą oceny, są wartości współczynnika determinacji, wielkości ocen średnich błędów estymatorów, statystyka Durbina-Watsona itp.

Funkcja logistyczna jest jedną z podstawowych funkcji trendu i zajmuje wyjątkowo uprzywilejowane miejsce wśród bardzo wielu różnych postaci funkcji używanych do opisu

---

[35] Sprawę dokładności wyników kalkulacji operacyjno-taktycznych poruszono w artykule H.Spustek, Analiza błędów w badaniach wojskowych, Zeszyty Naukowe AON, zeszyt 2(39) 2000 s.92-98.
Z.Ścibiorek w książce pt. Wojna czy pokój? odnosi się do norm taktycznych pisząc: „... Skoro eksponuje się model dowodzenia przez cele to zgodnie z nim przełożony określa cel działania, a podwładny rozstrzyga kwestie dotyczące jego osiągnięcia. Nie można tego czynić mając postawiony „płot" lub założony swego rodzaju „kaganiec", jakim niewątpliwie są normy ...".

[36] Wspomniana instrukcja nie precyzuje jednak pojęcia trafności zastosowanej metodyki obliczeń i nie mówi o tym, że miara przydatności metodyki obliczeń winna być nade wszystko wielkością wymierną a nie opartą o intuicję i doświadczenie wykonującego obliczenia, z którym zawsze może być różnie, na polu walki w szczególności. Obliczanie błędów przeprowadzanych kalkulacji operacyjno - taktycznych staje się tym bardziej celowe gdy zauważymy, że decydent (dokonujący kalkulacji) nie wie tak naprawdę kiedy wolno mu stosować odpowiednie formuły matematyczne, a kiedy tego czynić nie należy. Brak jest bowiem kryteriów początkowych - ograniczeń, które w naturalny sposób uchronią przed nietrafnym zastosowaniem metody obliczeń.

zjawisk ekonomicznych i przyrodniczych. Wynika to stąd, że wzrost organizmów zwierzęcych i roślinnych, liczebność organizmów żywych bytujących w określonych warunkach, jak i produkcja całych gałęzi przemysłu, przebiegają w sposób dający się opisać krzywą logistyczną. Jej równanie można uzyskać na drodze dedukcyjnej wychodząc z rozważań fizykalnych. Równaniem krzywej logistycznej możemy opisać wszystkie zjawiska, których prędkość rozwoju jest wprost proporcjonalna do iloczynu osiągniętego wzrostu nazywanego czynnikiem rozpędu, oraz do odległości tego wzrostu od poziomu nasycenia (a-y), który możemy nazwać czynnikiem hamowania, gdyż z upływem czasu wartość tego czynnika maleje.

Otrzymujemy równanie różniczkowe noszące nazwę prawa wzrostu Robertsona:

$$\frac{dy}{dx} = ky(a - y), \tag{2.1}$$

gdzie: $k > 0$ jest współczynnikiem proporcjonalności,

a jest poziomem nasycenia (rzędną asymptoty krzywej logistycznej).

Postać funkcji logistycznej (zależna od wartości jej parametrów) wykorzystywana jest między innymi w ekonometrii do wyznaczania trendu logistycznego.[37]

---

[37] Zainteresowanie krzywą logistyczną sięga końca XIX wieku. Pionierem był P. F. Verhulst, a pierwszym propagatorem jej wykorzystania R. F. Pearl. To on nadał jej ostateczną postać stosowaną z dużym powodzeniem do dzisiaj. Demografowie (np. A.J. Lotka) i biolodzy jako pierwsi próbowali posłużyć się krzywą logistyczną do wyrażenia prawa rozwoju populacji. Krzywą logistyczną można dobrze dopasować do szeregu czasowego obrazującego ilościowy wzrost organizmów żywych w ustalonych warunkach (określony zapas żywności lub określony dopływ żywności). Krzywa ta może również dobrze opisywać wzrost ilościowy organizmów żywych wszędzie tam, gdzie nie nastąpiła jeszcze ingerencja człowieka w ich życie, np. w rezerwatach ścisłych czy niedostępnych obszarach. Wzrost populacji ludzkiej nie rozwija się dokładnie według tej krzywej. Wpływa na to wiele warunków społeczno-ekonomicznych oddziałujących na zasoby żywności. Podważyło to możliwość wykorzystania krzywej logistycznej jako uniwersalnego prawa rozwoju populacji. Wykazano, że rozwój ludności Szwecji przebiegał zgodnie z krzywą logistyczną. Rozwój ten w ciągu ostatnich dwóch stuleci odbywał się prawie w izolacji (nie oddziaływały na niego w znacznym stopniu czynniki zewnętrzne).Funkcja logistyczna dobrze opisuje popyt na dobra trwałego użytku, np. na samochody w krajach wysoko rozwiniętych, na telewizory , na motocykle i motorowery, na motocykle i skutery, na radioodbiorniki; dobrze obrazuje również wzrost liczby abonentów telefonicznych w Polsce. W Polsce zastosowano funkcję logistyczną do badania popytu na dobra trwałego użytku. Na podstawie danych dotyczących stanu posiadania motocykli i rowerów w gospodarstwach wiejskich w Polsce w latach 1951-1962 dokonano ekstrapolacji powstałej funkcji na lata 1963-1966. Podkreślono przy tym, że funkcja logistyczna może dawać dobre prognozy krótkoterminowe i średnioterminowe, natomiast prognozy długoterminowe są ryzykowne. Za pomocą funkcji logistycznej możemy opisać zależność wydajności pracy od stażu pracy na ustalonym stanowisku w przypadku pracowników, którzy nie przekroczyli wieku 50 lat (po przekroczeniu tej granicy wieku wydajność spada). Warto podkreślić, że przy powyższej aproksymacji pomijamy wpływ postępu technologicznego. Krzywa logistyczna dobrze opisuje zmiany szybkości pewnych zjawisk chemicznych, np. szybkości rozpuszczania się soli w wodzie. Podobnie, zależność wielu reakcji od czasu ich trwania, zwłaszcza reakcji syntezy, np. reakcji wody z karbidem, w wyniku której otrzymujemy acetylen. W. Winkler zaproponował użycie krzywej logistycznej do opisu zmian gęstości sieci dróg kolejowych na określonym terenie. Funkcję logistyczną zastosowano w medycynie (np. rozwój pewnych chorób w organizmie) i farmakologii (sposób dawkowania niektórych leków). Podjęto również próby wykorzystania krzywej logistycznej w rehabilitacji i antropologii.

Rozdzielając zmienne w równaniu (2.1) otrzymujemy:

$$\left(\frac{1}{y}+\frac{1}{a-y}\right)dy = akdx, \qquad (2.2)$$

co po rozwiązaniu względem y prowadzi do wzoru:

$$y = \frac{a}{1+e^{-akx-C_1}}, \qquad (2.3)$$

gdzie C_1 jest dowolną stałą.[38]

Podstawiając $c = ak$ oraz $b = e^{-C_1}$ otrzymujemy równoważną postać krzywej logistycznej:

$$y = \frac{a}{1+be^{-cx}}, \qquad (2.4)$$

wykorzystaną w dalszej części dysertacji.[39]

Powyższa funkcja jest nieliniową funkcją trzech parametrów a, b, c. Można wykazać, że funkcja jest stale rosnąca, najpierw w tempie coraz bardziej przyspieszonym $(y'' > 0)$, a następnie w tempie malejącym $(y'' < 0)$, aż do niemal całkowitego zahamowania wzrostu, o czym świadczy fakt, że krzywa zbliża się asymptotycznie do prostej $y = a$, co określa się stwierdzeniem, że z biegiem czasu krzywa logistyczna gaśnie. Wynika stąd, że obserwowany gasnący wzrost badanego procesu zmierza do stanu stagnacji.[40]

Funkcja logistyczna (opisana wyżej) została wykorzystana w proponowanym modelu przewagi (rozdział 6), będącym oryginalnym rozwiązaniem autora rozprawy.

---

[38] S. Smolik, Wyznaczanie parametrów krzywej logistycznej, Przegląd statystyczny R.XXXII- zeszyt 4-1985, s.365 – 373.

[39] H.Hotelling, Differential Equations Subject to Errors and Population Estimates, Journal of the American Statistical Association, 1927 s. 283 –292.

[40] L.Fahrmeir, G.Tutz, Multivariate Statistical Modelling Based on Generalized Linear Models, Springer, New York 2001, s.403-404.

„Nie należy jednak wymagać we wszystkich
przypadkach ścisłości matematycznej,
lecz tylko w przypadku rzeczy niematerialnych."

Arystoteles *Metafizyka*

3. WYBRANE METODY OKREŚLANIA POTENCJAŁU BOJOWEGO

Przedstawione metody określania potencjału bojowego dotyczą głównie oceny uzbrojenia i sprzętu wojskowego będącego w posiadaniu rozważanych zgrupowań wojsk. Wynika to stąd, że najłatwiej jest zmierzyć bezwzględną przewagę materialną zgrupowań wojsk.[41] Przewagę tę przyjęto nazywać potencjałem bojowym. Zatem, część metod nazwanych metodami wyznaczania potencjału bojowego zgrupowań wojsk zasługuje raczej na miano metod wartościowania technik. Przykładem jest metoda Gutta. Metody te spełniają ważną rolę – pozwalają na ocenę posiadanego uzbrojenia i sprzętu wojskowego. Stąd, warto się z nimi zapoznać.

W niniejszym rozdziale dokonano przeglądu istniejących metod określania potencjału bojowego, na podstawie dostępnej literatury. Każda z omawianych metod została opisana oraz poddana krytyce, co odzwierciedlają wnioski zamieszczone po każdym z opisów.

O całkowitym potencjale bojowym stron pozostających w konflikcie zbrojnym można mówić wówczas, gdy obok czynników materialnych, określimy czynniki niematerialne wpływające na możliwości działania stron.

Określenie bezwzględnej przewagi materialnej, mierzonej wielkością potencjału bojowego zgrupowania wojsk nie jest zadaniem prostym, tak jak można by było przypuszczać po zapoznaniu się z obowiązującymi obecnie kalkulacjami operacyjno-taktycznymi.[42]

---

[41] Z. Ścibiorek, Wojna czy pokój?, Ossolineum, Wrocław 1999 s.30.

[42] Podstawowe kalkulacje operacyjno-taktyczne, MON SG WP, Warszawa 1988.
Metody kalkulacji operacyjno-taktycznych można znaleźć w J.Wołejszo, Sposoby obliczania potencjału bojowego pododdziału, oddziału i związku taktycznego, AON, Warszawa 2000.

3.1. METODA GUTTA

Metoda A.Gutta pochodzi z końca lat 60-tych ubiegłego wieku, kiedy to zastosowano ją do oceny wartości użytkowej wyrobów przemysłu elektromaszynowego.[43] Metoda ta została następnie zaadaptowana do celów określania wartości bojowej (użytkowej) uzbrojenia i sprzętu wojskowego.[44] Dla systemów o tym samym przeznaczeniu, należy ustalić kryteria ich oceny (np. prędkość, ekonomiczność, niezawodność itp.), przy czym poszczególne kryteria mogą zawierać w sobie szereg pod-kryteriów (zależnie od potrzeb). Przyjęte kryteria ocenia się według skali ocen od 1 do n. Wyniki przedstawiane są geometrycznie w postaci wykresu kołowego. Wykres składa się ze współśrodkowych okręgów o promieniach odpowiadających przyjętej skali punktowej. Promień r = n wyraża ocenę najwyższą, w danych warunkach. Pole wykresu dzieli się na wycinki koła odpowiadające poszczególnym kryteriom, przy czym kąt podziału wycinków może być zróżnicowany zależnie od wag poszczególnych kryteriów. Wyniki liczbowe ocen ustala się obliczając powierzchnie kolejnych wycinków kołowych w następujący sposób:

$$F_w = \frac{\pi r^2 \alpha}{360}, \qquad (3.1)$$

gdzie: F_w - powierzchnia wycinka wykresu,
α - kąt wycinka w stopniach,
r - promień wycinka.

Możliwym jest ustalenie poziomu minimalnego, dyskwalifikującego oceniany system.
Ocena wartości bojowej (użytkowej) systemu wyrażana jest stosunkiem odpowiednich pól, co sprowadza się w efekcie do stosunku kwadratów promieni kół odpowiadających ocenianemu systemowi i systemowi o maksymalnej wartości bojowej. Syntetyczny miernik wartości bojowej (użytkowej) ocenianego systemu np. według czterech kryteriów powinien odpowiadać stosunkowi sumy powierzchni 4 wycinków wykresu kołowego do powierzchni całego koła o promieniu r = 5. Maksymalna wielkość syntetycznego wskaźnika wartości bojowej ocenianego systemu może być równa jedności. Kształt linii konturowej wykresu kołowego umożliwia wyciąganie wniosków dotyczących konstrukcji ocenianego systemu. Przebieg tej linii przez wszystkie segmenty wykresu na wyrównanym poziomie i w pobliżu

[43] T.Średziński, Wartość bojowa (użytkowa) uzbrojenia i sprzętu wojskowego, Wojskowy Przegląd Techniczny, nr 11/1969.
[44] A.Gutt, Kryteria i metody oceny jakości wyrobów przemysłu elektromaszynowego, KNiT, Warszawa 1966.

obwodu koła o promieniu r_{max} świadczy o wysokiej jakości ocenianego systemu, przy uwzględnionych w ocenie kryteriach. Przebieg tej linii przy znacznie zróżnicowanych promieniach w poszczególnych segmentach wykresu odzwierciedla słaba jakość ocenianego systemu.

Wnioski

1. Metoda Gutta prezentuje oryginalne podejście do problemu oceny wartości bojowej uzbrojenia i sprzętu wojskowego.
2. Postać wyniku jest do zaakceptowania. Dodatkowo, ciekawa jest interpretacja geometryczna uzyskanego wyniku.

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

Metoda pochodzi z drugiej połowy lat 70-tych ubiegłego wieku i jest metodą parametryczno – punktową.[45] Oprócz zmian podstawowych parametrów wymiernych, metoda uwzględnia również cechy trudno mierzalne, mające istotny wpływ na zmiany wartości bojowej uzbrojenia i wojskowego sprzętu technicznego.

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

$$W = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{p_i}{p_{0i}} q_i \right) + S , \qquad (3.2)$$

gdzie:

W - skwantyfikowany wskaźnik dynamiki zmian wartości bojowej wzoru uzbrojenia i badanego sprzętu;

p_i - i-ty wymierny parametr badanego systemu,

p_{0i} - i-ty wymierny parametr systemu bazowego (wzorca),

q_i - i-ty współczynnik wagi dla skorygowania dynamiki zmian poszczególnych parametrów,

S - suma punktów za cechy niewymierne.

---

[45] E. Czarkowski, Uproszczona metoda porównywania wartości bojowej (użytkowej) uzbrojenia, Wojskowy Przegląd Techniczny nr 1/1977.

Cechy trudno mierzalne oceniane są metodą punktową według określonego klucza.

Zakładając, że przyrosty poszczególnych parametrów wymiernych powodują proporcjonalny przyrost wartości bojowej porównywanego systemu, całkowity przyrost tej wartości (ΔP) jest równy sumie algebraicznej przyrostów poszczególnych parametrów wymiernych (Δp), co można wyrazić następująco:

$$\Delta P = \sum_{i=1}^{n} \Delta p_i = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \ldots + \Delta p_n = \left(\frac{p_1}{p_{01}} - 1 \right) + \left(\frac{p_2}{p_{02}} - 1 \right) + \ldots + \left(\frac{p_n}{p_{0n}} - 1 \right) = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{p_i}{p_{0i}} - 1 \right). \tag{3.3}$$

Po uwzględnieniu punktów za cechy trudno mierzalne (ΔW), całkowity przyrost efektywności bojowej (ΔE_b) przedstawia wyrażenie:

$$\Delta E_b = \Delta P + \Delta W = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{p_i}{p_{0i}} - 1 \right) + \Delta W \,. \tag{3.4}$$

W rzeczywistości, nie wszystkie parametry w jednakowym stopniu wpływają na końcową wartość bojową ocenianego systemu. Zatem, należy wprowadzić system wag dla poszczególnych parametrów wymiernych, a także ocenić wpływ parametrów trudno mierzalnych na końcowy wynik wartości bojowej badanego uzbrojenia.

Wprowadzenie współczynnika wagi (parametr q) jest konieczne w celu odpowiedniego zróżnicowania wpływu zmian poszczególnych parametrów wymiernych na końcowy wynik wartości bojowej badanego systemu 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.

Zależnie od rangi parametrów należy przyjąć:

- dla podstawowego parametru (grupy parametrów) q = 0,30÷0,80,
- dla pozostałych parametrów (grup parametrów) q = 0,01÷0,30.

Uznano, że cechy trudno mierzalne z reguły w mniejszym stopniu wpływają bezpośrednio na ogólną wartość bojową uzbrojenia, dlatego też ograniczono liczbę dopisywanych punktów, różnicując ich maksymalną, dysponowaną liczbę (oznaczoną jako pula punktów „dpp" za cechy trudno mierzalne) zależnie od rodzaju uzbrojenia. W ten sposób, w przypadku skomplikowanych rodzajów uzbrojenia, np. czołg, samolot, okręt - gdy wpływ cech niewymiernych jest większy, proponuje się przyjąć dpp = 0,25, a dla pozostałych przypadków: 0,10 pkt.

W omawianej metodzie przyjęto następujące zasady:

- rozpatruje się nie więcej niż 3÷4 cechy trudno mierzalne (lub grupy cech),
- punkty doliczane są wg następującego klucza: dla 1÷2 najważniejszych cech (grup cech) przeznacza się 50÷60% dpp, a dla pozostałych resztę,
- wyłącznym warunkiem zapisu punktów w pełnym wymiarze dla badanego systemu uzbrojenia za daną cechę trudno mierzalną jest brak tej cechy w systemie bazowym,
- w przypadku wyraźnej różnicy jakości cechy trudno mierzalnej na korzyść systemu badanego należy dopisać tylko część punktów przewidzianych za daną cechę niewymierną (według uznania prowadzącego analizę porównawczą),
- w przypadku występowania określonej cechy trudno mierzalnej systemu bazowego (wzorca), a braku jej w przypadku systemu badanego, lub wyraźnej różnicy jej jakości na niekorzyść systemu badanego - przewidzianą liczbę punktów (w pełnym wymiarze lub częściowo) należy doliczać ze znakiem ujemnym.

Ocena powinna być krytyczna, w związku z czym cała „dpp" przewidziana za cechy trudno mierzalne, nie musi być wyczerpana.

Przyrosty poszczególnych parametrów wymiernych oblicza się na podstawie jednego ze wzorów:

$$\Delta p_i = \left(\frac{p_i}{p_{0i}} - 1 \right) q_i , \qquad (3.5)$$

lub

$$\Delta p_i = \left(1 - \frac{p_i}{p_{oi}} \right) q_i , \qquad (3.6)$$

gdzie:

Δp_i - przyrost i-tego parametru wymiernego badanego systemu,

p_i - wartość i-tego wymiernego parametru badanego systemu,

p_{0i} - wartość i-tego wymiernego parametru systemu bazowego,

q_i - współczynnik wagi dla i-tego parametru wymiernego.

Pierwszy z wymienionych wzorów stosuje się w następujących przypadkach:

- gdy nierówność $p_i > p_{0i}$ jest wynikiem poprawy parametru badanego systemu w stosunku do parametru systemu bazowego; wówczas iloraz $\frac{p_i}{p_{0i}} > 1$, a tym samym wyrażenie $\left(\frac{p_i}{p_{0i}} - 1\right) q_i > 0$ i przyrost parametru jest dodatni: $\Delta p_i > 0$;
- gdy nierówność $p_i < p_{0i}$ jest wynikiem pogorszenia parametru badanego systemu w stosunku do parametru systemu bazowego; wówczas $\frac{p_i}{p_{0_i}} < 1$, a tym samym wyrażenie $\left(\frac{p_i}{p_{0_i}} - 1\right) q_i < 0$ i przyrost parametru jest ujemny: $\Delta p_i < 0$;
- gdy $p_i = p_{0i}$, tzn. rozpatrywany parametr nie uległ zmianie; wówczas $\frac{p_i}{p_{0_i}} = 1$, wyrażenie $\left(\frac{p_i}{p_{0_i}} - 1\right) q_i = 0$, a tym samym $\Delta p_i = 0$.

Wzór drugi stosuje się w następujących przypadkach:

- gdy nierówność $p_i < p_{0i}$ jest wynikiem poprawy parametru badanego systemu w stosunku do parametru systemu bazowego, wówczas iloraz $\frac{p_i}{p_{0i}} < 1$, ale wyrażenie $\left(1 - \frac{p_i}{p_{0i}}\right) q_i > 0$, a tym samym $\Delta p_i > 0$;
- gdy nierówność $p_i > p_{0i}$ jest wynikiem pogorszenia parametru badanego systemu w stosunku do parametru systemu bazowego, wówczas $\frac{p_i}{p_{0i}} > 1$, 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:

$$\Delta P = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \ldots + \Delta p_n = \sum_{i=1}^{n} \Delta p_i =$$
$$= \left(\frac{p_1}{p_{0_1}} - 1\right) q_1 + \left(\frac{p_2}{p_{0_2}} - 1\right) q_2 + \ldots + \left(\frac{p_n}{p_{0_n}} - 1\right) q_n == \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{p_i}{p_{0_i}} - 1\right) q_i . \qquad (3.7)$$

Łączną liczbę punktów za cechy trudno mierzalne oblicza się wg wzoru:

$$\Delta W = \Delta w_1 + \Delta w_2 + \Delta w_3 + ... + \Delta w_n = \sum_{i=1}^{n} \Delta w_i . \qquad (3.8)$$

Całkowity przyrost efektywności bojowej badanego systemu uzbrojenia oblicza się następująco:

$$\Delta E_b = \Delta P + \Delta W = \sum_{i=1}^{n} \Delta p_i + \sum_{i-1}^{m} \Delta w_i = \sum_{i-1}^{n} \left(\frac{p_i}{p_{0i}} - 1 \right) q_i + \sum_{i=1}^{m} \Delta w_i , \qquad (3.9)$$

gdzie:

ΔE_b - całkowity przyrost efektywności bojowej badanego systemu uzbrojenia,

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

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

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

Dokonując porównania wartości bojowej uzbrojenia omawianą metodą należy pamiętać, że rachunek wskaźników przyrostów wartości bojowej porównywanych systemów musi być przeprowadzony przy wykorzystaniu tego samego systemu bazowego zarówno w odniesieniu do jego parametrów wymiernych jak i cech trudno mierzalnych.

W celu ułatwienia doboru współczynników wagowych oraz przeprowadzenia poprawnej analizy porównawczej zasadne wydaje się dokonanie podziału rozpatrywanych parametrów wymiernych i cech trudno mierzalnych na grupy parametrów (cech) charakteryzujących określoną funkcję systemu. Następnie, biorąc pod uwagę podstawową funkcję porównywanych rodzajów uzbrojenia, należy szacunkowo określić współczynniki wagowe dla parametrów podstawowych i pozostałych. W dalszej kolejności należy przeprowadzić rachunek przyrostu wartości bojowej dwóch porównywalnych, dobrze znanych systemów uzbrojenia.

W przypadku otrzymania wyniku zawierającego wyraźne odchylenia, konieczne jest dokonanie odpowiedniej korekty szacunkowo przyjętych współczynników wagowych.

Kolejne korekty tych współczynników oraz rachunki przyrostu wartości bojowej pozwolą na określenie współczynników „wzorcowych", którymi należy się posługiwać przy analizie innych, nieznanych systemów danego rodzaju uzbrojenia.

Wnioski

1. Metoda ta obok cech wymiernych uwzględnia cechy trudno mierzalne, co przemawia na jej korzyść.
2. Użyto systemu nadawania wag, innego dla cech wymiernych a innego dla cech trudno mierzalnych – nie wydaje się to dobrym rozwiązaniem.
3. Uznano, że cechy trudno mierzalne w mniejszym stopniu wpływają na wartość bojową uzbrojenia niż cechy wymierne. Założenie to jest błędne, nie można z góry przesądzać o górnym zakresie systemu wag dla obu kategorii cech.

3.3. PUNKTOWA OCENA MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH WOJSK QJM (The Quantified Judgment Method)

Metoda punktowej oceny sił QJM została opracowana przez zespół amerykańskich ekspertów wojskowych. Metoda bazuje na szczegółowej analizie porównawczej historycznych bitew, począwszy od starożytności do współczesnych wojen izraelsko-arabskich (do 1973 r. włącznie), ze szczególnym uwzględnieniem 81 bitew z okresu II wojny światowej.[46]

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 prowadzonych zgodnie z wypracowanymi zasadami wykorzystuje się dane tabelaryczne oraz wzory matematyczne uzyskane najczęściej empirycznie z analizy dostępnych danych historycznych i współczesnych danych statystycznych.

Zgodnie z metodą punktowej oceny sił QJM, proces oceny możliwości analizowanych sił zbrojnych obejmuje jedenaście etapów analizy, w tym osiem podstawowych - rys.3.1.

[46] Punktowa ocena bojowych możliwości wojsk (wg poglądów teoretyków amerykańskich) – opracowanie na podstawie materiałów oryginalnych, Sygn. Szt. Gen. wewn. 4/184/86.

Etapy podstawowe, to kolejno:

- zbieranie danych,
- określenie teoretycznej i praktycznej bojowej skuteczności uzbrojenia,
- określenie zmiennych warunków środowiskowych i operacyjnych,
- określenie siły bojowej jednostek walczących stron,
- określenie potencjału bojowego walczących stron,
- prognozowanie wyniku działań bojowych,
- kalkulacja rzeczywistego wyniku bitwy,
- porównanie rzeczywistego i teoretycznego wyniku bitwy.

W przypadku gdy, w wyniku realizacji ósmego etapu analizy wynikną istotne niezgodności, należy ponownie przeanalizować wykorzystywane dane i wprowadzić niezbędne korekty. Stąd, w etapie dziewiątym prowadzi się analizę otrzymanych wyników. Podczas analizy wyników należy pamiętać, o problemie niepełności i niepewności danych którymi dysponujemy. Wynika to z faktu, że zwykle dokumentacja jest niekompletna lub niedokładna. Ponadto, w wielu wypadkach występują błędy, w tym również obliczeniowe. W przypadku stwierdzenia nieprawidłowości obliczeń wskazane jest, o ile istnieje taka możliwość, przeprowadzenie analizy bitew mających porównywalne charakterystyki. Ponownie poddaje się sprawdzeniu dane wejściowe. W przypadku zaistnienia nieprawidłowości następuje korekta w wyniku zastosowania nowych lub zweryfikowania istniejących czynników, stanowiąca cel dziesiątego etapu analizy. Końcowy, jedenasty etap analizy polega na zapisie uzyskanego wyniku w postaci stosunku potencjałów bojowych walczących stron.

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 tak, by stanowiły dane wejściowe do dalszej analizy.

Ze względu na warunki terenowe w jakich odbywać się mogą działania bojowe, uzbrojenie podzielono na:

- ❑ 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, ciągnione i montowane na podwoziach (artyleria samobieżna),
- ❑ 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.

Ponadto, w metodzie QJM uzbrojenie podzielono na sześć podstawowych rodzajów:

- ❑ 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),
- ❑ 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,
- ❑ broń przeciwpancerna - przeznaczona do zwalczania sił pancernych przeciwnika. Zaliczono do niej granatniki ppanc., ppk i samobieżne wyrzutnie ppk,

- artyleria polowa - zaliczono do niej wyrzutnie pocisków rakietowych, działa i moździerze, których zadaniem jest wspieranie piechoty i wojsk pancernych ogniem pośrednim,
- broń przeciwlotnicza - są to środki naziemne, których priorytetowym zadaniem jest zwalczanie środków napadu powietrznego przeciwnika,
- 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.

Po wykonaniu powyższej klasyfikacji określa się wskaźniki pośrednie do wyznaczania wskaźników teoretycznej i praktycznej skuteczności uzbrojenia.

Określenie wyjściowej skuteczności uzbrojenia mobilnego

Wyjściową skuteczność uzbrojenia mobilnego oblicza się według następującego algorytmu:

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

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

Czynnik manewrowości - MOF (Battlefield Mobility Effect)

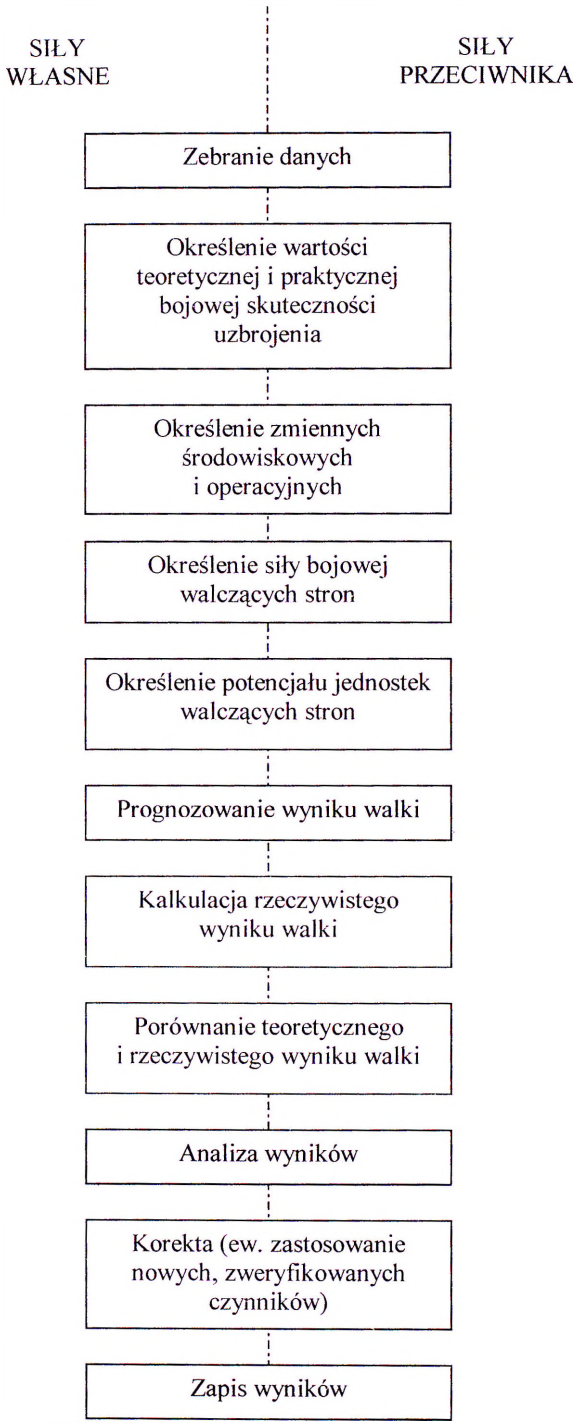
Określa zdolność danego uzbrojenia do zmiany swojego położenia na polu walki. Określa się go w oparciu o takie parametry jak: masa, prędkość i moc silników.

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 sformułowany w sposób mało precyzyjny, gdyż uwzględnia jedynie masę, nie uwzględniając bardziej szczegółowej charakterystyki pancerza (rodzaju stopu, gabarytów itp.). Dodatkowo uwzględnia czynnik rozproszenia D_i.



Rys 3.1. Etapy postępowania przy analizie możliwości bojowych wojsk metodą QJM.

Źródło: opracowanie własne.

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 obliczeń przy wyznaczaniu dla nich wskaźnika pełnej skuteczności bojowej.

W celu określenia wpływu warunków środowiskowych (Environmental Variables) i operacyjnych (Operational Variables) na skuteczność uzbrojenia i przebieg działań bojowych rozpatruje się przede wszystkim:

- wpływ warunków terenowych,
- wpływ warunków atmosferycznych,
- wpływ pory roku i klimatu,
- wpływ sytuacji w powietrzu.

Obliczenie siły bojowej jednostek walczących stron przeprowadza się poprzez odpowiednie zespolenie wskaźników praktycznej skuteczności bojowej 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:

$$S=[(W_s+W_{mg}+W_{hw})*r_n]+(W_{gi}*r_n)+[(W_g+W_{gy})*(r_{wg}*h_{wg}*z_{wg}*w_{yg})]+ \quad (3.10)$$
$$+(W_i*r_{wi}*h_{wi})+(W_y*r_{wy}*h_{wy}*z_{yw}*w_{yy}),$$

gdzie:

S - siła bojowa jednostki wojskowej,

W - wartość wskaźnika praktycznej skuteczności bojowej poszczególnych rodzajów broni, w przypadku:

W_s - lekkiej broni piechoty,

W_{mg} - ciężkiej broni piechoty,

W_{hw} - innych ciężkich środków ogniowych piechoty i opancerzonych wozów bojowych,

W_{gi} - środków przeciwpancernych,

W_g - artylerii polowej,

W_{gy} - środków przeciwlotniczych,

W_i - środków pancernych,

W_y - środków bezpośredniego wsparcia powietrznego,

r - czynnik wpływu warunków terenowych,

h - czynnik wpływu warunków atmosferycznych,

z -czynnik wpływu pory roku i klimatu,

w - wpływ sytuacji w powietrzu.

Obliczenia potencjału bojowego przeprowadzane są przy uwzględnieniu 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:

$$P=S*m*CEV*u_s*r_u*h_u*z_u*v\ , \qquad (3.11)$$

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.

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÷1,1 nie można jednoznacznie określić wyniku prowadzonych działań.

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

- stopnia wykonania założonych zadań bojowych (MF) określana na podstawie tabeli,
- obszarowej efektywności prowadzonych działań (E_{sp}),
- efektywności strat osobowych (E_{cas}).

Zarówno efektywność prowadzonych działań jak i efektywność strat osobowych określana jest przy pomocy oddzielnych zależności matematycznych.

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

$$R=MF+E_{sp}+E_{cas}. \qquad (3.12)$$

Następnie porównuje się otrzymane wartości współczynników dla wojsk własnych (R_f) i przeciwnika (R_e). Rozważane są następujące przypadki:

1. $R_f - R_e>0$ - bitwę wygrają wojska własne,
2. $R_f - R_e<0$ - bitwę wygrają wojska przeciwnika,
3. $-0,5<R_f - R_e<0,5$ - wynik bitwy ocenia się jako nieprzekonywujący.

Na podstawie wyników przeprowadzonych obliczeń następuje porównanie teoretycznego i rzeczywistego wyniku bitwy. W przypadku gdy:

$P_f : P_e>1 \Rightarrow$ różnica $R_f - R_e$ powinna być dodatnia;

$P_f : P_e<1 \Rightarrow$ różnica $R_f - R_e$ powinna być ujemna.

Wnioski

1. Metoda ciekawa, poparta wieloma analizami, zarówno przeszłych bitew jak i analizami technicznymi uzbrojenia.
2. Metoda przetestowana, dzięki czemu otrzymane wyniki są wiarygodne.
3. Wynik uzyskany tą metodą jest liczbą niemianowaną i odzwierciedla stosunek potencjałów walczących stron.[47]
4. Użycie metody wymaga dokładnej znajomości danych o uzbrojeniu stron, charakterystyk technicznych uzbrojenia, itp., co utrudnia jej stosowanie.
5. Metoda nadaje się raczej do opisu konfliktów historycznych.

[47] Ciekawą lekturę na ten temat stanowi opracowanie: TREVOR NEVITT DUPUY Liczby, prognozy i wojna Cz. I. Ilościowo-jakościowa metoda oceny zdolności bojowej i prognoz wyników walki (tłumaczenie z j. angielskiego), AON, Warszawa 1984.

3.4. 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 WSI i wprowadzona do użytku w Siłach Zbrojnych RP w 1992 r.[48] Całość metodyki opracowano pod kątem prowadzenia obliczeń z wykorzystaniem techniki komputerowej. Wykonana została implementacja zamieszczonych w metodyce algorytmów w język programowania wysokiego poziomu. Utworzono programy gromadzenia, poprawiania i uzupełniania danych taktyczno-technicznych w bazie danych, a następnie program obliczający wskaźniki wartości bojowej, wykorzystujący utworzoną bazę danych.

Punktem wyjścia do niniejszej metodyki była metoda punktowa oceny bojowych możliwości wojsk opracowana przez teoretyków amerykańskich opisana w rozdziale 3.3. Zasadnicze różnice w stosunku do metody punktowej (QJM) można ująć w kilku punktach:

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 - podania wzorów na obliczanie potencjalnej wartości bojowej związków taktycznych i operacyjnych, bez uwzględniania zmiennych warunków środowiskowych i operacyjnych.
2. Przy określaniu wskaźników pośrednich pominięto:
    - czynnik zaopatrywania w amunicję,
    - czynnik rodzaju podwozia - kołowego i kołowo-gąsienicowego,
    - czynnik wpływu wysokości działania.
3. Wprowadzono dodatkowe wskaźniki pośrednie:
    - wskaźnik podpocisków (jest to odpowiednik wskaźnika liczby możliwych do obezwładnienia celów punktowych, liczony dla pocisków kasetowych z podpociskami tj. granatami). Przyjęto, że określa się go na podstawie zależności:

[48] Uniwersalna metodyka oceny wartości bojowej uzbrojenia oraz potencjału bojowego związków taktycznych i operacyjnych sił zbrojnych, Sygn. Szt. Gen. 1407/92.

$$SM = \frac{n * PTS_{pod}}{4}, \qquad (3.13)$$

gdzie:

n - liczba podpocisków,

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

- wskaźnik udźwigu - wprowadzono go dla samolotów i śmigłowców i określono zależnością:

  UD=1+0,01*u, (3.14)

  gdzie: u - udźwig traktowany jako maksymalna masa zabieranego ładunku,

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

$$ELE = 1 + 0{,}2 * \sum_{i=1}^{6} k_i, \qquad (3.15)$$

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.

4. W przypadku niektórych wskaźników pośrednich posłużono się innymi nazwami bądź innymi zasadami ich wyznaczania. Dodatkowo, dla niektórych parametrów przyjęto oznaczać fakt prawdy znakiem „T" - jeżeli dany parametr występuje w rozpatrywanym przypadku, lub fałszu „F" - jeżeli parametr nie występuje.

W efekcie powyższych zmian, wzory na obliczanie wartości bojowej broni przyjęły postać:

- dla wskaźnika wartości bojowej broni niemobilnej:

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

gdzie: (3.16)

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

$$W_{iy} = (W * MOF * SME2 * RFE * FCE + PF) + (W_{KM1} + W_{KM2} + W_{ppk}) * SME2, \quad (3.17)$$

gdzie:

W - wskaźnik wartości bojowej obliczony jak dla broni niemobilnej,

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:

$$W_{iy} = \left(\sum_{k=1}^{m} \sum_{i=1}^{n} W * RL * SME2 * UD * + PF \right) * ELE, \quad (3.18)$$

gdzie:

W - wskaźnik wartości bojowej obliczony jak dla broni niemobilnej,

RL - wskaźnik niezawodności broni,

UD - wskaźnik udźwigu,

ELE - wskaźnik wyposażenia elektronicznego.

Przy 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, według zależności:

$$PWB = \sum_{m=1}^{n} W_m + \sum_{i=0}^{k} W_{iy} , \qquad (3.19)$$

gdzie: m, i - odpowiednio, liczba uzbrojenia niemobilnego i mobilnego.

Z kolei, na wyższym szczeblu organizacyjnym z obliczonych wartości potencjału bojowego można tworzyć dowolną kombinację składu organizacyjnego w zależności od konkretnej sytuacji bojowej. Wartości potencjałów bojowych są sumą algebraiczną ich składników, co wyraża wzór:

$$P = \sum_{i=1}^{k} PWB_i , \qquad (3.20)$$

gdzie: P - potencjał bojowy związku taktycznego lub operacyjnego,

PWB - potencjał bojowy jednostek wchodzących w skład ugrupowania.

Wnioski

1. 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.
2. Należy stwierdzić, że wszystkie występujące tu stałe mają charakter ściśle empiryczny.
3. Metoda ta jest uproszczeniem metody QJM, jednakże niesłusznie zrezygnowano w niej z uwzględnienia zmiennych warunków środowiskowych i operacyjnych.

3.5. METODA OPARTA NA WZORCU CZOŁGU T-55

Metodę tę stosowano w państwach byłego Układu Warszawskiego. Wykorzystuje się w niej współczynnik jakościowy (WJ) uzbrojenia i sprzętu bojowego. Współczynnik ten charakteryzuje możliwości bojowe danego rodzaju uzbrojenia podczas działań bojowych.

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

Metodyka zawiera sposób oceny jakościowej jednostek bojowych. Dla oceny porównawczej ogólnowojskowych oraz innych związków taktycznych i oddziałów przyjęto operacyjną jednostkę kalkulacyjną (JK) oraz dywizyjną jednostkę obliczeniową (DO). Wzorcem dla 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):

$$PB_{dow.ZT} = \frac{SWJ_{dow.ZT}}{SPB_{DO}} . \qquad (3.21)$$

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

Wynika stąd, że potencjał bojowy porównywanego ZT jest równoważny możliwościom bojowym 1,22 dywizji obliczeniowej.

Wnioski

1. Metoda nieprzydatna, głównie z powodu braku danych na temat algorytmu obliczania współczynników jakościowych uzbrojenia.
2. Wynik analizy jest liczbą niemianowaną, obliczoną niezależnie dla każdego ugrupowania, niezależnie od warunków środowiskowych, atmosferycznych itp.

Takie podejście wydaje się być niesłuszne i może prowadzić do mylnych wniosków.

3.6. METODA BADANIA JAKOŚCI BOJOWEJ CZOŁGU

Metoda ta pochodzi z pierwszej połowy lat 90-tych ubiegłego stulecia i opracowana została dla potrzeb badania jakości bojowej czołgów.[49] Metoda oparta jest na naukowych podstawach kwalitologii.[50] Jakość jest pojęciem względnym, zatem do określenia jakości potrzebne są dwa zbiory:

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

Wskaźnik jakości może przyjmować wartości określone na opracowanej dla potrzeb kwalitologii - Uniwersalnej Jednościowej Skali Stanów Względnych (JUS).

Zdefiniowano podstawowe pojęcia kwalitonomii.[51] Oto niektóre z nich:

- przymioty jakości - są to wielkości (mierzalne fizycznie) oraz cechy (niemierzalne 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 zaproponowano następującą definicję jakości bojowej czołgu: „jakość bojowa czołgu jest to stopień spełnienia wymagań taktyczno-technicznych (WTT)". Wymagania taktyczno-techniczne (WTT) są dokumentem zawierającym zbiór

---

[49] L. Orłowski, Systemowe modelowanie czołgu, WITPiS, 1993.

[50] Kwalitologia - dziedzina wiedzy zajmująca się jakością. Zagadnieniami teoretycznymi zajmuje się kwalitologia podstawowa, praktycznymi - kwalitologia stosowana, określana jako „inżynieria jakości". 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 się zbiór właściwości badanego obiektu lub usługi (dalej łącznie nazywanych - przedmiotem badania jakości).

[51] L. Orłowski, Modelowanie i badanie jakości bojowej czołgu, WITPiS, 1994.

pożądanych właściwości (X_{WTT}), obejmujących zarówno parametry funkcjonalne, jak i eksploatacyjne. Stanowią one kryterialny wzorzec jakości bojowej (KWJB).

Stosunek zbioru właściwości badanego czołgu (X_{CZ}), do wspomnianego zbioru wymagań lub kryterialnego wzorca jest wskaźnikiem jakości bojowej:

$$W_{jB} = \frac{X_{CZ}}{X_{WTT}} \quad albo \quad W_{jB} = \frac{X_{CZ}}{KWJB}. \tag{3.22}$$

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.

Badając jakość czołgu można obliczyć wskaźniki jakości: siły rażenia (Wj_{SR}), ochrony załogi (W_{jOZ}), ruchliwości (W_{jR}), „dowódczości" (W_{jD}). Podobnie można obliczyć wskaźniki grupy efektywności i niezawodności.

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 wykonane przez zastosowanie współczynników ważności taktycznej (zwanych wagami). Wartości tych współczynników określają taktycy w sposób empiryczny.

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

$$W_{jF} = \frac{1}{4}\left(W_{jSR} * a_{SR} + W_{jOZ} * a_{OZ} + W_{jR} * a_{R} + W_{jD} * a_{D}\right), \tag{3.23}$$

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:

$$W_{jB} = \frac{1}{3}\left(W_{jF} * a_{F} + W_{E} * a_{E} + W_{N} * a_{N}\right), \tag{3.24}$$

gdzie:

a_F - współczynnik ważności właściwości funkcjonalnych,

a_E - współczynnik ważności efektywności,

a_N - współczynnik ważności niezawodności.

Podczas analizowania różnych czołgów należy zwracać uwagę, czy zastosowano te same wartości współczynników ważności. Warunek ten musi być bezwzględnie stosowany, inaczej skutkuje zniekształceniem otrzymanego wyniku.

Procedura badania jakości bojowej czołgu obejmuje następujące czynności:

1. Wyodrębnienie ze zbioru wszystkich właściwości czołgu konkretnych procesów, które będą przedmiotem badania oraz urządzeń (obiektów), które biorą udział w badanych procesach. Należy sporządzić spis procesów i określić kolejność badania poszczególnych procesów. W odniesieniu do każdego procesu należy sporządzić zbiór obiektów, uczestniczących w procesie.
2. Oddzielnie dla każdego procesu i obiektu należy sporządzić zbiory przymiotów, tzn. charakterystycznych wielkości (mierzalnych fizycznie) oraz cech (niemierzalnych lecz ocenianych np. przez porównanie).
3. Wybór 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.
4. Określić grupy znamion jakości (np. funkcjonalność, efektywność, niezawodność) oraz poszczególne znamiona jakości wewnątrz każdej z grup znamionowych.
5. Wykonać czynność relatywizacji, tzn. dokonać transformacji wielkości oraz cech do przedziału wartości względnych (0…1).
6. Określić wyróżniki znamionowe oraz sporządzić odnośne zbiory.
7. Obliczyć wskaźniki jakości badanych procesów, takich jak: prowadzenie ognia, ochrona załogi itd.
8. W przypadku obliczania wskaźników jakości takich znamion jak: funkcjonalność, efektywność i niezawodność należy określić wartości współczynników ważności, zależnie od taktycznego wykorzystania.

Obliczenie zbiorczego wskaźnika jakości czołgu, wymaga określenia współczynników ważności odnoszących się do grup znamionowych, co powinno być wykonane z uwzględnieniem założeń taktycznych.

Wnioski

1. Należy podkreślić oryginalność metodyki, na co wskazuje fakt że badanie jakości obejmuje zarówno procesy, które są realizowane przez załogę czołgu (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) jak również ocenę urządzeń, które biorą udział we wspomnianych procesach.
2. Metodę, można adaptować dla potrzeb badania jakości bojowej całego uzbrojenia i sprzętu technicznego.
3. Na uwagę zasługuje „relatywne" podejście do problemu oceny badanego systemu (patrz pkt.5 str.42).

„ ... przedmiotem matematyki jest rzeczywistość,
matematyka jest uniwersalna, nie ma rzeczy,
która byłaby dla niej obca ... ”

Hugo Steinhaus

4. METODY ANALIZ PORÓWNAWCZYCH WYZNACZANIE POTENCJAŁU BOJOWEGO ZGRUPOWAŃ WOJSK

Wybór jednego z wielu możliwych rozwiązań jest częstą koniecznością, dokonywaną niemal codziennie przy różnych okazjach i w różnych okolicznościach. Podjęcie decyzji związanej z wyborem jednego spośród kilku możliwych wariantów działania, można wspomóc używając metod analitycznych.

Najczęściej spotykane sformułowanie problemu decyzyjnego polega na rozpatrzeniu dwóch przestrzeni: przestrzeni decyzji, którą oznaczymy jako D, oraz przestrzeni ocen decyzji, oznaczonej przez Φ. Mogą to być dowolne zbiory niepuste, chociaż najczęściej mamy do czynienia z sytuacją, gdy D i Φ są podzbiorami przestrzeni wektorów rzeczywistych o wymiarowości n i m, tzn. $D \subseteq R^n$, $\Phi \subseteq R^m$.

Sformułowanie problemu optymalizacyjnego wymaga określenia następujących elementów:

1. Podania, które z elementów przestrzeni D są możliwe do zaakceptowania przez decydenta. Zbiór takich elementów oznaczymy przez F i nazwiemy zbiorem decyzji (lub zbiorem rozwiązań) dopuszczalnych.
2. Podania sposobu oceny decyzji $f \in F$ poprzez określenie funkcji $c : D \to \Phi$. Funkcję tę nazwiemy funkcją celu lub kryterium jakości.
3. Podania porządku w przestrzeni ocen decyzji Φ, odzwierciedlającego preferencje decydenta. Formalnie wymaga to określenia w Φ relacji częściowego porządku. Sytuację, w której ocena $c(d')$ decyzji $d' \in D$ jest uważana przez decydenta za nie gorszą niż ocena $c(d'')$ decyzji $d'' \in D$ zapisuje się następująco: $c(d') \succ c(d'')$.[52]

---

[52] W tym miejscu trzeba wspomnieć o dyscyplinie naukowej jaką są badania operacyjne. Badania operacyjne to dyscyplina stosunkowo młoda, jej powstanie przypada na lata drugiej wojny światowej. Badania operacyjne (ang. operation research – analiza operacji) obejmowały początkowo problemy wyznaczania optymalnych rozwiązań różnorodnych zagadnień wojskowych za pomocą zespołu metod matematyczno-statystycznych. W późniejszym okresie, metody badań operacyjnych przeniesiono na inne dziedziny nauki, takie jak technika

Problem optymalizacyjny polega na znalezieniu takiej decyzji d^0, która jest dopuszczalna, tzn. $d^0 \in F$, oraz nie istnieje decyzja $d \in F$, taka że $c(d) \succ c(d^0)$.[53]

Analizy porównawcze możliwości bojowych zgrupowań wojsk są koniecznością. Stają się one niezbędne zarówno podczas szkoleń operacyjnych sztabów, jak również jest to ważny problem 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, powodują potrzebę precyzyjnego mierzenia możliwości bojowych zgrupowań wojsk a w szczególności posiadanych środków walki.[54]

Możliwości bojowe wojska zależą od wielu czynników, wśród których podstawowe znaczenie posiada wyposażenie w uzbrojenie i sprzęt techniczny. Należy przy tym zauważyć, że 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

---

czy też ekonomia. Głównym celem stosowania badań operacyjnych jest konieczność podejmowania optymalnych decyzji. Ważne miejsce w badaniach operacyjnych zajmują zagadnienia programowania liniowego. Program liniowy jest rodzajem modelu, w którym zarówno funkcja celu, jak i wszystkie warunki ograniczające są funkcjami liniowymi. Szczególnym przypadkiem zagadnień liniowych jest zagadnienie transportowe. Po raz pierwszy, zagadnienie to zostało sformułowane w 1941 roku i dotyczyło planu przewozu jednorodnego produktu z kilku różnych źródeł zaopatrzenia do kilku punktów zgłaszających zapotrzebowanie na dany produkt. W problemach transportowych można stosować metodę simpleks, jednakże istnieją inne, bardziej efektywne metody rozwiązania tego typu problemów. Zagadnienie optymalizacyjne sprowadza się w tym przypadku zwykle do minimalizacji łącznych kosztów transportu. Rzadziej, optymalizowana jest droga po której odbywa się transport, bądź minimalizowany jest czas transportu. Z problemem transportowym wiąże się zagadnienie przydziału szeroko pojętych zasobów. Tak oto, zagadnienie liniowe, wydawałoby się niezmiernie proste, wymaga zastosowania kilku metod, wcale niebanalnych. Można zatem przypuszczać, że wraz z komplikowaniem się sytuacji decyzyjnej, używane będą coraz bardziej skomplikowane metody analityczne. Stwierdzenie, że coś jest lub nie jest skomplikowane, jest z gruntu stwierdzeniem względnym, zatem z pewnością możemy powiedzieć, że aparat matematyczny używany (stosowany) staje się o wiele bardziej rozwinięty i mamy wówczas do czynienia z elementami rachunku prawdopodobieństwa i statystyki. Typowe zagadnienia wymagające użycia metod statystycznych to wszelkiego rodzaju sytuacje konfliktowe. Mamy wtedy do czynienia z zagadnieniem gier. Zależnie od warunków początkowych, mówimy przykładowo o grach dwuosobowych o sumie zero, o grach z naturą. Innym niezmiernie ważnym zagadnieniem jest problem kolejek (Queueing Theory). Problem ten, podobnie jak i inne elementy badań operacyjnych ma swoje korzenie w czasach drugiej wojny światowej. Problem ten rozważano wówczas, gdy duża ilość samolotów bombowych po wykonaniu zadania bojowego musiała wylądować w krótkim czasie na zwykle mocno ograniczonej powierzchni lądowisk. Więcej informacji na ten temat można znaleźć między innymi w A.Stachurski, A.P.Wierzbiński, Podstawy optymalizacji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001, s.20-76.

[53] R.Kulikowski, M.Libura, L.Słomiński, Wspomaganie decyzji inwestycyjnych, IBS PAN, Warszawa 1998, s.334. Podobnie zagadnienie to przedstawia M.Chudy, Wybrane metody optymalizacji, Bellona, Warszawa 2001, s.7-8. Problem decyzyjny rozważany jest w bardzo wielu publikacjach, między innymi w W.Pogorzelski, Teoria systemów i metody optymalizacji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999, s.101-113.

[54] P.Sienkiewicz, Analiza systemowa podstawy i zastosowania, Bellona, Warszawa 1994, s.123.

technicznymi i ekonomicznymi. Istnieje zatem ciągła potrzeba porównywania własnych sił zbrojnych z siłami innych państw (w tym potencjalnych przeciwników) zarówno z operacyjno-taktycznego, jak i ekonomicznego punktu widzenia. Analizy, których celem jest wybór, bądź określenie przydatności wybranych systemów uzbrojenia można określić mianem statycznych analiz wartościowania technik.

Wartościowanie technik (uzbrojenia w szczególności) ma fundamentalne znaczenie i stanowi punkt wyjścia do dalszych, znacznie bardziej skomplikowanych analiz dotyczących określania i porównywania możliwości bojowych zgrupowań wojsk.

Kryteria oceny porównawczej zgrupowań wojsk mogą mieć charakter tak ilościowy jak i jakościowy. O ile przypadek pierwszy jest łatwo mierzalny i jego interpretacja nie nastręcza problemów, to w przypadku kryteriów jakościowych napotykamy na szereg problemów, wśród których można wyróżnić:

- dużą subiektywność przy określaniu zakresu cech,
- dużą subiektywność przy określaniu jakości cech,
- trudności z doborem właściwej metody badawczej,
- trudności z interpretacją uzyskanych wyników przeprowadzonej analizy.

4.1. WYBÓR METODY ANALIZ PORÓWNAWCZYCH

Obserwowany obecnie 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 wzrosło 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.[55]

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:

- metody Electre,
- metodę rozmytych relacji preferencji,
- metodę analizy brzegowej,
- metodę Bellingera,[56]
- rodzinę metod taksonomicznych.

Wśród rodziny metod taksonomicznych szczególne miejsce zajmują metody taksonomii numerycznej, wykorzystane w dalszych rozważaniach.

Procedurę badań taksonomicznych można opisać 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.[57]

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

- podstawowe cele badania,
- obiekty podlegające klasyfikacji.

---

[55] E. Nowak, Metody taksonomiczne w klasyfikacji obiektów społeczno-gospodarczych, PWE, Warszawa 1990, s.63 – 84.
[56] Załącznik B zawiera analizę porównawczą śmigłowców transportowych wykonaną przy pomocy metody Bellingera.
[57] E. Gatnar, Symboliczne metody klasyfikacji danych, PWN, Warszawa 1998, s.24 – 43.

Następnie dobierane są wskaźniki opisujące klasyfikowane obiekty. Prace te są ważne, ponieważ ich wynik może 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 x N] o badanych obiektach, które w ogólnej postaci można zapisać następująco:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1I} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2I} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{N1} & x_{N2} & \dots & x_{NI} \end{bmatrix}. \qquad (4.1)$$

W macierzy tej, x_{in} (i=1, 2, …, I oraz n=1, 2, …, N) oznacza realizację cechy X_k w obiekcie O_i. W ten sposób każdy obiekt O_i jest opisany przez wektor [I x 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.

W następnym kroku weryfikuje się uzyskane wyniki klasyfikacji. Podstawowe znaczenie ma tutaj wiedza badającego o porównywanych obiektach oraz jego doświadczenie. Na tym etapie należy także przeprowadzić (przy użyciu narzędzi statystycznych) szczegółową analizę liczbowych charakterystyk grup typologicznych otrzymywanych w wyniku klasyfikacji.
Ponadto, dokonuje się normowania cech, co obejmuje:

- doprowadzenia różnoimiennych parametrów do wzajemnej porównywalności poprzez standaryzację,
- ujednolicenie charakteru parametrów taktyczno-technicznych.[58]

Rodzina metod 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÷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.

Agregacja parametrów odbywa się przy pomocy jednej ze średnich:

- średnia arytmetyczna - w przypadku porównywalnych poziomów poszczególnych parametrów;
- średnia geometryczna - w przypadku gdy przekroczenie dopuszczalnej tolerancji przez wartości któregokolwiek z parametrów dyskwalifikuje przydatność systemu, a parametr ten został wcześniej zakwalifikowany przez oceniającego jako cecha istotna;
- średnia harmoniczna - w przypadku dużej dysproporcji poziomów poszczególnych parametrów.

Taksonomiczne metody oceny są szczególnie przydatne, gdy cechy systemów podlegających ocenie są trudno mierzalne 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 taksonomiczna w znacznym zakresie eliminuje możliwość powstania błędu spowodowanego preferencjami osoby oceniającej, gdyż algorytm postępowania umożliwia ocenę jakości obiektów na podstawie wartości ich cech (z uwzględnieniem własności stymulanty lub destymulanty).

---

[58] P.Sienkiewicz, J.Urbanowicz, P.Górny, H.Spustek, Metodyka zastosowania współczynników jakości w kalkulacjach operacyjno-taktycznych, CI AON, Zarząd Szkolenia Operacyjnego SG WP, Warszawa 1993, s.22-25.

Metoda taksonomii numerycznej z agregacją parametrów za pomocą średniej arytmetycznej wydaje się najbardziej odpowiednia do analiz porównawczych zgrupowań wojsk, ze względu na jej bezwzorcowy charakter oraz przewidywany zakres grupowania badanego uzbrojenia (sprzętu technicznego) o podobnych własnościach i parametrach odpowiednich cech niewiele różniących się od siebie.

Z powyższych powodów, do dalszych obliczeń została wykorzystana właśnie ta odmiana metod taksonomicznych.

Przykład wykorzystania rodziny metod taksonomicznych do analiz porównawczych wybranych systemów technicznych zawiera tablica 4.1. Pierwsza kolumna tablicy 4.1. zawiera wyniki uzyskane metodą uniwersalną, omówioną w rozdziale 3.5 rozprawy, pozostałe kolumny zawierają wyniki uzyskane przy pomocy rodziny metod taksonomii numerycznej.

Do porównawczych obliczeń numerycznych wybrano następujące systemy uzbrojenia:

1. CZOŁGI,
2. DZIAŁA SAMOBIEŻNE,
3. TRANSPORTERY OPANCERZONE,
4. WYRZUTNIE ARTYLERII RAKIETOWEJ.

Poszczególne kolumny tablicy 4.1 zawierają wskaźniki taktyczno-techniczne wybranych systemów uzbrojenia obliczone przy pomocy następujących metod:

1. metoda uniwersalna (kolumna nr 1),
2. metoda bezwzorcowa, preferencje pojedynczego eksperta według średniej arytmetycznej (kolumna nr 2),
3. metoda bezwzorcowa, preferencje statystyczne według średniej arytmetycznej, (kolumna nr 3),
4. metoda bezwzorcowa (preferencje statystyczne) według średniej geometrycznej, (kolumna nr 4),
5. metoda bezwzorcowa (preferencje statystyczne) według średniej harmonicznej, (kolumna nr 5),
6. metoda bezwzorcowa (bez preferencji) według średniej arytmetycznej, (kolumna nr 6),
7. metoda bezwzorcowa (bez preferencji) według średniej geometrycznej, (kolumna nr 7),
8. metoda bezwzorcowa (bez preferencji) według średniej harmonicznej (kolumna nr 8).

Tablica 4.1. Zestawienie porównawcze wartości bojowej wybranych systemów uzbrojenia

METODA/SPRZĘT		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
CZOŁGI									
1.	**ABRAMS**	**277.47**	**0.979**	**0.937**	**0.932**	**0.913**	**0.907**	**0.896**	**0.855**
2.	**LEOPARD-2**	235.42	0.941	0.679	0.642	0.556	0.735	0.000	0.532
3.	**T-55MERIDA**	113.33	0.873	0.513	0.475	0.402	0.537	0.000	0.382
4.	**T-72**	225.49	0.901	0.636	0.633	0.643	0.766	0.005	0.752
DZIAŁA SAMOBIEŻNE									
5.	**DANA**	242.68	0.849	0.595	0.465	0.308	0.551	0.000	0.292
6.	**M-109A2**	252.17	0.886	0.659	0.615	0.569	0.710	0.000	0.558
7.	**M-110A2**	245.96	0.835	0.461	0.312	0.210	0.638	0.000	0.356
8.	**PHZ-2000**	**325.29**	**0.988**	**0.927**	**0.893**	**0.869**	**0.941**	**0.896**	**0.900**
TRANSPORTERY OPANCERZONE									
9.	**AMX-10P**	28.43	0.681	0.605	0.712	**0.980**	0.778	0.026	**0.869**
10.	**M-113L**	32.37	0.797	0.736	0.797	0.938	**0.931**	**0.897**	0.860
11.	**MARDER-1**	**51.75**	0.772	**0.939**	**0.951**	0.890	0.895	0.007	0.599
12.	**SKOT-2**	32.48	**0.946**	0.577	0.660	0.940	0.724	0.000	0.590
WYRZUTNIE ARTYLERII RAKIETOWEJ									
13.	**BM-21**	182.79	0.887	0.558	0.687	0.755	0.745	0.090	0.749
14.	**LARS-1**	278.03	0.865	0.808	**0.938**	**0.831**	0.859	0.423	0.640
15.	**MLRS**	**390.36**	**0.997**	**0.894**	0.849	0.477	**0.959**	0.033	0.396
16.	**RM-70**	274.21	0.899	0.576	0.719	0.806	0.782	**0.850**	**0.854**

Źródło: opracowanie własne

4.2. DOBÓR CECH DIAGNOSTYCZNYCH DO MODELU OCENOWEGO

Każdy porównywany obiekt może być opisany dowolną liczbą cech (parametrów). Przyjmuje się, że zbiór cech opisujących jest zbiorem skończonym o dużej liczbie elementów (po określeniu wszystkich cech, które mogą mieć wpływ na kompleksowy wskaźnik jakości). W praktyce zbiór ten powinien być zawężony do tzw. cech istotnych obiektu. Cechy istotne nazywa się inaczej cechami diagnostycznymi. Wybór cech ma główny wpływ na wyniki oceny porównawczej. Formalnie rzecz biorąc, cechy obiektu można uważać za wielkości zmienne, przyporządkowane danym obiektom.

Cechy istotne obiektów są zaliczane do grupy cech mierzalnych lub pośrednio mierzalnych (kwantytatywnych). Cechą mierzalną nazywa się taką, której wartościami są liczby rzeczywiste mianowane, czyli mierzalne w sensie fizycznym. Cecha pośrednio mierzalna jest cechą o wartościach zawartych w zbiorze liczb całkowitych (najczęściej liczb naturalnych). Wartości liczbowe tych cech otrzymuje się przez:

- policzenie np. liczby możliwych powiązań pomiędzy obiektami zgrupowania,
- przyporządkowanie cechom trudno niemierzalnym odpowiednich skal numerycznych. Opis słowny jest w tym przypadku wyjściową formą przedstawienia wartości danej cechy.

Zagadnienie doboru cech diagnostycznych może być rozpatrywane jako zadanie z pominięciem metod statystycznych lub jako zadanie statystyczne.[59]

Podejście pierwsze, z pominięciem metod statystycznych, polega na merytorycznym doborze cech, tzn. eksperci oceniają istotność cech na podstawie posiadanej wiedzy merytorycznej o badanych obiektach.

Drugie podejście, podejście statystyczne, polega na użyciu metod statystycznych celem wyeliminowania cech „nadmiarowych".

W zbiorze cech istotnych powinny się znajdować tylko te, które charakteryzują się dostateczną zmiennością wartości przy przejściu od obiektu do obiektu. Warunek wystarczającej zmienności jest postulatem formalnym doboru cech istotnych. Postulatu tego nie spełniają cechy stałe i quasi stałe. Ze zbioru cech istotnych można usunąć te cechy, których zmienność z punktu widzenia ustalonego kryterium jest niewystarczająca.

[59] E.Nowak, Metody taksonomiczne w klasyfikacji obiektów społeczno-gospodarczych, PWE, Warszawa 1990, s.23.

Ostatecznie, do zbioru cech istotnych powinny wejść tylko te, których wzajemne podobieństwo pomiędzy sobą jest możliwie małe i jednocześnie możliwie duże z cechami nie wchodzącymi do zbioru, tzn. niezależne lub słabo zależne pomiędzy sobą i silnie zależne z cechami wyeliminowanymi. Wybór do analizy cech silnie związanych ze sobą, spowodowałby niepotrzebne powielanie („zanieczyszczanie") informacji o badanych obiektach.

Właściwy proces wyboru zawsze musi być poprzedzony wytypowaniem cech istotnych spośród pierwotnego zbioru cech. Gdy ilość cech jest bardzo duża, wówczas narażamy się na konieczność stosowania złożonego algorytmu (w sytuacji, kiedy jest duże prawdopodobieństwo, że część z nich jest nieistotna). Ze względów ekonomicznych wykorzystanie całego dostępnego zbioru cech obiektu może być nieuzasadnione i należy rozpatrywać problem jego redukcji. Proces redukcji zbioru cech polega głównie na redukcji liczby cech opisujących obiekty.

Metody doboru (redukcji) cech są dobrze opisane w literaturze, odznaczają się dużą różnorodnością i formułowane są na bazie:

- statystyki i teorii informacji;
- rozważań częściowo heurystycznych.

W sytuacji gdy powstaje problem określenia listy zmiennych objaśniających, wystarczy sięgnąć do teorii ekonomii. Teoria ekonomii opisuje 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. W takich przypadkach pomocne okazują się procedury statystyczne.[60]

Główna idea wszelkich metod statystycznych mających na celu redukcję zbioru wstępnie wytypowanych zmiennych objaśniających sprowadza się do przestrzegania zasady, że 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 lub istnienia zależności funkcyjnej między nimi, (zjawisko to pojawia się wtedy, gdy współczynniki korelacji między zmiennymi objaśniającymi co do bezwzględnej wartości

---

[60] Jedną z tego typu metod statystycznych jest metoda badania integralnej pojemności informacyjnej Hellwiga.

są bliskie jedności), prowadzi do wielu niekorzystnych efektów. Jednym z takich, niepożądanych efektów jest zjawisko katalizy.[61]

Na podstawie powyższych rozważań można stwierdzić, że dobór cech diagnostycznych powinien odbywać się dwuetapowo, tzn. najpierw powinno się stosować podejście merytoryczne a później (w kroku drugim) podejście statystyczne.

4.3. DOBÓR CECH DIAGNOSTYCZNYCH NA PRZYKŁADZIE ANALIZY PORÓWNAWCZEJ CZOŁGÓW

Praktyczne wykorzystanie metody eliminacji cech poprzez obliczania integralnej pojemności informacyjnej Hellwiga, w problemie doboru cech diagnostycznych do modelu oceny potencjału bojowego, zostanie przestawione na przykładzie jednej z bardziej reprezentatywnych grup uzbrojenia i sprzętu wojskowego jaką są czołgi.[62]

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 będącej na wyposażeniu ilości amunicji, z których każdy opisano 24 parametrami, oznaczonymi kolejno PAR1÷PAR24. Dla niektórych parametrów przyjęto, że w przypadku, gdy dany parametr występuje - przyjmuje on wartość 1, natomiast jeśli nie występuje - przyjmuje wartość 0.

---

[61] Efekt katalizy w liniowym modelu korelacyjnym oznacza silne skorelowanie zmiennej objaśnianej ze zmiennymi objaśniającymi w sensie: wysoka wartość współczynnika korelacji wielorakiej spowodowana silnym skorelowaniem zmiennych objaśniających między sobą. Zmienne objaśniające, które wywołały efekt katalizy należy wyeliminować z modelu. Szerzej o tym efekcie w pracy: H.Spustek, Wybrane zagadnienia badań operacyjnych i modelowania liniowego, AON, Warszawa 2002, s.35-36.

[62] Z. Ścibiorek w książce pt. "Wojna czy pokój?", odnosi się do problemu użycia czołgu w kontekście przyszłej wojny. Znajdujemy tam: „ ... obserwujemy zmierzch ery czołgów. Czy takie założenie jest prawdziwe? ... W nowym układzie geopolitycznym Europy i świata brak jest „klasycznych", wyraźnie określonych wrogów. Nie ma też przeciwstawnych sojuszy wojskowych (militarnych). Dominują poglądy, które pozwalają sądzić, że w przyszłości nie będzie starcia wielomilionowych armii, przełamywania silnej obrony i prowadzenia operacji zaczepnych na wiele setek kilometrów ..." s.29.
Jednakże, w rozprawie celowo użyto tej grupy uzbrojenia do analiz porównawczych jako że, stanowi ona (w opinii autora) nadal o sile strony podczas bezpośredniego ataku agresora, którego to ataku nie sposób całkowicie wykluczyć.

W pierwszym etapie (merytorycznym) do opisu czołgów przyjęto następujące parametry (zmienne 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 [dN/cm^2].

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

Następnie, korzystając z metody taksonomii numerycznej, obliczone zostały wartości wskaźników jakości (WSK_JAK) dla poszczególnych czołgów. Do obliczeń tych wykorzystany

został program komputerowy TAX. Kolejnym etapem pracy było ustandaryzowanie (normalizacja) parametrów (cech) przyjętych do opisu czołgów.

Następnie pogrupowano zmienne objaśniające dla zbliżonych typów parametrów i do dalszej analizy wybrano ośmiu poniższych reprezentantów grup. Utworzono przy tym dwa warianty dla których przeprowadzono szczegółowe obliczenia.[63] Wariant pierwszy utworzono z następujących parametrów: PAR1, PAR5, PAR6, PAR12, PAR13, PAR15, PAR21 i PAR22. Wariant drugi: PAR1, PAR5, PAR6, PAR12, PAR13, PAR15, PAR21, PAR23.

Dla tych danych obliczono macierz $\boldsymbol{R}$ współczynników korelacji między zmiennymi objaśniającymi oraz wektor $\boldsymbol{R_0}$ przedstawiający stopień skorelowania zmiennej objaśnianej (WSK_JAK) ze zmiennymi objaśniającymi (PAR...)

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.

Wytypowano 8 zmiennych, otrzymując 2^8-1=255 możliwych ich kombinacji. Dla wszystkich kombinacji policzone zostały integralne pojemności nośników informacji. Na tej podstawie wyznaczono kombinację, dla której pojemność integralna H_k przyjęła

---

[63] Obliczenia zawarte w załączniku C zostały wykonane dla dwóch, spośród $C_{24}^{8} = \binom{24}{8} = 11 \cdot 17 \cdot 18 \cdot 19 \cdot 23$,

8 - elementowych kombinacji zbioru 24 – elementowego, jedynie celem pokazania zastosowania metody Hellwiga do zagadnień wojskowych. Oczywiście, przeprowadzenie obliczeń dla wszystkich kombinacji nie stanowi żadnego problemy dla maszyny cyfrowej.

wartość maksymalną. W przypadku badanego modelu jest to K45={X1,X3,X6}, odpowiadająca kombinacji parametrów {P1,P6,P15}.

Dla obu badanych wariantów otrzymano tę samą kombinację zmiennych objaśniających. Zatem w badanym modelu proponuje się uwzględnić następujące zmienne:

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

Zestawienie wszystkich obliczeń zawiera załącznik C.

4.4. ANALIZA PORÓWNAWCZA W PROCESIE PLANOWANIA DZIAŁAŃ

Od początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku jesteśmy w trakcie restrukturyzacji SZ RP. Zmianie uległy nasze potrzeby oraz możliwości, militarne i ekonomiczne. Przynosi to efekt w postaci zmian struktur organizacyjnych, procedur działania, uzbrojenia. Najistotniejsza staje się gotowość do podjęcia działań wraz z sojusznikami w określonym miejscu i czasie, nie tylko na terytorium naszego kraju. Wywiera to wpływ nie tylko na samą organizację SZ, ale także na zmiany w sztuce wojennej, która obecnie musi być postrzegana w kategoriach narodowych i sojuszniczych. Zmiany te dotyczą również dowodzenia, a w nim systemów dowodzenia wojsk lądowych.[64]

Dowodzenie, jako proces może sprawnie przebiegać gdy ma zapewnioną bazę składającą się z elementów personalnych, technicznych i organizacyjnych wzajemnie zależnych, zorganizowanych w systemie dowodzenia, w którym celowe i skoordynowane działanie tych elementów umożliwia skuteczne dowodzenie.[65]

Proces dowodzenia traktuje się jako cykl decyzyjny składający się z periodycznie powtarzających się faz, etapów i czynności. Szczególną rolę wśród czterech faz cyklu decyzyjnego procesu dowodzenia odgrywa faza planowania, w której zadanie otrzymane od przełożonego oraz czynniki wpływające na jego wykonanie, podlegają analizom i ocenom.

---

[64] Definiowanie dowodzenia zostało ujednolicone przez „Regulamin Działań Wojsk Lądowych", który określa dowodzenie w sposób zbliżony do definicji przyjętych w dokumentach NATO (np. „Słownik terminów i definicji NATO AAP-6").

[65] Regulamin Działań Wojsk Lądowych, Warszawa 1999, s.51.

Opracowywane są warianty działania wojsk własnych i przeciwnika, które następnie są rozważane i porównywane, w celu określenia najbardziej prawdopodobnych zdarzeń i przedstawienia dowódcy rekomendowanego sposobu działania. W ramach tej fazy dowódca podejmuje decyzję i ogłasza swój zamiar działania. W tym czasie powstaje też plan operacji i rozkaz operacyjny. Najistotniejszą fazą planowania jest jej pierwszy etap – ocena sytuacji. Czynności realizowane w ramach tego etapu mają bezpośredni związek z dokładnym zrozumieniem zadania otrzymanego od przełożonego, analizą i oceną czynników mających istotny wpływ na wykonanie zadania, opracowanie wariantów działania, rozważenie i przedstawienie ich w taki sposób, aby dowódca miał obraz bieżącej sytuacji i dogodne warunki do podjęcia decyzji.

Czynności realizowane w ramach tego etapu to:

- analiza zadania,
- ocena czynników wpływających na wykonanie zadania i opracowanie wariantów działania,
- rozważenie wariantów działania,
- porównanie wariantów działania.

Czynności: rozważenie i porównanie wariantów działania, mają na celu ustalenie silnych i słabych stron poszczególnych wariantów poprzez konfrontację z prawdopodobnym sposobem działania przeciwnika (przeprowadzenie symulacji działań), oraz wyłonienie wariantu rekomendowanego dowódcy poprzez porównanie ich pomiędzy sobą.

Czynności związane z porównaniem wariantów działania można wspomóc poprzez zastosowanie metod wielokryterialnej analizy porównawczej. Do oceny można wykorzystać szereg metod porównawczych od prostych do bardziej złożonych, wymagających skomplikowanych matematycznie algorytmów. Aktualnie, porównanie wariantów działania proponuje się wykonywać w oparciu o:

a) metodę głosowania,
b) porównanie wad i zalet poszczególnych wariantów działania,
c) metodę kryteriów.[66]

Metoda głosowania – to procedura głosowania przez osoby porównujące warianty działania, pozwalająca na wybór jednego z nich. Każdemu głosującemu przysługuje jeden

[66] Praca zespołowa pod kier. J. Michniak, Metody i treść pracy zespołów funkcjonalnych na SD WLąd , AON, Warszawa 1999, s.66.

głos. Można do tego wykorzystać zestawienia tabelaryczne, w postaci tabeli głosów. Metoda ta jest subiektywna, ponieważ nie istnieją ujednolicone kryteria oceny.

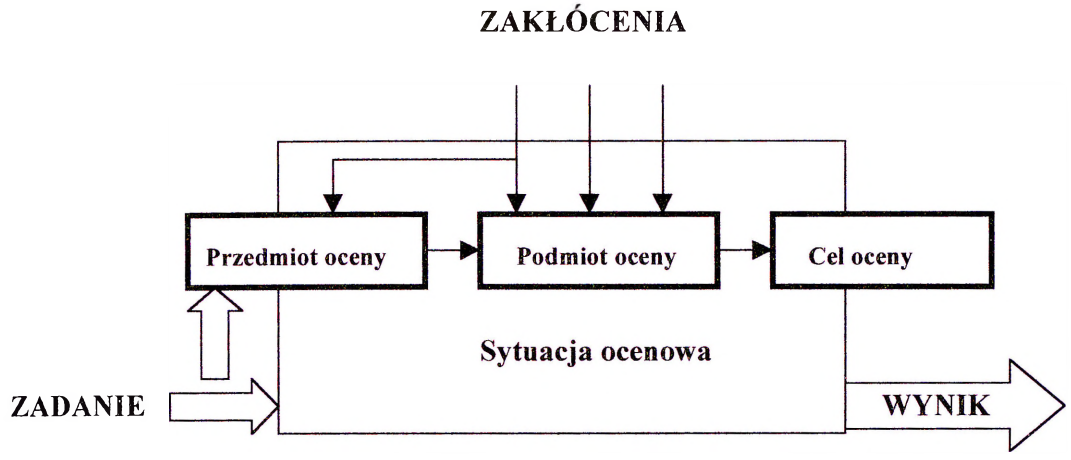
W metodzie porównania wad i zalet, wnioski z rozważenia poszczególnych wariantów są podstawą do określenia ich wad i zalet we wszystkich obszarach zainteresowania, a poprzez tworzenie odpowiednich tabel do porównań, w których umieszcza się te dane, można przeprowadzić porównanie wariantów działania, zwłaszcza w warunkach ograniczonego czasu. Metoda ta jest szybka i prosta w zastosowaniu lecz mało obiektywna, gdyż trudno jest określić wagi poszczególnych wad i zalet.

Metoda kryteriów polega na wykorzystaniu kryteriów sformułowanych w trakcie analizy zadania oraz wniosków z rozważenia wariantów, w celu porównania wariantów działania we wszystkich obszarach. Uwzględniając oceny poszczególnych rodzajów wojsk i wytyczne dowódcy wartościuje się kryteria poprzez nadanie odpowiedniej wagi każdemu z nich. Jedna z wersji tej metody polega na założeniu że suma wag poszczególnych kryteriów stanowi 100%. Każdemu z kryteriów zostaje przydzielona określona wartość, wyrażona w procentach, odzwierciedlająca jego znaczenie w osiągnięciu celu. Wariantom natomiast, przypisuje się punkty w skali 0 – 10, które oznaczają wartość wariantu według danego kryterium. Wartość wariantu i podstawę do wskazania najlepszego z nich, stanowi suma iloczynów przyznanych punktów i procentowego znaczenia kryteriów. Druga z wersji tej metody polega na nadaniu znaczenia poszczególnym kryteriom, stosując wartości liczbowe w przedziale np. 1-5. Wariantom natomiast zostają przypisane wartości w przedziale 1-3, gdzie 3 oznacza wariant najlepszy, a 1 najgorszy. Istota sumowania pozostaje bez zmian.

Metody te zostały dobrze opisane w publikacjach pracowników Katedry Dowodzenia i Łączności AON, są one powszechnie znane i akceptowane.

Sytuację ocenową (w sposób ogólny) przedstawia rys.4.1. Zawsze występują w niej trzy elementy: przedmiot, podmiot i cel oceny. Duże znaczenie przypisuje się zakłóceniom mającym wpływ na uzyskany wynik końcowy (np. ograniczenie czasu, związany z nim stres, subiektywizm oceniających).[67]

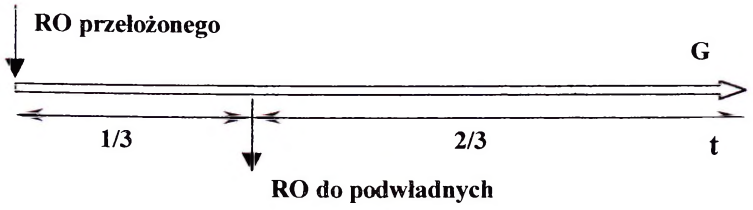
[67] Problemy procesu decyzyjnego opisano np. w: B.Roy, Wielokryterialne wspomaganie decyzji, WNT, Warszawa 1990, s.18-32.



Rys.4.1. Elementy sytuacji ocenowej.

Źródło: S.Hipsz, Z. Karolak, E. Olearczuk, Jak powstaje technika wojskowa, Wydawnictwo MON, Warszawa 1981, s.179.

Wracając do procesu dowodzenia, porównanie wariantów działania jest jedną z najważniejszych czynności w pracy sztabu. Czynność ta powinna być przeprowadzona w sposób obiektywny przez uczestników tak, aby uniknąć stronniczości (np. najlepszy jest wariant zaproponowany przeze mnie). Czas przewidywany na pracę sztabu wynosi 1/3 czasu przeznaczonego na przygotowanie walki. Po tym czasie podwładni otrzymują Rozkaz Operacyjny (RO), gdy wymaga tego sytuacja, Wstępne Zarządzenie Operacyjne (WZO) i przystępują do realizacji zadań (rys.4.2).



Rys.4.2. Podział czasu przeznaczonego na przygotowanie działań.
Źródło: opracowanie własne.

Na działalność koncepcyjno-organizacyjną powinna być przeznaczona znaczna część dostępnego czasu, a tylko nieznaczna jego część, na przedsięwzięcia kalkulacyjne czy redakcyjne.

Pełna kontrola dowództw i sztabów nad potokiem informacji, zapewnienie ich szybkiego przetworzenia, dokonanie niezbędnych prognoz oraz sporządzenie różnorodnych

dokumentów, przy jednoczesnym zapewnieniu wysokiego stopnia ich wiarygodności, bez wspomagania informatycznego stało się wręcz niemożliwe. Dynamicznemu rozwojowi techniki towarzyszą rosnące wymagania osób wykorzystujących jej osiągnięcia. Żądane jest zapewnienie możliwości przekazywania danych w sposób wiarygodny, precyzyjny i aktualny. Uczestnicy tego procesu chcą mieć pewność co do poprawności przetwarzanych danych i rzetelności otrzymanych wyników. Stosując narzędzia informatyczne oczekują oni lepszych efektów swojej pracy w ograniczeniach czasowych, czy wręcz przy braku znajomości złożonych metod matematycznych ograniczając się jedynie do obsługi programu.

Nie ma konieczności budowania "od podstaw" narzędzia wspomagającego. Wystarczy z powodzeniem najprostszy arkusz kalkulacyjny i najprostsza maszyna licząca, nawet typu palmptop. Warunkiem informatycznego wspomożenia omawianych zagadnień jest zbudowanie ścisłego w sensie matematycznym algorytmu opartego na wybranej metodzie analitycznej.[68]

Do analiz wybrano metodę taksonomii numerycznej opartej na algorytmie opracowanym przez Hugo Steinhausa.[69] Wykonano stosowne obliczenia wykorzystując dane zaczerpnięte z literatury.[70]

Wyniki obliczeń przedstawiono poniżej. Informacyjnie podano również wyniki pośrednie W rzeczywistości, użytkownik wprowadza jedynie dane wejściowe i otrzymuje końcowy wynik analizy. Wszystkie wymienione kryteria mieszczą się w kategorii stymulant.
Ocena wariantów B i C okazała się w tym przypadku zbliżona (z lekką przewagą na korzyść wariantu C). Powodem takiego stanu rzeczy jest narzucony w przykładzie układ wag.

Sytuacja ulega radykalnej zmianie, wraz ze zmianą wartości poszczególnych wag. Wówczas to, lepszy okazuje się wariant B (patrz tablica 4.6). Warto też zaobserwować zmiany wyniku analizy porównawczej w przypadku, gdy pod uwagę zostanie wzięte dodatkowe kryterium (tablica 4.7).

---

[68] prezentowana tutaj koncepcja wparcia procesu podejmowania decyzji została zaprezentowana przez autora na 13-tej międzynarodowej konferencji naukowej ITEC 2002 w Lille (Francja).

[69] Metoda taksonomii numerycznej została na nowo „odkryta" i przeniesiona na grunt badań akademickich w AON przez Pana Profesora Piotra Sienkiewicza w 1989 r. Wtedy używając tej i innych metod taksonomii numerycznej wykonano szereg prac naukowo-badawczych, których celem było między innymi określenie współczynników jakości taktyczno - technicznej sprzętu będącego na wyposażeniu WP, jak i metodologii określania potencjałów bojowych zgrupowań wojsk własnych i przeciwnika.
W tym miejscu, trzeba też wspomnieć o postaci Profesora Hugo Steinhausa, człowieka o wielkim umyśle wykraczającym poza przyjęte ramy i standardy wyznaczone przez reguły matematyczne. „... Hugo Steinhaus uważał, że matematyka jest uniwersalna, nie ma rzeczy, która by była dla niej obca ..." R. Rabczuk, fragment z artykułu „Matematyka" nr 4/1992.

[70] J.Michniak, Metody i treści pracy zespołów funkcjonalnych na SD WLąd, AON Warszawa 2000, s.68.

Przy okazji warto zauważyć, że wprowadzone dodatkowo kryterium mieści się w kategorii destymulant, co w żadnym wypadku nie utrudnia analizy.

Tablica 4.1. Rozważane warianty działania.

Kryterium	Znaczenie kryterium	Wariant „A"	Wariant „B"	Wariant „C"
Prostota	**2**	2 / **4**	1 / **2**	3 / **6**
Zaskoczenie	**3**	1 / **3**	3 / **9**	2 / **6**
Czas	**5**	1 / **5**	2 / **10**	3 / **15**
Ekonomia sił	**1**	1 / **1**	2 / **2**	1 / **1**
Wsparcie logistyczne	**2**	1 / **2**	3 / **6**	2 / **4**
Działania połączone	**1**	1 / **1**	2 / **2**	1 / **1**
Suma/Suma po uwzględnieniu kryterium		1 / **16**	13 / **31**	12 / **33**

Źródło: Praca zespołowa pod kier. J. Michniak, Metody i treść pracy zespołów funkcjonalnych na SD WLąd , AON, Warszawa 2000, s.68.

Inny problem, na który warto zwrócić uwagę związany jest z systemem nadawania wag, tzn. chodzi tu o subiektywizm w ocenach wartości poszczególnych wag.[71]

Tablica 4.2. Dane do porównania wariantów działania.

	Prostota	**Zaskoczenie**	**Czas**	**Ekonomia sił**	**Wsparcie logistyczne**	**Działania połączone**
Wariant „A"	**4**	**3**	**5**	**1**	**2**	**1**
Wariant „B"	**2**	**9**	**10**	**2**	**6**	**2**
Wariant „C"	**6**	**6**	**15**	**1**	**4**	**1**
Rodzaj cechy	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**
Wagi	**0,15**	**0,2**	**0,36**	**0,07**	**0,15**	**0,07**

Źródło: opracowanie własne.

[71] E. Gatnar, Symboliczne metody klasyfikacji danych PWN, Warszawa 1998, s.35.

Tablica 4.3. Macierz ustandaryzowanych cech

	Prostota	Zaskoczenie	Czas	Ekonomia sił	Wsparcie logistyczne	Działania połączone
Wariant „A”	**0,000**	**-1,225**	**-1,225**	**-0,707**	**-1,225**	**-0,707**
Wariant „B”	**-1,225**	**1,225**	**0,000**	**1,414**	**1,225**	**1,414**
Wariant „C”	**1,225**	**0,000**	**1,225**	**-0,707**	**0,000**	**-0,707**

Źródło: opracowanie własne.

Tablica 4.4. Macierz dyspersji.

	Prostota	Zaskoczenie	Czas	Ekonomia sił	Wsparcie logistyczne	Działania połączone
Wariant „A”	**1,500**	**-6,000**	**6,000**	**4,500**	**6,000**	**4,500**
Wariant „B”	**6,000**	**0,000**	**1,500**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Wariant „C”	**0,000**	**1,500**	**0,000**	**4,500**	**1,500**	**4,500**

Źródło: opracowanie własne.

Tablica 4.5. Wektor średniej odległości (d_{on}) z wynikami oceny globalnej.

	Wariant „A”	Wariant „B”	Wariant „C”
d_{on}	**2,262**	**1,200**	**1,075**
Wynik globalny	**0,273**	**0,614**	**0,654**

Źródło: opracowanie własne.

Tablica 4.6. Tabela danych do porównania wariantów działania. Przykład drugi, uwzględniający zmianę wag.

	Prostota	Zaskoczenie	Czas	Ekonomia sił	Wsparcie logistyczne	Działania połączone	Wynik globalny
Wariant „A"	**4**	**3**	**5**	**1**	**2**	**1**	**0,320**
Wariant „B"	**2**	**9**	**10**	**2**	**6**	**2**	**0,729**
Wariant „C"	**6**	**6**	**15**	**1**	**4**	**1**	**0,472**
Rodzaj cechy	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	
Wagi	**0,1**	**0,1**	**0,1**	**0,3**	**0,15**	**0,25**	

Źródło: opracowanie własne.

Tablica 4.7. Tabela danych do porównania wariantów działania. Przykład trzeci, uwzględniający zmianę wag i dodatkowe kryterium.

	Prostota	Zaskoczenie	Czas	Ekonomia sił	Wsparcie logistyczne	Działania połączone	Oddziaływa -nie p-ka	Wynik globalny
Wariant „A"	**4**	**3**	**5**	**1**	**2**	**1**	**6**	**0,392**
Wariant „B"	**2**	**9**	**10**	**2**	**6**	**2**	**6**	**0,404**
Wariant „C"	**6**	**6**	**15**	**1**	**4**	**1**	**4**	**0,766**
Rodzaj cechy	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**D**	
Wagi	**0,2**	**0**	**0**	**0**	**0,1**	**0,1**	**0,6**	

Źródło: opracowanie własne.

Możliwości zastosowania techniki informatycznej w zakresie pozyskiwania, przetwarzania i przesyłania danych jest powszechnie znana. Wykazywane jest to w założeniach koncepcyjnych opracowywanych zautomatyzowanych systemów dowodzenia (ZSyD).[72] Zautomatyzowany system dowodzenia powinien zapewnić kompleksową automatyzację czynności we wszystkich zespołach funkcjonalnych stanowisk dowodzenia i zdecydowanie usprawnić, zwłaszcza w zakresie przekazywania, utrwalania, obiegu, ochrony danych czy też ich zobrazowania. Dla wielu oficerów, możliwość zobrazowania danych oraz szybkie ich przesłanie ma szczególne znaczenie ponieważ pozwala m.in. na aktualizację map sytuacyjnych w czasie rzeczywistym. Zastosowanie prostszych informatycznych narzędzi kalkulacyjno-obliczeniowych jest bardzo przydatne zwłaszcza na etapie planowania, w trakcie porównania wariantów, w poszczególnych zespołach funkcjonalnych stanowisk dowodzenia (bez konieczności budowania sieci teleinformatycznej).

Wykorzystanie wspomagania informatycznego, nawet na pojedynczych stanowiskach w zespołach funkcjonalnych stanowisk dowodzenia może przynieść zdecydowane korzyści w postaci skrócenia czasu potrzebnego na wykonywanie czynności kalkulacyjno-obliczeniowych czy redagowanie dokumentów. Na potrzeby szkolenia i ćwiczeń, przydatne mogą być proste w użyciu narzędzia, ułatwiające oficerom przygotowanie odpowiednich dokumentów, wykonanie obliczeń, a jednocześnie proste w projektowaniu i tym samym tanie. Zastosowanie nawet tak popularnych narzędzi jak arkusze kalkulacyjne czy edytory tekstu w zdecydowany sposób usprawnia prace w zakresie planowania działań.

Oprogramowanie komputerowe, produkowane i proponowane przez wiele znanych firm światowych, jest drogie. Dodatkowo, coraz bardziej kosztowne staje się wyposażenie stanowisk dowodzenia. Do kosztu oprogramowania należy doliczyć koszt jego eksploatacji i przyszłych modyfikacji, niezbędnych dla prawidłowej, efektywnej pracy. Zmienia się wyposażenie wojsk, technika i technologia ulega przeobrażeniom niemalże z dnia na dzień. Wymusza to zmiany w strukturach baz danych, co przeważnie jest niemożliwe bez udziału twórców oprogramowania. Tymczasem, użycie maszyny cyfrowej nie musi zawsze wiązać się z ogromnymi nakładami finansowymi, czego przykładem jest zawarta tu propozycja komputerowego wspomagania decyzji na polu walki.

---

[72] L.Kwiatek, G.Pokorski, G.Sobiech, Model funkcjonalny systemu operacyjno-dowódczego ZSyD -materiał z Konferencji Naukowej „Automatyzacja Dowodzenia" – Jelenia Góra 1998.

Celem wspomagania procesów decyzyjnych na polu walki, powinna być możliwie jak najszybsza ocena (oszacowanie) możliwości wojsk własnych w stosunku do przeciwnika. Wynikiem takiego oszacowania powinien być wskaźnik (liczba niemianowana) jednoznacznie określająca szansę powodzenia konkretnych działań bojowych z uwzględnieniem zmieniających się w czasie warunków ich prowadzenia. Ocena ta, tak zresztą jak każda inna ocena, będzie zawsze obarczona błędem.
Jest to nieuniknione, a przyczyn takiego stanu rzeczy jest wiele. Stąd, wydaje się, że nie należy zabiegać o precyzyjny wynik obliczeń (uzyskiwany zwykle kosztem cennego czasu), a raczej skupić swoją uwagę na zagadnieniach wymiernej oceny zjawisk mających często kluczowy wpływ na przebieg działań, określanych mianem przewagi niematerialnej.[73]

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono:

1. Metody porównywania wariantów działania, proponowane w literaturze (obecnie wykorzystywane) są proste w użyciu i jednocześnie pracochłonne.
2. Istnieją przypadki kiedy wyniki uzyskane przy użyciu powyższych metod są niejednoznaczne.
3. Prawdopodobne przyczyny takiego działania metod (pkt.2) to :
   - niedoskonały system wag,
   - intuicyjne określenie kryteriów w taki sposób, by w efekcie zawsze były stymulantami, inaczej będą niepoprawne.
4. Możliwe jest użycie jedynie ograniczonej ilości kryteriów, co wynika z prostoty stosowanych metod. Przy większej ilości kryteriów wynik analizy staje się niejasny (obarczony większym błędem).[74]
5. Proponowana metoda jest wolna od wad wymienionych w pkt. 4. Przyczyny niepowodzeń niewłaściwej oceny wariantów wymienione w pkt.3 są trudne do eliminacji. Jednakże, zaimplementowanie metody (np. do arkusza kalkulacyjnego), umożliwia szybkie wykonanie porównań przy rozmaitych wartościach wag i obserwowaniu ich wpływu na wynik końcowy. Jest to główna zaleta wykorzystania proponowanej metody taksonomicznej i jej implementacji numerycznej.

---

[73] Z. Galewski, Czynniki powodzenia we współczesnej walce, BWW, Warszawa 1986, s. 61 – 95.
[74] H.Spustek, Analiza błędów w badaniach wojskowych, Zeszyty Naukowe AON Nr 2(39) 2000, s.92-97.

4.5. METODA OBLICZENIA POTENCJAŁU BOJOWEGO ZGRUPOWANIA WOJSK

W niniejszym rozdziale zaproponowano metodę obliczania potencjału bojowego zgrupowań wojsk. Przyjęto następujące założenia:

1. 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. Na szczeblu operacyjnym, zgrupowania wojsk utworzone w ramach danego ugrupowania, przeznaczone do wykonania określonych zadań, wchodzą w skład systemu operacji, obok systemu rażenia ogniowego, systemu informatycznego, systemu zabezpieczenia i infrastruktury organizacyjnej.[75]
3. Na szczeblu taktycznym, siły i środki tworzą jeden spójny dynamicznie działający system. Obejmuje on ugrupowanie bojowe, system ognia, system informacyjny i infrastrukturę taktyczną.[76]
4. Poszczególne elementy zgrupowania wojsk są opisane parametrami ilościowymi i jakościowymi, wyrażającymi stan ukompletowania i możliwości poszczególnych grup środków walki.
5. 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.
6. Porównywane zgrupowania wojsk są opisane różnymi zbiorami parametrów. Zbiór parametrów, charakteryzujący dane zgrupowanie, zależy przede wszystkim od składu zgrupowania, a także od wykonywanego zadania.
7. Listę parametrów zgrupowania wojsk, warunków prowadzenia działań bojowych oraz cech sytuacji operacyjno - taktycznej należy ustalić zgodnie ze statystycznymi metodami selekcji zmiennych objaśniających.

---

[75] S. Koziej, J. Pawłowski, R. Kordas, Działania operacyjne wojsk lądowych, AON, Warszawa 1992, s.23.
[76] M. Huzarski, W. Kaczmarek, Podstawy działań taktycznych Obrona i natarcie brygady, AON, Warszawa 1996, s. 47.

8. 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.
9. Potencjał bojowy zgrupowania powinien być określony:
    - współczynnikiem syntetycznym, wyrażającym ogólny potencjał zgrupowania w aspekcie przewidywanego zadania,
    - wskaźnikami szczegółowymi, wyrażającymi możliwości poszczególnych rodzajów wojsk i służb, zawsze relatywnie do wykonywanego zadania i zmiennych czynników operacyjnych.
10. Wyniki obliczeń powinny być wyrażone w formie liczbowej i graficznej. Wyznaczony potencjał bojowy powinien być liczbą zawartą w przedziale $0 \div 1$ i odzwierciedlać maksymalne możliwości wojsk przy aktualnych, etatowych stanach ukompletowania.
11. 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.
12. Możliwe jest porównywanie zgrupowań wojsk:
    - własnych,
    - przeciwnika,
    - własnych i przeciwnika.
13. Badanie struktur wojsk własnych i potencjalnego przeciwnika odbywa się za pomocą tych samych narzędzi i metod badawczych.
14. W wyniku przeprowadzonej analizy powinna być możliwość uzyskania 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.

Celem jest obliczenie i porównanie potencjałów bojowych zgrupowań wojsk własnych i 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 szereg wymagań. Przede wszystkim powinny być jednoznaczne, tzn. jednoznacznie dopuszczające tylko jedną, ściśle określoną i jednoznacznie zrozumiałą interpretację. Każde z kryteriów ma posiadać swoistość znaczeniową, tzn. nie może być identyczne znaczeniowo z jakimkolwiek innym kryterium. Kryteria musza być niezależne, tzn. nie mogą ulegać oddziaływaniu innych kryteriów. Następnie, mają być one realne i rzeczowe. Powinny zatem możliwie dokładnie odzwierciedlać rzeczywistość oraz powinny być bezbłędne merytorycznie, zgodnie z obowiązującym stanem prawnym, z aktualnymi normami i ustaleniami zwyczajowymi. Ważnym wymogiem jest dopełnialność, oznaczająca dopełnienie informacyjne w porównaniu z innymi kryteriami. Każde kryterium powinno odtwarzać zmienne stany przedmiotu oceny w aspekcie odpowiedniego wymagania oraz powinno być wielkością mierzalną w całym wykorzystywanym przedziale zmienności. Kryteria powinny zawsze być cechami stopniowalnymi i powtarzalnymi.

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

- stan ilościowy sił i środków,
- efektywność (siła) rażenia,
- gotowość bojowa,
- ruchliwość i manewrowość wojsk,
- efektywność zasilania,
- zdolność do przerzutów operacyjnych,
- żywotność (zdolność) przetrwania,
- efektywność (jakość) dowodzenia,
- efektywność (jakość) łączności i rozpoznania,
- zdolność odstraszania,
- zdolność do działań koalicyjnych,

- zdolność do zwiększenia potencjału bojowego („rozwojowość"),
- nowoczesność (poziom technologiczny) systemów technicznych,
- stan moralno - psychiczny,
- stan wyszkolenia bojowego.

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

Proponowana metoda obliczania potencjału bojowego zgrupowania wojsk polega na „pojedynczym" lub „podwójnym" wykorzystaniu metody **TAX**[77], zależnie od tego, czy znane są współczynniki jakości taktyczno – technicznej dla poszczególnych grup uzbrojenia, czy też należy je dopiero obliczyć, na podstawie zebranych danych technicznych.

Zatem, w pierwszym etapie obliczane są współczynniki jakości dla poszczególnych grup uzbrojenia. Jest to pierwsze wykorzystanie proponowanej metody.

W kroku drugim należy stworzyć zestawienie środków, odpowiadających im współczynników jakości, ilości poszczególnych środków walki, stanu osobowego oraz wag przypisanych elementom sporządzonego zestawienia. Używamy przy tym jednego z systemów nadawania wag.[78] Następnie przypisuje się wartości liczbowe poszczególnym środkom walki poprzez przemnożenie współczynników jakości przez pozostające w dyspozycji ilości środków walki.

Krok trzeci, to ponowne użycie metody **TAX** do zestawionych wyżej środków walki celem oceny zgrupowań wojsk.

Opisany wyżej schemat postępowania przedstawiono na rys. 4.3.

W wyniku analizy dostajemy wartości liczbowe przyporządkowane porównywanym zgrupowaniom wojsk.

Wartości te stanowią o początkowym potencjale bojowym stron. Stosunek tych wartości jest jednocześnie stosunkiem sił stron w początkowym momencie walki.

Powyższe stwierdzenie definiuje potencjał bojowy jako liczbę niemianowaną uzyskaną w wyniku porównania zgrupowań wojsk walczących stron, w konkretnej sytuacji taktycznej

---

[77] Metoda została opisana między innymi w pracy: H.Spustek, K.Loch, Wielokryterialna analiza porównawcza, problem n.b. 12/7.4, AON, Warszawa 1995, s.19-23.

[78] E. Nowak, Metody taksonomiczne w klasyfikacji obiektów społeczno-gospodarczych, PWE, Warszawa 1990, s.33 – 35.

lub operacyjnej. Obliczanie potencjałów bojowych niezależnie dla każdej strony, tak jak wykonuje się to obecnie jest nie do przyjęcia.[79]

Obliczanie w miejsce potencjału bojowego, wartości bojowej niewiele zmienia. Wartość bojowa obliczana jest obecnie według tzw. „metody uniwersalnej", opisanej w rozdziale 3.5. Metoda ta nie uwzględnia wpływu szeregu zmiennych, miedzy innymi: zmiennych warunków środowiskowych i operacyjnych. Stąd, wyniki uzyskane przy jej pomocy mogą okazać się błędne (patrz wnioski na końcu rozdziału 3.5 niniejszej rozprawy).

Zaproponowana tutaj definicja potencjału bojowego walczących stron pozostaje w sprzeczności z pierwszą częścią obecnie obowiązującej definicji: „Potencjał bojowy jest liczbą niemianowaną, która jest sumą iloczynów ilości posiadanych środków walki i ich współczynników jakościowych. Służy głównie do obliczania jakościowo - ilościowego stosunku sił, jaki uzyska pododdział, oddział, związek taktyczny w konfrontacji z określonym zgrupowaniem wojsk przeciwnika."[80]

W celu zilustrowania i przetestowania proponowanej metody obliczania potencjału bojowego wykonano stosowne obliczenia numeryczne. Przeprowadzono również analizę porównawczą efektów uzyskanych proponowaną metodą i metodą zaczerpniętą z literatury.[81]

Obliczymy zatem, stosunek sił między przeciwnymi stronami w rodzaju uzbrojenia xxx, jeżeli po stronie własnej jest 30 szt. xxx, w tym 10 sztuk rodzaju pierwszego i 20 sztuk rodzaju drugiego, zaś po stronie przeciwnej 15 szt. xxx, w tym 5 sztuk rodzaju trzeciego i 10 sztuk rodzaju czwartego. Tabela niżej podaje hipotetyczne wartości współczynników jakości taktyczno - technicznej dla poszczególnych rodzajów uzbrojenia xxx. [82]

rodzaj	współczynnik
pierwszy	0,49
drugi	1,00
trzeci	1,00
czwarty	1,50

[79] J.Wołejszo, Sposoby obliczania potencjału bojowego pododdziału, oddziału i związku taktycznego, AON, Warszawa 2000, s.13.
[80] W.Kaczmarek, Brygada zmechanizowana (pancerna) w obronie i natarciu, Warszawa 1995, s.11.
[81] Podstawowe kalkulacje operacyjno-taktyczne, MON SG WP, Warszawa 1988.
[82] Przykład sporzadzono na podstawie: Podstawowe kalkulacje operacyjno-taktyczne, MON SG WP, Warszawa 1988, s.31-35.

Obliczenia

Na podstawie powyższych danych wykonamy obliczenia na dwa sposoby:

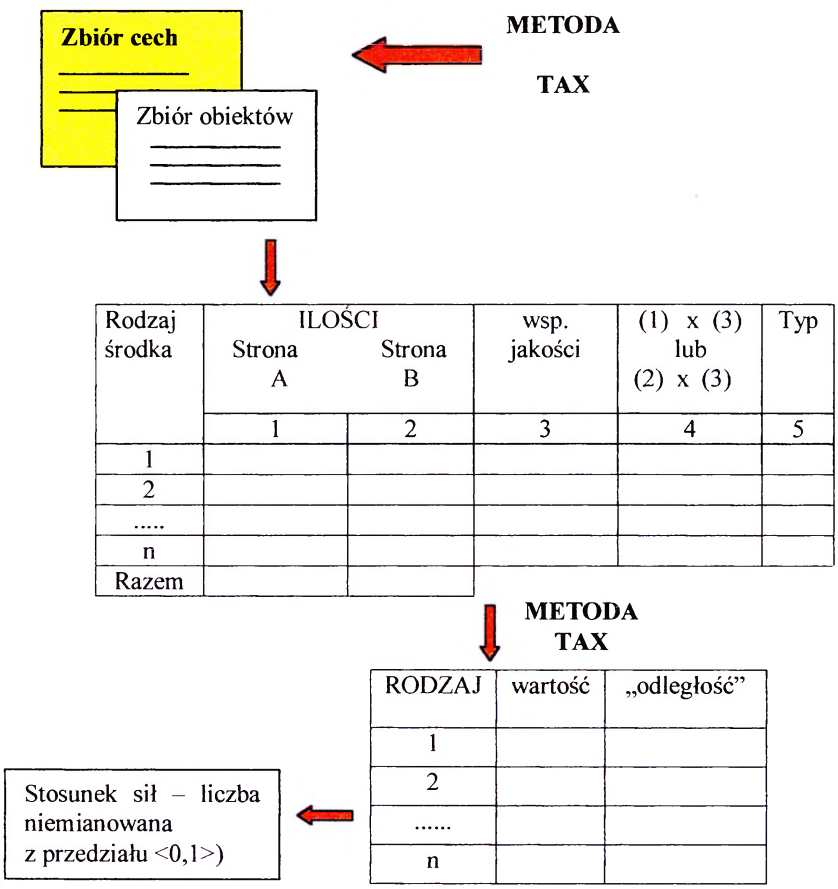
- zgodnie z algorytmem zawartym w instrukcji dot. podstawowych kalkulacji operacyjno – taktycznych,
- metodą opisana powyżej.

Obliczenia przytoczone niżej, zostały wykonane zgodnie z instrukcją dotyczącą podstawowych kalkulacji operacyjno-taktycznych.

Strona własna: $10 \cdot 0{,}49 + 20 \cdot 1{,}00 = 24{,}9$

Strona Przeciwna: $5 \cdot 1{,}00 + 10 \cdot 1{,}5 = 20$

Stosunek sił: **1,25** na korzyść strony własnej.



Rys.4.3. Schemat wykorzystania metody taksonomicznej do obliczeń potencjału bojowego zgrupowań wojsk.

Źródło: opracowanie własne.

Obliczenia wykonane proponowana metodą

Do obliczeń sporządzono zestawienie (tablica 4.8), zgodnie z drugim krokiem algorytmu.

Tablica 4.8. Zestawienie rodzajów środków walki, ich ilości i odpowiadających im wartości współczynników jakości taktyczno – technicznej.

RODZAJ	ILOŚCI		Współczynnik jakości taktyczno - technicznej*
	Strona A	Strona B	
pierwszy	10		0,49
drugi	20		1,00
trzeci		5	1,00
czwarty		10	1,50
RAZEM	30	15	

Źródło: opracowanie własne.

Tablica 4.9. Wyniki uzyskane po pierwszym etapie obliczeń.

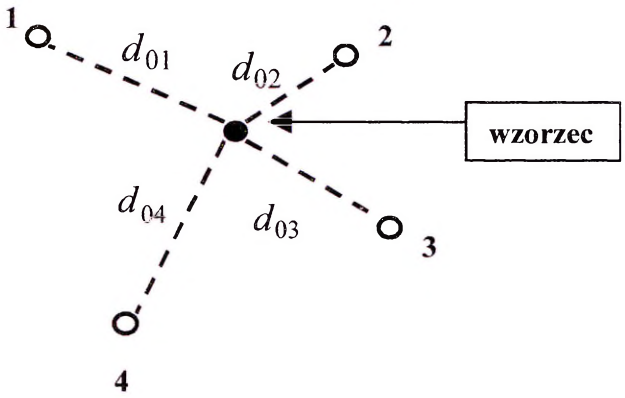
RODZAJ	ILOŚCI		współczynnik jakości	(1) x (3) lub (2) x (3)	Typ**
	Strona A	Strona B			
	1	2	3	4	5
pierwszy	10		0,49	**4,9**	**S**
drugi	20		1,00	**20,0**	**S**
trzeci		5	1,00	**5,0**	**S**
czwarty		10	1,50	**15,0**	**S**
RAZEM	30	15			

Źródło: opracowanie własne.

Wartości liczbowe przypisane poszczególnym rodzajom środków walki tworzą pewien zbiór liczbowy. Uporządkujemy rosnąco ten zbiór, stosując metodę **TAX**. Schematycznie przedstawia to rys.4.4.

*W rozważanym przykładzie podane współczynniki jakości taktyczno – technicznej nie były unormowane do przedziału <0,1>.

** Typ określa rodzaj cechy danego obiektu podlegającego ocenie



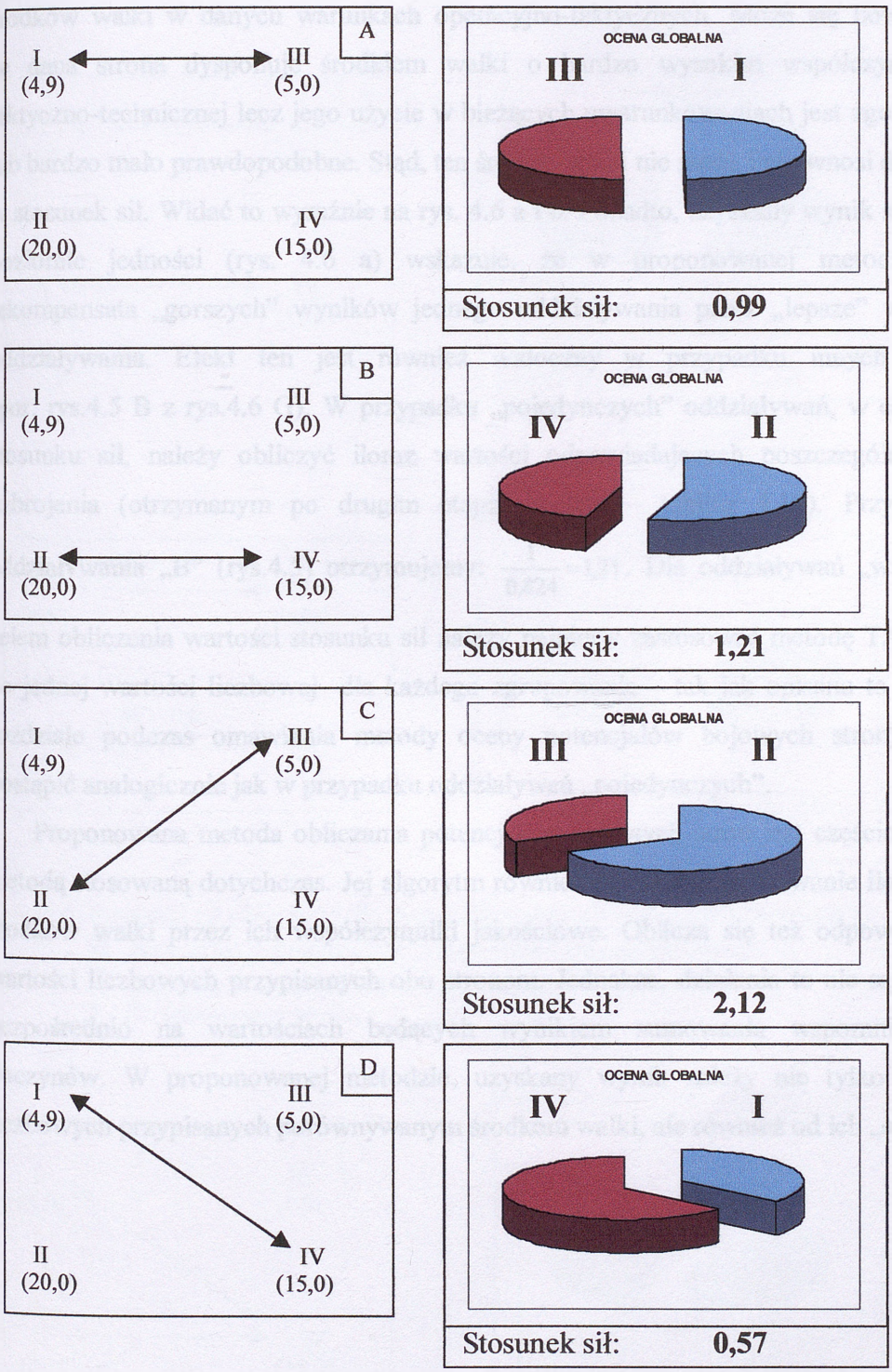
Rys.4.4. Schematyczne przedstawienie zasady porządkowania zbioru wartości cech (zaznaczono odległości obiektów od abstrakcyjnego obiektu stanowiącego wzorzec)
Źródło: opracowanie własne.

Tablica 4.10. Wyniki uzyskane po drugim etapie obliczeń

RODZAJ	wartość	„odległość"
pierwszy	**4,9**	**0,467**
drugi	**20,0**	**1,000**
trzeci	**5,0**	**0,471**
czwarty	**15,0**	**0,824**

źródło: opracowanie własne.

Na podstawie uzyskanych wyników zawartych w tablicy 4.10, możemy rozważyć poszczególne rodzaje oddziaływań obu stron na siebie i obliczyć stosunki sił stron dla każdego przypadku (rys. 4.5 – 4.7). Wyniki zawarte w tablicy 4.10 uzyskano przy założeniu, że wszystkie rozpatrywane rodzaje środków walki są jednakowo „ważne", tzn. nie ma takiego środka walki, którego priorytet byłby większy od pozostałych. Możliwe jest przeprowadzenie analizy przy uwzględnieniu różnych priorytetów.

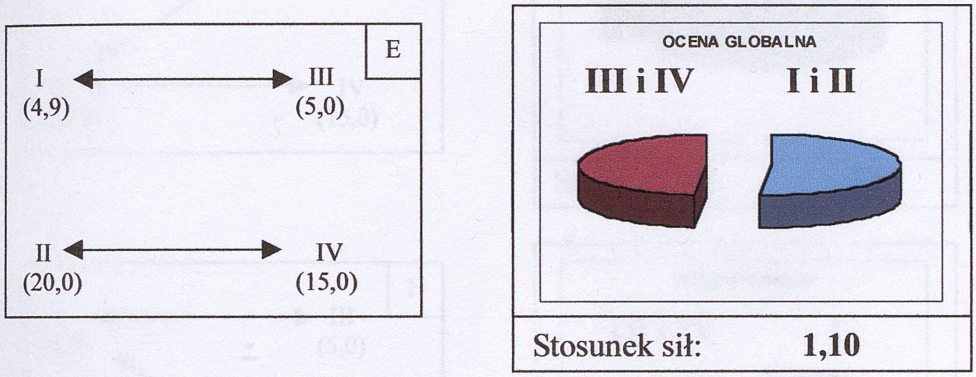


Rys.4.5. Stosunki sił obliczone dla przypadku „pojedynczych" oddziaływań.
Źródło: opracowanie własne.

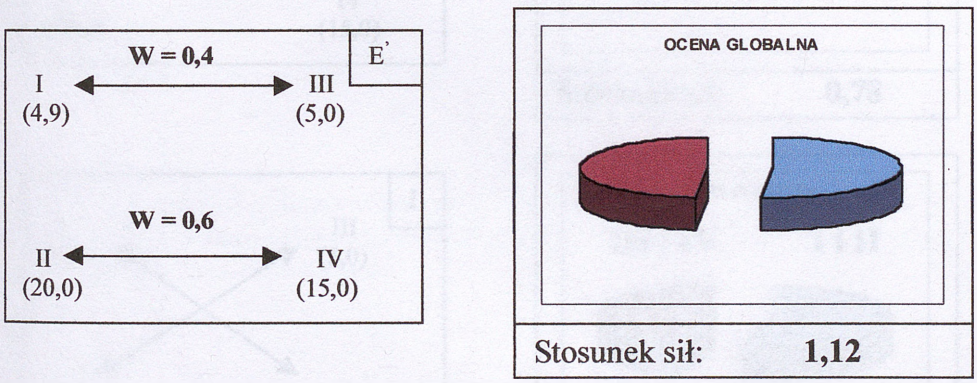
Zastosowanie systemu wag umożliwia tutaj określenie stopnia wykorzystania poszczególnych środków walki w danych warunkach operacyjno-taktycznych. Może się bowiem zdarzyć, że dana strona dysponuje środkiem walki o bardzo wysokim współczynniku jakości taktyczno-technicznej lecz jego użycie w bieżących uwarunkowaniach jest zgoła niemożliwe lub bardzo mało prawdopodobne. Stąd, ten środek walki nie może i nie wnosi dużego wkładu w stosunek sił. Widać to wyraźnie na rys. 4.6 a i b. Ponadto, uzyskany wynik stosunku sił na poziomie jedności (rys. 4.6 a) wskazuje, że w proponowanej metodzie następuje rekompensata „gorszych" wyników jednego oddziaływania przez „lepsze" wyniki innego oddziaływania. Efekt ten jest również widoczny w przypadku innych oddziaływań (por. rys.4.5 B z rys.4.6 G). W przypadku „pojedynczych" oddziaływań, w celu obliczenia stosunku sił, należy obliczyć iloraz wartości odpowiadających poszczególnym środkom uzbrojenia (otrzymanym po drugim etapie analizy – tablica 4.10). Przykładowo, dla oddziaływania „B" (rys.4.5) otrzymujemy: $\frac{1}{0{,}824} = 1{,}21$. Dla oddziaływań „wielokrotnych", celem obliczenia wartości stosunku sił należy najpierw zastosować metodę TAX (uzyskując po jednej wartości liczbowej dla każdego zgrupowania – tak jak opisano to w niniejszym rozdziale podczas omawiania metody oceny potencjałów bojowych stron) a następnie postąpić analogicznie jak w przypadku oddziaływań „pojedynczych".

Proponowana metoda obliczania potencjałów bojowych stron jest częściowo zbieżna z metodą stosowaną dotychczas. Jej algorytm również przewiduje sumowanie iloczynów ilości środków walki przez ich współczynniki jakościowe. Oblicza się też odpowiednie ilorazy wartości liczbowych przypisanych obu stronom. Jednakże, działania te nie są wykonywane bezpośrednio na wartościach będących wynikiem sumowania wspomnianych wyżej iloczynów. W proponowanej metodzie, uzyskany wynik zależy nie tylko od wielkości liczbowych przypisanych porównywanym środkom walki, ale również od ich „otoczenia".

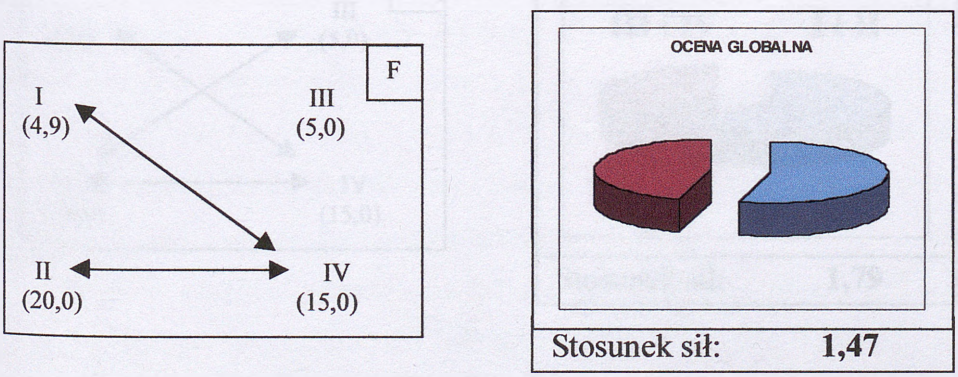
a)

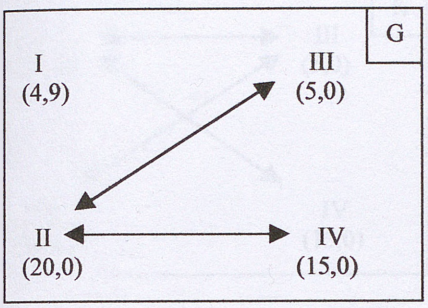


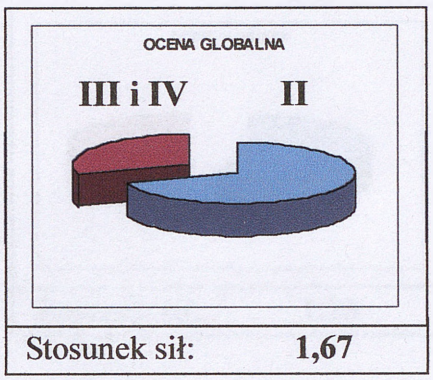
b)

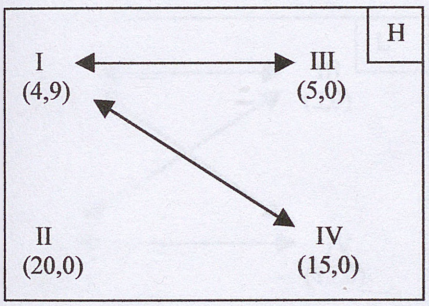


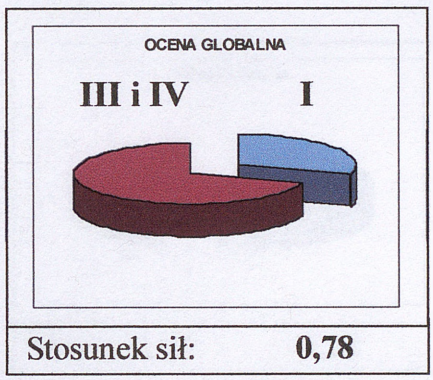
Rys. 4.6. Stosunki sił obliczone dla przypadku oddziaływań „wielokrotnych"
a) przypadek jednakowych priorytetów obu oddziaływań,
b) przypadek uzupełniony o wagi oddziaływań.
Źródło: opracowanie własne.

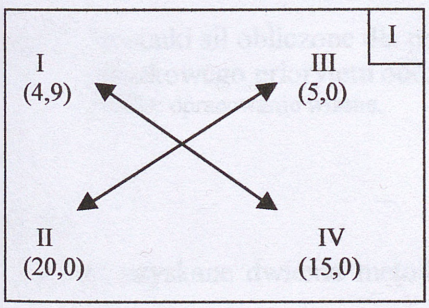


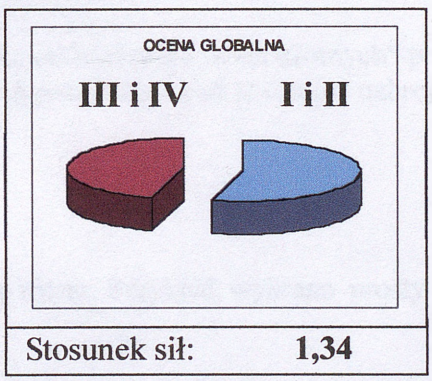

G
I
(4,9)
III
(5,0)
II
(20,0)
IV
(15,0)

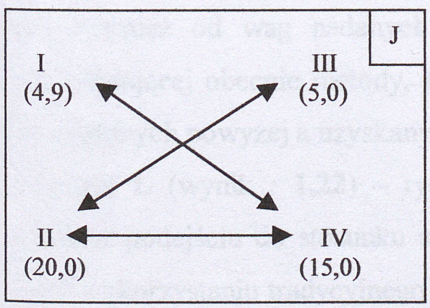

OCENA GLOBALNA
III i IV
II
Stosunek sił:
1,67

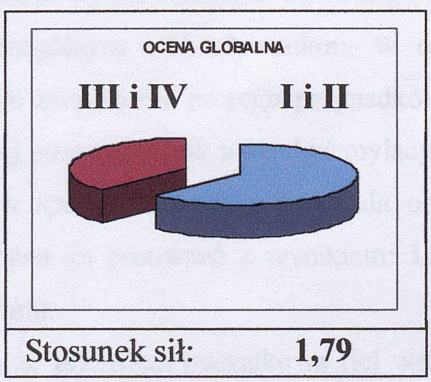

H
I
(4,9)
III
(5,0)
II
(20,0)
IV
(15,0)

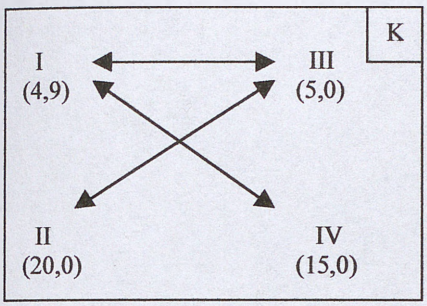

OCENA GLOBALNA
III i IV
I
Stosunek sił:
0,78

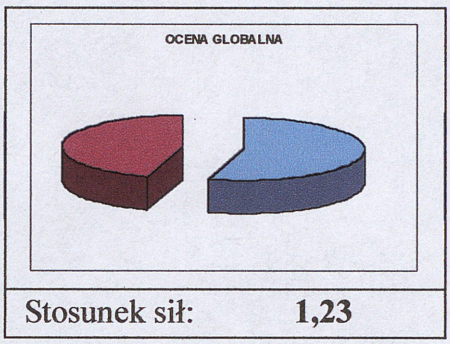

I
I
(4,9)
III
(5,0)
II
(20,0)
IV
(15,0)

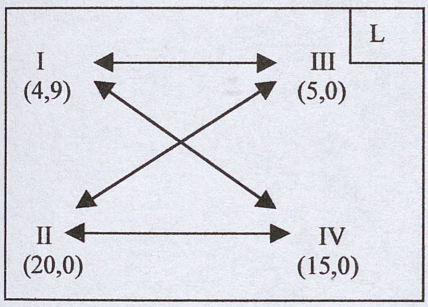

OCENA GLOBALNA
III i IV
I i II
Stosunek sił:
1,34

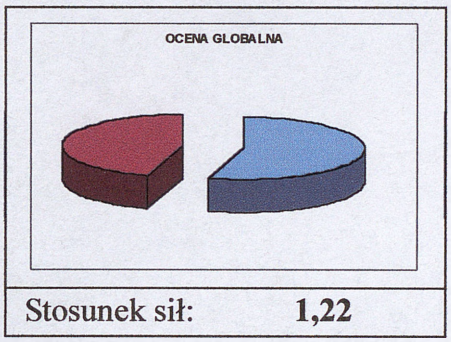

J
I
(4,9)
III
(5,0)
II
(20,0)
IV
(15,0)


OCENA GLOBALNA
III i IV
I i II
Stosunek sił:
1,79









Rys. 4.7. Stosunki sił obliczone dla przypadku oddziaływań „wielokrotnych" przy założeniu jednakowego priorytetu oddziaływań poszczególnych rodzajów uzbrojenia na siebie.
Źródło: opracowanie własne.

Wnioski

1. Wyniki uzyskane dwiema metodami są różne. Przykład wybrano prosty jedynie celem pokazania różnic metodologicznych.
2. Zaproponowana w pracy metoda daje różne wyniki, zależnie od rodzaju oddziaływania, jak również od wag nadanych poszczególnym oddziaływaniom, w odróżnieniu do obowiązującej obecnie metody, która nie uwzględnia szeregu przypadków oddziaływań rozważanych powyżej a uzyskany przy jej pomocy wynik może być mylący.
3. Wariant **L** (wynik : **1,22**) – rys.4.7, w sposób logiczny odpowiada obowiązującemu obecnie podejściu do stosunku sił i można go porównać z wynikiem: **1,25** uzyskanym przy wykorzystaniu tradycyjnego algorytmu.
4. Rozważany przykład wskazuje na fakt, że przewaga początkowa (jej wartość mierzona początkowym stosunkiem sił) nie jest wielkością stałą i zależy od wzajemnych oddziaływań walczących stron na siebie.

5. W rozważanym przykładzie, analiza porównawcza obu stron ograniczyła się jedynie do aspektu technicznego (posiadanego uzbrojenia). Oczywiście, możliwe jest przeprowadzenie stosownych obliczeń przy uwzględnieniu wszystkich innych grup czynników mających wpływ na wielkość stosunku sił stron. Możliwość taką daje proponowana metoda.
6. Zaprezentowany przykład obliczeniowy wskazuje na złożoność zagadnienia obliczania potencjału bojowego zgrupowań wojsk.
7. Istnieje ścisły związek zagadnienia obliczania potencjału bojowego zgrupowań wojsk z ekonomią sił. Ekonomia sił, to takie wykorzystanie sił własnych, które pozwala skutecznie przeciwstawić się przeciwnikowi (w obronie), pokonać przeciwnika (w natarciu). W takim rozumieniu zasady ekonomii sił wyraża się idea działania polegająca na skupieniu sił i wysiłków do głównych zadań.[83] Innymi słowy, wykonanie zadania nie musi oznaczać „bycia silnym" wszędzie. Należy dokonać takiego przegrupowania sił i środków by były one wystarczające do wykonania zadania. Oznacza to, uzyskanie początkowej przewagi lokalnej przy braku przewagi ogólnej.[84] Utworzenie właściwego ugrupowania bojowego spowoduje wytworzenie korzystnego stosunku sił będącego miarą przewagi początkowej. Właśnie w taki sposób, autor rozprawy proponuje podejść do problemów obliczeniowych. Stąd, nastąpiło „rozbicie" problemu na szereg wariantów (rys. 4.5 – 4.7).
8. Miarą przewagi początkowej jest początkowy stosunek sił stron pozostających w konflikcie zbrojnym. Stosunek sił może przyjmować różne wartości, zależnie od koncentracji sił walczących stron.
9. Stosunek sił można rozważać globalnie (dla ugrupowań jako całości), wówczas dotyczy to przewagi ogólnej i lokalnie (dla konkretnych zadań) mówimy o przewadze w dowiązaniu do rzeczywistej sytuacji.
10. Proponowana w rozprawie metoda określania stosunku sił pozwala na wygenerowanie jednej wartości liczbowej (dla każdego rodzaju oddziaływań, jak na rys.4.5 – 4.7) na podstawie której można będzie sądzić o szansach powodzenia w walce, przeciwnie do obecnie obowiązujących kalkulacji, gdzie obliczane są stosunki ilościowo – jakościowe oddzielnie dla wszystkich występujących kategorii uzbrojenia, jak również dla stanów osobowych.[85]

---

[83] J. Zieliński, Zarys teorii sztuki operacyjnej wojsk lądowych, Wyd. Adam Marszałek Toruń, 1998 s.47.
[84] Taktyka ogólna wojsk lądowych - praca zbiorowa, AON, Warszawa 2001, s.22.
[85] Przykład typowo statycznej analizy potencjału militarnego państw, można znaleźć między innymi w J.Zieliński, Siły zbrojne sąsiadów Polski, Bellona, Warszawa 1993, s.118.

„Rozważ dobrze na co wystarcza ci sił,
a co przekracza twoje możliwości".

Horacy

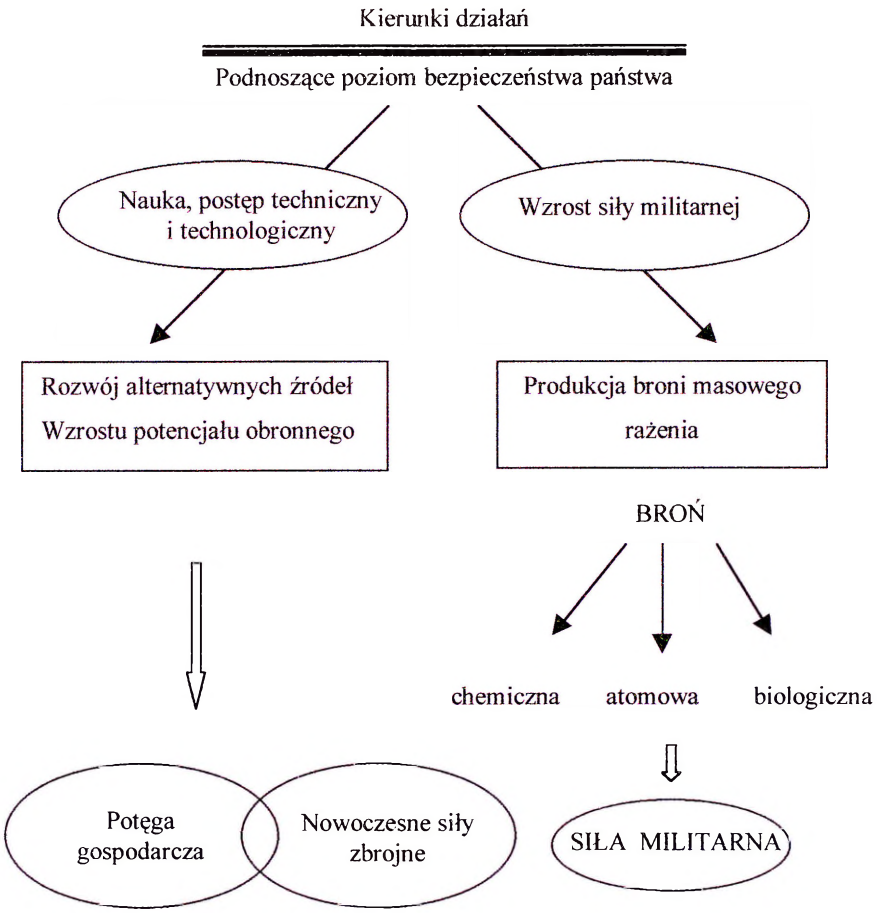
5. PROCES TWORZENIA PRZEWAGI W WALCE I OPERACJI

Po drugiej wojnie światowej wybuchła ogromna ilość wojen i konfliktów zbrojnych. Z bardziej znaczących wymienić można: Koreę, Wietnam, Bliski Wschód, Pakistan, Iran, Irak, Afganistan, Zatoka Perska, wojna w byłej Jugosławii, Czeczenia. Konflikty zbrojne o podłożu etnicznym przeniosły się również na terytorium Europy, kontynent na którym przez długi czas panował pokój.[86]

Znaczne zmniejszenie stanów osobowych wojsk oraz uzbrojenia i sprzętu technicznego, powoduje konieczność poszukiwania nowych rozwiązań pozwalających na zapewnienie przewagi w potencjalnym konflikcie zbrojnym. Państwa wysoko rozwinięte kładą główny nacisk na rozwój technologiczny swoich systemów uzbrojenia. Sukcesywna modernizacja i wymiana posiadanego uzbrojenia na sprzęt coraz nowszej generacji, pozwala zachować im posiadany potencjał bojowy w stosunku do innych państw, pomimo znacznego zredukowania części systemów uzbrojenia.

W przypadku państw rozwijających się, problem zapewnienia nawet podstawowego poziomu bezpieczeństwa narodowego jest bardziej złożony. Z powodu niedoboru środków finansowych na modernizowanie i rozwój sił zbrojnych, część z nich, większą wagę przykłada do rozwoju innych, niewymagających dużych nakładów, procesów na utrzymanie wymaganego poziomu potencjału obronnego. Są to działania kładące większy nacisk na rozwój intelektualny - wyszkolenie armii. Inny kierunek działań w tym zakresie polega na próbach uzyskania i wyprodukowania broni masowego rażenia, najczęściej chemicznej lub biologicznej.

[86] Z.Ścibiorek, Wojna czy pokój?, Ossolineum, Wrocław 1999 s.96 – 99.



Rys.5.1. Metody podnoszenia bezpieczeństwa państwa.

Źródło: opracowanie własne.

Każde państwo próbuje zapewnić sobie pewien minimalny poziom bezpieczeństwa poprzez wybór i rozwój takich systemów uzbrojenia, na które je stać i które w maksymalnym stopniu zapewnią realizację celów zawartych w doktrynach wojennych oraz możliwość uzyskania przewagi podczas ewentualnego konfliktu zbrojnego. Kierunki podejmowanych działań, których celem jest podnoszenie bezpieczeństwa państwa przedstawia rys. 5.1.

Różne podejście do problemu podnoszenia poziomu bezpieczeństwa państwa ma bezpośredni wpływ na przebieg przyszłego konfliktu zbrojnego. Konflikt ten należy rozpatrywać w wielu wymiarach. Jest rzeczą oczywistą, że nie będzie to klasyczne starcie dwóch wielkich armii, tak jak odbywało się to w przeszłości. Precyzując ten pogląd,

należałoby powiedzieć, że jest rzeczą niezmiernie mało prawdopodobną aby w przyszłości zaistniał konflikt zbrojny klasycznego typu.[87]

W większości konfliktów na świecie jakie wybuchły w latach 90-tych ubiegłego wieku, dużą rolę odgrywały formacje nieregularne, partyzanckie oraz narodowo-wyzwoleńcze. Formacje te występowały przeciwko regularnym siłom zbrojnym. Przyczynę takiego układu sił w wielu minionych konfliktach należy upatrywać w tym, że ich podłoże stanowiły waśnie etniczne. To właśnie tego typu konflikty uzmysławiają wagę czynników trudno mierzalnych w kształtowaniu przewagi na polu walki.

Przewagę należy rozpatrywać w wielu wymiarach, a samo jej tworzenie jest zjawiskiem złożonym.[88] Elementów tworzenia przewagi nie można traktować rozłącznie, ponieważ wzajemnie się przenikają i uzupełniają.[89]

Przewagę należy traktować w kategoriach procesu. Proces tworzenie przewagi jest procesem ciągłym. Rozpoczyna się on w czasie pokoju we wszystkich sferach działalności państwa, w tym w sferze militarnej.

Pojęcie przewagi jest nierozerwalnie związane z pojęciem potencjału bojowego. Wszelkie rozważania dotyczące przewagi, jej tworzenia oraz utrzymania muszą być prowadzone w kontekście oddziaływań na siebie przeciwstawnych stron. Zatem, przewaga może być rozumiana dwojako:

- statycznie, jako przewaga w potencjale wojsk operacyjnych i obrony terytorialnej,
- dynamicznie, jako efekt wykorzystania różnego rodzaju oddziaływań.[90]

Warunki środowiska walki postrzegane jako „coś niemierzalnego", stają się często czynnikiem decydującym o powodzeniu lub niepowodzeniu działań bojowych.

Do zasadniczych elementów potencjału bojowego wojsk (oprócz czynników wymiernych) będących podstawą tworzenia wymaganej przewagi na czas konfliktu zbrojnego zalicza się:

- gotowość i zdolność wojsk do działania,
- kadry dowódcze i sztabowe, w tym ich wykształcenie i przygotowanie do dowodzenia i działania w różnych, nawet najbardziej skomplikowanych warunkach,

---

[87] J.Stefanowicz, Rzeczypospolitej pole bezpieczeństwa, Wyd. Adam Marszałek, Warszawa 1993, s.144.

[88] Rozważania dotyczące przewagi wypada rozpocząć stwierdzeniem Clausewitza: „Zarówno w taktyce jak i w strategii jest przewaga najpoważniejszą zasadą zwycięstwa" – Clausewitz, O wojnie, Wyd. Test, Lublin 1995, s.187.

[89] Przewaga, jej formy i sposoby tworzenia wraz z poglądami teoretyków wojskowych można znaleźć m. in. w zwięzłym opracowaniu akademickim: B.Sikorski, Tworzenie i wykorzystanie przewagi w walce i operacji, AON, Warszawa 1990.

[90] Z. Ścibiorek, Wojna czy pokój?, Ossolineum, Wrocław 1999, s.116.
O problemie tworzenia przewagi w warunkach przyszłego pola walki traktuje praca Z.Ścibiorek, W.Kaczmarek, Przyszłe pole walki, AON, Warszawa 1995, s.54 – 69.

- odpowiednio wyszkolone i przygotowane siły i środki wojsk operacyjnych, zdolne do współdziałania w ramach struktur sojuszniczych,
- sprawny i niezawodny system dowodzenia.

Jednocześnie, aby utrzymać zdolność do stworzenia przewagi podczas ewentualnego konfliktu nie można dopuścić do obniżania potencjału bojowego poprzez:

- przyjmowanie nieodpowiednich koncepcji i założeń operacyjno – taktycznych,
- obniżanie poziomu kształcenia i szkolenia kadr dowódczo – sztabowych,
- utrzymywanie wadliwych i skostniałych struktur organizacyjnych.[91]

W istotny sposób na możliwość utworzenia przewagi na współczesnym polu walki wpływają również inne czynniki, takie jak poziom zaawansowania technicznego uzbrojenia i środków walki, systemów dowodzenia oraz rozpoznania i łączności.

Warto zauważyć, że na skutek ogromnego postępu w dziedzinie rozwoju techniki i zaawansowaniu technologicznemu, dużemu zróżnicowaniu uległo uzbrojenie. Pojawiły się nowe jego rodzaje a ich możliwości w znacznie większym niż dotychczas zakresie decydują o skuteczności bojowej. Stąd, należy poszukiwać takich współczynników jakości, które w sposób obiektywny pozwoliłyby na ustalenie wpływu czynników trudno mierzalnych na potencjał bojowy zgrupowań wojsk, co w efekcie umożliwiłoby porównanie sił walczących stron.

Przewaga występuje w dwóch kategoriach wartości. Pierwsza, którą można jednoznacznie i łatwo ocenić, policzyć czy zmierzyć to przewaga materialna, wymierna. Druga kategoria, to przewaga niematerialna.[92] Zatem, można mówić o przewadze ilościowej i jakościowej. Pod pojęciem przewagi jakościowej rozumie się przewagę wytworzoną poprzez wykorzystanie czynników trudno mierzalnych.[93] W celu zdobycia przewagi ogólnej należy w planowaniu i prowadzeniu walki uwzględniać i umiejętnie łączyć te dwie kategorie przewagi.

Wartości wymierne, materialne, obejmują czynniki ilościowe. Do zasadniczych czynników materialnych decydujących o wartości bojowej wojsk należy liczebność żołnierzy, uzbrojenia, wyposażenia itp. Ustalenie liczby żołnierzy, ilości związków taktycznych czy operacyjnych, liczby poszczególnych rodzajów uzbrojenia, składów i baz zaopatrzenia

---

[91] K. Nożko, Sztuka tworzenia przewagi w systemie obronnym RP, Bellona, Warszawa 1994, s.111-116.
[92] J. Zubek, Rozprawa habilitacyjna, dodatek C/8300,AON, Warszawa 1990, s.42-43.
[93] Z. Galewski, Czynniki powodzenia we współczesnej walce, Wyd. MON, Warszawa 1986, s.11 – 12.

pozwala łatwo wyliczyć przewagę według obowiązujących procedur obliczeniowych.[94] Daje to określone pojęcie o sile bojowej wojsk własnych i przeciwnika.

Jednakże, uzyskane wyniki nie w każdym przypadku stanowią o przewadze ogólnej, chociaż pozornie mogłoby się tak wydawać, studiując literaturę na ten temat.[95]

Pomimo tego, że znaczenie przewagi w walce jest ogólnie zrozumiałe to przykłady z minionych i nam współczesnych konfliktów oraz wojen wskazują, że wielokrotnie zdarzało się, że strona która nie dysponowała przewagą ilościową wygrywała lub zadawała przeciwnikowi ciężkie straty. Przykładem jest wojna wietnamska, afgańska czy też konflikt w Czeczenii, w których angażowano ogromne siły, (czołgi, lotnictwo, artylerię) przeciwko siłom niewspółmiernie mniejszym i słabiej wyposażonym, a mimo to nie osiągnięto zakładanych celów. Przykłady te wskazują, że oprócz czynników wymiernych, o sukcesie w walce (bitwie) decydowało wytworzenie oraz wykorzystanie przewagi w wyniku doskonałego przygotowania dowódców i wyszkolenia wojsk, karności i zdyscyplinowania, należytego opracowania planów bitwy i konsekwentnej ich realizacji, umiejętnego wykorzystania terenu, stosowania śmiałych i niekonwencjonalnych form manewru, dążenia do uzyskania zaskoczenia a także utrzymywania wysokiego morale żołnierzy. Współcześnie coraz częściej mamy do czynienia z konfliktami zbrojnymi, gdzie jedna ze stron konfliktu dysponuje ogromną przewagą materialną, setkami tysięcy żołnierzy, nowoczesnym uzbrojeniem i środkami rażenia, potężnym zabezpieczeniem logistycznym, natomiast druga strona posiada kilkunastotysięczną armię słabo uzbrojonych i wyposażonych ochotników, praktycznie bez zaplecza logistycznego. Jednakże, armia ta stawia skuteczny opór wielokrotnie silniejszemu przeciwnikowi, bądź też odwrotnie, słaby przeciwnik odnosi zwycięstwa zadając dotkliwe straty wielokrotnie silniejszej stronie. Z pewnością, o takim stanie rzeczy nie stanowi przewaga materialna. Przyczyn należy raczej poszukiwać w niewykorzystanej (lub źle wykorzystywanej) przewadze materialnej i praktycznie zlekceważonych elementach przewagi niematerialnej. O braku powodzenia, pomimo posiadania przewagi ilościowej zdecydować może, między innymi:

- niski poziom wykształcenia kadry dowódczej, co skutkuje złym wykorzystaniem posiadanych sił w walce,

---

[94] patrz: J. Wołejszo, Sposoby obliczania potencjału bojowego pododdziału, oddziału i związku taktycznego, AON, Warszawa 2002.

[95] Przewaga ogólna rozumiana jest tak jak u Z. Galewskiego w książce „Czynniki powodzenia we współczesnej walce", jako „przewaga przewag", tj. zawierająca w sobie wszystkie rodzaje przewag (por. str.11), nie zaś jako przeciwieństwo przewagi lokalnej.

- brak wyobraźni oraz źle pojmowany a przez to wykorzystywany czynnik świadomego ryzyka,
- rutynowe planowanie operacji i działań bojowych, nie liczenie się ze stratami własnymi oraz bezkrytyczna wiara w posiadaną przewagę liczebną i techniczną,
- brak motywacji żołnierzy do walki oraz ich niskie morale,
- bardzo niski poziom wyszkolenia i przygotowania żołnierzy do działań bojowych,
- słabo zorganizowane i nie przystosowane do charakteru działań systemy dowodzenia i zabezpieczenia logistycznego.

Z drugiej strony, na sukces składają się przede wszystkim:

- wysoka wręcz fanatyczna chęć obrony własnej suwerenności i niezależności w połączeniu z fanatyzmem religijnym,
- doskonałe przygotowanie dowódców i żołnierzy (bojowników) do charakteru prowadzonej walki,
- elastyczność w dowodzeniu i prowadzonych działaniach, a przez to częste zaskakiwanie przeciwnika.

Nikt obecnie nie neguje wpływu jaki wywiera nowoczesna technika na osiąganie przewagi na polu walki. Jednakże, w przypadku współczesnych konfliktów militarnych, o przewadze decydują nie tylko systemy broni strategicznych, lecz wpływają na nią bezpośrednie działania bojowe prowadzone przez pododdziały, oddziały i związki taktyczne.

Pomimo ogromnej roli i znaczenia przypisywanego współczesnym środkom walki, wydaje się słusznym stwierdzenie, że o przebiegu walki w równym stopniu decydować będzie dobrze uzbrojony i wyszkolony żołnierz. Stopień przygotowania żołnierzy może mieć zasadniczy wpływ na wielkość przewagi militarnej, szczególnie w przypadku względnie wyrównanych sił przeciwstawnych stron. Wówczas to, możliwym jest osiągniecie przewagi w wyniku pojedynczego uderzenia. Źródła osiągnięcia przewagi w takim przypadku należy upatrywać w nieustannych bezpośrednich działaniach na szczeblach dowódczych i sztabowych.

Przewaga niematerialna wywiera i będzie wywierała w przyszłości ogromny wpływ na tworzenie przewagi ogólnej, a co za tym idzie powodzenie w walce.

Inne spojrzenie na problem przewagi polega na jej podziale na przewagę względną i bezwzględną.[96] Gdy jedna ze stron (nie mając przewagi bezwzględnej) wytworzy przewagę w określonym miejscu (kierunku) lub czasie, zapewniając sobie swobodę manewru i skuteczność działania mówimy o przewadze względnej.[97]

„Przewaga kierunku", określana jako szczególny rodzaj przewagi uzyskanej w wybranym kierunku działań, pochodzi od analogii siły i kierunku jej działania, tak jak ma to miejsce w mechanice klasycznej.[98]

Analiza doświadczeń historycznych oraz współczesnych bitew i wojen dobitnie potwierdza rolę i znaczenie przewagi uzyskanej przede wszystkim w sferze niematerialnej, która potęguje efekt wartości materialnych. Przewagę w walce, bitwie czy operacji uzyskiwać będzie strona lepiej przygotowana i wyszkolona, mająca lepszych dowódców, dobrze przygotowane sztaby i reprezentująca wyższe morale.[99]

Wartość bojowa współczesnych wojsk w znacznym stopniu polega na wytwarzaniu, przyswajaniu, dystrybuowaniu i stosowaniu wiedzy do celów strategicznych, operacyjnych i taktycznych.

Na współczesnym polu walki czynniki materialne są nośnikami wartości trudno mierzalnych, będących wyrazem jakościowej przewagi nad przeciwnikiem, jak również, wartości trudno mierzalne potęgują i zwielokrotniają siłę elementów materialnych, stanowiąc w sumie o przewadze ogólnej nad przeciwnikiem.

W powyższym stwierdzeniu zawarty jest sens pojęcia wzajemnej substytucji wartości wymiernych i niewymiernych. Wspomniana substytucja stała się podstawą budowy dynamicznego modelu przewagi opisanego w rozdziale siódmym niniejszej rozprawy.

Przewaga ilościowa – jest wielkością wymierną, określana jest zwykle stosunkiem sił własnych do sił przeciwnika lub porównaniem parametrów uzbrojenia przeciwstawnych stron.

---

[96] S.Mossor, Sztuka wojenna w warunkach nowoczesnej wojny, Wyd. MON, Warszawa 1986, s.208-209.

[97] W ten sposób określają przewagę dwie, spośród pięciu tzw. „zasad napoleońskich" – szerzej w pracy: M.Kukiel, Wojny napoleońskie, Warszawa 1964, s.209.

[98] Przy okazji warto dodać, że w literaturze przedmiotu, bardzo często można spotkać teorie dotyczące elementów walki zbrojnej, bazujące na analogiach fizycznych. Autorzy tych publikacji starają się, niekiedy za „wszelką cenę" znaleźć tego typu analogie, polegając całkowite na swojej intuicji.
Interesujący, chociaż matematycznie skomplikowany model walki, oparty na kinetycznej teorii płynów oraz równaniach Lanchestera, można znaleźć w książce: P.S.Krasnoszczekow, A.A.Pietrow, Princypy postrojenia modelej, Moskwa 1983, s.233-262.

[99] Z. Galewski, Czynniki powodzenia we współczesnej walce, Wyd. MON, Warszawa 1986, s.62 - 65.

Przewagę jakościową rozpatruje się w kategoriach:

- intelektualnej,
- lepszego i skuteczniejszego niż przeciwnik przygotowania i wyszkolenia żołnierzy,
- wyższego poziomu dyscypliny i morale,
- przygotowania psychologicznego (woli walki),
- lepszego wykorzystania w walce posiadanych zasobów.

Przewaga w taktyce polega na lepszymi, skuteczniejszym wykorzystaniu warunków terenowych, pogodowych (również pory dnia), sprawniejszym dowodzeniu oraz umiejętnym stosowaniu zasad sztuki wojennej.

Do niematerialnych czynników mających wpływ na możliwości bojowe wojsk, zalicza się:

- poziom wyszkolenia wojsk i dowództw,
- stopień gotowości bojowej,
- struktury organizacyjne,
- dyscyplinę,
- umiejętność wykorzystania środowiska walki.

Rzeczywistą wartość bojową jednostek wojskowych w coraz wyższym stopniu kształtuje:

- wiedza dowódców i żołnierzy,
- ich przygotowanie psychologiczne i motywacja,
- ich zdolność do elastycznego reagowania.

Czynniki te mają zasadniczy wpływ na kształtowanie faktycznej wartości bojowej wojsk, a co za tym idzie także możliwości zdobywania przewagi, w przeciwieństwie do ilości posiadanych żołnierzy, czołgów, samolotów i innego sprzętu wojskowego.

Wraz ze zmieniającymi się środkami walki, rośnie rola przygotowania człowieka do ich odpowiedniego użytkowania i właściwego zastosowania w ewentualnej walce. Oczywiście, nawet największa przewaga intelektualna dowódców i żołnierzy będzie nieskuteczna, przy przestarzałym technicznie, niesprawnym uzbrojeniu wojsk, zacofanym systemie dowodzenia.

W realiach współczesnych, armia potrzebuje żołnierzy z „otwartym umysłem", potrafiących porozumiewać się z przedstawicielami innych narodów i kultur, którzy przejmując inicjatywę, wykazują twórczą wyobraźnię pozwalającą na wyjście poza wytyczone dotychczas ramy.

W wojsku, wraz z postępem technicznym i wprowadzeniem do uzbrojenia nowoczesnych (inteligentnych) systemów uzbrojenia, wzrosło zapotrzebowanie na inteligentnych i doskonale wykształconych żołnierzy. Żołnierz niewykształcony mógł wzorowo posługiwać się i walczyć prostą bronią, a jego wyszkolenie i przygotowanie do walki nie pochłaniało dużo czasu i nie było skomplikowane.

Poziom, a co za tym idzie i koszt, wyszkolenia współczesnych żołnierzy jest znacznie wyższy niż w okresach wcześniejszych. Podczas drugiej wojny światowej młodych żołnierzy włączano do walki niejednokrotnie po kilku godzinach czy dniach ćwiczeń. Obecnie czas trwania szkolenia, w zależności od specjalności trwa od kilkunastu miesięcy do kilkunastu lat i wymaga poniesienia ogromnych nakładów.

W kształceniu kadr dowódczych zwraca się obecnie uwagę na podnoszenie poziomu wiedzy specjalistycznej i ogólnej, w tym umiejętności samodzielnego myślenia, a także kształtuje się takie zdolności jak wyobraźnię, podejmowanie ryzyka, umiejętność przewidywania.[100] Jak widać, są to wartości trudno mierzalne, pozostające w sferze psychiki i kształtujące osobowość każdego człowieka. Już w okresie drugiej wojny światowej dużą wagę przywiązywano do zbierania, analizowania informacji o osobowości poszczególnych dowódców, ich przyzwyczajeniach i innych cechach charakteru. Pozwalało to z większym prawdopodobieństwem przewidzieć sposoby ich działania, a co za tym idzie, znaleźć skuteczne metody przeciwdziałania.

Właściwe wykorzystanie i kształtowanie przewagi na polu walki zależy od tego jak dużą rolę przypisuje się wyobraźni taktycznej dowódców i żołnierzy, gdyż jej brak staje się często przyczyną nieskutecznego działania. Aby wyobraźnia była twórcza musi być poparta rzetelną wiedzą o przedmiocie, o celu przygotowywanych i prowadzonych działań. Bez tego jest ona złudna, może prowadzić do błędnych ocen oraz realizacji walki w sposób szablonowy. Posiadanie wyobraźni przez dowódców, oficerów sztabów warunkuje podjęcie optymalnych decyzji i wyboru takich sposobów prowadzenia walki, których nie przewidzi przeciwnik. Wyobraźnia pozwala również uniknąć zaskoczenia ze strony przeciwnika, utworzyć spójny obraz całości z drobnych, często oderwanych elementów oraz daje jasność i możliwość elastycznego oddziaływania podczas prowadzenia walki.

W ocenach i procesach decyzyjnych potrzebne są obiektywizm i rozwaga, umiejętność właściwej oceny sytuacji własnej i przeciwnika. Żadna zasada sama w sobie nie jest

[100] K. Nożko, Walka o przewagę, Wyd. MON, Warszawa 1985, s.55-103.

„przepisem" na uzyskanie przewagi, jeżeli dowódca (żołnierz) nie potrafi przetworzyć w swojej wyobraźni całego splotu zdarzeń i czynników związanych z konkretną lub przewidywaną sytuacją taktyczną. Wynika stąd, że im bardziej jest rozwinięta wyobraźnia dowódcy tym większe jest prawdopodobieństwo stworzenia przewagi nad przeciwnikiem i racjonalnego jej wykorzystania w danej sytuacji taktycznej,.

Podczas drugiej wojny światowej niemal każdy dowódca, w mniejszym lub większym stopniu mógł obserwować i wpływać na przebieg rozgrywającej się walki. We współczesnych realiach nie zawsze jest to możliwe, gdyż charakter prowadzenia działań bojowych staje się wielowymiarowy. Obecnie, dowódcy i oficerowie sztabu „obserwują" przebieg działań i obraz pola walki za pomocą kamer, ekranów komputerów, bądź analizując wyniki obserwacji zebrane np. w postaci wykresów. Dowódcy planujący walkę powinni umieć odtwarzać w swojej wyobraźni jej przebieg na podstawie niepełnych, często fragmentarycznych danych, przedstawianych na mapie (coraz częściej mapie cyfrowej) za pomocą znaków taktycznych.[101] Powinni oni również zdawać sobie sprawę, że każdy znak czy symbol taktyczny na mapie, w terenie przedstawia rzeczywistych ludzi i sprzęt bojowy, a od właściwego użycia tych znaków zależy życie i zdrowie żołnierzy. Na podstawie znaków taktycznych w wyobraźni odtwarzany jest dynamizm działań bojowych na określonym obszarze. W zależności od zarysu sytuacyjnego wyrażonego umownymi znakami, dowódca wczuwa się w sytuację już istniejącą lub tę, która może dopiero zaistnieć. Rola wyobraźni taktycznej jest nieoceniona. Wyobraźnia służy do plastycznego i wyrazistego przedstawienia istniejących lub przewidywanych warunków pola walki oraz sposobów tworzenia własnej przewagi a pozbawiania jej przeciwnika. Obejmuje ona kompleks wyobrażeń o różnorodnych zjawiskach współczesnego pola walki, a także możliwości skutecznego wpływania na przebieg wydarzeń. W rozwijaniu wyobraźni coraz większą rolę odgrywa rzetelna wiedza, wszechstronna znajomość obiektywnie działających praw wojny, zasad jej prowadzenia, rozwoju techniki i technologii oraz umiejętność wykorzystania wszelkiego typu symulacji do badania przyjętych koncepcji operacyjno – taktycznych.[102]

Prowadzenie walki związane jest z podejmowaniem ogromnego ryzyka. Każda decyzja dowódcy, oceny, przedsięwzięcia organizacyjne i planistyczne sztabu zawierają elementy ryzyka. Jest to ogromna odpowiedzialność za życie i zdrowie podwładnych, ludności cywilnej

[101] Z. Ścibiorek, Wojna czy pokój?, Ossolineum, Wrocław 1999, s.64.
[102] K. Nożko, Sztuka tworzenia przewagi w systemie obronnym RP, Warszawa 1994, s.118 – 136.

zamieszkującej w obszarze prowadzonych walk, straty w sprzęcie uzbrojenia, zniszczenia środowiska naturalnego, a w rezultacie za wynik prowadzonych działań bojowych.

W przeszłości, wielu dowódców podejmowało ryzyko, często graniczące z brawurą, które prowadziło do spektakularnych sukcesów, niekiedy kończyło się również dotkliwymi porażkami. Dlatego, podczas podejmowania ryzyka w walce należy uwzględnić, że:

- zostanie ono podjęte z całą świadomością, a opierać się musi nie tylko na wyczuciu, wiedzy i doświadczeniu ale i na wszechstronnych kalkulacjach możliwości wojsk własnych i przeciwnika,
- podejmując określone ryzyko, przynajmniej w przybliżeniu, musimy zdawać sobie sprawę z jego konsekwencji zarówno w razie sukcesu jak i braku powodzenia.

Ze zjawiskiem podejmowania ryzyka wiąże się trudny problem ustalenia dopuszczalnej jego granicy. Granica ta powinna być wynikiem chłodnej kalkulacji zysków i strat związanych z podjęciem konkretnych decyzji.

W celu uzyskania przewagi w walce, ważną rolę odgrywają przewidywania operacyjno – taktyczne. Nie sposób bowiem uzyskać przewagę nad przeciwnikiem i to we wszystkich jej kategoriach, bez trafnego przewidzenia właściwości, charakteru i sposobu przeprowadzenia przygotowywanych przez niego działań. Przewidywania operacyjno – taktyczne odgrywają ważną rolę w ocenie skutków podjętych decyzji, w jaki sposób dana decyzja wpłynie na osiągnięcie celu walki oraz skutków jakie wywrze na działanie lub przeciwdziałanie przeciwnika. Przewidywanie to można sprowadzić do znalezienia odpowiedzi na następujące pytania:

- Jaki może być skład organizacyjny, rzeczywiste ugrupowanie, siły, możliwości oraz sposoby działania przeciwnika.
- Jakie mogą być silne i słabe strony w jego ugrupowaniu, siłach, położeniu lub sposobie działania wojsk.
- Jaki może być cel i zamiar działania przeciwnika oraz w jaki sposób może rozwinąć się w czasie dana sytuacja taktyczna.
- Jakie mogą być skutki podjętych obustronnie decyzji, kiedy, gdzie i jakie mogą wyniknąć sytuacje kryzysowe oraz w jaki sposób im zapobiegać.
- Jak na przebieg walki wpływać będzie infrastruktura i właściwości terenu, pora roku lub doby.[103]

[103] tamże s.155 – 156.

Przewidywania operacyjno – taktyczne są niezbędnie i mają zasadniczy wpływ na szybkość działania (przeciwdziałania) wojsk w walce.

Koncentracja sił i środków oraz skupienie wysiłków na wykonaniu zadań decydujących o powodzeniu, bądź też rozstrzygających o osiągnięciu celu walki, stanowi istotny element tworzenia i racjonalnego wykorzystania przewagi. W przeszłości realizowano to poprzez gromadzenie dużych sił na wybranym kierunku działania. Przy współczesnych środkach rozpoznania trudno jest zamaskować ogromne zgrupowanie wojsk w jednym rejonie. Koncentrację sił realizuje się raczej poprzez wykorzystanie ich dużej mobilności, która zapewnia skierowanie w określony rejon wymaganej ilości sił w krótkim czasie. Zasadę koncentracji sił na wybranych kierunkach stosują przede wszystkim te strony konfliktu które nie będą posiadały przewagi ogólnej. Skumulowanie działań w celu uzyskania przewagi na określonym, taktycznym odcinku walki pozwala, w wielu wypadkach, na późniejsze osiągnięcie przewagi bezwzględnej.

Większość z wymienionych czynników zapewniających osiągnięcie przewagi w walce zależy od przygotowania dowódców i sztabów do właściwego planowania i prowadzenia walki a także umiejętności szybkiego dostosowywania się do zmieniających się warunków i odpowiedniego na nie reagowania.

Wpływ czynników niematerialnych na kształtowanie przewagi jest zagadnieniem złożonym. Wielu autorów publikacji na ten temat, widzi ten problem odmiennie. Przykładowo, Alvin i Heidi Toffler, rozwój środków i sposobów prowadzenia walki porównują z rozwojem nowego światowego porządku gospodarczego. Do zasadniczych cech prowadzenia nowych wojen zaliczają:

- czynniki zniszczenia,
- wartości niematerialne,
- odmasowienie,
- pracę,
- innowację,
- skalę,
- organizację,
- infrastrukturę,
- integrację systemów,
- przyspieszenie.

Pisząc o wartościach niematerialnych podkreślają oni ich znaczenie w prowadzeniu wojen, jednak nie dokonują ich wyszczególnienia. Omawiając czynniki zniszczenia,

nie negują roli środków walki lecz podkreślają znaczenie wiedzy w prowadzeniu walki. *„Rewolucją staje się umiejscowienie różnych postaci wiedzy jako rdzenia siły militarnej".*[104] Powołując się na wypowiedź Alana D. Campena, że „Wojna w Zatoce Perskiej była wojną w której uncja krzemu w komputerze przynosiła większe efekty niż tona uranu", wysuwają tezę że, wiedza znacznie zmniejsza potrzebę innych czynników, a jednym ze wskaźników rosnącego znaczenia wiedzy w sposobie prowadzenia wojen jest komputeryzacja. W rzeczywistości, wojna w Zatoce Perskiej była pierwszą wojną informacyjną.[105] Opisując czynniki niematerialne generalnie A.H. Toffler potwierdzają ich rosnące znaczenie dla osiągnięcia przewagi militarnej, szczególną uwagę zwracając na inicjatywę, lepszy wywiad i rozpoznanie, lepsze systemy porozumiewania się i łączności, lepsze wyszkolenie żołnierzy o silniejszej motywacji, czyli czynniki wymienione wcześniej. Podkreślają również fakt, że w chwili obecnej brak jest wiarygodnych opracowań uwzględniających czynniki trudno mierzalne, a najbardziej autorytatywne z nich, „The Military Balance" skupia się na podawaniu „suchych wskaźników" dotyczących liczby i rodzaju posiadanego przez dane państwo uzbrojenia. Sposoby jakimi mierzy się współcześnie wartość nie przystają już do nowych warunków. W odmasowieniu natomiast upatrują pole do rozwoju „inteligentnych" środków walki, gdzie do zniszczenia indywidualnego celu będzie dobierany indywidualny środek zniszczenia. Przemysł zbrojeniowy konstruuje pociski samosterujące które potrafią zidentyfikować i zniszczyć dowolny cel. Celem rozwojowym jest coraz większa precyzja i selektywność produkowanych systemów uzbrojenia.

We współczesnej walce, od dowódców, sztabów a nawet pojedynczych żołnierzy wymaga się przejawiania wysokiego stopnia inicjatywy własnej w rozwiązywaniu problemów. Związane jest to z niekonwencjonalnym podchodzeniem do określonych już zasad oraz szukaniem nowych sposobów wykonania postawionych zadań. Wymaga to jednak umiejętności połączenia i wykorzystania wielu czynników oraz znajomości sposobów prowadzenia nowoczesnej walki. Inwencja dowódców i żołnierzy pozwoli wykorzystać środki podręczne do prowadzenia lub skutecznego wsparcia walki.

---

[104] A i H. Toffler, Wojna i antywojna, Warszawa 1997, s.100 - 101.

[105] O znaczeniu informacji w wojnie w Zatoce Perskiej piszą: T.Goban-Klas, P.Sienkiewicz, Społeczeństwo informacyjne: szanse, zagrożenia, wyzwania, Wyd. Fundacji Postępu Telekomunikacji, Kraków 1999, s.79. W tym miejscu trzeba jednak zwrócić uwagę na fakt, że zdania teoretyków wojskowych (także amerykańskich) co do wagi doświadczeń z wojny w Zatoce Perskiej są mocno podzielone. „ ... nie należy traktować wojny w Zatoce Perskiej jako prototypu wszystkich wojen przyszłości ..." – B. Balcerowicz, Wybrane problemy obronności państwa, materiał studyjny, AON, Warszawa 1999, s.38 za S.Metz i inni, The Future of American Landpower SSI, Carlise Barrack 1996, s.16.

Zmienia się również organizacja. Dużą wagę przykłada się do stworzenia określonych struktur organizacyjnych i ich przystosowanie do aktualnych uwarunkowań pola walki. Rośnie znaczenie umiejętności wykorzystania posiadanych sił i środków stosownie do otrzymanego zadania.

Zmianie ulega także skala prowadzenia współczesnych działań bojowych. Zmiany te zachodzą wskutek odmiennego podejścia do charakteru i sposobów prowadzenia przyszłych wojen. Coraz częściej słyszy się, że bardziej skuteczne w przyszłej walce będą pododdziały małe ale za to doskonale wyposażone i uzbrojone.

Ogólna tendencja zmierza ku takim rozwiązaniom systemów uzbrojenia, które dysponowałyby większą siłą rażenia przy mniejszej liczbie ludzi obsługujących te systemy.

W przeszłości wojna sprowadzała się do przeprowadzenia jednej lub kilku bitew, które decydowały o przegranej lub zwycięstwie jednej ze stron.

Współcześnie prowadzone są wojny w wielu równoległych wymiarach, dostrzeżonych dopiero po drugiej wojnie światowej. Prowadzone są wojny radioelektroniczne i coraz bardziej prawdopodobne jest zwiększenie ich nasilenia i znaczenia w przyszłości ze względu na ogromne nasycenie współczesnych środków walki elektroniką, zniszczenie czy zakłócenie której powoduje że staną się one bezużyteczne. Nasycenie środków walki wyposażeniem elektronicznym oraz postępująca ich automatyzacja i autonomiczność powoduje, że wielu dowódców mówi wręcz o automatyzacji pola walki. Współczesne środki walki są tak nasycone podzespołami elektronicznymi że często mamy do czynienia z zastosowaniem robotów do prowadzenia walki.

Przykład bitwy z konfliktu syryjsko - izraelskiego z 1973 roku wyraźnie pokazuje, że równie ważne jest wykorzystanie jak i tworzenie przewagi. „Wojna sześciodniowa" w 1967 roku, wykazała jakie następstwa może mieć brak zorganizowanego współdziałania w obronie, zarówno na szczeblu strategicznym jak i operacyjnym. Egipt na przełomie maja i czerwca 1967 roku zmobilizował siły zbrojne liczące ok. 300 tys. ludzi, zorganizowane w dwie dywizje pancerne, dwie dywizje zmechanizowane, dwie dywizje piechoty, brygadę powietrzno-desantową, dwanaście pułków artylerii. Ilość artylerii świadczy o tym, że egipscy stratedzy wiązali duże nadzieje z ogromną siłą ognia, bowiem poza samodzielnymi oddziałami również w dywizjach i brygadach znajdowały się oddziały i pododdziały artyleryjskie. Problem stanowił natomiast niski poziom wyszkolenia żołnierzy. W podobny sposób zorganizowane były siły zbrojne pozostałych państw arabskich, które brały udział w tej wojnie. Syria, która tworzyła z Egiptem Zjednoczoną Republikę Arabską dostosowała

swe struktury do egipskich. Z kolei wojska jordańskie, ze względu na mały stan ilościowy zorganizowane były w samodzielne brygady, posiadające w swej strukturze ciężką artylerię organiczną. Jest tu widoczna zasadnicza różnica w stosunku do Izraela, którego siły zbrojne zorganizowane były w samodzielne brygady (związki operacyjno-taktyczne), które nie posiadały w swych strukturach artylerii, będącej w dyspozycji Naczelnego Dowództwa. Dzięki temu rozwiązaniu Izrael uzyskał bardzo manewrowe jednostki, co stwarzało przewagę nad egipskimi ciężkimi dywizjami. Dodatkową zaletą wojsk izraelskich było doskonałe wyszkolenie. Działania wojenne rozpoczęły się 5.06.1967r., izraelskim atakiem lotniczym na egipskie lotniska. Stosując działania pozoracyjne, obezwładniając radioelektronicznie egipski system rozpoznania, Izrael uzyskał całkowite zaskoczenie. Już w początkowym etapie działań doszło do sytuacji, która świadczy o braku współdziałania. Izrael uderzając na Egipt pozostawił swoje terytorium prawie bez osłony lotniczej. Niestety ani Syria, ani Jordania nie potrafiły wykorzystać idealnej okazji do sparaliżowania izraelskiego lotnictwa uderzeniem na lotniska. Skutkiem tej bierności było obezwładnienie lotnictwa tych państw jeszcze tego samego dnia. Obrona na lądzie również nie wykazała się aktywnością. Egipski system obrony opierał się na wspomnianej sile ognia artylerii oraz polach minowych. Była to obrona stała. W efekcie, dzięki obezwładnieniu radioelektronicznemu oraz zastosowaniu manewru na skrzydła wojska izraelskie rozbijały Egipcjan częściami, uderzając w najsłabsze punkty, wykorzystując pozornie nieprzejezdne odcinki terenu, stosując desanty powietrzne. Wszystkie te, wysoce manewrowe działania zmierzały do skoncentrowania sił przed uderzeniami. Pasywne wojska egipskie nie były w stanie stawić skutecznego oporu. Skutkiem tej bierności było ich rozbicie już w czwartym dniu operacji. Na froncie jordańskim wojna przebiegła równie szybko z podobnych przyczyn co w Egipcie. Stała i mało aktywna obrona została rozbita przez współdziałające ze sobą wojska lądowe i lotnictwo, przy stosowaniu desantów. Syria usiłowała rozegrać wojnę inaczej. W czasie, gdy wojska izraelskie zaangażowane były na froncie egipskim, wojska syryjskie usiłowały przejąć inicjatywę na swoim kierunku. Natarcie prowadzone początkowo z powodzeniem, szybko się załamało. Od tego momentu wojska syryjskie umiejętnie się wycofały, wykorzystując właściwości terenu. Powodem była silnie umocniona obrona Wzgórz Golan. Jej rozbicie możliwe było dopiero przy wykorzystaniu desantów oraz obejściu pozycji obronnych poprzez terytorium neutralnego Libanu. Przyczyną klęski krajów arabskich był przede wszystkim brak aktywności obrony, manewrowości i współdziałania oraz niski poziom wyszkolenia arabskich dowódców wszystkich szczebli i wojsk.

Działania zaczepne wojsk arabskich w 1973 roku miały na celu wymuszenie na Izraelu decyzji politycznych drogą militarną. Plan egipski zakładał sforsowanie Kanału Sueskiego siłami dwóch armii, odrzucenie wojsk izraelskich do Gór Synajskich i przejście do obrony z zachowaniem zdolności do dalszego prowadzenia operacji zaczepnej w dogodnej sytuacji. Współdziałające z egipskimi, wojska syryjskie dysponując trzema dywizjami, z wykorzystaniem działań desantu śmigłowcowego, miały przełamać obronę izraelską na szerokości ok. 12 km, włamać się w głąb terytorium przeciwnika na 25 km i przejść do obrony, pozostawiając w odwodzie dwie dywizje pancerne. Przygotowania do realizacji tej operacji trwały dwa lata i objęły między innymi szczegółowe szkolenie wojsk dotyczące forsowania, przełamywania obrony. Zgromadzono zabezpieczenie techniczne do forsowania, przewidziano także zabezpieczenie logistyczne umożliwiające samodzielną walkę pierwszorzutowych oddziałów przez 24 godziny. W czasie tych przygotowań prowadzono akcje dezinformacyjne, których efektem było zmylenie przeciwnika co do terminu rozpoczęcia operacji „SHARARA". Data ta została zaplanowana znacznie wcześniej, z uwzględnieniem najlepszych warunków forsowania. Wzięto też pod uwagę fakt, że na 6 października przypadało żydowskie Święto Pojednania, co mogło obniżyć czujność wojsk izraelskich. Pierwszym etapem działań była operacja „BADR", polegająca na forsowaniu Kanału Sueskiego. Do jej realizacji przystąpiono 6 października o godzinie 14.00, po dwudziesto minutowym ataku lotniczym na izraelskie lotniska, obiekty systemu dowodzenia, wyrzutnie rakiet przeciwlotniczych, urządzenia walki radioelektronicznej, odwody i logistykę, oraz po artyleryjskim przygotowaniu ataku. Doświadczenia z tak zwanej „wojny sześciodniowej" z 1967 roku, spowodowały, że strona arabska znacznie lepiej przygotowała się do wojny zarówno pod względem wyposażenia jak i wyszkolenia żołnierzy. Na kierunku północnym Syryjczycy zgromadzili pięć dywizji, łącznie około 45 tys. żołnierzy wspieranych przez 1 400 czołgów oraz 1 000 dział i moździerzy. Po drugiej stronie broniły się dwie słabe izraelskie brygady, liczące łącznie 6 000 żołnierzy oraz dysponujące około 170 czołgami i 60 działami. Z ogólnego stosunku sił wynikało, że nacierający mieli miażdżącą przewagę ogólną i dodatkowo dysponowali inicjatywą jako strona atakująca. Mimo to, ponieśli oni klęskę, której źródła trzeba upatrywać w błędach popełnionych przez syryjskich dowódców, a jednocześnie w śmiałych manewrach przeprowadzonych przez dowódców i siły izraelskie. W wyniku tych procesów, siły izraelskie przejęły inicjatywę. Pozwoliło to na stworzenie przewagi najpierw na szczeblu taktycznym, później operacyjnym i w konsekwencji na odniesienie

spektakularnego zwycięstwa.[106] Pierwszy etap walki został rozegrany bardzo dobrze, Egipcjanie uzyskali całkowite zaskoczenie. Dzięki temu przeprawa przez Kanał Sueski odbyła się prawie bez strat, artyleria na stanowiskach ogniowych została w większości obezwładniona lub zniszczona podobnie jak izraelskie posterunki obserwacyjne. Możliwym stało się dalsze rozwijanie natarcia. Izrael usiłował wykonywać kontrataki, jednak działania te zostały szybko powstrzymane. Lotnictwo izraelskie poniosło duże straty. W ciągu osiemnastu godzin przeprawiono większą część sił egipskich, przystąpiono do dezorganizacji odwodów izraelskich, wysadzając pięć desantów w sile batalionu oraz wysyłając oddział wydzielony w sile brygady piechoty morskiej. Klęska tej brygady była pierwszym poważnym niepowodzeniem Egipcjan. Jej przyczyną było napotkanie izraelskiej brygady pancernej, która dysponując znacznie większą siłą, rozbiła Egipcjan w trwającym do rana boju spotkaniowym. Także desanty egipskie zostały rozbite przez bataliony obrony terytorialnej wsparte pododdziałami czołgów, jednak cel ich działania został osiągnięty, a izraelskie odwody i drugie rzuty odcięte od pierwszego rzutu. W wyniku operacji „BADR" sforsowano Kanał Sueski i przerzucono wojska na Synaj. Nie zdołano jednak przełamać obrony izraelskiej i uchwycić planowanej rubieży. Wojska izraelskie przystąpiły 8 października do wykonywania kontrataków. Działania te zakończyły się ogromnymi stratami spowodowanymi brakiem zaskoczenia (Egipcjanie przechwycili korespondencję radiową przeciwnika), nie przynosząc wielkich sukcesów. Straty te zmusiły siły izraelskie do przejścia do obrony. Egipt podporządkował się rezolucji ONZ wzywającej do zaprzestania działań zbrojnych 22 października 1973 r.

W wielu wypadkach uwaga dowódców skupiała się na gromadzeniu wielokrotnie liczebniejszych sił w stosunku do przeciwnika, przy jednoczesnym ignorowaniu innych czynników jak wyszkolenie żołnierzy oraz ich wartości moralno – bojowe. Nie zawsze też brano pod uwagę stan psychiczny żołnierzy. Zakłada się, że po okresie trzydziestu dni intensywnych działań z użyciem konwencjonalnych środków rażenia, stosunek strat psychicznych do strat fizycznych w sile żywej (zabitych i rannych) wynosi 1 : 4. Często, mniejsze liczebnie siły odnosiły zwycięstwa dzięki lepszemu ich wykorzystaniu, w wyniku zastosowania przez dowódców skuteczniejszej taktyki działania, sposobów walki, fortelu, szybkości działania lub innych zabiegów zapewniających uzyskanie przewagi. [107]

Niskie morale i słaba odporność psychiczna są bez wątpienia czynnikami, które utrudniają skuteczne prowadzenie działań bojowych i często wręcz uniemożliwiają pokonanie

[106] A i H. Toffler, Wojna i antywojna, Warszawa 1997, s.68.
[107] Z. Ścibiorek, Wojna czy pokój, Ossolineum, Wrocław 1999, s.11.

przeciwnika. Stąd, jedną z podstawowych czynności walki zbrojnej powinno być dążenie do podnoszenia odporności psychicznej walczących żołnierzy oraz ich dowódców.

Współczesne działania bojowe charakteryzuje przede wszystkim duża dynamika przejawiająca się różnymi formami ruchu fizycznego którego podstawową formą na polu walki jest manewr. Manewr jest zorganizowanym przemieszczeniem wojsk na polu walki w celu zajęcia dogodniejszego położenia względem przeciwnika, uzyskania i wykorzystania przewagi.[108]

Największy manewr wykonany został przez Armię Radziecką w 1945 r. w celu zgrupowaniu sił i środków do walki z japońską Armią Kwantuńską[109]. Manewr tego typu stanowi obecnie historię i raczej nigdy się nie powtórzy. Inny przykład manewru obserwowano w operacji wojsk sprzymierzonych w Zatoce Perskiej w lutym 1991r. Głównym założeniem planu gen. N.H. Schwarzkopfa było unieruchomienie armii irackiej atakiem frontalnym jednej armii Sprzymierzonych, przy jednoczesnym wykonaniu przez jeszcze większa armię manewru oskrzydlenia, okrążenia, a w rezultacie przyparcia do morza. Manewr stanowi wyjątkowo ważny, niekiedy decydujący czynnik uzyskiwania przewagi nad przeciwnikiem i racjonalnego jej wykorzystania. Istota manewru polega na zdobyciu przewagi nad przeciwnikiem, głównie przez zorganizowany ruch, w celu stworzenia dogodnych warunków do skuteczniejszego użycia posiadanych sił i środków, wykonania nieoczekiwanego uderzenia lub celowego wykorzystania warunków topograficzno-geograficznych terenu, a przez to postawienia przeciwnika w niekorzystnej dla niego sytuacji i w efekcie – rozstrzygnięcia walki lub bitwy na swoją korzyść przy jednocześnie minimalnych stratach własnych. W literaturze przedmiotu czytamy na ten temat między innymi: *„We wszystkich zaczepnych formach starcia zbrojnego celem zastosowania manewru jest osiągnięcie jakiegoś rodzaju przewagi nad przeciwnikiem. Nie oznacza to przy tym zawsze konieczności doprowadzenia do koncentracji w określonym czasie i w określonym punkcie terenu większej niż po stronie przeciwnika liczby pocisków, żołnierzy, sprzętu. Moment przewagi, do której prowadzi manewr, polega m.in. na zaskoczeniu, a przede wszystkim na zajęciu, w stosunku do przeciwnika takiego położenia w terenie, które by (rozpatrywane w sensie geometrycznym) stawiało go – zarówno w znaczeniu fizycznym, jak i psychicznym – w możliwie najtrudniejszych warunkach”.*[110]

---

[108] J. Zieliński , Teoretyczne podstawy walki zbrojnej, W-wa 1995, s.39.
[109] K. Nożko, Walka o przewagę, W-wa 1985, s. 165.
[110] F. Skibiński, Rozważania o sztuce wojennej, Warszawa 1972, s.270.

Zatem, przez celowe wykonanie manewru można spotęgować siłę uderzenia, zaskoczyć przeciwnika, uchwycić inicjatywę i narzucić mu własny sposób działania, jak również w wielu sytuacjach można poprzez manewr uniknąć zniszczenia własnych sił głównych. Można to osiągnąć wyprowadzając umiejętnie własne siły spod uderzenia ogniowego lub uderzeń zgrupowań przeciwnika a następnie wykorzystać je w dogodniejszych warunkach, w innym czasie, gdzie istnieje możliwość uzyskania przewagi nad przeciwnikiem.

K. Nożko pisze o przemieszczaniu się punktu ciężkości przewagi, a wszystko to za sprawą manewru.[111] Przytoczony wyżej opis manewru i celowości jego stosowania świadczy o powiązaniu kierunku działań z przewagą, a co za tym idzie, wielkością potencjału bojowego. Możliwe zatem staje się wyznaczenie kierunku maksymalnego potencjału bojowego. Współgra to z koncepcją postrzegania potencjału bojowego przez pryzmat pola skalarnego. Wyznaczenie właściwych (przynoszących sukces) kierunków działań bojowych, to nic innego jak określenie „powierzchni ekwipotencjalnych" (analogia do fizycznego pola skalarnego). Określenie kierunku działań to określenie maksymalnego gradientu potencjału bojowego.[112] Jest to jednocześnie, określenie sposobu kreowania przewagi ogólnej nad przeciwnikiem[113]. Pole skalarne stanowiące odzwierciedlenie danej sytuacji bojowej ma również swoje uzasadnienie w istocie aktywności na polu walki. Aktywność (inicjatywa) oznacza nieustanne dążenie do narzucenia przeciwnikowi swojej woli i swoistego sterowania jego działaniami w myśl własnych celów i zamierzeń.[114]

Nie sposób w tym miejscu nie odnieść się również do szeregu stwierdzeń, zaczynających się słowami: „Na podstawie analiz przeszłych wojen i konfliktów zbrojnych można stwierdzić, że ...".[115] Panuje raczej powszechna zgodność, że konflikty I i II wojny światowej nie stanowią dobrych wzorów do naśladowania, doświadczenia tamtego okresu, w dzisiejszych działaniach bojowych są nieprzydatne. Współcześnie, najbardziej prawdopodobny jest wariant konfliktu małej i średniej intensywności o zasięgu lokalnym.

---

[111] K. Nożko, Sztuka tworzenia przewagi w systemie obronnym RP, Bellona, Warszawa 1994, s.223.

[112] próbę takiego ujęcia potencjału bojowego przedstawił autor niniejszego opracowania w swojej pracy Metodyka Oceny Potencjału Bojowego Sił Zbrojnych RP problem naukowy „Doskonalenie II", AON, Warszawa 1992. W tym miejscu, należy się pewne wyjaśnienie, otóż podobnie jak wielu innych autorów, tak i piszący te słowa, próbował zastosować, „elegancki", model fizyczny do opisu zjawisk pola walki. Z koncepcji tej jednak w następnych latach zrezygnowano głównie z powodu trudności obliczeniowych, adaptacyjnych i interpretacyjnych.

[113] Przewaga ogólna – jest to przewaga występująca na całym obszarze działania danej jednostki organizacyjnej Z.Galewski, Czynniki powodzenia we współczesnej walce, Warszawa 1986, s.11.

[114] Regulamin działań wojsk lądowych, Warszawa 1999, s.82.

[115] Kilka przykładów historycznych można znaleźć w opracowaniu akademickim: E.Gwóźdź, Pojęcie przewagi i jej tworzenie na przykładach historycznych, AON, Warszawa 1972.

Przed nami stają nowe wyzwania i jakościowo inne zagrożenia. Istnieje potrzeba budowy nieklasycznych modeli.[116]

Współczesną walkę zbrojną cechuje niespotykany rozmach, dynamika działań oraz nagłe i gwałtowne zmiany sytuacji operacyjno-taktycznej na lądzie, w powietrzu i na morzu. Wynika to z intensywności i zdecydowanego charakteru działań prowadzonych przez różne rodzaje wojsk i sił zbrojnych. W ich wyniku można stosunkowo szybko wywalczyć przewagę nad przeciwnikiem, zaskoczyć go, uprzedzić w działaniu, zmusić do prowadzenia walki w niekorzystnych dla niego warunkach. Aktywne i zdecydowane działania nie tylko zapewniają zdobycie przewagi, lecz przyczyniają się do jej utrzymania oraz potęgowania. Szczególnym wyrazem aktywności w tworzeniu przewagi nad przeciwnikiem jest walka o uzyskanie inicjatywy i ciągłe dążenie do jej utrzymania oraz narzucenia przeciwnikowi swojej woli i sposobu działania. Wyraża się ona m.in. w umiejętności wyboru ekonomicznych form oraz sposobów działania operacyjno-taktycznego, a także we właściwym ich stosowaniu.[117]

Innym elementem stymulującym przewagę jest zaskoczenie. Zaskoczenie wyraża się w nieoczekiwanym, nagłym i gwałtowanym dla przeciwnika działaniu, wskutek którego zostaje on pozbawiony inicjatywy bojowej oraz możliwości zorganizowanego prowadzenia walki.[118] Zaskoczenie zawsze stanowiło niezwykle ważny czynnik tworzenia ogólnej przewagi nad przeciwnikiem. *Celem zaskoczenia jest uzyskanie przewagi nawet nad liczebnie silniejszym przeciwnikiem przez sparaliżowanie woli jego działania i tym samym pozbawienie go zdolności do stawiania zorganizowanego oporu podczas realizacji własnych zamierzeń. W wyniku zaskoczenia zwiększa się siłę własnego uderzenia, zwłaszcza w początkowym okresie działań od 1,5 do 2 razy, a niekiedy znacznie więcej.*[119]

Zaskoczenie wydaje się być najlepszym przykładem wagi czynników niematerialnych w procesie tworzenia przewagi. Zaskoczenie osiągane jest w sposób różnorodny. Jego źródłem może być zarówno manewr jak i ekonomia sił. Trzy zasady walki: zaskoczenie,

---

[116] B. Balcerowicz, Wybrane problemy obronności państwa, materiał studyjny, AON, Warszawa 1999, s.39.

[117] *Rola przewagi wynika z potrzeby przeciwdziałania powietrzno-lądowemu charakterowi działań zaczepnych, a tym samym konieczności prowadzenia aktywnych działań w całym operacyjnym obszarze odpowiedzialności obronnej – w wymiarze przestrzennym. Wymusza to przygotowanie operacji obronnej głęboko urzutowanej, prowadzonej ze względu na znaczny obszar sposobem ogniskowym, kierunkowym lub kombinowanym. Jednak, głębokie urzutowanie wojsk dla utrzymania trwałości operacji obronnej, to nie liczba rozbudowanych rubieży (rejonów). To przede wszystkim ekonomiczne gospodarowanie siłami, powietrzno-lądowy i przestrzenny charakter operacji obronnej, manewrowość sił i środków, możliwość precyzyjnego oddziaływania ogniowo-elektronicznego oraz integralne połączenie statycznych i dynamicznych form jej prowadzenia.* – R.Bojarski, Operacja obronna, AON, Warszawa 1999, s.22.

[118] Regulamin działań wojsk lądowych, Warszawa 1999, s.12.

[119] K.Nożko, Walka o przewagę, Bellona, Warszawa 1985, s.131.

manewr i ekonomia sił, wzajemnie się przenikają i uzupełniają. Stąd, można powiedzieć, że efektem manewru winno być zajęcie zaskakującego, korzystnego położenia w stosunku do przeciwnika, umożliwiającego ekonomiczne użycie własnych wojsk. Zaskoczenie jest działaniem pozamaterialnym, dającym efekty w postaci przewagi materialnej. Historia bitew wskazuje, że zaskoczenie to jedna z najstarszych i najczęściej stosowanych zasad walki. Jednakże, nie zawsze zasada ta znajdowała zastosowanie. Działo się tak z wielu powodów. Między innymi, z jednej strony zmianom ulegały poglądy dowódców zaś z drugiej strony, zmieniały się środki walki. W czasach starożytnych, w podstępach i fortelach dominowały ludy azjatyckie, natomiast w Europie (zwłaszcza w Grecji) dobre uzbrojenie i wyćwiczone reguły walki. Postępujący stopniowo rozwój w dziedzinie sztuki wojennej zmierzał w kierunku zwiększenia manewrowości z jednej strony oraz wzrostu możliwości rażenia, z drugiej strony. Niestety, wielu dowódców dostrzegało tylko drugi aspekt i preferowało rozwiązania siłowe nad kunszt walki.

Przykładem stosowania zasad sztuki wojennej były w XVIII wieku wojny napoleońskie. Słabszy liczebnie Napoleon był silniejszy w bitwie. Powodem było to, że zjawiał się do niej szybko i niespodziewanie. U podstaw powodzenia leżało zaskoczenie, dezinformacja, trafny wybór miejsc uderzenia, szybkość działania, śmiały manewr, szybkie i ciągłe zmiany kierunków uderzenia, dobre dowodzenie i działanie wojsk, wykorzystanie błędów i wahań przeciwnika, jego bierności i stagnacji przy braku wyobraźni. Wiara w manewr, ruch, zaskoczenie - jako osiągnięcie sztuki wojennej okresu napoleońskiego, została przygaszona w czasie pierwszej wojny światowej, po wynalezieniu karabinu maszynowego. Po raz kolejny w historii sztuki wojennej siła przygniotła intelekt. Dopiero pojawienie się czołgu stworzyło przesłankę przełamania stagnacji w sztuce wojennej. Pełniejsze odrodzenie praw sztuki wojennej nastąpiło w wojnie polsko-sowieckiej 1920 r., zwłaszcza podczas bitew warszawskiej i nad Niemnem, kiedy to została przywrócona ranga ruchu, manewru, zaskoczenia i ekonomii sił. Podczas drugiej wojny światowej zaskoczenie ponownie stało się podstawą wielkich sukcesów. Niemieckie zwycięstwa w latach 1939 - 1941 były następstwem wojny błyskawicznej bazującej na zaskoczeniu i ekonomii sił. Przedłużająca się bitwa o Polskę była skutkiem zaskakujących działań wojsk polskich. W okresie powojennym niemal wszystkie konflikty zbrojne opierały się na zaskoczeniu. Działo się tak na Bliskim Wschodzie we wszystkich wojnach arabsko-izraelskich jak i w wojnie w rejonie Zatoki Perskiej, gdzie wykazano, że rozwój środków rozpoznania nie jest w stanie zahamować dążeń do uzyskania zaskoczenia.

Zaskoczenie, jako jeden z podstawowych czynników niematerialnych tworzenia przewagi, zawsze było trudne do osiągnięcia i zależało od wyobraźni i zdolności przewidywania, a także odwagi podjęcia śmiałej, często ryzykownej decyzji.

Rozważając możliwość uzyskania zaskoczenia w przyszłej wojnie, trzeba jednocześnie wziąć pod uwagę fakt, że o zaskoczeniu można mówić również w obronie, nie tylko w ataku.[120] Recepta na osiągnięcie zaskoczenia nie istnieje. Zaskoczenia nie można się nauczyć. Walka o zaskoczenie jest pozbawioną norm taktyką.[121] Efektem zaskoczenia w obronie, w okresie wyczekiwania na natarcie winno być uderzenie przeciwnika w miejscu, w którym obrońca tego oczekiwał i gdzie planuje wykorzystanie drugich rzutów i odwodów, zaś w natarciu, które należy widzieć w ramach obrony manewrowej, zaskoczenie można uzyskać w wyniku jednego z poniżej wymienionych działań:

- uderzenia w nieoczekiwanym czasie,
- uderzenia siłami przerastającymi oczekiwanie przeciwnika,
- uderzenia w nieoczekiwanym kierunku,
- zastosowania nowych form i sposobów nacierania,
- użycia nowych środków walki,
- szybszego osiągania gotowości do działania.

W natarciu, dowódca i sztab winni zdawać sobie sprawę, zwłaszcza przy uderzeniu na wąskim odcinku, że siły własne będą stopniowo malały, dlatego trzeba w pewnym momencie zaniechać natarcia „w głąb" na rzecz uderzenia „w skrzydła" w celu rozcinania, okrążania i niszczenia przeciwnika częściami.

Zaskoczenie zawsze stanowiło niezwykle ważny czynnik tworzenia przewagi nad przeciwnikiem, szczególnie wówczas gdy dysponował on liczebnie większymi siłami, zajmował dogodniejsze położenie lub posiadał inicjatywę. Niejednokrotnie dążono również do uzyskania zaskoczenia, mając liczebną przewagę nad przeciwnikiem, gdy stanowiło ono o maksymalnym zmniejszeniu strat i stwarzało naturalną szansę szybkiego rozbicia przeciwnika.

Zupełnie odmienny przykład stanowi wojna w Afganistanie (1979 - 1989), jeden z większych konfliktów lokalnych po drugiej wojnie światowej. W czasie trwania tej wojny użyto stosunkowo dużych sił i środków, co wynikało ze specyfiki teatru działań oraz

---

[120] Z.Ścibiorek, Zaskoczenie w obronie, Myśl Wojskowa 7-8/90.
[121] R. Bojarski, Możliwość uzyskania zaskoczenia w obronie, AON, Warszawa 1993,s.27.

charakteru prowadzonych walk. Do działań na terenie Afganistanu dowództwo radzieckie wyznaczyło 40 Armię, w skład której wchodziło sześć dywizji zmechanizowanych. Były to: 16, 54, 66, 357, 360 DZ. Dodatkowo do sił interwencyjnych włączono 105 DPD oraz część 103 i 104 DPD. Ogólna liczebność tych wojsk wynosiła około 100 tys. żołnierzy. Na ich uzbrojeniu znajdowało się ponad 1000 czołgów, 700 bojowych wozów piechoty, 400 bojowych wozów desantowych, 1700 transporterów opancerzonych.

Siły zbrojne Afganistanu składały się z jedenastu dywizji piechoty , trzech brygad pancernych, brygady komandosów. Armia ta liczyła blisko 100 tys. żołnierzy.

Siły partyzanckie początkowo były rozproszone na całym terytorium Afganistanu. Do końca 1988r., wszystkie ugrupowania opozycyjne posiadały ponad 4500 oddziałów liczących ponad 170 tys. ludzi. Aktywne działania bojowe prowadziła tylko połowa oddziałów. Uzbrojenie stanowiło 700 wyrzutni rakiet przeciwlotniczych, 1020 wyrzutni ppk, 86dział, 1440 dział bezodrzutowych, 2780 moździerzy, 4000 karabinów maszynowych, 10 000 granatników przeciwpancernych. Na ich uzbrojeniu były również zdobyczne czołgi T-55 i T-62 oraz samobieżne artyleryjskie wyrzutnie rakiet BM-21 i BM-27.
Według danych, udostępnionych w 1993r., podczas wojny w Afganistanie strona radziecka straciła 14 543 zabitych i zmarłych oraz 469 685 rannych i chorych. Ponadto wojska radzieckie straciły 118 samolotów, 333 śmigłowce, 147 czołgów, 1314 wozów bojowych i transporterów opancerzonych, 433 działa i moździerze, 11 369 samochodów. Straty strony afgańskiej zamknęły się w liczbie 1 500 000 zabitych i rannych. Mudżahedini dysponujący jedynie bronią lekką zmuszeni byli stosować formy walki wojny partyzanckiej. Istota przyjętej taktyki działań sprowadzała się do maksymalnego wykorzystania walorów obronnych terenu. Duża powierzchnia obszarów górzystych stwarzała dogodne warunki do organizowania baz wypadowych w niewielkiej odległości od terenów będących pod kontrolą wojsk radzieckich. Umożliwiało to podejmowanie różnorodnych działań nękających. Do najczęstszych metod walki należały: zasadzki, napady, bojowe uzbrojenie terenu i wykonywanie niszczeń. Każda z metod walki partyzanckiej wymagała odpowiedniej reakcji od sił rządowych.

Przebieg działań wojennych w Afganistanie wyłonił potrzebę opracowania nowych zasad taktyki dostosowanych do terenu działań i charakteru walk. Wojska radzieckie stosowały początkowo typowe metody walki wypracowane w okresie drugiej wojny światowej. Ich istota sprowadzała się do silnych uderzeń głęboko urzutowanych oddziałów pancernych i zmechanizowanych połączonych z wysadzaniem desantów taktycznych

na przeprawach i przełęczach znajdujących się na kierunku działań. Działania te szybko okazały się bezskuteczne w walce z partyzantami, którzy wycofując się pod osłoną zapór minowych na pobliskie pasma wzgórz (niedostępne dla wozów bojowych), prowadzili nękający ogień ze skrzydeł. Przy próbie zdobycia wzgórz, Mudżahedini stosowali wywoływanie lawin skalnych za pomocą wybuchów, uniemożliwiając przejezdność dróg, by następnie zniszczyć unieruchomione pojazdy. Ataki takie były przyczyną ogromnych strat wojsk radzieckich i afgańskich. W tej sytuacji Rosjanie wprowadzili nową metodę walki - połączenie działań oddziałów zmechanizowanych z działaniem eskadr śmigłowców szturmowych, transportowych i rozpoznawczych. Wyszukiwały one przeciwnika w terenie, lokalizowały jego pozycje, ubezpieczały oddziały lądowe a po nawiązaniu walki wspierały je ogniem broni pokładowej.[122]

Przykład konfliktu zbrojnego w którym uczestniczyły dwie armie o zbliżonej wielkości stanowi operacja „Pustynna Burza". Operację „Pustynna Burza" poprzedziła prowadzona pod auspicjami ONZ operacja ochrony Arabii Saudyjskiej pod nazwą „Pustynna Tarcza". Równocześnie z tą operacją formowano koalicję państw występujących w obronie Kuwejtu. W miarę napływu sił do Arabii Saudyjskiej zaczęła się rysować możliwość operacji mającej na celu usunięcie wojsk irackich, miała ona nosić kryptonim „Pustynna Burza". W trakcie trwania operacji osłony Arabii Saudyjskiej zakładała ona działania powietrzno-lądowo-morskie w dwóch etapach:

- pierwszy etap miał obejmować operację powietrzną w celu likwidacji obrony przeciwlotniczej i lotnictwa przeciwnika oraz obezwładnienia sił lądowych - "Pustynna Burza",
- drugi etap miał obejmować operację wojsk lądowych wspieranych przez siły powietrzne i morskie - "Pustynny Miecz".

Operacja powietrzna „Pustynna Burza" rozpoczęła się 17.01.1991r o godzinie 3.00 i polegała na wykonaniu uderzeń lotniczych, rakietowych oraz zakłóceń radioelektronicznych przeciwko wojskom irackim. Operacja składała się z trzech faz. Celem pierwszej fazy było zniszczenie sił powietrznych oraz systemu OPL Iraku, łączności państwowej, broni jądrowej i zakładów produkujących materiały do budowy głowic jądrowych, składów bojowych środków trujących i broni biologicznej, systemu dróg kołowych, mostów i transportu kolejowego, a także składów z paliwem. Celem drugiej fazy było zniszczenie systemu OPL wojsk

[122] J.Kajetanowicz, Działania wojsk lądowych podczas wojny w Afganistanie, Nowa Technika Wojskowa 4/95, s.4 – 8.

znajdujących się w Kuwejcie i południowym Iraku, zdobycie panowania w powietrzu w tym obszarze, przerwanie linii zaopatrzenia oraz izolacja irackiego Południowego Zgrupowania Wojsk. Celem trzeciej fazy była neutralizacja irackiego zgrupowania wojsk w Kuwejcie poprzez zniszczenie broni pancernej, artylerii i siły żywej oraz obezwładnienie odwodów operacyjnych.

Państwa biorące udział w operacji powietrznej w ramach koalicji ONZ wydzieliły 1820 samolotów bojowych (z tego USA - 1376). Irackie siły powietrzne dysponowały 570 samolotami, z czego połowę stanowiły przestarzałe MIG-21, Su-20. Irak posiadał też rozwinięty system OPL składający się z 17 000 pocisków rakietowych i 9 000- 10 000 dział przeciwlotniczych.

W ciągu pierwszych dwóch tygodni nalotów lotnictwo Sprzymierzonych obezwładniło ok. 60% stanowisk dowodzenia i 30% systemów łączności wojsk lądowych. Aktywność irackich stacji radiolokacyjnych została zmniejszona o 95%. Kolejne 21 dni ataków z powietrza spowodowały straty wśród wojsk irackich sięgające: 1700 czołgów (39%), 925 BWP i TO (32%), 1485 dział (48%). Lotnictwo Sprzymierzonych zniszczyło 85% sieci wysokiego napięcia oraz znaczną liczbę przepompowni i składów materiałów pędnych i smarów, co zakłóciło pracę tyłów. Oddziaływanie lotnictwa spowodowało 10-krotny spadek dostaw zaopatrzenia.

W operacji tej Sprzymierzeni wykorzystali najnowocześniejsze systemy uzbrojenia: bomby z laserowymi i termowizyjnymi układami naprowadzania, bomby paliwowo-powietrzne, manewrujące pociski rakietowe, najnowsze generacje pocisków" powietrze-powietrze", "powietrze-ziemia", pocisków przeciwradiolokacyjnych, samoloty F-117A (trudno wykrywalne przez naziemne środki radiolokacyjne) oraz inne systemy uzbrojenia.

Kampania powietrzna wykazała olbrzymią skuteczność współczesnego lotnictwa. Większość irackich pierwszorzutowych ZT utraciła zdolność bojową, ponosząc straty powyżej 50% stanów wyjściowych. Inne dywizje ucierpiały w niewiele mniejszym stopniu. Dzięki lotnictwu porównywalne w początkowej fazie wojny siły lądowe stały się siłami o olbrzymich dysproporcjach.

Główne uderzenie sił Sprzymierzonych zostało wykonane na słabo bronionym zachodnim skrzydle zgrupowania irackiego z zamiarem jak najszybszego wyjścia nacierających związków operacyjno-taktycznych na jego tyły.

Stosunki sił dwóch armii były następujące:

-w stanie osobowym: 1,3 : 1 dla Sprzymierzonych,

-w czołgach: 1,0 : 1,01 dla Iraku,

-w działach: 1,4 : 1,0 dla Sprzymierzonych,

-w śmigłowcach: 13,4 : 1,0 dla Sprzymierzonych,

-w samolotach: 3,2 : 1,0 dla Sprzymierzonych.[123]

W trakcie natarcia Sprzymierzonych, opór Irakijczyków był bardzo słaby, a silne przygotowanie artyleryjskie i ciągłe wsparcie śmigłowców uderzeniowych powodowało ich wycofanie lub poddawanie się. Artyleryjskie systemy rozpoznawcze pozwalały Sprzymierzonym nakrywać ogniem artylerii baterie irackie przed zmianą stanowisk po oddaniu salwy. Czas wykrycia celów i reakcji ogniowej wynosił 8 - 10s.

Sukcesy Sprzymierzonych należy przypisać między innymi trafnemu wyborowi ugrupowania bojowego na szczeblu taktycznym. Regułą było, że przed dywizjami nacierały rozpoznawcze pułki i bataliony pancerne co pozwoliło na dokładne rozpoznanie przeciwnika i zabezpieczało wejście do walki sił głównych w wypadku przeważających sił przeciwnika. Brygady podzielone były na samodzielne zgrupowania bojowe w sile wzmocnionego batalionu, a zgrupowania te nacierały w szyku w kształcie klina , co okazało się bardzo skuteczne. Piechotę używano w wyjątkowych sytuacjach. Zgrupowania pancerne były poprzedzane przez śmigłowce rozpoznawcze i szturmowe. Wykonanie uderzenia w najsłabsze miejsce obrony przy jednoczesnym wprowadzaniu przeciwnika w błąd co do kierunku głównego uderzenia i szybkie oskrzydlenie zgrupowania irackiego odbyło się przy niewielkich stratach własnych w krótkim czasie.

Wyposażenie wojsk koalicji w najnowocześniejsze systemy rozpoznania, dowodzenia i łączności (między innymi w satelitarny system nawigacyjny GPS) pozwalało na swobodne manewrowanie wojskami po pustyni zarówno w dzień jak i w nocy. Kolejną przyczyną błyskawicznego zwycięstwa Sprzymierzonych była ogromna przewaga w technologii i wyszkoleniu. Parametry sprzętu irackiego znacznie ustępowały zachodniemu wyposażeniu np. czołgi M1A1 Abrams, czy Challenger mogły niszczyć irackie czołgi spoza zasięgu ich skutecznego ognia. Ważnym czynnikiem było niskie morale Irakijczyków, którzy w wyniku ciągłych nalotów i braków w zaopatrzeniu poddawali się szybko nie stawiając większego oporu. Trzeba też zauważyć, że Sprzymierzeni nie mieli praktycznie żadnych

[123] Dodatek do Przeglądu Wojsk Lądowych Nr7/91 ,Warszawa 1991.

problemów z paliwem, amunicją, wodą i żywnością, zatem zwyciężyli również pod względem zabezpieczenia logistycznego.

„Pustynna Burza" wykazała, jak mylące mogą być wyobrażenia o możliwościach obronnych sił zbrojnych na podstawie danych liczbowych. Ilość żołnierzy, samolotów, śmigłowców, czołgów i dział przestała być właściwym wskaźnikiem. Zbliżone do siebie pod względem wielkości dwie armie okazały się całkowicie różne pod względem efektywności działania. Wpływ na to miały przede wszystkim dysproporcje w ilości i jakości samolotów rozpoznawczych i uderzeniowych oraz śmigłowców. Przewaga w tej dziedzinie była olbrzymia.

Racjonalnie działać i odnosić zwycięstwo w każdej walce zbrojnej, oznacza, że kosztem jak najmniejszych strat własnych, trzeba poznać istotę przewagi zarówno własnej, jak i przeciwnika, określić kryteria jej oceny i znaczenie dla obu przeciwstawnych stron, ustalić mechanizmy, które pozytywnie i negatywnie wpływają na procesy jej kształtowania, zbadać zmienne wartości przewagi, zwłaszcza te, które warunkują powodzenie w działaniach wojennych, a następnie podjąć zabiegi w celu odpowiedniego jej wykorzystania.
Tego typu „przepisy" na uzyskanie przewagi dostarcza nam literatura przedmiotu. Pozostaje jedynie problem analitycznego (jeśli to tylko możliwe!) ujęcia tych kategorii w postaci modelu matematycznego. W niniejszej rozprawie podjęto właśnie taką próbę.

Analiza czynników mających wpływ na wielkość przewagi wskazuje jednoznacznie na potrzebę wyodrębnienia dwóch kategorii:

- czynników stymulujących przewagę (wpływających na wzrost przewagi),
- czynników wpływających destrukcyjnie (obniżających wartość przewagi).

Wyróżnione wyżej kategorie czynników reprezentowane są w proponowanym modelu przewagi odpowiednio przez współczynniki α i β. Na oba rodzaje współczynników α i β składają się czynniki wymierne i trudno mierzalne. Wzrost przewagi nad przeciwnikiem można jednoznacznie określić poprzez obliczenie stosunku sił walczących stron w kolejnych fazach konfliktu. Stosunek sił walczących stron jest zmienny w czasie, a jego wartość odzwierciedla wpływ współczynników α i β na przebieg walki. Od właściwego określenia tych współczynników zależy wiarygodność otrzymanych wyników.

Rozpatrując walkę zbrojną nie sposób pominąć głównych jej czynników. Przypomnijmy te czynniki wskazując jednocześnie na wyraźny ich podział na dwie grupy. Znaczkiem V objęte będą te elementy, które zawierają w sobie trudno mierzalny czynnik jakościowy.
Do elementarnych czynników walki zbrojnej na szczeblu taktycznym zaliczamy:

- rażenie,
- ruch,
- informację.[124]

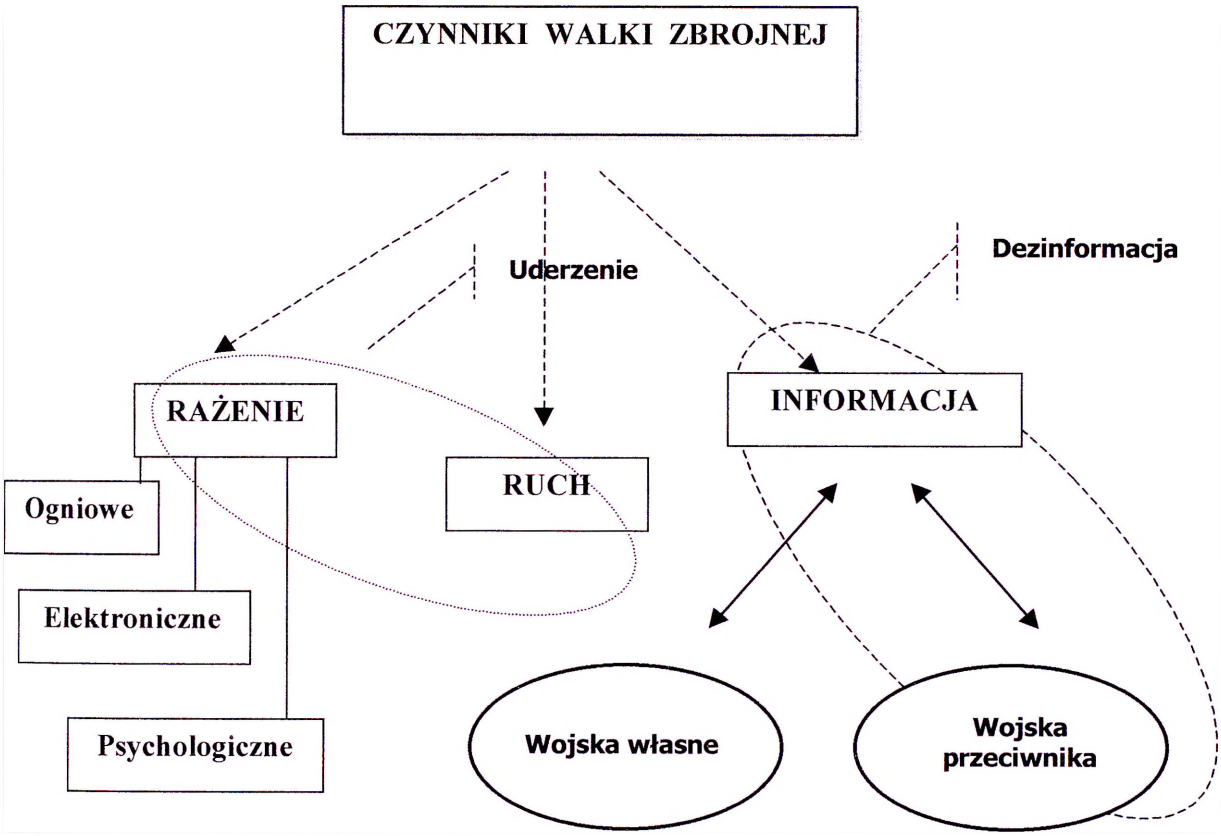
Według zasad obowiązujących w NATO, klasyfikacja czynników walki jest nieco inna: do głównych elementów walki zalicza się rażenie i ruch, zaś czynnikami walki są siły, obszar i czas.[125] Regulamin działań wojsk lądowych podaje elementarne czynniki operacyjne, są to: siły, obszar, czas i informacja. Czynniki te mają zgoła inny charakter niż w działaniach taktycznych. Wynika to z odmiennej roli jaką w obu rodzajach działań spełnia cel, czas i miejsce działania sił. Większość decyzji do działań operacyjnych będzie podejmowanych na podstawie niepełnych informacji, stąd miejsce informacji w elementarnych czynnikach operacyjnych.[126]

Oprócz podstawowych czynników walki występują czynniki złożone. Złożone czynniki walki powstają poprzez łączenie czynników podstawowych. Oznacza to, że w rzeczywistości nigdy nie mamy do czynienia tylko z jednym „czystym" czynnikiem walki. Jest to dodatkowy powód poszukiwania zagregowanych współczynników α i β, o których jest mowa wyżej.

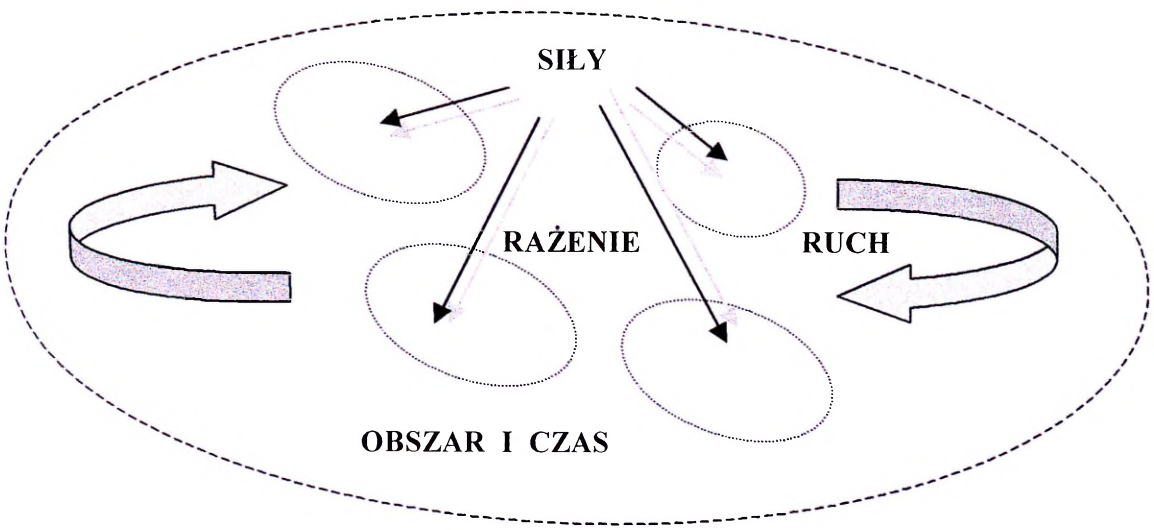
Rażenie jest to bezpośrednie destrukcyjne, fizyczne, psychologiczne lub informacyjne oddziaływanie na siły i środki przeciwnika.
Rażenie dzielimy na :

- rażenie ogniowe,[127]
- rażenie elektroniczne,
- rażenie psychologiczne.

[124] S.Koziej, Podstawy i zasady sztuki wojennej, Warszawa 1993, s.100.
[125] M.Wiatr, Działania operacyjne według poglądów NATO, Warszawa 1988, s.21.
[126] Regulamin działań wojsk lądowych, Warszawa 1999 s.11.
[127] O przewadze ogniowej traktuje między innymi opracowanie: Cz. Jarecki, Przewaga ogniowa warunkiem powodzenia działań zaczepnych. Sposoby jej uzyskania i utrzymania, AON, Warszawa 1992.



Rys.5.2. Czynniki walki zbrojnej.
Źródło: opracowanie własne.



Rys.5.3. Elementy i czynniki walki wg poglądów NATO.
Źródło: opracowanie własne.

Rażenie ogniowe jest całkowicie pozbawione trudno wymiernego czynnika jakościowego.[128]

W przypadku rażenia elektronicznego czynnik ten zarysowuje się na tyle intensywnie na ile intensywne będą działania tego typu. Rażenie psychologiczne zawiera w sobie całkowicie czynnik jakościowy, zupełnie przeciwnie do rażenia ogniowego.

Rażenie elektroniczne jest to działalność prowadzona za pomocą sił i środków radiowych oraz radiolokacyjnych, której celem jest paraliżowanie systemów informacyjnych przeciwnika, zwłaszcza jego elementów rozpoznania i dowodzenia.

Rażenie psychologiczne jest to oddziaływanie na przeciwnika w taki sposób aby osłabić jego wolę walki i utwierdzić go w przekonaniu, że działania zbrojne które prowadzi są bezcelowe i nie przyniosą pożądanego efektu.

Wyróżnia się obezwładnianie :

- aktywne,
- pasywne,
- dywersyjne.[129]

Ruch stanowi wszelkie przesunięcia, zmiany rozmieszczenia sił i środków. Ruch może być wykonywany bezpośrednio przed lub po starciu w celu zajęcia dogodnego położenia i uzyskania oraz wykorzystania przewagi sytuacyjnej.[130]

---

[128] Rażenie ogniowe to :

- ogień bezpośredni pododdziałów piechoty i czołgów
  - umożliwia realizację zadań taktycznych,
  - zapewnia zniszczenie lub obezwładnienie sił żywych i środków walki przeciwnika znajdujących się bezpośrednio w zasięgu obserwacji i ognia,
  - mocno powiązany jest z właściwościami terenu,
- ogień środków wsparcia
  - ogień artylerii,
  - uderzenia rakietowe i lotnicze,
  - działalność innych środków rażenia np. inżynieryjnych (ze względu na zakres zadań i cel działalności ogniowej wsparcie ogniowe dzielimy na: bezpośrednie i ogólne),
- ogień środków obrony powietrznej
  - ciągłe rozpoznanie przestrzeni powietrznej,
  - działalność ogniowa wojsk lotniczych i obrony powietrznej,
  - działalność specjalistycznych oddziałów i pododdziałów obrony plot. wojsk lądowych i MW,
  - przedsięwzięcia w ramach powszechnej OPL.

[129] M.Huzarski, Zagadnienia taktyki wojsk lądowych, Wyd. Adam Marszałek, Toruń 1999, s.40.

[130] Podstawową formą ruchu jest manewr. Rodzajami manewru są:

- podejście,
- oskrzydlenie,
- obejście,
- przenikanie,
- odejście.

Informacja jest czynnikiem sterujący przygotowaniem i prowadzeniem walki zbrojnej, powinna ona cechować się przede wszystkim dużą wiarygodnością, dokładnością i aktualnością. Informacja zawiera :

- informacyjne oddziaływanie na wojska własne (dowodzenie),
- informacyjne oddziaływanie na przeciwnika:
  - dezinformacja,
  - walka radioelektroniczna,
  - maskowanie.

Informacja i jej logiczne zaprzeczenie – dezinformacja, są tymi czynnikami walki zbrojnej, które najwydatniej odzwierciedlają wpływ trudno mierzalnego czynnika jakościowego na walkę. Ma to swoje uzasadnienie w tym, że działalność człowieka we współczesnym świecie wymaga korzystania z wielu informacji. Informacja stała się nieodzownym atrybutem wszelkich poczynań za sprawą przeobrażeń niemal we wszystkich dziedzinach życia, jakich świadkami wciąż jesteśmy. Oprócz zasobów demograficznych, surowcowych i energetycznych, zasoby informacyjne obejmujące osiągnięcia nauki, kultury i sztuki stanowią najistotniejszy czynnik potencjału cywilizacyjnego.[131]

Bez racjonalnie ukształtowanej sfery informacyjnej nie może efektywnie funkcjonować współczesne społeczeństwo, państwo - jego administracja, nauka i szkolnictwo, kultura, gospodarka narodowa i wreszcie siły zbrojne. Informacja stanowi potężną siłę, zdolną zmienić podjęte przez przeciwnika decyzje wielkiej wagi. Tak charakterystyczny dla okresu „trzeciej fali" gwałtowny rozwój elektroniki i znaczny wzrost intensywności obiegu informacji znalazł swoje odbicie w sposobie prowadzenia wojen.[132] Na polu walki pojawiła się nowa technika zdobywania, przekazywania i przetwarzania danych. „Wchłonięto" elektronikę do procesów rozpoznawania, systemów uzbrojenia oraz procedur planowania, organizowania i nadzorowania walki. Stworzono nowe rodzaje amunicji o cechach „inteligentnych". Udoskonalono też środki przenoszenia broni. Skrócono w sposób zasadniczy czas reakcji ogniowej, znacznie zwiększono stopień manewrowości wojsk. Wszystko to sprawiło, że dostrzeżono rosnącą rolę walki informacyjnej. W walce zbrojnej układy informacyjne są systemami służącymi do zdobywania informacji o przeciwniku

---

[131] Świat „globalną wioską", ludzkość powiązana siecią „elektronicznej wioski" społeczeństwa trzeciej fali – znajdujemy w książce A.Toffler, Trzecia fala, PIW, Warszawa 1997, s.313.

[132] L.Ciborowski, R.Polko, Planowanie i organizowanie walki zbrojnej według poglądów NATO, cz.II, Informacyjna preparacja pola walki, AON, Warszawa 1996, s.8-9.

i obszarze zmagań zbrojnych oraz do przekazywania informacji o własnych procesach dowodzenia i kierowania uzbrojeniem. Istotą walki informacyjnej jest zatem stwarzanie sytuacji utrudniających przeciwnikowi podejmowanie trafnych decyzji, wykonywanie sprawnych ruchów wojskami i precyzyjnych uderzeń ogniowych przy jednoczesnej obronie przed tym samym własnych wojsk Jest to nic innego, jak dezorientowanie przeciwnika w sytuacji pola walki, komplikowanie jego warunków działania i w efekcie tego zmuszanie go do podejmowania błędnych decyzji. Podstawą sukcesu w walce zbrojnej jest zawsze precyzja rażenia i czas reakcji ogniowej.[133]

Wielu teoretyków wojskowych wypowiada się, że przyszłą walkę zbrojną cechować będzie bardzo duża manewrowość, ukierunkowana na ciągłe i szybkie zajmowanie dogodniejszego położenia w stosunku do przeciwnika.[134] Do osiągnięcia tego niezbędna będzie znajomość sytuacji po stronie przeciwnika, tak w przedniej strefie, jak i w głębi ugrupowania. Wykonujący manewr musi dysponować stosownymi środkami wykrywania, lokalizacji i zwalczania elementów ugrupowania przeciwnika, a dowódca musi mieć stworzone warunki do szybkiego podejmowania trafnych decyzji oraz sprawnego i skrytego wdrażania ich do realizacji. Warunki ku temu stwarza właściwie i pomyślnie przeprowadzona walka informacyjna. Stąd też, wymogi przyszłego pola walki nadają walce informacyjnej nową jakość. Doświadczenia ostatnich konfliktów zbrojnych wraz z rozwojem techniki komputerowej, skłaniają do traktowania sił i środków przeznaczonych do prowadzenia walki informacyjnej jako specjalistycznej służby, funkcjonującej pod jednolitym dowództwem.

O wadze informacji mówią doświadczenia z wojen jakie miały miejsce w drugiej połowy XX wieku. Każdy konflikt zbrojny poprzedzała walka informacyjna w myśl tezy, że nie jest możliwe odniesienie zwycięstwa zbrojnego bez wcześniejszego pokonania systemów informacyjnych przeciwnika. Konflikty lokalne ostatnich łat dowodzą również, że w walce zbrojnej znaczącą przewagę odniesie ten, kto uzyska informacje o punktach, które w danej sytuacji są punktami kluczowymi. Współcześnie mówi się, że wszelkie działania związane z walką informacyjną sprowadzają się do oszukania przeciwnika, głównie przez dostarczenie mu nieprawdziwych wiadomości i wytworzenia błędnego obrazu położenia i zamiarów własnych wojsk. To zaś, powinno doprowadzić do podejmowania przez przeciwnika nietrafnych decyzji, co zapewne nie pozostanie bez wpływu na wynik końcowy

[133] B.Balcerowicz, Pokój i „nie-pokój", Bellona, Warszawa 2001, s.173-174.
[134] Z.Ścibiorek, Rozważania o obronie, Bellona, Warszawa 1993, s.51.

starcia zbrojnego. Przykładem wykorzystania informacji jako broni był konflikt w Zatoce Perskiej. Podczas tego konfliktu mogliśmy śledzić działania wojenne niemal na żywo z tym, że niestety nieprawdziwe. Wszystko to, co obecnie obserwujemy, stanowi postęp myśli w sferze militarnej znacznie wykraczający poza wczesne koncepcje wojny elektronicznej.[135]

„Pulsacyjność" działań taktycznych, manewrowość, ruch i jego istota, dynamika pola walki, walka informacyjna, elektroniczny wymiar pola walki – to tylko niektóre terminy, które coraz częściej pojawiają się w opracowaniach dotyczących przyszłych działań wojennych. Stosunkowo łatwo jest pisać o tych elementach, trudniej natomiast je modelować (patrz powyższy opis walki informacyjnej). Tego typu sytuację dobrze oddają myśli zawarte w publikacji PAN dotyczącej wspomagania decyzji[136]. Czytamy tam, że w wielu zagadnieniach optymalizacyjnych, jakie występują między innymi w badaniach operacyjnych, teorii sterowania itp. udaje się przedstawić z zadowalającą dokładnością, funkcję opisującą cel działalności. Funkcję tę nazywa się zwykle funkcją celu. Udaje się też sformułować problem optymalizacyjny, zadając wraz z funkcją celu ograniczenia charakteryzujące dopuszczalny obszar rozwiązań. Następnie, stosując jedną z dobrze znanych technik optymalizacyjnych uzyskuje się rozwiązanie w formie jawnej (explicite) lub w formie numerycznej. Dzieje się tak w przypadku dobrze sformułowanych, a raczej „elegancko" opisanych klasycznych problemów. Istnieją jednak problemy optymalizacyjne w których cele działania są uzależnione od subiektywnych cech decydenta. Tak jest między innymi w psychologii, socjologii, naukach społecznych jak również w grupie problemów których dotyczy niniejsza dysertacja. W takich przypadkach mówi się nie o funkcji celu, lecz o funkcji użyteczności decydenta. Od trafnego zadania postaci funkcji użyteczności zależeć będzie poprawność opisu rozważanego procesu. Jaką zatem postać powinna mieć funkcja użyteczności? Czy są ogólne reguły budowy tej funkcji? Odpowiedź jest twierdząca a dostarcza ją lektura literatury ekonomicznej – omawiane tam zagadnienia dotyczą procesów

---

[135] Informacja może być też szkodliwa, dobitnych przykładów dostarczyła wojna falklandzka w 1982 roku, kiedy to jedna informacja podana przez BBC mogła zadecydować o wyniku całej wojny. Informacja dotyczyła niewypałów, które znaleziono na okrętach brytyjskich po nalotach argentyńskich. Okazało się, że prawie połowa bomb zrzuconych przez Argentynę, nie wybuchało. Samoloty latały zbyt nisko i nie wystarczało czasu na zapalenie się ładunku wybuchowego. Informacja ta nie powinna była nigdy ukazać się w środkach masowego przekazu. Obszerny opis znajdziemy w Regan G., The Guinness Book of Military Blunders, Guinness Publishing, London 1991, p.169 – 170.

[136] R.Kulikowski, M.Libura, L.Słomiński, Wspomaganie decyzji inwestycyjnych, IBS PAN, Warszawa 1998, s.27.

decyzyjnych dających się przenieść na zagadnienia zastosowań wojskowych. Funkcja użyteczności powinna być rosnąca oraz ściśle wklęsła[137].

Zbudowanie prostego, dynamicznego i weryfikowalnego modelu przewagi we współczesnych działań bojowych stało się inspiracją działań autora niniejszej rozprawy.

Wnioski:

Na podstawie przeprowadzonych powyżej rozważań wyodrębniono szereg czynników tworzenia przewagi w walce i operacji. Czynniki te zaszeregowano do czterech grup powstałych jako możliwe kombinacje następujących rodzajów czynników:

- materialnych (**M**),
- niematerialnych (**N**),
- mierzalnych (**m**),
- trudno mierzalnych (**t**).

Powstały zatem następujące grupy czynników:

- materialne mierzalne (**Mm**),
- materialne trudno mierzalne (**Mt**),
- niematerialne mierzalne(**Nm**),
- niematerialne trudno mierzalne (**Nt**).

Czynniki wzięte pod uwagę podczas tworzenia modelu przewagi:

- stopień gotowości bojowej (**Nm**),
- wykształcenie (w sensie przygotowanie do dowodzenia w różnych warunkach działania) (**Nt**),
- wyszkolenie wojsk (**Nm**),
- karność i zdyscyplinowanie (**Nt**),
- morale (wola walki) (**Nt**),
- efektywność działania struktur organizacyjnych (**Nm**),
- umiejętność wykorzystania środowiska walki (**Nt**),
- zdolność dowódców do elastycznego działania (**Nt**),
- przygotowanie psychiczne dowódców i żołnierzy (**Nt**),

[137] Optimization of survival strategy by application of safety dependent utility model by R.Kulikowski, Control and Cybernetics vol. 29 (2000) No. 1.

- zdolność do podejmowania ryzyka (**Nt**),
- manewr (ruch) (**Mm**),
- zaskoczenie (**Nt**),
- ekonomia sił (**Mm**),
- informacja (w sensie oddziaływania informacyjnego na wojska własne i przeciwnika (**Mm**),
- rażenie ogniowe (**Mm**),
- rażenie elektroniczne (**Mt**),
- rażenie psychologiczne (**Nt**).

Powyższy podział czynników tworzenia przewagi jest zbieżny z obecnymi poglądami teoretyków wojskowych.

Do czynników niematerialnych zaliczymy te, które trudno jednoznacznie określić lub zmierzyć

- *poziom wyszkolenia wojsk i dowództw,*
- *stopień gotowości bojowej,*
- *struktura organizacyjna,*
- *dyscyplina,*
- *umiejętność wykorzystania środowiska walki itp.*

Czyli te czynniki, które posiadając niebagatelny wpływ na rezultaty walki nie oddziałują bezpośrednio (fizycznie) na przeciwnika.

Czynniki materialne, związane są bezpośrednio z możliwościami destrukcyjnego oddziaływania oddziału na przeciwnika:

- *potencjał bojowy,*
- *możliwości ogniowe,*
- *możliwości manewrowe.*[138]

Wyjaśnienia wymaga jedynie, jawne umieszczenie potencjału bojowego wśród materialnych czynników tworzenia przewagi. W przedstawionej rozprawie jasno stwierdzono, że początkowy potencjał bojowy stron pozostających w konflikcie zbrojnym jest miarą wyjściowej przewagi (bądź jej braku) nad przeciwnikiem. Siłą rzeczy, potencjał bojowy jest materialnym i jednocześnie mierzalnym czynnikiem tworzenia przewagi w walce i operacji.

[138] Ścibiorek Z., Obrona związku taktycznego (oddziału), Materiał studyjny, AON, Warszawa 1999,s.46.

„Celem nauki jest szukanie najprostszego objaśnienia złożonych faktów (...) szukać prostoty i nie dowierzać jej."

Horacy

6. MATEMATYCZNE MODELE WALKI

Prace nad dynamicznym modelem przewagi prowadzone były przez autora w okresie 1992 – 2002 r. Poszukiwanie najlepszego i jednocześnie prostego w opisie (w sensie matematycznym) modelu, poparte było wnikliwą analizą literatury naukowej. Z zagadnieniem modelowania zjawisk przewagi nierozerwalnie łączy się model Lanchestera stanowiący obecnie klasykę w tej dziedzinie. Modyfikacje równań modelu Lanchestera wykonał Joshua Epstain proponując własny model, którego poprawność została sprawdzona na danych liczbowych pochodzących między innymi z okresu konfliktu w Zatoce Perskiej.

Dynamiczny model przewagi, będący oryginalną propozycją autora, został oparty na klasycznym modelu Lanchestera oraz na rozważaniach Joshua Epsteina.

Stąd, w rozprawie krótko odniesiono się do dwóch wymienionych wyżej modeli oraz podejmowanych prób ich modyfikacji.

6.1. MODEL WALKI LANCHESTERA

Przypomnijmy, postać równań Lanchestera jest następująca:

$$\begin{cases} \dfrac{dR(t)}{dt} = -bB(t)^{c_1} R(t)^{c_2} \\ \dfrac{dB(t)}{dt} = -rR(t)^{c_3} B(t)^{c_4} \end{cases}, \qquad (6.1)$$

gdzie: *r* i *b* są liczbami rzeczywistymi z przedziału (0, 1) i są to tzw. współczynniki efektywności Lanchestera. Współczynniki te są niekiedy interpretowane jako prawdopodobieństwo strat każdej z walczących stron w ciągu jednego dnia walki (dzienne prawdopodobieństwo strat),

$c_1, \ldots, c_4$ są wykładnikami potęg przy B(t) i R(t) i mogą przyjmować wartości liczbowe 0 lub 1.

Po stosownych przekształceniach matematycznych otrzymujemy cztery rodzaje rozwiązań, zależnie od wartości współczynników $c_1, \ldots, c_4$ (patrz tablica 6.1).[139]

Tablica 6.1. Możliwe warianty rozwiązania układu równań Lanchestera.

Rodzaj rozwiązania	c_1	c_2	c_3	c_4	rozwiązanie
liniowe	1	1	1	1	$b[B(0) - B(t)] = r[R(0) - R(t)]$
kwadratowe	1	0	1	0	$b[B(0)^2 - B(t)^2] = r[R(0)^2 - R(t)^2]$
logarytmiczne	0	1	0	1	$b\ln[B(0)/B(t)] = r\ln[R(0)/R(t)]$
Zasadzka (ang. ambush)[140]	1	1	1	0	$b/2[B(0)^2-B(t)^2] = r[R(0) - R(t)]$

Źródło: Joshua M. Epstein, The Calculus of Conventional War Dynamic Analysis without Lanchester Theory, Studies in Defence Policy, The Brookings Institution, Washington 1985, p.147.

Pierwszy, najprostszy wariant – wariant liniowy, opisuje walkę przy następujących warunkach początkowych:

- Dwie strony, biorące udział w walce, atakują jedna drugą. Każda ze stron jest w zasięgu działania broni przeciwnika,
- Walczące strony składają się z jednorodnych jednostek bojowych (posiadają jednakowe uzbrojenie). Przez jednostkę bojową rozumie się tutaj jednostkę uzbrojenia, przykładowo: karabin, działo, czołg, samolot itp.

[139] dokładną analizę przedstawionych tu rozważań można znaleźć w pracy Joshua M. Epstein, The Calculus of Conventional War Dynamic Analysis without Lanchester Theory, Studies in Defence Policy, The Brookings Institution, Washington 1985, p.146 – 156.

[140] Wariant zasadzki pozwala na modelowanie walk partyzanckich. Zostało dowiedzione, że oddziały partyzanckie, stosując odpowiednią taktykę, mogą prowadzić skuteczną walkę z siłami regularnymi. Ten rodzaj walk określa przypadek rozwiązania równań Lanchestera zwany wariantem „zasadzki".

- Każda ze stron, znając obszar zajmowany przez przeciwnika, prowadzi ogień bez znajomości jego skutków.
- Ogień jest równomiernie rozkładany na cały obszar rozmieszczenia przeciwnika.
- Walczące strony nie posiadają strat nie bojowych.
- W czasie walki siły stron nie są uzupełniane.

Walka rozpatrywana jest jako ciąg następujących po sobie starć (zdarzeń), stanowiący proces ciągły, o zmieniającej się ilości jednostek bojowych. Zakłada się ponadto, że wszystkie starcia zachodzą w jednakowych przedziałach czasowych, o pewnej wartości średniej, co pozwala na stosowanie metod rachunku różniczkowego.

Rozpatrzmy wariant równania kwadratowego (model walki o zależności kwadratowej). W modelu walki Lanchestera o zależności kwadratowej przyjmuje się następujące założenia:

- Każda jednostka bojowa dowolnej strony, dopóki nie jest zniszczona, oddaje ciąg strzałów z pewną średnią szybkostrzelnością; ciąg ten (dokładnie lub w przybliżeniu jest poissonowski).
- Każda jednostka bojowa jednej strony może prowadzić ogień do dowolnej jednostki drugiej strony i odwrotnie. Ogień jest celowany, tj. skierowany na zniszczenie ściśle określonej jednostki bojowej przeciwnika.
- Jednym strzałem nie można razić więcej niż jedną jednostkę bojową.
- Jeżeli jednostka bojowa została rażona, ogień natychmiast zostaje przenoszony na inną, a jednostka rażona nie bierze dalszego udziału w działaniach bojowych.
- Nie bierze się pod uwagę czasu lotu pocisku do celu, gdyż jest on bardzo mały w porównaniu z ogólnym czasem trwania walki.
- W dowolnej chwili czasu ogólna efektywność bojowa każdej strony jest proporcjonalna do wartości średniej przypadkowo nie zniszczonych jednostek bojowych. Jest to szczególnie ważne dla bardzo licznych zgrupowań wojsk.[141]

[141] M. Ciechanowicz i inni, Wybrane metody optymalizacji decyzji, MON, Warszawa 1969, s.128.

W przypadku modelu walki o zależności kwadratowej, równania Lanchestera przyjmują postać:

$$\begin{cases} \dfrac{dR(t)}{dt} = -bB(t) \\ \dfrac{dB(t)}{dt} = -rR(t) \end{cases}. \qquad (6.2)$$

Postulując rozwiązanie w postaci:

$$B(t) = Ae^{\alpha t} + Be^{-\alpha t} \qquad (6.3)$$

i korzystając z tablicy 6.1 celem określenia postaci rozwiązania $R(t)$ otrzymujemy:

$$B(t) = \frac{1}{2}\left\{\left[B(0) - \sqrt{r/b}R(0)\right]e^{\sqrt{rb}t} + \left[B(0) + \sqrt{r/b}R(0)\right]e^{-\sqrt{rb}t}\right\} \qquad (6.4)$$

oraz

$$R(t) = \frac{1}{2}\left\{\left[B(0) - \sqrt{b/r}B(0)\right]e^{\sqrt{rb}t} + \left[R(0) + \sqrt{b/r}B(0)\right]e^{-\sqrt{rb}t}\right\}. \qquad (6.5)$$

Powyższe rozwiązanie uzyskano przy założeniu stałych w czasie współczynników efektywności działań r i b. Z zależności (6.4) i (6.5) widać, że siły walczących stron zależą jedynie od czasu i wielkości sił początkowych. W zależnościach tych nie uwzględniono prędkości wycofywania. Innymi słowy, według równań Lanchestera prędkość wycofania nie wpływa na wielkość poniesionych strat. Zatem, powyższe zależności nie nadają się do opisu prędkości przesuwania się frontu jako funkcji zmian stosunku strat określonych równaniami (6.1). Rozwiązania równań Lanchestera dają te same wyniki zarówno w obronie z elementami wycofywania jak i bez wycofywania. Dzieje się tak, z powodu tego, że nie ma tu sprzężenia zwrotnego pomiędzy prędkościami natarcia i prędkościami cofania.

Obliczymy jeszcze czas jaki upłynie od momentu rozpoczęcia walki do jej zakończenia. W tym celu należy przyrównać do zera równanie (6.5) i obliczyć czas t_k. Dokonując stosownych przekształceń otrzymujemy:

$$t_k = \left(\frac{1}{rb}\ln\frac{R(0) + \sqrt{b/r}B(0)}{\sqrt{b/r}B(0) - B(0)}\right)^{1/2}. \qquad (6.6)$$

Na podstawie zależności (6.6) widać, że czas trwania walki zależy tu jedynie od stałych współczynników r i b i początkowej liczebności walczących stron.

Równania Lanchestera mają zastosowanie jedynie do walki na pewnym obszarze w określonym z góry czasie. W przypadku gdy czas walki „przesunie się", to wówczas staniemy przed problemem „przesunięcia" funkcji strat obu stron, a na pytanie jak to wykonać, niestety równania Lanchestera odpowiedzi nie dają.

Na uwagę zasługuje też przypadek równych sił początkowych obu stron. Wówczas, strony pozostają w sytuacji patowej (bez wyjścia). Odpowiada to równości:

$$b \cdot R(0)^2 = r \cdot R(0)^2 . \qquad (6.7)$$

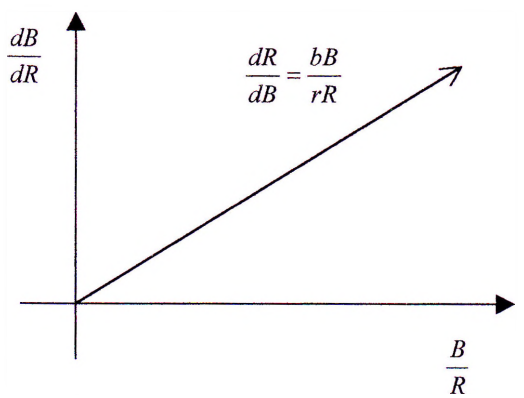
Innymi słowy, można powiedzieć, że stosunek efektywności b/r jest wówczas równy kwadratowi stosunku liczbowego sił $R(0)/B(0)$:

$$\frac{b}{r} = \left(\frac{R(0)}{B(0)}\right)^2 . \qquad (6.8)$$

Dzieląc równania (6.2) stronami otrzymujemy następującą zależność:

$$\frac{dR}{dB} = \frac{bB}{rR} . \qquad (6.9)$$

Powyższy przypadek „sytuacji bez wyjścia", można zilustrować graficznie (rys.6.1).



Rys. 6.1. Przypadek „sytuacji bez wyjścia".
Źródło: Joshua M. Epstain, The Calculus of Conventional War Dynamic Analysis without Lanchester Theory, Studies in Defence Policy, Washington 1985, p.154.

Zależność (6.9) ma sens jedynie dla $r > b$. Na podstawie zależności (6.9) i rys. 6.1 można napisać, że:

$$\frac{\partial}{\partial(B/R)}\left(\frac{dR}{dB}\right) = \frac{b}{r} > 0 . \tag{6.10}$$

Przypadek „zasadzki" – walki partyzanckiej (por. tablica 6.1) charakteryzuje poniższy układ równań:

$$\begin{cases} \dfrac{dR(t)}{dt} = -bB(t)R(t) \\ \dfrac{dB(t)}{dt} = -rR(t) \end{cases} . \tag{6.11}$$

W tym przypadku, ubytek sił partyzantów następuje według równań Dinera[142], a ubytek sił wojsk regularnych – według równań Lanchestera.

Wychodząc z układu równań Lanchestera o zależności kwadratowe, różniczkując powtórnie po czasie pierwsze równanie układu (6.2), otrzymujemy:

$$\frac{d^2R(t)}{dt^2} = -b\frac{dB(t)}{dt} . \tag{6.12}$$

Korzystając z drugiego równania układu (6.2) otrzymujemy następującą zależność:

$$\frac{d^2R(t)}{dt^2} - brR(t) = 0 . \tag{6.13}$$

Biorąc pod uwagę warunki początkowe: $R(0) = R_0$ i $B(0) = B_0$ dostajemy rozwiązanie układu w innej niż (6.4) i (6.5) postaci:

$$R(t) = R_0 \cosh\sqrt{brt} - B_0\sqrt{\frac{b}{r}}\sinh\sqrt{brt} , \tag{6.14}$$

$$B(t) = B_0 \cosh\sqrt{brt} - R_0\sqrt{\frac{r}{b}}\sinh\sqrt{brt} . \tag{6.15}$$

---

[142] Model Dinera został opracowany dla przypadku, kiedy walka jest słabo zorganizowana, nie uzyskuje się informacji o stanie przeciwnika i nie dokonuje się przenoszenia ognia. Przypadek ten jest przeciwstawny

Dzieląc równania (6.14) i (6.15) odpowiednio przez R_0 i B_0 oraz oznaczając:

$$\mu_R = \frac{R(t)}{R_0} \quad \text{siły „czerwonych” (jednostki umowne),} \qquad (6.16)$$

$$\mu_B = \frac{B(t)}{B_0} \quad \text{siły „niebieskich” (jednostki umowne),} \qquad (6.17)$$

$$\tau = \sqrt{brt} \quad \text{czas (jednostki umowne),} \qquad (6.18)$$

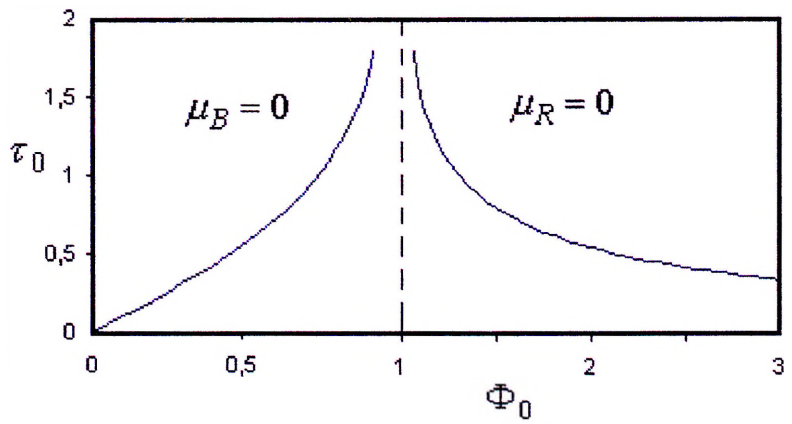
$$\Phi_0 = \frac{R_0}{B_0}\sqrt{\frac{b}{r}} \quad \text{przewaga początkowa,} \qquad (6.19)$$

otrzymujemy równoważną postać rozwiązania układu równań Lanchestera o zależności kwadratowej:

$$R(t) = \cosh\tau - \Phi_0^{-1}\sinh\tau, \qquad (6.20)$$

$$R(t) = \cosh\tau - \Phi_0\sinh\tau. \qquad (6.21)$$

Interpretacja przewagi początkowej Φ_0 została pokazana na rys. 6.2.



Rys.6.2. Interpretacja przewagi początkowej Φ_0 w modelu Lanchestera o zależności kwadratowej.

Źródło: Opracowano na podstawie: Przemieniecki J.S., Mathematical Methods in Defence Analyses, Air Force Institute of Technology, Washington, 1994, s.94.

---

do sytuacji opisywanych równaniami Lanchestera, zobacz M.Rybár i inni, Modelovanie a simulácia vo vojenstve, Ministerstvo Obrany Slovenskiej Republiky, Bratislava 2000, s.204 – 208.

Model walki Lanchestera (i jego liczne modyfikacje) pozwala na modelowanie walki w jej „starej" formie, gdzie dwie przeciwstawne strony walczą ze sobą na określonym z góry obszarze, w jasno określonej sytuacji bojowej. Przy pomocy równań różniczkowych można opisać różnorodne działania bojowe, gorzej jest z ich rozwiązaniem. Nierzadko, równań tych nie można rozwiązać w sposób ścisły. Pozostaje wówczas zadowolić się rozwiązaniem przybliżonym, którego uzyskanie należy powierzyć maszynie liczącej. Trzeba również zauważyć, że wybór rodzaju modelu, do konkretnych działań bojowych wcale nie jest łatwy, wymaga sporej wiedzy i doświadczenia z zakresu matematycznego modelowania zjawisk.

6.2. MODEL WALKI EPSTEINA[143]

Omówione wyżej mankamenty modelu Lanchestera stały się powodem poszukiwań nowych rozwiązań w tym zakresie. W trakcie walki, atakujący wymusza duże tempo działań w wyniku których jego siły maleją (ponosi straty). Jednakże, straty te są niekiedy mniejsze niż w przypadku zaniechania ataku. Atakujący stara się wywrzeć ekstremalnie duży nacisk na stronę przeciwną, czego powodem mogą być przyczyny strategiczne, operacyjne lub polityczne. Z kolei, tempo obrony narzucane jest przez (często przypadkowe) zmiany stosunku strat obrony do ataku. Atakujący może wybrać pozycję utrzymując tempo ataku lub może zmniejszyć tempo natarcia przez wycofanie – zmniejszenie prędkości. Czynniki operacyjne, taktyczne lub polityczne mogą uniemożliwić obronę na pewnym obszarze w ciągu określonego czasu. Zamiast liniowej zależności stosunku strat stron do stosunku ich sił w czasie trwania walki (patrz rys.6.1), generowanej przez model Lanchestera, należy wprowadzić przebieg nieliniowy, będący odzwierciedleniem kolejno następujących po sobie bitew i zatrzymań, charakterystycznych dla współczesnej wojny.

[143] Opisany tutaj model pochodzi z publikacji Joshua M.Epstein, The Calculus of Conventional War, Studies in Defense Policy, The Brookings Institution, Washington 1985.

Modyfikacja równań Lanchestera[144]

Dokonano zatem modyfikacji równań Lanchestera. Całkowite siły atakującego w chwili czasu t, wyrażono poprzez siły w chwili $(t-1)$ poprzedzającą chwilę t o jednostkę umowną:

$$A_g(t) = A_g(t-1) - \alpha(t-1) \cdot A_g(t-1), \qquad (6.22)$$

gdzie: $A_g(t)$ - bieżące siły strony atakującej,

$A_g(t-1)$ - siły strony atakującej w chwili $t-1$,

$\alpha(t-1)$ - tempo strat atakującego w chwili $t-1$.

Równanie (6.12) można przedstawić w postaci:

$$A_g(t) = A_g(t-1) \cdot [1 - \alpha(t-1)]. \qquad (6.23)$$

Dla strony broniącej się można zapisać:

$$D_g(t) = D_g(t-1) - \frac{\alpha(t-1)}{\rho} A_g(t-1), \qquad (6.24)$$

oznaczając: $D_g(t)$ - bieżące siły strony broniącej się,

$D_g(t-1)$ - siły strony broniącej się w chwili $t-1$,

ρ - stosunek strat strony atakującej do broniącej się w chwili $t-1$.

Dla strony atakującej można teraz napisać:

$$\alpha(t-1) \cdot A_g(t-1) = \frac{\alpha(t-1)}{\rho} A_g(t). \qquad (6.25)$$

Przyjmując wartość początkową ρ dla $t=1$ i znając zależność czasową współczynnika α - strat strony atakującej, możemy w sposób dynamiczny opisać walkę.

---

[144] Od momentu powstania klasycznej postaci modelu Lanchestera, wykonano szereg jego modyfikacji. Kolejni autorzy starali się w taki sposób „poprawić" równania Lanchestera, by dostosować je do wymogów zmieniającego się pola walki. Przykładowo: model „mieszany" (patrz: H.Brackney, The Dynamics of Military Combat, Operations Research, Vol.7, Jan.-Feb. 1959, pp.30-49, P.M.Morse, and G.E.Kimball, Methods of Operations Research, MIT Press

Oznaczając tempo wycofywania przez $W(t)$, maksymalne tempo wycofywania przez $W_{\max}$ oraz przyjmując $W(1)=0$ (dla początkowej chwili czasu), możemy napisać:

$$\alpha(t)=\alpha_g(t)\cdot\left[1-\frac{W(t)}{W_{\max}}\right], \qquad (6.26)$$

przy warunku $0 \le W(t) \le W_{\max}$.

W przypadku gdy strona broniąca się, nie będzie się wycofywać lub nie będzie mogła się wycofywać, to wówczas $W(t)=0$ i tempo walki zostanie zasadniczo zależne od strony atakującej. Wycofywanie rozpoczyna się dopiero wtedy, gdy tempo strat przewyższa pewien próg α_{dT}. Stąd, tempo obrony z wycofywaniem w chwili czasu t, jest funkcją tempa strat w chwili $(t-1)$, tj. $\alpha_d(t-1)$. Różnica tempa wycofywania obrony w dwóch kolejno po sobie następujących chwilach czasu, zależy od różnicy pomiędzy aktualnym tempem strat i progową wartością tempa strat α_{dT}, przemnożonej przez pewną funkcję tempa wycofywania $f(t)$, co można zapisać w postaci następującej zależności:

$$W(t)-W(t-1)=f(t)\cdot[\alpha_d(t-1)-\alpha_{dT}], \quad (6.27)$$

gdzie: $$f(x)=\frac{W_{\max}-W(t-1)}{1-\alpha_{dT}}.$$

Tempo strat dziennych strony atakującej $\alpha(t)$ jest odwrotnością „czynnika wymiany" ρ strat obrony przypadających na daną chwilę czasu $\alpha_d(t)$. W przypadku gdy, tempo strat strony broniącej się przewyższa wartość progową α_{dT}, wówczas w następnym przedziale czasowym tempo wycofywania będzie równe $W(t+1)$. Mamy wówczas do czynienia z ujemnym sprzężeniem zwrotnym – tempo strat atakującego wynosi $\alpha(t+1)$. Jeżeli w chwili czasu $(t-1)$ odnotowane tempo strat atakującego przekracza α_{aT}, atakujący zmniejsza prędkość

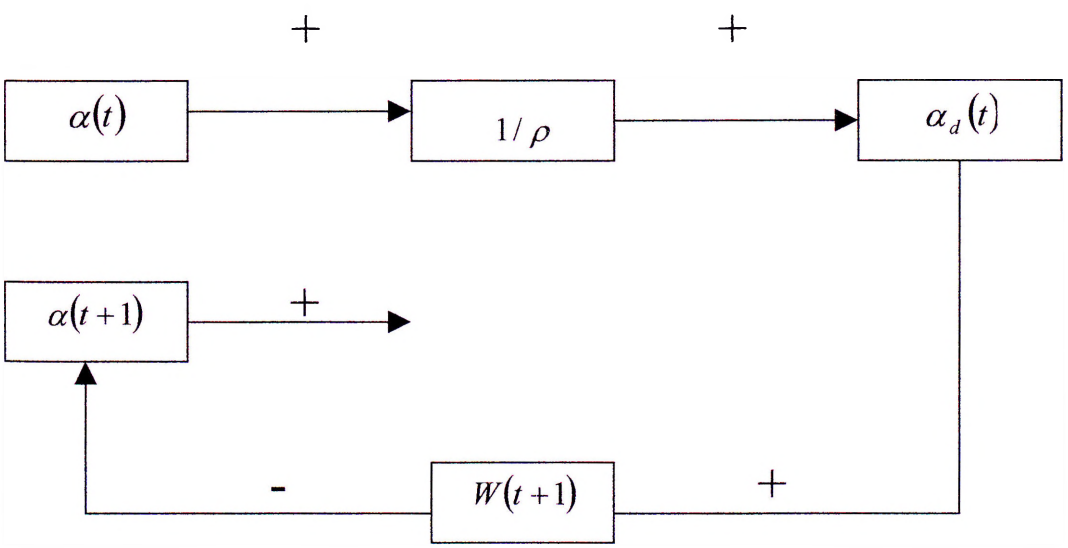
---

and Wiley, New York, 1951, pp. 71-73), model Helmbold'a (patrz: R.L.Helmbold, Decision in Battle: Breakpoint

prowadzenia działań bojowych $\alpha_g(t)$, zmniejsza tempo prowadzenia ataku. Jeżeli natomiast, tempo strat jest niższe niż α_{aT}, to atakujący przyspiesza poprzez zwiększenie α_{gT} - rys.6.3. Zmiana współczynnika α_{gT} dąży do zera, gdy tempo strat atakującego zbliża się do α_{aT}, wówczas równanie tempa ataku można zapisać w postaci:

$$\alpha(t) = \alpha_g(t-1) - \left[\frac{\alpha_{aT} - \alpha_g(t-1)}{\alpha_{aT}}\right] \cdot [\alpha_a(t-1) - \alpha_{aT}]. \quad (6.28)$$

W ten oto sposób, stosując połączenie klasycznego modelu Lanchestera oraz jego modyfikacji otrzymaliśmy dynamiczny model w którym możliwym stała się aproksymacja strat każdej ze stron.



Rys. 6.3. Mechanizm zmian tempa strat dziennych strony atakującej $\alpha(t)$.
Źródło: Joshua M. Epstain, The Calculus of Conventional War Dynamic Analysis without Lanchester Theory, Studies in Defense Policy, The Brookings Institution, Washington 1985, p. 123.

Hypotheses and Engagement Termination Data, Rand Corp., Santa Monica, CA, Rept. R-772-PR, June 1971).

Model walki Epsteina definiuje następujące zmienne:

$A_g(t)$ - siły atakującego w kolejnych umownych jednostkach czasu,

$\alpha_g(t)$ - współczynnik tempa prowadzenia ataku w danej chwili czasu t,

$\alpha(t)$ - dzienny współczynnik tempa strat,

α_{aT} - progowa wartość współczynnika strat,

$D_g(t)$ - współczynnik strat obrony w kolejnych umownych okresach czasu,

ρ - stosunek strat strony atakującej w stosunku do strony broniącej się,[145]

α_{dT} - progowa wartość współczynnika strat, zależna od sposobu wycofywania,

$\alpha_d(t)$ - bieżący współczynnik strat obrony,

$W(t)$ - tempo wycofywania (jednostki prędkości),

$W_{\max}$ - maksymalne tempo wycofywania (jednostki prędkości),

t - czas (jednostki umowne), $t = 1,2,3,...$

Uwzględniając wsparcie sił powietrznych, wprowadza się:

$D_a(t)$ - siły strony broniącej się w danej chwili czasu t,

$A_a(t)$ - siły strony atakującej w danej chwili czasu t,

K_a - straty obrony w pojazdach pancernych, w stosunku do strony atakującej,

K_d - straty w pojazdach pancernych, w stosunku do strat obrony przypadających na pojedynczą operację bojową,

S_a - bieżący współczynnik strat strony atakującej,

S_d - tempo operacji lotniczej w danej chwili t,

V - straty w pojazdach pancernych (przypadające na dywizję),

L - straty bezpowrotne (przypadające na dywizję),

---

[145] W tym modelu ρ jest interpretowane jako stała uśredniona, zależna od czasu, w przeciwieństwie do modelu Lanchestera, gdzie mimo, że pochodne dR(t) i dB(t) są funkcją czasu, to stosunek b/r pozostaje stały.

α_{da} - współczynnik strat obrony w pojedynczym locie bojowym,

α_{aa} - współczynnik strat strony atakującej w pojedynczej operacji lotniczej,

$ACAS(t)$ - straty bezpowrotne poniesione w jednostkowym (umownym) przedziale czasu przez stronę broniącą się,

$DCAS(t)$ - straty bezpowrotne poniesione w jednostkowym (umownym) przedziale czasu przez stronę atakującą.

Równania:

$$A_g(t) = A_g(t-1)\cdot[1-\alpha(t-1)] - DCAS(t-1), \tag{6.29}$$

$$D_g(t) = D_g(t-1) - \frac{\alpha(t-1)}{\rho}\cdot A_g(t-1) - ACAS(t-1), \tag{6.30}$$

gdzie: $\alpha(t) = \alpha_g(t)\cdot\left[1-\frac{W(t)}{W_{\max}}\right]$. (6.31)

Tempo wycofywania dane jest funkcją:

$$\begin{cases} 0 & ; \quad \alpha_d(t-1) \le \alpha_{dT} \\ W(t-1) + \left[\frac{W_{\max} - W(t-1)}{1-\alpha_{dT}}\right]\cdot[\alpha_d(t-1) - \alpha_{dT}] & ; \quad \alpha_d(t-1) > \alpha_{dT} \end{cases}, \tag{6.32}$$

przy czym:

$$\alpha_d(t) = \frac{D_g(t) - D_g(t+1)}{D_g(t)}. \tag{6.33}$$

Podstawiając $W(1)=0$, dla strony atakującej można napisać, że:

$$\alpha_g(t)=\alpha_g(t-1)-\left[\frac{\alpha_{aT}-\alpha_g(t-1)}{\alpha_{aT}}\right]\cdot[\alpha_a(t-1)-\alpha_{aT}], \tag{6.34}$$

gdzie:

$$\alpha_a(t)=\frac{A_g(t)-A_g(t+1)}{A_g(t)}\ . \tag{6.35}$$

Wyrażenia na współczynniki $DCAS(t)$ i $ACAS(t)$ są zupełnie symetryczne:

$$DCAS(t)=\frac{L}{V}\cdot D_a(1)\cdot(1-\alpha_{da})^{S_d(t-1)}\cdot\left[K_d\sum_{i=1}^{S_d}(1-\alpha_{da})^i\right], \tag{6.36}$$

oraz

$$ACAS(t)=\frac{L}{V}\cdot A_a(1)\cdot(1-\alpha_{aa})^{S_a(t-1)}\cdot\left[K_a\sum_{i=1}^{S_a}(1-\alpha_{aa})^i\right]. \tag{6.37}$$

Przy czym:

$$D_a(t)=D_a(1)\cdot(1-\alpha_{da})^{S_d(t-1)}\ , \tag{6.38}$$

oraz

$$A_a(t)=A_a(1)\cdot(1-\alpha_{aa})^{S_a(t-1)}\ . \tag{6.39}$$

Uwzględniając postęp geometryczny, równania (6.26) i (6.27) można zapisać następująco:

$$DCAS(t)=\frac{L}{V}\cdot D_a(1)\cdot(1-\alpha_{da})^{S_d(t-1)}\cdot K_d\left[\frac{1-(1-\alpha_{da})^{S_d+1}}{\alpha_{da}}-1\right], \tag{6.40}$$

oraz

$$ACAS(t) = \frac{L}{V} \cdot A_a(1) \cdot (1-\alpha_{aa})^{S_a(t-1)} \cdot K_a \left[\frac{1-(1-\alpha_{aa})^{S_a+1}}{\alpha_{aa}} - 1 \right]. \qquad (6.41)$$

Posługując się opisanym modelem, wykonano obliczenia na danych literaturowych oraz skonfrontowano wyniki z wynikami uzyskanymi metodą zaproponowaną przez autora niniejszej rozprawy, opisaną w rozdziale 6.3. (szczegóły obliczeniowe zamieszczono w załączniku A).

6.3. DYNAMICZNY MODEL PRZEWAGI

Dane są początkowe siły dwóch stron: R i B, których wielkość oznaczono przez R_0 oraz B_0. Pojęcie sił początkowych jest rozumiane szeroko i stanowi o potencjalnych możliwościach każdej ze stron, tak jak przedstawiono problem w rozdz. 4.5 niniejszej rozprawy. To od nich zależy w głównej mierze powodzenie bądź porażka przyszłych działań zbrojnych. Zatem, siły początkowe o których tu mowa są wielkościami całkowitego początkowego potencjału bojowego stron konfliktu zbrojnego. Proponuje się, stosunek sił podawać w postaci:[146]

$$\frac{R}{B}(t) = A \cdot f[\alpha(t), \beta(t)], \qquad (6.42)$$

gdzie $\alpha(t)$ i $\beta(t)$ są współczynnikami zmiennymi w czasie wprowadzonymi do modelu celem określenia czynników stymulujących i utrudniających działania strony R w odniesieniu do strony B,

A - stała (jej wartość została obliczona poniżej – patrz zależność 6.44),

t - czas.

Stosunek wielkości sił początkowych stron zaangażowanych w konflikt, proponuje się obliczać metodą zaproponowaną w rozdz. 4.5 niniejszej rozprawy.

Pomiędzy współczynnikami $\alpha(t)$ i $\beta(t)$ zachodzi zależność:

$$\alpha(t) + \beta(t) = 1, \qquad \text{dla} \qquad t = 1,2,3,...,t_{max}, \qquad (6.43)$$

przy spełnionych warunkach: $0 \le \alpha(t) \le 1$ oraz $0 \le \beta(t) \le 1$.

Zależnie od wartości $\frac{R}{B}(t)$ w danym czasie, można mówić o przewadze nad przeciwnikiem (wartość powyżej jedności) lub jej braku.

---

[146] Analityczna postać modelu tworzenia przewagi została zasygnalizowana w pracy H.Spustek, Analizy porównawcze potencjałów bojowych zgrupowań wojsk w konflikcie zbrojnym, AON, Warszawa 2002 s.41-56.

Wartość stałej A jest łatwa do obliczenia (przy znanej postaci funkcji $f[\alpha(t),\beta(t)]$), z zależności: $\frac{R}{B}(t_0=0)=\frac{R_0}{B_0}=A\cdot f[\alpha(t_0),\beta(t_0)]$,

$$A=\frac{R_0}{B_0\cdot f[\alpha(t_0),\beta(t_0)]}. \qquad (6.44)$$

Funkcję $f[\alpha(t),\beta(t)]$, określono tak aby jak najlepiej opisać proces tworzenia przewagi. Funkcja ta powinna przyjmować wartość równą jedności dla α=1 i β=0 (strona przeciwna nie stawia oporu - wariant zaskoczenia). W przypadku α=0 i β=1 wartość funkcji powinna być nieokreślona – absurdalne warunki początkowe, walka pozbawiona jest sensu przy współczynniku stymulującym równym zeru. Do dalszych rozważań użyto funkcji logistycznej opisanej w rozdziale drugim niniejszej rozprawy, danej równaniem (2.4).

Znaczenie parametru a (patrz zależność 2.4) łatwo wynika z charakteru zjawiska przewagi. Punkt kulminacyjny następuje przy $\frac{R}{B}=1$, co praktycznie oznacza przerwanie walki.[147] Współczynnik k określający prędkość zbliżania się do punktu kulminacyjnego (tzn. prędkość z jaka następuje wyrównanie sił walczących stron) jest równy współczynnikowi utrudniającemu walkę $-\beta$. Pozostaje jeszcze obliczenie współczynnika b występującego w równaniu (2.4). Wykonano to w sposób prosty, podobnie jak w opisanym wcześniej modelu Epsteina:

$$\begin{aligned} &t=0\Rightarrow\frac{R}{B}(0)=\frac{R_0}{B_0}=\frac{1}{1+be^0}\\ &R_0(1+b)=B_0\\ &b=\frac{B_0}{R_0}-1 \end{aligned} \qquad (6.45)$$

[147] „Punkt kulminacyjny traktuje się w natarciu jako okres w czasie i przestrzeni, gdy potencjał bojowy (siła bojowa) strony prowadzącej natarcie przestaje być wieksza niż możliwości obrońcy. Natomiast strona broniąca się osiąga punkt kulminacyjny, gdy nie jest już w stanie wykonać zwrotu zaczepnego lub kontynuować skutecznej obrony." - patrz: praca zbiorowa pod kier. M.Huzarski, Taktyka ogólna wojsk lądowych, AON, Warszawa 2001, s.8.

Teraz, wystarczy wstawić zależność (6.45) do (2.4) i wykonać elementarne przekształcenia algebraicznych otrzymując:

$$\frac{R}{B}(t)=\frac{1}{1+\left(\frac{B_0}{R_0}-1\right)\cdot e^{-\beta t}}=\frac{R_0 e^{\beta t}}{R_0\left(e^{\beta t}-1\right)+B_0}=$$
$$=\frac{B_0\cdot\frac{R_0}{B_0}e^{\beta t}}{B_0\cdot\left[\frac{R_0}{B_0}\left(e^{\beta t}-1\right)+1\right]}=\frac{k^{'}\cdot e^{\beta t}}{k^{'}\cdot\left(e^{\beta t}-1\right)+1}= \qquad (6.46)$$
$$=\frac{e^{\beta t}}{e^{\beta t}-1+\left(k^{'}\right)^{-1}}$$

Zatem, proponuje się wyrażenie stosunku sił walczących stron poprzez następującą zależność:

$$\frac{R}{B}(t)=\begin{cases}\frac{R_0}{B_0} & dla \quad \alpha=1,\beta=0\\ \frac{e^{\beta t}}{e^{\beta t}-1+k^{'}} & dla \quad \beta\in(0,1)\\ nieokreslony & dla \quad \alpha=0,\beta=1\end{cases}, \qquad (6.47)$$

gdzie: $k^{'}=\left(\frac{R_0}{B_0}\right)^{-1}$ określa odwrotność początkowego stosunku potencjałów bojowych strony R do strony B.

Stosunek sił początkowych stanowi w głównej mierze o powodzeniu, bądź porażce działań zbrojnych w ich początkowej fazie. Zatem, siły początkowe o których tu mowa są wielkościami całkowitego początkowego potencjału bojowego stron konfliktu zbrojnego R_0 oraz B_0. Wielkości te można interpretować, tylko wówczas, gdy rozważamy ich wzajemne stosunki, nigdy wartości bezwzględne.

Zadaniem współczynników α i β jest odzwierciedlenie mechanizmów wpływających pozytywnie i negatywnie na wynik walki a tym samym na przewagę nad przeciwnikiem.

W celu określenia wartości liczbowych tych współczynników, należy rozpoznać czynniki tworzenia przewagi w danych warunkach operacyjnych lub taktycznych oraz określić wymierne sposoby jej oceny.

Bazując na przykładzie obliczeniowym rozważanym w rozdziale 4.4 wykonano obliczenia zmiennego w czasie stosunku sił stron pozostających w konflikcie zbrojnym.

Określimy zatem, zależność stosunku sił od czasu, między przeciwnymi stronami w rodzaju uzbrojenia xxx, jeżeli po stronie własnej jest 30 szt. xxx, w tym 10 sztuk rodzaju pierwszego i 20 sztuk rodzaju drugiego, zaś po stronie przeciwnej 15 szt. xxx, w tym 5 sztuk rodzaju trzeciego i 10 sztuk rodzaju czwartego. Tabela niżej podaje hipotetyczne wartości współczynników jakości taktyczno - technicznej dla poszczególnych rodzajów uzbrojenia xxx.

Obliczenia wykonano przy założeniu:

- stałego w czasie współczynnika β na poziomie 0,3,
- zmiennego liniowo w czasie współczynnika β w zakresie 0,05 (początkowa faza walki) do 0,3 (faza końcowa).

W każdym przypadku obliczymy punkt kulminacyjny (przyjmiemy umowną jednostkę przedziału czasowego).

rodzaj	współczynnik
pierwszy	0,49
drugi	1,00
trzeci	1,00
czwarty	1,50

Pierwsza faza obliczeń – obliczenie początkowego stosunku sił obu stron, jest analogiczna do obliczeń przeprowadzonych w rozdziale 4.5 niniejszej rozprawy.

Wyniki zebrano w tablicy 6.2. Na podstawie wyników zawartych w tablicy 6.2 można stwierdzić, że przypadki: A, D, E, H, K nie podlegają dalszym rozważaniom ponieważ początkowy stosunek sił stron będących w konflikcie powinien być większy od jedności by walka mogła zakończyć się sukcesem. Przypomnijmy, początkowy stosunek sił warunkuje powodzenie w walce. Na jego wartość składa się zarówno posiadane uzbrojenie i możliwość jego użycia (zależne np. od warunków operacyjnych) jak i liczebności obu stron

pozostających w konflikcie zbrojnym. Zatem, początkowy stosunek sił nie jest tutaj „statycznym" wskaźnikiem, tak jak ma to miejsce w obowiązującej metodyce obliczania stosunków sił. Wartość jaką przyjmuje stosunek sił, jest wynikiem zależnym od wielu czynników (w tym niematerialnych) i może przyjmować różne wartości, zależne od bieżących uwarunkowań. Warunkiem koniecznym (tzn. takim, którego spełnienie jest bezwzględnie wymagane) rozpoczęcia walki, jest większy od jedności początkowy stosunek sił stron, tak w ataku jak i obronie.

Tablica 6.2. Wyniki pierwszego etapu analizy.

Przypadek	R_0 / B_0	Uwagi
A	0,99	$R_0 / B_0 < 1$
B	1,21	
C	2,12	
D	0,57	$R_0 / B_0 < 1$
E	1,10	
F	1,47	
G	1,67	
H	0,78	$R_0 / B_0 < 1$
I	1,34	
J	1,79	
K	1,23	
L	1,22	

Źródło: opracowanie własne.

Ze statycznej analizy możliwości stron pozostających w konflikcie zbrojnym często wynika, że początkowy stosunek sił przyjmuje wartość większą od jedności, tak jak ma to miejsce w analizowanym przykładzie. Tymczasem, rzeczywisty stosunek sił przyjmuje wartość znacznie mniejszą, często poniżej jedności (na ten fakt zwrócono uwagę w rozdziale 4.5).
Możliwa jest też sytuacja odwrotna. Statyczna analiza możliwości stron wskazuje na niekorzystny początkowy stosunek sił strony własnej do przeciwnej. Jednakże, warunki operacyjno – taktyczne sprawiają, że stosunek ten ulega znacznej poprawie na korzyść strony własnej.

W tablicy 6.3 zebrano wyniki generowane przez proponowany model dla wszystkich rozważanych przypadków, gdy początkowy stosunek sił był większy od jedności.

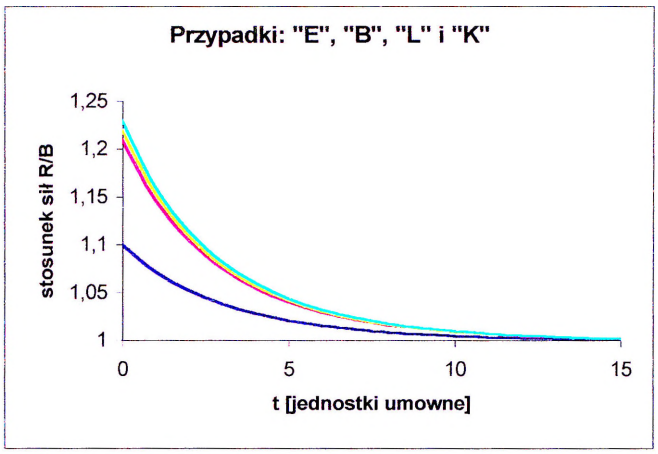
Analizując zebrane tam wyniki, można stwierdzić „przesuwanie się" w czasie punktu kulminacyjnego wraz ze wzrostem wartości początkowego stosunku sił.

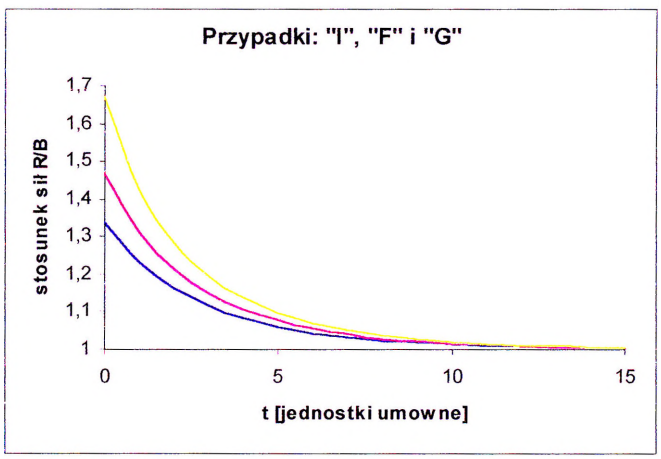
Tablica 6.3. Wyniki analizy dla $\beta = 0{,}3$ stałego w czasie trwania walki (Grubą linią zaznaczono punkt kulminacyjny dla każdego z rozpatrywanych przypadków).

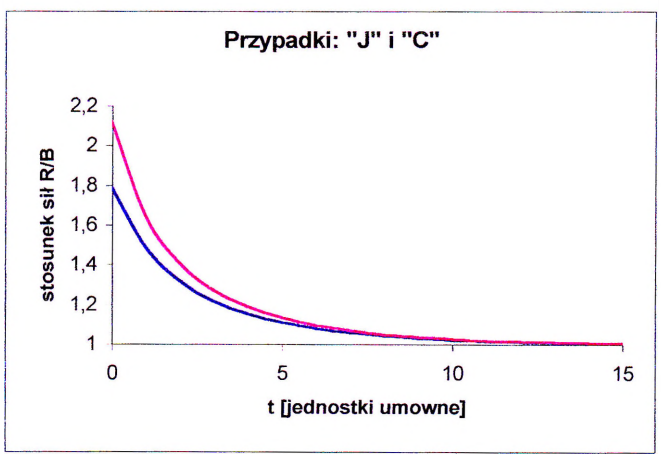
t	R/B(t) przypadek								
	E	B	L	K	I	F	G	J	C
0	**1,1**	**1,21**	**1,22**	**1,23**	**1,34**	**1,47**	**1,67**	**1,79**	**2,12**
1	1,07	1,15	1,15	1,16	1,23	1,31	1,42	1,49	1,64
2	1,05	1,11	1,11	1,11	1,16	1,21	1,28	1,32	1,41
3	1,04	1,08	1,08	1,08	1,12	1,15	1,19	1,22	1,27
4	1,03	1,06	1,06	1,06	1,08	1,11	1,14	1,15	1,19
5	1,02	1,04	1,04	1,04	1,06	1,08	1,10	1,11	1,13
6	1,02	1,03	1,03	1,03	1,04	1,06	1,07	1,08	1,10
7	1,01	1,02	1,02	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07
8	1,01	1,02	1,02	1,02	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05
9	1,01	1,01	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04
10	**1,00**	1,01	1,01	1,01	1,01	1,02	1,02	1,02	1,03
11	1,00	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,02	1,02	1,02
12	1,00	**1,00**	**1,00**	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
13	1,00	1,00	1,00	**1,00**	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
14	1,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	1,01	1,01	1,01
15	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	1,01
16	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**

Źródło: opracowanie własne.

Stosunek sił stron w funkcji czasu, dla każdego z rozważanych powyżej przypadków, zilustrowano kolejno na rys.6.3. Wykonano również obliczenia dla zmieniającej się wartości współczynnika β, rosnącego liniowo w czasie, począwszy od wartości 0,05 do wartości 0,3. Wyniki przedstawia tablica 6.4. Analiza wyników zawartych w tablicy 6.4. wskazuje na wyrównanie się w czasie punktu kulminacyjnego dla przypadków: L, K, I oraz C, J,G inaczej niż miało to miejsce, gdy $\beta = const.$ (tablica 6.3). Przypadek zmiennej w czasie wartości współczynnika β jest uzasadniony. W rzeczywistości, może się bowiem zdarzyć, że wartość współczynnika utrudniającego prowadzenie walki rośnie w trakcie jej trwania od wartości najmniejszej – faza początkowa, do pewnej wartości maksymalnej.







Rys. 6.3. Stosunek sił w funkcji czasu w rozważanych przypadkach.
Źródło: opracowanie własne.

Tablica 6.4. Wyniki analizy przy rosnącym β od 0,05 do 0,3 w czasie trwania walki.

(Grubą linią zaznaczono punkt kulminacyjny dla każdego z rozpatrywanych przypadków).

T	β	R/B(t)								
		przypadek								
		E	B	L	K	I	F	G	J	C
0		**1,1**	**1,21**	**1,22**	**1,23**	**1,34**	**1,47**	**1,67**	**1,79**	**2,12**
1	0,05	1,09	1,20	1,21	1,22	1,32	1,44	1,62	1,72	2,01
2	0,06	1,09	1,18	1,19	1,20	1,29	1,40	1,55	1,64	1,88
3	0,07	1,08	1,16	1,17	1,18	1,26	1,35	1,48	1,56	1,75
4	0,08	1,07	1,14	1,15	1,16	1,23	1,30	1,41	1,47	1,62
5	0,09	1,06	1,12	1,13	1,14	1,19	1,26	1,34	1,39	1,51
6	0,1	1,05	1,11	1,11	1,11	1,16	1,21	1,28	1,32	1,41
7	0,11	1,04	1,09	1,09	1,09	1,13	1,17	1,23	1,26	1,32
8	0,12	1,04	1,07	1,07	1,08	1,11	1,14	1,18	1,20	1,25
9	0,13	1,03	1,06	1,06	1,06	1,09	1,11	1,14	1,16	1,20
10	0,14	1,02	1,04	1,05	1,05	1,07	1,09	1,11	1,12	1,15
11	0,15	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05	1,07	1,08	1,09	1,11
12	0,16	1,01	1,03	1,03	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08
13	0,17	1,01	1,02	1,02	1,02	1,03	1,04	1,05	1,05	1,06
14	0,18	1,01	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04
15	0,19	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	1,03
16	0,2	**1,00**	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,02	1,02	1,02
17	0,21	1,00	**1,00**	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,02
18	0,22	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,01	1,01	1,01	1,01
19	0,23	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	1,01	1,01	1,01
20	0,24	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**
21	0,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
22	0,26	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
23	0,27	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
24	0,28	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
25	0,29	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
26	0,3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Źródło: opracowanie własne.

Wnioski

1. Proces budowania przewagi jest procesem ciągłym. Proces ten składa się z szeregu etapów logicznie odpowiadających kolejnym zadaniom realizowanym podczas walki. Uzyskanie przewagi nad przeciwnikiem jest trudne lecz jej utrzymanie w okresie tak długim, by możliwym stało się wykonanie zadania, jest przedsięwzięciem jeszcze trudniejszym.
2. Czas utrzymywania przewagi związany jest z pojęciem „punktu kulminacyjnego" i jest on ważnym parametrem procesu tworzenia przewagi.
3. Wyniki uzyskane dla stałej wartości współczynnika $\beta = 0{,}3$ (tablica 6.3) wskazują na ścisłą zależność pomiędzy wielkością przewagi początkowej a osiągnięciem punktu kulminacyjnego.
4. Zmiana wielkości przewagi początkowej do 10% praktycznie nie powoduje przesunięcia punktu kulminacyjnego.
5. Tworzenie przewagi jest ukierunkowane celowo i nie może odbywać się w oderwaniu od zasady minimalnych strat własnych.

7. ZAKOŃCZENIE

Współczesne konflikty zbrojne w niczym nie przypominają dawnych. Praktyczne rozwiązania, stosowane w przeszłości, dziś stanowią jedynie wartość historyczną. Teoria walki zbrojnej zmienia się, tak jak zmianie ulega każda teoria stanowiąca opis zjawisk rzeczywistych. Nauki wojskowe w sposób praktycznie nieograniczony mogą wykorzystywać rozwiązania zawarte w teoriach innych dziedzin wiedzy. Tak, też się dzieje. Istnieją modele interdyscyplinarne. Model tego typu został wykorzystany w niniejszej rozprawie. Obok funkcji logistycznej, zastosowano metody doboru cech diagnostycznych do modeli ocenowych, takie jakie zna ekonometria (załącznik C). Ponadto, zastosowano klasyczną metodę najmniejszych kwadratów na etapie estymacji parametrów strukturalnych funkcji regresji (załącznik A). Posłużono się metodami taksonomii numerycznej, szczególnie jedną z nich, znaną pod nazwą „taksonomii wrocławskiej", której twórcą był Hugo Steinhaus. Pokazano zastosowanie metody TAX (oprogramowanej wcześniej przez autora rozprawy) do:

- analiz porównawczych wariantów działania w procesie podejmowania decyzji,
- obliczania współczynników jakości taktyczno – technicznej,
- wyznaczania potencjałów bojowych stron pozostających w konflikcie zbrojnym.

Zakończone sukcesem, użycie metody TAX, w każdym z trzech, wymienionych wyżej przypadków, wskazuje również na interdyscyplinarny jej charakter.

Dokonano interpretacji uzyskanych wyników obliczeń potencjału bojowego zgrupowań wojsk wyrażonego poprzez stosunek sił. Zbudowano prosty, dynamiczny model przewagi oraz przetestowano jego przydatność na danych literaturowych. Proponowany model służy szacunkowemu określeniu przewagi (lub jej braku) w stosunku do przeciwnika. Uzyskany wynik powiązano z pojęciem „punktu kulminacyjnego". Model ten posiada szereg zalet.

Zalety proponowanego rozwiązania problemu określania przewagi w walce i operacji:

- prostota obliczeniowa (krótki czas obliczeń),
- łatwość implementacji komputerowej opisanego modelu,
- niski koszt ewentualnej implementacji komputerowej.

Jednocześnie, trzeba zauważyć, że:

- w trakcie pracy z modelem wystąpią trudność z jednoznaczną oceną wartości współczynnika β będącego wyróżnikiem czynników utrudniających działania wojsk własnych,

- model w tej postaci nie nadaje się do przeprowadzania dokładnych obliczeń, lecz jest to „cena" jaką ponosimy za prostotę jego konstrukcji. Stąd, główne założenie przyjęte podczas konstrukcji modelu przewagi – model ma umożliwić szacunkowe określenie istnienia (lub braku) ewentualnej przewagi nad przeciwnikiem. Trzeba pamiętać, że wszelkie uproszczenia czynione w modelu, wiążą się z zagadnieniem szczegółowości lub strukturalnej dokładności modelu.[138]
- Określenia typu: „wielkości trudne do zmierzenia" lub „coś niemierzalne"[139] nie muszą i nie oznaczają – niemożliwe do zmierzenia. Problemy tego typu stały się dla autora inspiracją do poszukiwań stosownego opisu matematycznego zjawisk tworzenia przewagi na współczesnym polu walki, co w efekcie zaowocowało przedstawionym w rozprawie dynamicznym modelem przewagi.

W celu właściwego określenia współczynników stymulujących i utrudniających proces uzyskiwania przewagi należy najpierw rozpoznać mierzalne i trudno mierzalne wartości przewagi a następnie odpowiedzieć na pytanie: W jaki sposób pozbawić przeciwnika przewagi?

Sprawdzenia jakości proponowanego modelu, tj. przydatności podczas szacowania wielkości przewagi na współczesnym polu walki, odbyło się poprzez jego porównanie z modelem Epsteina. Porównanie to zawiera załącznik A niniejszej rozprawy.

W wyniku przeprowadzonej analizy, okazało się, że:

- Po pierwsze, dla $k' = const.$ tj. stałej w czasie wartości stosunku początkowych potencjałów bojowych stron, model dobrze opisuje rzeczywistość w początkowym okresie walki (pierwszych 6 umownych przedziałów czasowych). Wynika to wyraźnie z analizy szóstej kolumny tablicy A3 zawierającej błąd względny.
- Po drugie, uzmiennienie współczynnika k' (tzn. każdorazowe przeliczenie początkowego stosunku potencjałów bojowych stron co okres Δt, nie wnosi większych zmian jakościowych do proponowanego modelu, co wskazuje na fakt, że próby doskonalenia modelu w tym kierunku są bezcelowe.
- Po trzecie, poprawa jakości modelu a co za tym idzie, uzyskanie lepszej zgodności wyników otrzymanych przy pomocy obu modeli, dla t powyżej 6 umownych przedziałów czasowych wiąże się prawdopodobnie ze znalezieniem zależności

[138] S.Ziemba, W.Jarominek, R.Staniszewski, Problemy teorii systemów, Ossolineum, Warszawa 1980, s.21.
[139] Z.Ścibiorek, Wojna czy pokój?, Ossolineum, Warszawa 1999, s.71.

pomiędzy współczynnikiem k' i współczynnikiem β. Spowoduje to komplikację modelu, zbliżając go pod względem stopnia skomplikowania do modelu Epsteina a przecież zasadniczym celem było stworzenie prostego, dynamicznego modelu przewagi umożliwiającego uzyskanie szybkich, szacunkowych wyników w konkretnej sytuacji operacyjnej lub taktycznej. Cel ten został w pełni osiągnięty.

- Po czwarte, proponowany model może być użyteczny jedynie wtedy, gdy będzie on używany świadomie, tzn. użytkownik będzie zdawał sobie sprawę z jego ograniczeń. Wymóg ten, chociaż oczywisty, nie zawsze jest brany pod uwagę przez użytkowników wszelkich narzędzi informatycznych. Człowiek podejmował, podejmuje i będzie podejmował decyzje, nie maszyna, której zadanie sprowadza się wyłącznie do roli pomocniczej.

Nie wszystkie problemy udało się rozwiązać. Pozostaje znalezienie odpowiedzi na pytanie: Jaki charakter ma proces substytucji czynników wymiernych przez niewymierne i na odwrót? Odpowiedź na to pytanie, wydaje się być kluczem do dalszej rozbudowy (udoskonalenia) przedstawionego modelu przewagi.

Poruszona w rozprawie problematyka nie jest wyczerpana. Współcześnie, w dziedzinie modelowania zjawisk pola walki, obserwujemy wzrost znaczenia czynników jakościowych nad ilościowymi. Istnieją pewne mechanizmy pozwalające na równoważenie tych dwóch różnych systemów wartości. Wykrycie tych mechanizmów, ich opis i próby modelowania mogą stać się inspiracją do dalszych badań w tym zakresie.

Wymogi współczesnego pola walki są olbrzymie. Duże terytorium działań, duża penetracja informacyjna oraz ciągła walka o czas, powodują, że współcześni dowódcy zmuszeni są do użycia narzędzi wsparcia informatycznego. Narzędzia te muszą być proste w obsłudze i zrozumiałe dla użytkownika a wyniki uzyskiwane przy ich pomocy mają być wiarygodne. W mniemaniu autora rozprawy, przedstawiony model w pełni spełnia te wymagania.

LITERATURA

1. Balcerowicz B., Wybrane problemy obronności państwa, materiał studyjny, AON, Warszawa 1999.
2. Balcerowicz B., Pokój i „nie-pokój", Bellona, Warszawa 2001.
3. Beneš J., Teoria systemów, PWN, Warszawa 1979.
4. Bellinger B., Quantifizierung, Bewertung und Bestgestaltung betrieblicher Rechtsbeziehungen, Berliner Wissenschaftliche Gesollschaft e.V., Jahrbuch 1978.
5. Bojarski R., Możliwości uzyskania zaskoczenia w obronie, AON, Warszawa 1993.
6. Bojarski R., Operacja obronna, AON, Warszawa 1999.
7. Brackney H., The Dynamics of Military Combat, Operations Research, Vol.7, Jan.-Feb. 1959.
8. Ciborowski L., Polko R., Planowanie i organizowanie walki zbrojnej według poglądów NATO, cz.II, Informacyjna preparacja pola walki, AON, Warszawa 1996.
9. Ciechowicz M. i inni, Wybrane metody optymalizacji decyzji, Wyd. MON, Warszawa 1969.
10. Clausewitz C., O wojnie, Wyd. Test, Lublin 1995.
11. Czarkowski E., Uproszczona metoda porównywania wartości bojowej (użytkowej) uzbrojenia, Wojskowy Przegląd Techniczny nr 1/1977.
12. Fahrmeir L., Tutz G., Multivariate Statistical Modelling Based on Generalized Linear Models, Springer, New York 2001.
13. Frankfort-Nachmias C., Nachmias D., Metody badawcze w naukach społecznych, Wyd. Zysk i S-ka, Poznań 2001.
14. Galewski Z., Czynniki powodzenia we współczesnej walce, BWW, Warszawa 1986.
15. Gass S.I., Programowanie liniowe, PWN, Warszawa 1980.
16. Gatnar E, Symboliczne metody klasyfikacji danych, PWN, Warszawa 1998.
17. Goban-Klass T., Sienkiewicz P., Społeczeństwo informacyjne: szanse, zgrożenia, wyzwania, Wyd. Fundacji Postępu Telekomunikacji, Kraków 1999.
18. Górny P., Spustek H., Wielokryterialna analiza porównawcza systemów uzbrojenia, V konferencja naukowo - techniczna "Problemy rozwoju, produkcji i eksploatacji techniki uzbrojenia", Rynia 1996.
19. Górny P., Spustek H., Wielokryterialna analiza porównawcza systemów uzbrojenia, I międzynarodowa konferencja naukowa nt.: Modelowanie i symulacja komputerowa sytuacji kryzysowych i konfliktowych, CONSIM '96, Warszawa - Rembertów 1996.
20. Gujarati D.N., Basic Econometrics, International Edition, New York 2002.
21. Gutenbaum J., Modelowanie matematyczne systemów, Omnitech Press, Warszawa 1992.
22. Gutt A., Kryteria i metody oceny jakości wyrobów przemysłu elektromaszynowego, KNiT, Warszawa 1966.
23. Gwóźdź E., Pojęcie przewagi i jej tworzenie na przykładach historycznych, AON, Warszawa 1972.
24. Huntington S.P., Zderzenie cywilizacji, Wyd. Muza, Warszawa 2000.
25. Heermann D.W., Podstawy symulacji komputerowych w fizyce, WNT, Warszawa 1997.
26. Helmbold R.L., Decision in Battle: Breakpoint Hypotheses and Engagement Termination Data, Rand Corp., Santa Monica, CA, Rept. R-772-PR, June 1971.).
27. Hotelling H., Differential Equations Subject to Errors and Population Estimates, Journal of the American Statistical Association, 1927.
28. Hulák R., Deterministic and Stochastic Approach to Direct Fire Modelling, ITEC, Lille 2001.
29. Huzarski M., Zagadnienia taktyki wojsk lądowych, Wyd. Adam Marszałek, Toruń 1999.
30. Huzarski M., Kaczmarek W., Podstawy działań taktycznych, obrona i natarcie brygady, AON, Warszawa 1996.
31. Janicki A., Izydorczyk A., Komputerowe metody w modelowaniu stochastycznym, WNT, Warszawa 2001.
32. Jarecki Cz., Przewaga ogniowa warunkiem powodzenia działań zaczepnych, AON, Warszawa 1992.
33. Jedynak S., Bogowie, władcy i zwykli ludzie, Warszawa 1986.
34. Joshua M. Epstein, The Calculus of Conventional War Dynamic Analysis without Lanchester Theory, Studies in Defence Policy, The Brookings Institution, Washington 1985.
35. Joshua M. Epstein, Strategy & Force Planning The Case of the Persian Gulf, The Brookings Institution, Washington 1987.
36. Kaczmarek W., Brygada zmechanizowana (pancerna) w obronie i natarciu, Warszawa 1995.
37. Kajetanowicz J., Działania wojsk lądowych podczas wojny w Afganistanie, Nowa Technika Wojskowa 4/95.

38. Kotarbiński T., Traktat o dobrej robocie, Wyd. Wrocław 1982.
39. Koziej S., Podstawy i zasady sztuki wojennej, Warszawa 1993.
40. Koziej S., Pawłowski J., Kordas R., Działania operacyjne wojsk lądowych, Warszawa, AON 1992.
41. Krasnoszczekow P.S., Pietrow A.A., Princypy postrojenia modelej, Moskwa 1983.
42. Kukiel M., Wojny napoleońskie, Warszawa 1964.
43. Kulikowski R., Libura M., Słomiński L., Wspomaganie decyzji inwestycyjnych, IBS PAN, Warszawa 1998.
44. Kulikowski R., Optimalization of survival strategy by application of safety dependent utility model by R. Kulikowski, Control and Cybernetics vol. 29 (2000) No.1.
45. Kwiatek L., Pokorski G., Sobiech G., Model funkcjonalny systemu operacyjnego ZSyD, materiały z Konferencji Naukowej „Automatyzacja Dowodzenia" – Jelenia Góra 1998.
46. Metody i treść pracy zespołów funkcjonalnych na SD Wląd, Praca zespołowa pod kier. J. Michniak, AON, Warszawa 2000.
47. Metz S. i inni, The Future of American Landpower SSI, Carlise Barrack 1996.
48. Morse P.M., and Kimball G.E., Methods of Operations Research, MIT Press and Wiley, New York, 1951.
49. Mossor S., Sztuka wojenna w warunkach nowoczesnej wojny, Wyd. MON, Warszawa 1986, s.208-209.
50. Milburn G.J., Procesor Feynmana Wyd. Cis, Warszawa 2000.
51. Nahorski Z., Metoda najmniejszych kwadratów cz.I i II, WSISiZ, Warszawa 1999.
52. Nowak E., Metody taksonomiczne w klasyfikacji obiektów społeczno-gospodarczych, PWE, Warszawa 1990.
53. Nożko K., Walka o przewagę, Wyd. MON, Warszawa 1985.
54. Nożko K., Sztuka tworzenia przewagi w systemie obronnym RP, Bellona, Warszawa 1994.
55. Optimaization of survival strategy by application of safety dependent utility model by R. Kulikowski, Control and Cybernetics, vol.29 (2000) No.1.
56. Orłowski L., Systemowe modelowanie czołgu, WITPiS, 1993.
57. Orłowski L., Modelowanie i badanie jakości bojowej czołgu, WITPiS, 1994.
58. Podstawowe kalkulacje operacyjno-taktyczne, MON SG WP, Warszawa 1988.
59. Pogorzelski W., Teoria systemów i metody optymalizacji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999.
60. Przemieniecki J.S., Mathematical Methods in Defence Analyses, Air Force Institute of Technology, Washington, 1994.
61. Punktowa ocena bojowych możliwości wojsk (według poglądów teoretyków amerykańskich) – opracowanie na podstawie materiałów oryginalnych, Sygn. Szt. Gen. Wewn. 4/184/86.
62. Rabczuk R., O Hugo Steinhausie, Matematyka nr 4/1992.
63. Radhakrishna Rao C., Statystyka i prawda, PWN, Warszawa 1994.
64. Regan G., The Guinness Book of Military Blunders, Guinness Publishing, London 1991.
65. Regulamin działań wojsk lądowych, Warszawa 1999.
66. Ratajczak M., Wieleba R., Kornacki H., Wocial J., Spustek H., Symulacyjne modele potencjału obronnego państwa, potencjału bojowego sił zbrojnych - projekt badawczy, AON CI, Warszawa 2000.
67. Roy B., Wielokryterialne wspomaganie decyzji, WNT, Warszawa 1990.
68. M.Rybár i inni, Modelovanie a simulácia vo vojenstve, Ministerstvo Obrany Slovenskiej Republiky, Bratislava 2000.
69. Sienkiewicz P., Analiza systemowa podstawy i zastosowania, Bellona, Warszawa 1994.
70. Sienkiewicz P., Spustek H., Metodologia oceny efektywności bojowej techniki wojskowej, pk. „EFEKT 2" AON, Warszawa 1991.
71. Sienkiewicz P., Spustek H., Zastosowanie techniki komputerowej w dowodzeniu wojskami, cz. I : optymalizacja procesu walki, AON, Warszawa 1993.
72. Sienkiewicz P., Urbanowicz J., Spustek H., Górny P., Metodyka zastosowania współczynników jakości w kalkulacjach operacyjno – taktycznych, AON i ZSO SG WP, Warszawa 1993.
73. Sienkiewicz P., Spustek H., Model optymalizacji procesu walki, AON, Warszawa 1993.
74. Sienkiewicz P., Gogolewski J., Pietrzyk A., Spustek H., Górny P., Metodologia oceny stanu przygotowań obronnych państwa, AON, Warszawa 1994.
75. Sienkiewicz P., Spustek H., Wielokryterialna analiza porównawcza, problem n. b. 12/7.4, AON, Warszawa 1995.
76. Sienkiewicz P, Górny P., Spustek H., Ryzyko w dowodzeniu, zarządzaniu, inżynierii systemów, AON, Warszawa 2001.

77. Sikorski B., Tworzenie i wykorzystanie przewagi w walce i operacji, AON, Warszawa 1990.
78. Skibiński F., Rozważania o sztuce wojennej, Warszawa 1972.
79. Söderström T., Stoica P., Identyfikacja systemów, PWN, Warszawa 1997.
80. Smolik S., Wyznaczanie parametrów krzywej logistycznej, Przegląd statystyczny R.XXXII- zeszyt 4-1985.
81. Spustek H., Metody taksonomiczne w procesie przygotowania decyzji, materiały V Ogólnopolskiej Konferencji Sztuczna Inteligencja i Cybernetyka Wiedzy, Siedlce - Warszawa 1991.
82. Spustek H., Metoda oceny potencjału bojowego sił zbrojnych RP, problem naukowy „Doskonalenie II", AON, Warszaw 1992.
83. Spustek H., Problem optymalnego wyboru, materiały VI Ogólnopolskiej Konferencji Sztuczna Inteligencja i Cybernetyka Wiedzy, Siedlce - Warszawa 1992.
84. Spustek H., Optymalizacja działań w procesach konfliktowych, materiały VII Ogólnopolskiej Konferencji Sztuczna Inteligencja i Cybernetyka Wiedzy, Siedlce - Warszawa 1993.
85. Spustek H., Miszczak R., Model symulacyjny przegrupowania wojsk, AON, Warszawa 1994.
86. Spustek H., Górny P., Analiza porównawcza metod oceny stanu sił zbrojnych czasu „P" i „W" problem n. b. pk. „Metodyka" AON i Departament Bezpieczeństwa Narodowego, Warszawa 1994.
87. Spustek H., Loch K., Wielokryterialna analiza porównawcza zgrupowań wojsk z wykorzystaniem metod numerycznych, AON, Warszawa 1995.
88. Spustek H., Krzywa logistyczna w zagadnieniach wojskowych, Komunikat na konferencji naukowej: „Modele w dowodzeniu badaniach i dydaktyce", AON, Warszawa 1996.
89. Spustek H., Opracowanie założeń na system UISW w aspekcie wyznaczania potencjału bojowego i technicznego, praca badawcza - komputerowy system zbierania i przetwarzania danych o uzbrojeniu i sprzęcie wojskowym sił zbrojnych rp oraz sił zbrojnych państw sąsiadujących", SG WP, Warszawa 1997.
90. Spustek H., Model obliczania i porównywania potencjałów bojowych zgrupowań wojsk własnych i potencjalnego przeciwnika - cz. I, AON, Warszawa 1998.
91. Spustek H., Model obliczania i porównywania potencjałów bojowych zgrupowań wojsk własnych i potencjalnego przeciwnika - cz. II, AON, Warszawa 1999.
92. Spustek H., Analizy porównawcze potencjałów bojowych zgrupowań wojsk w konflikcie zbrojnym, AON, Warszawa 2000.
93. Spustek H., Analiza błędów w badaniach wojskowych, Zeszyty Naukowe, zeszyt 2(39), AON, Warszawa 2000.
94. Spustek H., Miszczak R., Numeryczne wspomaganie procesu podejmowania decyzji w zakresie planowania działań, Zeszyty Naukowe AON, zeszyt 2(43), Warszawa 2001.
95. Spustek H., Problem racjonalnego wyboru w analizie porównawczej zgrupowań wojsk, Poglądy i Doświadczenia zeszyt 1/2001 WSO, Wrocław 2001.
96. Spustek H., Modelowanie zjawisk tworzenia przewagi na współczesnym polu walki, AON, Warszawa 2001.
97. Spustek H., Wybrane zagadnienia badań operacyjnych i modelowania liniowego, AON, Warszawa 2002.
98. Spustek H., Simple Informatics Tools Applied to the Support Decision Process in Operation Planning – publikacja konferencyjna ITEC, Lille 2002.
99. Spustek H., Analityczny model procesu tworzenia przewagi w walce i operacji, AON, Warszawa 2002.
100. Spustek H., Dynamic Supremacy Model Applied to Military, publikacja konferencyjna, wysłano do druku ITEC, LONDYN 2003.
101. Stachurski A., Wierzbiński A.P., Podstawy optymalizacji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001.
102. Stefanowicz J., Rzeczypospolitej pole bezpieczeństwa, Wyd. Adam Marszałek, Warszawa 1993.
103. Szymański J. Życie systemów, Wiedza Powszechna, Warszawa 1991.
104. Z.Ścibiorek, Zaskoczenie w obronie, Myśl Wojskowa 7-8/90.
105. Ścibiorek Z., Rozważania o obronie, Bellona, Warszawa 1993.
106. Ścibiorek Z., Kaczmarek W., Przyszłe pole walki, AON, Warszawa 1995.
107. Ścibiorek Z., Wojna czy pokój?, Ossolineum, Wrocław 1999.
108. Średziński T., Wartość bojowa (użytkowa) uzbrojenia i sprzętu wojskowego, Wojskowy Przegląd Techniczny, nr 11/1969.
109. Świątnicki Z., Wantoch-Rekowski R., Sieci neuronowe w zastosowaniach wojskowych, Bellona, Warszawa 1998.
110. Szymański J., Życie systemów, Wiedza Powszechna, Warszawa 1991.

111. Taktyka ogólna wojsk lądowych - praca zbiorowa pod red. M. Huzarski, AON, Warszawa 2001.
112. Toffler A., Trzecia fala, PIW, Warszawa 1997
113. Toffler A.H., Wojna i antywojna, Wyd. Muza S.A. Warszawa 1997.
114. Tomaszewski A., Ratajczak M., Wieleba R., Spustek H., Grzyb J., Nowak W. Komputerowe odwzorowanie manewru wojsk w operacji i walce, dokumentacja eksploatacyjna systemu, AON, Warszawa 1999.
115. Trevor Nevitt Dupuy Liczby, prognozy i wojna Cz. I. Ilościowo-jakościowa metoda oceny zdolności bojowej i prognoz wyników walki (tłumaczenie z j. angielskiego), AON, Warszawa 1984.
116. Uniwersalna metodyka oceny wartości bojowej uzbrojenia oraz potencjału bojowego związków taktycznych i operacyjnych sił zbrojnych, Sygn. Szt. Gen. 1407/92.
117. Wiatr M., Działania operacyjne według poglądów NATO, Warszawa 1988.
118. Wołejszo J., Sposoby obliczania potencjału bojowego pododdziału, oddziału i związku taktycznego, AON, Warszawa 2000.
119. Wróblewski R., Wprowadzenie do strategii wojskowej, Wyd. Buwik 1998.
120. Współczynniki jakości podstawowego uzbrojenia Wojska Polskiego i armii obcych, GZSB WP, praca zespołowa, Warszawa 1992.
121. Zieliński J., Siły zbrojne sąsiadów Polski, Bellona, Warszawa 1993.
122. Zieliński J., Zarys teorii sztuki operacyjnej wojsk lądowych, Wyd. Adam Marszałek Toruń, 1998.
123. Zieliński J., Teoretyczne podstawy walki zbrojnej, Warszawa 1995.
124. Ziemba S., Jarominek W., Staniszewski R., Problemy teorii systemów, Ossolineum, Warszawa 1980.
125. Zubek J., Rozprawa habilitacyjna, dodatek C/8300,AON, Warszawa 1990.

ZAŁACZNIK A

SPRAWDZENIE POPRAWNOŚCI DYNAMICZNEGO MODELU PRZEWAGI

Poprawność modelu została sprawdzona poprzez określenie stopnia zgodności uzyskanych wyników z wynikami generowanymi przez model Joshua M.Epsteina.

Obliczenia przeprowadzono przy następujących założeniach:

1. R_0 oraz B_0 oznaczają potencjały początkowe stron,

   α i β są stałe podczas walki.

2. R_0 oraz B_0 oznaczają potencjały początkowe stron,

   α i β są zmienne podczas walki.

Dla danych testowych (tablica A1) otrzymano odpowiednie charakterystyki czasowe widoczne na rys.A1 ÷ A2.

Tablica A1. Siły stron uczestniczących w konflikcie.

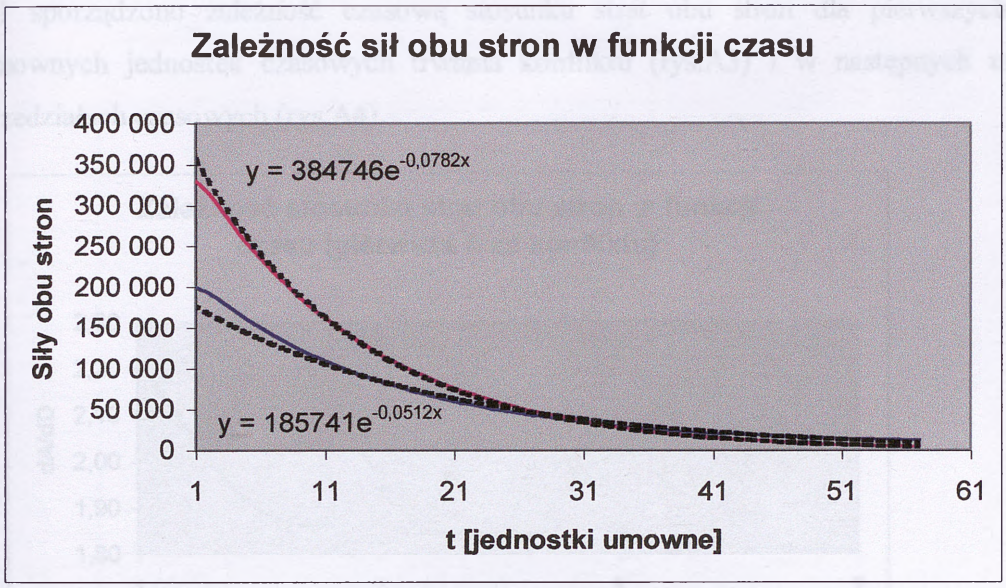
t	D(t)	A(t)	dD	dA	A(t)/D(t)	dA/dD
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	200 000	330 000	...	...	1,65	...
2	193 250	315 047	6 750	14 953	1,63	2,22
3	182 244	294 153	11 006	20 894	1,61	1,90
4	171 244	273 672	11 000	20 481	1,60	1,86
5	160 680	254 218	10 564	19 454	1,58	1,84
6	150 689	235 962	9 991	18 256	1,57	1,83
7	141 304	218 927	9 385	17 035	1,55	1,82
8	132 519	203 076	8 785	15 851	1,53	1,80
9	124 312	188 352	8 207	14 724	1,52	1,79
10	116 650	174 684	7 662	13 668	1,50	1,78
11	109 502	162 005	7 148	12 679	1,48	1,77
12	102 835	150 244	6 667	11 761	1,46	1,76
13	96 616	139 338	6 219	10 906	1,44	1,75
14	90 815	129 224	5 801	10 114	1,42	1,74
15	85 405	119 845	5 410	9 379	1,40	1,73
16	80 357	111 147	5 048	8 698	1,38	1,72
17	75 647	103 081	4 710	8 066	1,36	1,71
18	71 251	95 600	4 396	7 481	1,34	1,70
19	67 148	88 661	4 103	6 939	1,32	1,69
20	63 318	82 225	3 830	6 436	1,30	1,68
21	59 741	76 254	3 577	5 971	1,28	1,67
22	56 400	70 714	3 341	5 540	1,25	1,66
23	53 280	65 573	3 120	5 141	1,23	1,65

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
24	50 364	60 803	2 916	4 770	1,21	1,64
25	47 640	56 376	2 724	4 427	1,18	1,63
26	45 093	52 267	2 547	4 109	1,16	1,61
27	42 712	48 453	2 381	3 814	1,13	1,60
28	40 485	44 912	2 227	3 541	1,11	1,59
29	38 403	41 625	2 082	3 287	1,08	1,58
30	36 455	38 572	1 948	3 053	1,06	1,57
31	34 632	35 738	1 823	2 834	1,03	1,55
32	32 613	32 636	2 019	3 102	1,00	1,54
33	30 802	29 868	1 811	2 768	0,97	1,53
34	29 169	27 389	1 633	2 479	0,94	1,52
35	27 688	25 157	1 481	2 232	0,91	1,51
36	26 339	23 139	1 349	2 018	0,88	1,50
37	25 089	21 284	1 250	1 855	0,85	1,48
38	23 946	19 602	1 143	1 682	0,82	1,47
39	22 897	18 072	1 049	1 530	0,79	1,46
40	21 930	16 675	967	1 397	0,76	1,44
41	21 037	15 397	893	1 278	0,73	1,43
42	20 209	14 223	828	1 174	0,70	1,42
43	19 440	13 144	769	1 079	0,68	1,40
44	18 725	12 149	715	995	0,65	1,39
45	18 058	11 232	667	917	0,62	1,37
46	17 436	10 386	622	846	0,60	1,36
47	16 856	9 604	580	782	0,57	1,35
48	16 314	8 881	542	723	0,54	1,33
49	15 808	8 214	506	667	0,52	1,32
50	15 335	7 596	473	618	0,50	1,31
51	14 892	7 026	443	570	0,47	1,29
52	14 478	6 498	414	528	0,45	1,28
53	14 091	6 010	387	488	0,43	1,26
54	13 729	5 559	362	451	0,40	1,25
55	13 390	5 141	339	418	0,38	1,23
56	13 073	4 755	317	386	0,36	1,22
57	12 776	4 398	297	357	0,34	1,20

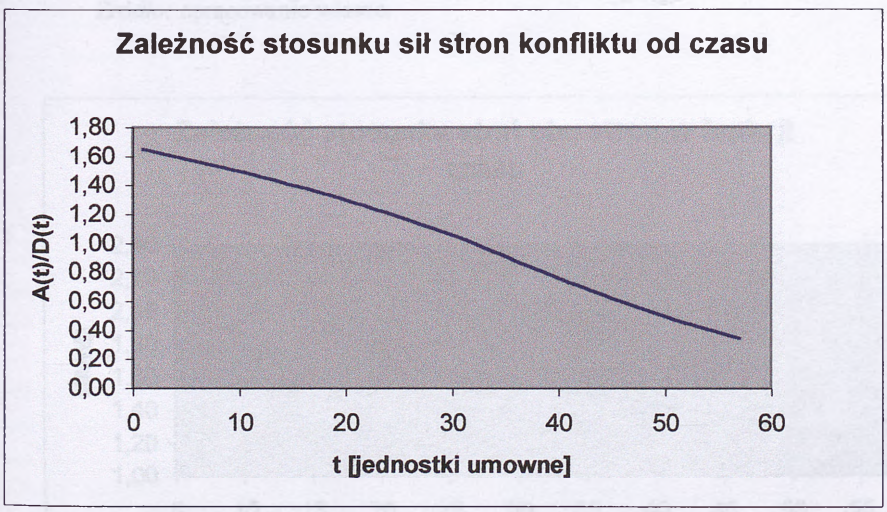
Źródło: opracowano na podstawie Joshua M. Epstein, The Calculus of Conventional War Dynamic Analysis without Lanchester Theory, Studies in Defence Policy, The Brookings Institution, Washington 1985, p.126-143.

Wyniki zamieszczone w powyższej tablicy zostały uzyskane przy pomocy modelu Epsteina. Rysunki A1 – A4 ilustrują zależności zawarte w tablicy A1.

Tablice A2 i A3 zawierają wyniki obliczeń wykonane przez autora, obrazujące „zachowanie się" modelu w dwóch poddanych analizie przypadkach.

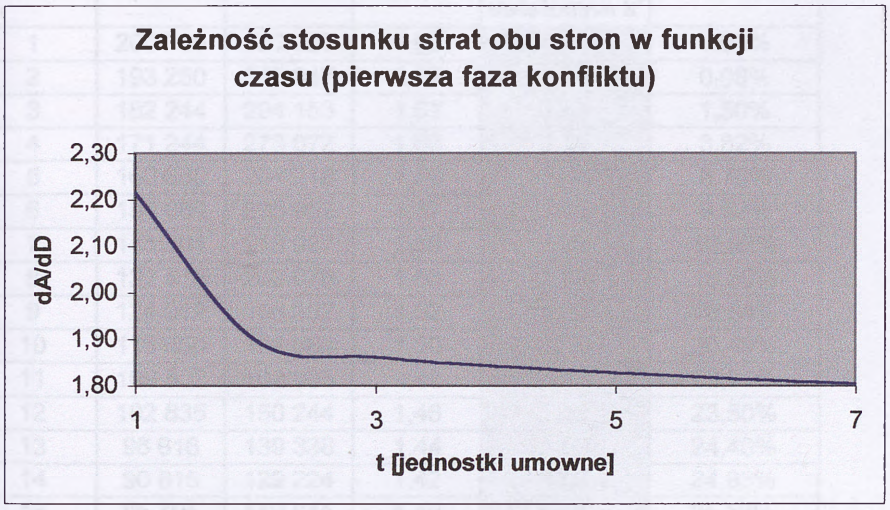


Rys.A1. Zależność czasowa sił stron sporządzona na podstawie tablicy C1.
(Widoczne na rysunku funkcje aproksymacyjne dołączono w celach poglądowych)
Źródło: opracowanie własne.

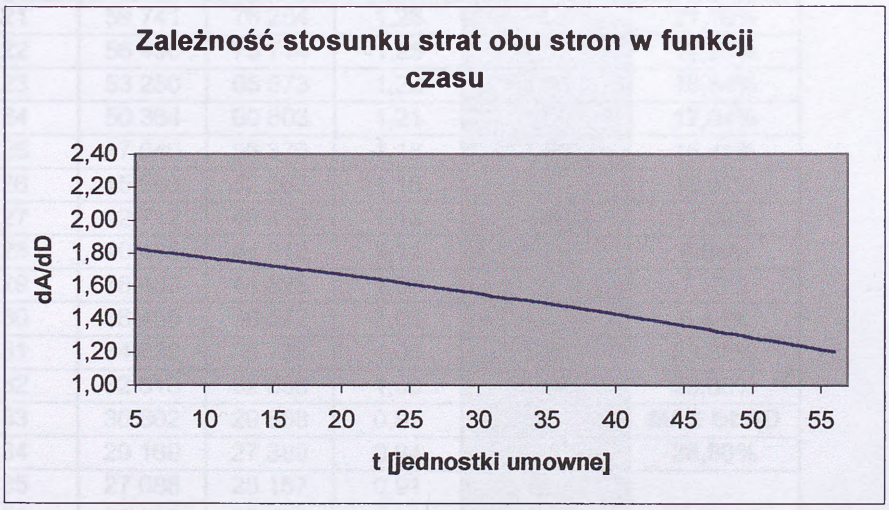


Rys.A2. Zależność czasowa stosunku sił stron sporządzona na podstawie tablicy C1.
Źródło: opracowanie własne.

Analiza rys.A2 wskazuje jednoznacznie na fakt, że zależność czasowa stosunku sił nie jest funkcją liniową. Na podstawie danych zawartych w kolumnach: pierwszej i siódmej tablicy A1 sporządzono zależność czasową stosunku strat obu stron dla pierwszych siedmiu umownych jednostek czasowych trwania konfliktu (rys.A3) i w następnych umownych przedziałach czasowych (rys.A4).



Rys.A3. Zależność czasowa stosunku strat obu stron (pierwsze dni konfliktu).
Źródło: opracowanie własne.



Rys. A4. Zależność czasowa stosunku strat obu stron (kontynuacja rys.A3).
Źródło: opracowanie własne.

Tablica A2. Sprawdzenie poprawności dynamicznego modelu stosunku sił przy stałym współczynniku $k' = \frac{R_0}{B_0} = 1{,}65$ oraz $\beta = 0{,}02$.

t	D(t)	A(t)	A/D(t)	wg modelu przy ustalonym k'	błąd względny
1	200 000	330 000	1,65	1,65	0,00%
2	193 250	315 047	1,63	1,63	0,08%
3	182 244	294 153	1,61	1,59	1,50%
4	171 244	273 672	1,60	1,54	3,82%
5	160 680	254 218	1,58	1,48	6,70%
6	150 689	235 962	1,57	1,41	9,82%
7	141 304	218 927	1,55	1,35	12,92%
8	132 519	203 076	1,53	1,29	15,80%
9	124 312	188 352	1,52	1,24	18,34%
10	116 650	174 684	1,50	1,19	20,49%
11	109 502	162 005	1,48	1,15	22,21%
12	102 835	150 244	1,46	1,12	23,50%
13	96 616	139 338	1,44	1,09	24,40%
14	90 815	129 224	1,42	1,07	24,93%
15	85 405	119 845	1,40	1,05	25,13%
16	80 357	111 147	1,38	1,04	25,02%
17	75 647	103 081	1,36	1,03	24,66%
18	71 251	95 600	1,34	1,02	24,07%
19	67 148	88 661	1,32	1,01	23,28%
20	63 318	82 225	1,30	1,01	22,31%
21	59 741	76 254	1,28	1,01	21,19%
22	56 400	70 714	1,25	1,00	19,93%
23	53 280	65 573	1,23	1,00	18,54%
24	50 364	60 803	1,21	1,00	17,04%
25	47 640	56 376	1,18	1,00	15,41%
26	45 093	52 267	1,16	1,00	13,67%
27	42 712	48 453	1,13	1,00	11,82%
28	40 485	44 912	1,11	1,00	9,84%
29	38 403	41 625	1,08	1,00	7,73%
30	36 455	38 572	1,06	1,00	5,48%
31	34 632	35 738	1,03	1,28	23,63%
32	32 613	32 636	1,00	1,27	26,80%
33	30 802	29 868	0,97	....	**MAX BŁĄD**
34	29 169	27 389	0,94	....	**26,80%**
35	27 688	25 157	0,91	....	
36	26 339	23 139	0,88	....	

Źródło: opracowanie własne.

Tablica A3. Sprawdzenie poprawności dynamicznego modelu stosunku sił przy zmiennym współczynniku $k'[t-1]$ oraz ustalonym $\beta = 0{,}02$.

t	D(t)	A(t)	A/D(t)	wg modelu przy zmiennym k'	błąd względny
1	200 000	330 000	1,65	1,65	0,00%
2	193 250	315 047	1,63	1,63	0,08%
3	182 244	294 153	1,61	1,59	1,50%
4	171 244	273 672	1,60	1,54	3,82%
5	160 680	254 218	1,58	1,48	6,70%
6	150 689	235 962	1,57	1,41	9,82%
7	141 304	218 927	1,55	1,35	12,92%
8	132 519	203 076	1,53	1,29	15,80%
9	124 312	188 352	1,52	1,24	18,34%
10	116 650	174 684	1,50	1,19	20,49%
11	109 502	162 005	1,48	1,15	22,21%
12	102 835	150 244	1,46	1,12	23,50%
13	96 616	139 338	1,44	1,09	24,40%
14	90 815	129 224	1,42	1,07	24,93%
15	85 405	119 845	1,40	1,05	25,13%
16	80 357	111 147	1,38	1,04	25,02%
17	75 647	103 081	1,36	1,03	24,66%
18	71 251	95 600	1,34	1,02	24,07%
19	67 148	88 661	1,32	1,01	23,28%
20	63 318	82 225	1,30	1,01	22,31%
21	59 741	76 254	1,28	1,01	21,19%
22	56 400	70 714	1,25	1,00	19,93%
23	53 280	65 573	1,23	1,00	18,54%
24	50 364	60 803	1,21	1,00	17,04%
25	47 640	56 376	1,18	1,00	15,41%
26	45 093	52 267	1,16	1,00	13,67%
27	42 712	48 453	1,13	1,00	11,82%
28	40 485	44 912	1,11	1,00	9,84%
29	38 403	41 625	1,08	1,00	7,73%
30	36 455	38 572	1,06	1,00	5,48%
31	34 632	35 738	1,03	1,00	3,09%
32	32 613	32 636	1,00	1,00	0,07%
33	30 802	29 868	0,97	....	
34	29 169	27 389	0,94	....	**25,13%**
35	27 688	25 157	0,91	....	
36	26 339	23 139	0,88	....	

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki przedstawione w tablicach A2 i A3 zostały uzyskane przy stałym współczynniku β o niewielkiej wartości. Interesującym wydaje się być sprawdzenie „czułości" proponowanego modelu na zmianę wartości β. Obliczenia takie zostały przeprowadzone a ich wyniki ilustruje tablica A4. Grubą linia oznaczono osiągnięcie punktu kulminacyjnego w poszczególnych przypadkach. Widać, że punkt kulminacyjny wyraźnie przesuwa się „do tyłu" wraz ze wzrostem czynnika hamującego proces przewagi.

czas	beta1	beta2	A/D	A/D	A/D	A/D	A/D	A/D
1	0,1	0,2	1,55	1,48	1,41	1,28	1,22	1,19
2			1,48	1,36	1,28	1,13	1,09	1,07
3	beta3	beta4	1,41	1,28	1,19	1,07	1,04	1,03
4	0,3	0,6	1,36	1,22	1,13	1,04	1,02	1,01
5			1,31	1,17	1,10	1,02	1,01	1,00
6	beta5	beta6	1,28	1,13	1,07	1,01	1,00	1,00
7	0,8	0,9	1,24	1,11	1,05	1,01	1,00	1,00
8			1,22	1,09	1,04	1,00	1,00	1,00
9			1,19	1,07	1,03	1,00	1,00	1,00
10			1,17	1,06	1,02	1,00	1,00	1,00
11			1,15	1,05	1,01	1,00	1,00	1,00
12			1,13	1,04	1,01	1,00	1,00	1,00
13			1,12	1,03	1,01	1,00	1,00	1,00
14			1,11	1,02	1,01	1,00	1,00	1,00
15			1,10	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00

Tablica C4. Stosunki sił walczących stron w zależności od wartości współczynnika β (różnymi kolorami oznaczono kolumny odpowiadające kolejnym wartościom współczynnika β).

Źródło: opracowanie własne.

ZAŁĄCZNIK B

ZASTOSOWANIE METODY BELLINGERA DO ANALIZY JAKOŚCI WYBRANYCH TYPÓW ŚMIGŁOWCÓW TRANSPORTOWYCH*

1. Kryteria czastkowe w ocenie śmigłowców transportowych

   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 czastkowych

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.

---

* B.Bellinger, Quantifizierung, Bewertung und Bestgestaltung betrieblicher Rechtsbeziehungen, Berliner Wissenschaftliche Gesollschaft e.V., Jahrbuch 1978, s. 57–84.

3. Sposób ustalania wartości dla kryteriów cząstkowych w ramach poszczególnych rodzajów śmigłowców transportowych **

Wartościami o których mowa są wielkości parametrów technicznych poszczególnych typów śmigłowców transportowych.

4. Pożądane kierunki zmian liczbowych w obrębie poszczególnych kryteriów cząstkowych

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.

5. Wartości liczbowe.

Kryterium I

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

Kryterium II

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

** Wartości kryteriów cząstkowych (zarówno w pkt.2 jak i 3) przyjęto w oparciu o publikację „Współczynniki jakości podstawowego uzbrojenia Wojska Polskiego i armii obcych" – praca zbiorowa, Główny Zarząd Szkolenia Bojowego Wojska Polskiego, Zarząd Operacyjny – Warszawa 1992.

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

6. Wyjaśnienia dotyczące poszczególnych kryteriów

Kryterium I: *Masa maksymalnego ładunku*

Wartość najbardziej pożądana: 6 000 kg.

Wartość najmniej pożądana: 4 000 kg.

„Droga" między obydwiema 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 obydwiema 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 : 6 750/ * 100= 0%.

Kryterium III: *Prędkość maksymalna*

Wartość najbardziej pożądana: 315 km/h.

Wartość najmniej pożądana: 250 km/h.

„Droga" między obydwiema 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: *Prędkość przelotowa*

Wartość najbardziej pożądana: 278 km/h.

Wartość najmniej pożądana: 210 km/h.

„Droga" między obydwiema 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 obydwiema 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 obydwiema 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 obydwiema 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 obydwiema 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 obydwiema 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 obydwiema 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.	Masa maksymalnego ładunku	0,20
II.	Masa ładunku powieszonego	0,15
III.	Prędkość maksymalna	0,06
IV.	Prędkość przelotowa	0,08
V.	Pułap praktyczny	0,01
VI.	Wielkość załogi	0,02
VII.	Liczba pasażerów	0,08
VIII.	Liczba rannych /ilość noszy/	0,15
IX.	Zasięg maksymalny	0,15
X.	Uzbrojenie	0,10
		1,00

Tablica B1. 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

Źródło: opracowanie własne.

Tablica B2. Uwzględnienie wag przypisanych poszczególnym kryteriom cząstkowym.

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**

Źródło: opracowanie własne.

Ocena końcowa:

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".

ZAŁĄCZNIK C

ANALIZA PORÓWNAWCZA CZOŁGÓW – DOBÓR CECH DIAGNOSTYCZNYCH

ZESTAWIENIE WARTOŚCI PARAMETRÓW BADANYCH SYSTEMÓW

(wariant 1)*

NAZWA SYSTEMU	PAR1	PAR2	PAR3	PAR 4	PAR5	PAR6	PAR7	PAR8	PAR9
ABRAMS M1A1	120,00	1100,00	1500,00	10,00	40,00	0,00	1,00	1,00	0,00
ABRAMS M1A1 z zab. log.	120,00	1200,00	2000,00	10,00	40,00	1,00	1,00	1,00	0,00
AMX 30	105,00	1100,00	1500,00	10,00	47,00	0,00	0,00	1,00	1,00
AMX 30 B2	105,00	1100,00	1500,00	10,00	47,00	0,00	1,00	1,00	0,00
AMX 30 B2 z zab. log.	105,00	1100,00	1500,00	10,00	47,00	1,00	1,00	1,00	0,00
C1 ARIETE	120,00	1100,00	1500,00	10,00	42,00	0,00	1,00	1,00	0,00
CENTURION	105,00	1100,00	1800,00	10,00	65,00	0,00	0,00	0,00	1,00
CHALLENGER 1	120,00	1200,00	2000,00	10,00	64,00	0,00	1,00	0,00	1,00
CHALLENGER 2	120,00	1200,00	2000,00	10,00	64,00	0,00	1,00	1,00	0,00
CHALLENGER 2 z zab. log. w.1	120,00	1200,00	2000,00	10,00	64,00	1,00	1,00	1,00	0,00
CHALLENGER 2 z zab. log. w.2	120,00	1200,00	2000,00	10,00	64,00	1,00	1,00	1,00	0,00
CHIEFTAIN Mk 5	120,00	1100,00	1800,00	10,00	64,00	0,00	0,00	1,00	1,00
JAGUAR	105,00	1100,00	1800,00	10,00	34,00	0,00	1,00	1,00	0,00
JAGUAR z zab. log.	105,00	1100,00	1800,00	10,00	34,00	1,00	1,00	1,00	0,00
LECLERC	120,00	1100,00	1800,00	10,00	40,00	0,00	1,00	1,00	0,00
LECLERC z zab. log.	120,00	1100,00	1800,00	10,00	40,00	1,00	1,00	1,00	0,00
LEOPARD 1	105,00	1100,00	1800,00	10,00	55,00	0,00	0,00	0,00	1,00
LEOPARD 1A1	105,00	1100,00	1800,00	10,00	55,00	0,00	0,00	1,00	1,00
LEOPARD 2	120,00	1100,00	1800,00	10,00	42,00	0,00	1,00	1,00	0,00
M47	90,00	1000,00	1500,00	7,00	71,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M60 A3	105,00	1100,00	1500,00	10,00	63,00	0,00	1,00	1,00	1,00
STRIDSVAGN 103	105,00	1100,00	1800,00	10,00	50,00	0,00	1,00	0,00	1,00
T-55	100,00	1000,00	1500,00	8,00	43,00	0,00	0,00	0,00	1,00
T-55 z zab. log.	100,00	1000,00	1500,00	8,00	43,00	1,00	0,00	0,00	1,00
T-62	115,00	1100,00	1500,00	10,00	40,00	0,00	0,00	0,00	1,00
T-64 B	125,00	1300,00	2000,00	12,00	42,00	0,00	0,00	1,00	1,00
T-72 B	125,00	1300,00	2000,00	12,00	52,00	0,00	1,00	1,00	1,00
T-80	125,00	1600,00	2500,00	10,00	42,00	0,00	1,00	1,00	0,00
Odchylenie standardowe S_i	*9,574*	*116,553*	*246,537*	*0,956*	*10,989*	*0,441*	*0,488*	*0,460*	*0,508*
Średnia arytmetyczna C_i	*112,500*	*1139,286*	*1767,857*	*9,893*	*49,786*	*0,250*	*0,643*	*0,714*	*0,464*

Źródło: opracowanie własne.

* Pokazano jedynie dwa przykładowe warianty o których mowa na str.55 niniejszej rozprawy.

NAZWA SYSTEMU	PAR10	PAR11	PAR12	PAR13	PAR14	PAR15	PAR16	PAR17
ABRAMS M1A1	1,00	1,00	1,00	55,00	1,00	1,00	0,00	1,00
ABRAMS M1A1 z zab. log.	1,00	1,00	1,00	57,00	0,00	1,00	1,00	1,00
AMX 30	0,00	1,00	0,00	34,00	0,00	0,00	0,00	1,00
AMX 30 B2	1,00	1,00	1,00	35,30	0,00	1,00	0,00	1,00
AMX 30 B2 z zab. log.	1,00	1,00	1,00	35,30	0,00	1,00	0,00	1,00
C1 ARIETE	1,00	1,00	1,00	46,00	0,00	1,00	0,00	1,00
CENTURION	0,00	1,00	0,00	49,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CHALLENGER 1	0,00	1,00	1,00	60,00	1,00	1,00	0,00	1,00
CHALLENGER 2	1,00	1,00	1,00	62,50	1,00	1,00	0,00	1,00
CHALLENGER 2 z zab. log. w.1	1,00	1,00	1,00	62,50	1,00	1,00	0,00	1,00
CHALLENGER 2 z zab. log. w.2	1,00	1,00	1,00	62,50	1,00	1,00	0,00	1,00
CHIEFTAIN Mk 5	0,00	1,00	1,00	53,00	0,00	0,00	0,00	1,00
JAGUAR	1,00	1,00	1,00	40,00	0,00	1,00	0,00	1,00
JAGUAR z zab. log.	1,00	1,00	1,00	40,00	0,00	1,00	0,00	1,00
LECLERC	1,00	1,00	1,00	51,00	0,00	1,00	0,00	1,00
LECLERC z zab. log.	1,00	1,00	1,00	51,00	0,00	1,00	0,00	1,00
LEOPARD 1	0,00	1,00	0,00	38,70	0,00	0,00	0,00	1,00
LEOPARD 1A1	0,00	1,00	1,00	40,40	0,00	1,00	0,00	1,00
LEOPARD 2	1,00	1,00	1,00	53,00	0,00	1,00	0,00	1,00
M47	0,00	0,00	0,00	42,15	0,00	0,00	0,00	0,00
M60 A3	0,00	1,00	1,00	52,60	0,00	0,00	0,00	1,00
STRIDSVAGN 103	0,00	0,00	0,00	37,00	0,00	0,00	0,00	1,00
T-55	0,00	1,00	1,00	34,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T-55 z zab. log.	0,00	1,00	1,00	34,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T-62	0,00	1,00	1,00	38,00	0,00	0,00	0,00	1,00
T-64 B	0,00	1,00	1,00	39,50	0,00	0,00	0,00	1,00
T-72 B	0,00	1,00	1,00	44,50	0,00	0,00	0,00	1,00
T-80	1,00	1,00	1,00	41,00	1,00	1,00	0,00	1,00
Odchylenie standardowe S_i	*0,509*	*0,262*	*0,390*	*9,550*	*0,418*	*0,504*	*0,189*	*0,356*
Średnia arytmetyczna C_i	*0,500*	*0,929*	*0,821*	*46,034*	*0,214*	*0,571*	*0,036*	*0,857*

Źródło: opracowanie własne.

NAZWA SYSTEMU	PAR18	PAR19	PAR20	PAR21	PAR22	PAR23	PAR24
ABRAMS M1A1	1,00	7,92	3,65	2,44	60,00	465,00	0,96
ABRAMS M1A1 z zab. log.	1,00	7,92	3,65	2,44	60,00	465,00	0,96
AMX 30	1,00	6,58	3,10	2,29	50,00	550,00	0,77
AMX 30 B2	1,00	6,59	3,10	2,29	50,00	450,00	0,85
AMX 30 B2 z zab. log.	1,00	6,59	3,10	2,29	50,00	450,00	0,85
C1 ARIETE	1,00	7,59	3,60	2,50	55,00	550,00	0,85
CENTURION	1,00	7,56	3,39	2,44	30,00	100,00	0,90
CHALLENGER 1	1,00	8,33	3,52	2,50	50,00	450,00	0,85
CHALLENGER 2	1,00	8,30	3,42	2,49	56,00	450,00	0,85
CHALLENGER 2 z zab. log. w.1	1,00	8,30	3,42	2,49	50,00	450,00	0,85
CHALLENGER 2 z zab. log. w.2	1,00	8,30	3,42	2,49	70,00	450,00	0,85
CHIEFTAIN Mk 5	1,00	7,52	3,33	2,90	40,00	400,00	0,84
JAGUAR	1,00	6,80	3,27	2,63	45,00	300,00	0,98
JAGUAR z zab. log.	1,00	6,80	3,27	2,63	45,00	300,00	0,98
LECLERC	1,00	6,88	3,70	2,46	60,00	400,00	0,90
LECLERC z zab. log.	1,00	6,88	3,70	2,46	60,00	400,00	0,90
LEOPARD 1	1,00	7,09	3,25	2,61	55,00	600,00	0,96
LEOPARD 1A1	1,00	7,09	3,25	2,61	55,00	600,00	0,88
LEOPARD 2	1,00	7,72	3,70	2,48	65,00	550,00	0,83
M47	0,00	6,30	3,40	2,95	40,00	130,00	0,94
M60 A3	1,00	7,92	3,65	2,40	40,00	480,00	0,87
STRIDSVAGN 103	1,00	7,04	3,26	2,14	40,00	390,00	1,04
T-55	1,00	6,45	3,27	2,40	40,00	600,00	0,81
T-55 z zab. log.	1,00	6,45	3,27	2,40	40,00	600,00	0,81
T-62	1,00	6,63	3,30	2,40	40,00	450,00	0,83
T-64 B	1,00	7,40	3,38	2,20	65,00	400,00	0,83
T-72 B	1,00	6,95	3,60	2,37	50,00	300,00	0,83
T-80	1,00	7,40	3,40	2,20	60,00	500,00	0,83
Odchylenie standardowe S_i	*0,189*	*0,642*	*0,190*	*0,182*	*9,804*	*125,456*	*0,064*
Średnia arytmetyczna C_i	*0,964*	*7,261*	*3,406*	*2,461*	*50,750*	*436,786*	*0,879*

Źródło: opracowanie własne.

ZESTAWIENIE ZNORMALIZOWANYCH WARTOŚCI PARAMETRÓW BADANYCH SYSTEMÓW

NAZWA SYSTEMU	PAR1	PAR2	PAR3	PAR4	PAR5	PAR6	PAR7	PAR8	PAR9
ABRAMS M1A1	0,783	-0,337	-1,086	0,112	-0,890	-0,567	0,732	0,621	-0,914
ABRAMS M1A1 z zab. log.	0,783	0,521	0,942	0,112	-0,890	1,701	0,732	0,621	-0,914
AMX 30	-0,783	-0,337	-1,086	0,112	-0,253	-0,567	-1,317	0,621	1,055
AMX 30 B2	-0,783	-0,337	-1,086	0,112	-0,253	-0,567	0,732	0,621	-0,914
AMX 30 B2 z zab. log.	-0,783	-0,337	-1,086	0,112	-0,253	1,701	0,732	0,621	-0,914
C1 ARIETE	0,783	-0,337	-1,086	0,112	-0,708	-0,567	0,732	0,621	-0,914
CENTURION	-0,783	-0,337	0,130	0,112	1,384	-0,567	-1,317	-1,553	1,055
CHALLENGER 1	0,783	0,521	0,942	0,112	1,293	-0,567	0,732	-1,553	1,055
CHALLENGER 2	0,783	0,521	0,942	0,112	1,293	-0,567	0,732	0,621	-0,914
CHALLENGER 2 z zab. log. w.1	0,783	0,521	0,942	0,112	1,293	1,701	0,732	0,621	-0,914
CHALLENGER 2 z zab. log. w.2	0,783	0,521	0,942	0,112	1,293	1,701	0,732	0,621	-0,914
CHIEFTAIN Mk 5	0,783	-0,337	0,130	0,112	1,293	-0,567	-1,317	0,621	1,055
JAGUAR	-0,783	-0,337	0,130	0,112	-1,436	-0,567	0,732	0,621	-0,914
JAGUAR z zab. log.	-0,783	-0,337	0,130	0,112	-1,436	1,701	0,732	0,621	-0,914
LECLERC	0,783	-0,337	0,130	0,112	-0,890	-0,567	0,732	0,621	-0,914
LECLERC z zab. log.	0,783	-0,337	0,130	0,112	-0,890	1,701	0,732	0,621	-0,914
LEOPARD 1	-0,783	-0,337	0,130	0,112	0,474	-0,567	-1,317	-1,553	1,055
LEOPARD 1A1	-0,783	-0,337	0,130	0,112	0,474	-0,567	-1,317	0,621	1,055
LEOPARD 2	0,783	-0,337	0,130	0,112	-0,708	-0,567	0,732	0,621	-0,914
M47	-2,350	-1,195	-1,086	-3,026	1,930	-0,567	-1,317	-1,553	-0,914
M60 A3	-0,783	-0,337	-1,086	0,112	1,202	-0,567	0,732	0,621	1,055
STRIDSVAGN 103	-0,783	-0,337	0,130	0,112	0,019	-0,567	0,732	-1,553	1,055
T-55	-1,306	-1,195	-1,086	-1,980	-0,617	-0,567	-1,317	-1,553	1,055
T-55 z zab. log.	-1,306	-1,195	-1,086	-1,980	-0,617	1,701	-1,317	-1,553	1,055
T-62	0,261	-0,337	-1,086	0,112	-0,890	-0,567	-1,317	-1,553	1,055
T-64 B	1,306	1,379	0,942	2,204	-0,708	-0,567	-1,317	0,621	1,055
T-72 B	1,306	1,379	0,942	2,204	0,201	-0,567	0,732	0,621	1,055
T-80	1,306	3,953	2,970	0,112	-0,708	-0,567	0,732	0,621	-0,914

Źródło: opracowanie własne.

NAZWA SYSTEMU	PAR10	PAR11	PAR12	PAR13	PAR14	PAR15	PAR16	PAR17
ABRAMS M1A1	0,982	0,272	0,458	0,939	1,880	0,850	-0,189	0,401
ABRAMS M1A1 z zab. log.	0,982	0,272	0,458	1,148	-0,513	0,850	5,103	0,401
AMX 30	-0,982	0,272	-2,106	-1,260	-0,513	-1,134	-0,189	0,401
AMX 30 B2	0,982	0,272	0,458	-1,124	-0,513	0,850	-0,189	0,401
AMX 30 B2 z zab. log.	0,982	0,272	0,458	-1,124	-0,513	0,850	-0,189	0,401
C1 ARIETE	0,982	0,272	0,458	-0,004	-0,513	0,850	-0,189	0,401
CENTURION	-0,982	0,272	-2,106	0,311	-0,513	-1,134	-0,189	-2,405
CHALLENGER 1	-0,982	0,272	0,458	1,462	1,880	0,850	-0,189	0,401
CHALLENGER 2	0,982	0,272	0,458	1,724	1,880	0,850	-0,189	0,401
CHALLENGER 2 z zab. log. w.1	0,982	0,272	0,458	1,724	1,880	0,850	-0,189	0,401
CHALLENGER 2 z zab. log. w.2	0,982	0,272	0,458	1,724	1,880	0,850	-0,189	0,401
CHIEFTAIN Mk 5	-0,982	0,272	0,458	0,729	-0,513	-1,134	-0,189	0,401
JAGUAR	0,982	0,272	0,458	-0,632	-0,513	0,850	-0,189	0,401
JAGUAR z zab. log.	0,982	0,272	0,458	-0,632	-0,513	0,850	-0,189	0,401
LECLERC	0,982	0,272	0,458	0,520	-0,513	0,850	-0,189	0,401
LECLERC z zab. log.	0,982	0,272	0,458	0,520	-0,513	0,850	-0,189	0,401
LEOPARD 1	-0,982	0,272	-2,106	-0,768	-0,513	-1,134	-0,189	0,401
LEOPARD 1A1	-0,982	0,272	0,458	-0,590	-0,513	0,850	-0,189	0,401
LEOPARD 2	0,982	0,272	0,458	0,729	-0,513	0,850	-0,189	0,401
M47	-0,982	-3,541	-2,106	-0,407	-0,513	-1,134	-0,189	-2,405
M60 A3	-0,982	0,272	0,458	0,688	-0,513	-1,134	-0,189	0,401
STRIDSVAGN 103	-0,982	-3,541	-2,106	-0,946	-0,513	-1,134	-0,189	0,401
T-55	-0,982	0,272	0,458	-1,260	-0,513	-1,134	-0,189	-2,405
T-55 z zab. log.	-0,982	0,272	0,458	-1,260	-0,513	-1,134	-0,189	-2,405
T-62	-0,982	0,272	0,458	-0,841	-0,513	-1,134	-0,189	0,401
T-64 B	-0,982	0,272	0,458	-0,684	-0,513	-1,134	-0,189	0,401
T-72 B	-0,982	0,272	0,458	-0,161	-0,513	-1,134	-0,189	0,401
T-80	0,982	0,272	0,458	-0,527	1,880	0,850	-0,189	0,401

Źródło: opracowanie własne.

NAZWA SYSTEMU	PAR18	PAR19	PAR20	PAR21	PAR22	PAR23	PAR24
ABRAMS M1A1	0,189	1,027	1,287	-0,114	0,943	0,225	1,265
ABRAMS M1A1 z zab. log.	0,189	1,027	1,287	-0,114	0,943	0,225	1,265
AMX 30	0,189	-1,061	-1,615	-0,940	-0,076	0,902	-1,686
AMX 30 B2	0,189	-1,045	-1,615	-0,940	-0,076	0,105	-0,444
AMX 30 B2 z zab. log.	0,189	-1,045	-1,615	-0,940	-0,076	0,105	-0,444
C1 ARIETE	0,189	0,513	1,023	0,216	0,433	0,902	-0,444
CENTURION	0,189	0,466	-0,085	-0,114	-2,116	-2,684	0,333
CHALLENGER 1	0,189	1,666	0,601	0,216	-0,076	0,105	-0,444
CHALLENGER 2	0,189	1,620	0,073	0,161	0,535	0,105	-0,444
CHALLENGER 2 z zab. log. w.1	0,189	1,620	0,073	0,161	-0,076	0,105	-0,444
CHALLENGER 2 z zab. log. w.2	0,189	1,620	0,073	0,161	1,963	0,105	-0,444
CHIEFTAIN Mk 5	0,189	0,404	-0,401	2,418	-1,096	-0,293	-0,599
JAGUAR	0,189	-0,718	-0,718	0,932	-0,586	-1,090	1,575
JAGUAR z zab. log.	0,189	-0,718	-0,718	0,932	-0,586	-1,090	1,575
LECLERC	0,189	-0,593	1,551	-0,004	0,943	-0,293	0,333
LECLERC z zab. log.	0,189	-0,593	1,551	-0,004	0,943	-0,293	0,333
LEOPARD 1	0,189	-0,266	-0,824	0,822	0,433	1,301	1,265
LEOPARD 1A1	0,189	-0,266	-0,824	0,822	0,433	1,301	0,022
LEOPARD 2	0,189	0,716	1,551	0,106	1,453	0,902	-0,754
M47	-5,103	-1,497	-0,032	2,694	-1,096	-2,445	0,954
M60 A3	0,189	1,027	1,287	-0,334	-1,096	0,344	-0,133
STRIDSVAGN 103	0,189	-0,344	-0,771	-1,766	-1,096	-0,373	2,507
T-55	0,189	-1,263	-0,718	-0,334	-1,096	1,301	-1,065
T-55 z zab. log.	0,189	-1,263	-0,718	-0,334	-1,096	1,301	-1,065
T-62	0,189	-0,983	-0,560	-0,334	-1,096	0,105	-0,754
T-64 B	0,189	0,217	-0,138	-1,435	1,453	-0,293	-0,754
T-72 B	0,189	-0,484	1,023	-0,499	-0,076	-1,090	-0,754
T-80	0,189	0,217	-0,032	-1,435	0,943	0,504	-0,754

Źródło: opracowanie własne.

ZESTAWIENIE ZNORMALIZOWANYCH WARTOŚCI PARAMETRÓW WYBRANYCH DO ANALIZY BADANYCH SYSTEMÓW

NAZWA SYSTEMU	PAR1	PAR5	PAR6	PAR12	PAR13	PAR15	PAR21	PAR22
ABRAMS M1A1	0,783	-0,890	-0,567	0,458	0,939	0,850	-0,114	0,943
ABRAMS M1A1 z zab. log.	0,783	-0,890	1,701	0,458	1,148	0,850	-0,114	0,943
AMX 30	-0,783	-0,253	-0,567	-2,106	-1,260	-1,134	-0,940	-0,076
AMX 30 B2	-0,783	-0,253	-0,567	0,458	-1,124	0,850	-0,940	-0,076
AMX 30 B2 z zab. log.	-0,783	-0,253	1,701	0,458	-1,124	0,850	-0,940	-0,076
C1 ARIETE	0,783	-0,708	-0,567	0,458	-0,004	0,850	0,216	0,433
CENTURION	-0,783	1,384	-0,567	-2,106	0,311	-1,134	-0,114	-2,116
CHALLENGER 1	0,783	1,293	-0,567	0,458	1,462	0,850	0,216	-0,076
CHALLENGER 2	0,783	1,293	-0,567	0,458	1,724	0,850	0,161	0,535
CHALLENGER 2 z zab. log. w.1	0,783	1,293	1,701	0,458	1,724	0,850	0,161	-0,076
CHALLENGER 2 z zab. log. w.2	0,783	1,293	1,701	0,458	1,724	0,850	0,161	1,963
CHIEFTAIN Mk 5	0,783	1,293	-0,567	0,458	0,729	-1,134	2,418	-1,096
JAGUAR	-0,783	-1,436	-0,567	0,458	-0,632	0,850	0,932	-0,586
JAGUAR z zab. log.	-0,783	-1,436	1,701	0,458	-0,632	0,850	0,932	-0,586
LECLERC	0,783	-0,890	-0,567	0,458	0,520	0,850	-0,004	0,943
LECLERC z zab. log.	0,783	-0,890	1,701	0,458	0,520	0,850	-0,004	0,943
LEOPARD 1	-0,783	0,474	-0,567	-2,106	-0,768	-1,134	0,822	0,433
LEOPARD 1A1	-0,783	0,474	-0,567	0,458	-0,590	0,850	0,822	0,433
LEOPARD 2	0,783	-0,708	-0,567	0,458	0,729	0,850	0,106	1,453
M47	-2,350	1,930	-0,567	-2,106	-0,407	-1,134	2,694	-1,096
M60 A3	-0,783	1,202	-0,567	0,458	0,688	-1,134	-0,334	-1,096
STRIDSVAGN 103	-0,783	0,019	-0,567	-2,106	-0,946	-1,134	-1,766	-1,096
T-55	-1,306	-0,617	-0,567	0,458	-1,260	-1,134	-0,334	-1,096
T-55 z zab. log.	-1,306	-0,617	1,701	0,458	-1,260	-1,134	-0,334	-1,096
T-62	0,261	-0,890	-0,567	0,458	-0,841	-1,134	-0,334	-1,096
T-64 B	1,306	-0,708	-0,567	0,458	-0,684	-1,134	-1,435	1,453
T-72 B	1,306	0,201	-0,567	0,458	-0,161	-1,134	-0,499	-0,076
T-80	1,306	-0,708	-0,567	0,458	-0,527	0,850	-1,435	0,943

Źródło: opracowanie własne.

MACIERZ WSPÓŁCZYNNIKÓW KORELACJI PARAMETRÓW WYBRANYCH DO ANALIZY BADANYCH SYSTEMÓW

	WSKAŹNIK JAKOŚCI	*PAR1*	*PAR5*	*PAR6*	*PAR12*	*PAR13*	*PAR15*	*PAR21*	*PAR22*
WSKAŹNIK JAKOŚCI	1,000								
PAR1	0,499	1,000							
PAR5	-0,213	-0,130	1,000						
PAR6	0,573	0,022	-0,126	1,000					
PAR12	0,475	0,521	-0,338	0,269	1,000				
PAR13	0,497	0,585	0,440	0,176	0,292	1,000			
PAR15	0,614	0,384	-0,251	0,333	0,538	0,431	1,000		
PAR21	-0,160	-0,231	0,373	-0,012	-0,066	0,259	0,012	1,000	
PAR22	0,528	0,644	-0,248	0,169	0,375	0,369	0,592	-0,190	1,000

Źródło: opracowanie własne.

ZESTAWIENIE
POJEMNOŚCI INDYWIDUALNYCH I INTEGRALNYCH
PARAMETRÓW WYBRANYCH DO ANALIZY BADANYCH SYSTEMÓW

Kombinacje parametrów wybranych do analizy K_k	**Pojemności indywidualne h_{kj}**								**Pojemności integralne H_k**
K1={X1}	0,249								0,249
K2={X2}		0,045							0,045
K3={X3}			0,329						0,329
K4={X4}				0,225					0,225
K5={X5}					0,247				0,247
K6={X6}						0,377			0,377
K7={X7}							0,026		0,026
K8={X8}								0,279	0,279
K9={X1,X2}	0,220	0,040							0,261
K10={X1,X3}	0,244		0,322						0,565
K11={X1,X4}	0,164			0,148					0,312
K12={X1,X5}	0,157				0,156				0,313
K13={X1,X6}	0,180					0,272			0,452
K14={X1,X7}	0,202						0,021		0,223
K15={X1,X8}	0,151							0,170	0,321
K16={X2,X3}		0,040	0,292						0,332
K17={X2,X4}		0,034		0,169					0,203
K18={X2,X5}		0,032			0,172				0,203
K19={X2,X6}		0,036				0,301			0,337
K20={X2,X7}		0,033					0,019		0,052
K21={X2,X8}		0,036						0,224	0,260
K22={X3,X4}			0,259	0,178					0,437
K23={X3,X5}			0,279		0,210				0,490
K24={X3,X6}			0,247			0,283			0,529
K25={X3,X7}			0,325				0,025		0,350
K26={X3,X8}			0,281					0,239	0,520
K27={X4,X5}				0,175	0,191				0,366
K28={X4,X6}				0,147		0,245			0,392
K29={X4,X7}				0,211			0,024		0,236
K30={X4,X8}				0,164				0,203	0,367
K31={X5,X6}					0,173	0,263			0,436
K32={X5,X7}					0,196		0,020		0,217
K33={X5,X8}					0,181			0,204	0,384
K34={X6,X7}						0,373	0,025		0,398
K35={X6,X8}						0,237		0,175	0,412
K36={X7,X8}							0,022	0,234	0,256
K37={X1,X2,X3}	0,216	0,036	0,286						0,539
K38={X1,X2,X4}	0,151	0,031		0,121					0,303
K39={X1,X2,X5}	0,145	0,029			0,122				0,296
K40={X1,X2,X6}	0,164	0,033				0,230			0,428
K41={X1,X2,X7}	0,183	0,030					0,016		0,229

Kombinacje parametrów wybranych do analizy K_k	**Pojemności indywidualne h_{kj}**								**Pojemności integralne H_k**
K42={X1,X2,X8}	0,140	0,033						0,147	0,321
K43={X1,X3,X4}	0,161		0,255	0,126					0,542
K44={X1,X3,X5}	0,155		0,274		0,140				0,570
K45={X1,X3,X6}	***0,177***		***0,243***			***0,219***			***0,639***
K46={X1,X3,X7}	0,199		0,318				0,021		0,538
K47={X1,X3,X8}	0,149		0,276					0,154	0,579
K48={X1,X4,X5}	0,118			0,124	0,132				0,375
K49={X1,X4,X6}	0,131			0,110		0,196			0,436
K50={X1,X4,X7}	0,142			0,142			0,020		0,304
K51={X1,X4,X8}	0,115			0,119				0,138	0,372
K52={X1,X5,X6}	0,127				0,123	0,208			0,457
K53={X1,X5,X7}	0,137				0,134		0,017		0,289
K54={X1,X5,X8}	0,112				0,127			0,139	0,377
K55={X1,X6,X7}	0,154					0,270	0,021		0,445
K56={X1,X6,X8}	0,123					0,191		0,125	0,438
K57={X1,X7,X8}	0,133						0,018	0,152	0,303
K58={X2,X3,X4}		0,031	0,236	0,140					0,407
K59={X2,X3,X5}		0,029	0,252		0,153				0,434
K60={X2,X3,X6}		0,033	0,225			0,238			0,496
K61={X2,X3,X7}		0,030	0,289				0,019		0,338
K62={X2,X3,X8}		0,033	0,254					0,197	0,484
K63={X2,X4,X5}		0,026		0,138	0,143				0,307
K64={X2,X4,X6}		0,029		0,120		0,211			0,359
K65={X2,X4,X7}		0,027		0,161			0,018		0,205
K66={X2,X4,X8}		0,029		0,132				0,172	0,332
K67={X2,X5,X6}		0,027			0,132	0,224			0,383
K68={X2,X5,X7}		0,025			0,146		0,016		0,186
K69={X2,X5,X8}		0,027			0,137			0,172	0,336
K70={X2,X6,X7}		0,028				0,298	0,019		0,345
K71={X2,X6,X8}		0,030				0,204		0,152	0,386
K72={X2,X7,X8}		0,028					0,016	0,194	0,238
K73={X3,X4,X5}			0,227	0,144	0,168				0,540
K74={X3,X4,X6}			0,205	0,125		0,201			0,531
K75={X3,X4,X7}			0,257	0,169			0,024		0,449
K76={X3,X4,X8}			0,229	0,137				0,181	0,546
K77={X3,X5,X6}			0,218		0,154	0,214			0,585
K78={X3,X5,X7}			0,277		0,172		0,020		0,469
K79={X3,X5,X8}			0,244		0,160			0,181	0,586
K80={X3,X6,X7}			0,244			0,280	0,025		0,550
K81={X3,X6,X8}			0,219			0,196		0,158	0,573
K82={X3,X7,X8}			0,278				0,021	0,205	0,505
K83={X4,X5,X6}				0,123	0,144	0,191			0,458
K84={X4,X5,X7}				0,166	0,159		0,019		0,345
K85={X4,X5,X8}				0,135	0,149			0,160	0,444
K86={X4,X6,X7}				0,141		0,243	0,024		0,408
K87={X4,X6,X8}				0,118		0,177		0,142	0,436
K88={X4,X7,X8}				0,156			0,020	0,178	0,355
K89={X5,X6,X7}					0,146	0,261	0,020		0,428
K90={X5,X6,X8}					0,137	0,186		0,142	0,466
K91={X5,X7,X8}					0,152		0,018	0,179	0,348

Kombinacje parametrów wybranych do analizy K_k	Pojemności indywidualne h_{kj}								Pojemności integralne H_k
K92={X6,X7,X8}						0,235	0,021	0,157	0,413
K93={X1,X2,X3,X4}	0,149	0,028	0,232	0,106					0,515
K94={X1,X2,X3,X5}	0,143	0,027	0,248		0,112				0,531
K95={X1,X2,X3,X6}	0,162	0,030	0,222			0,191			0,606
K96={X1,X2,X3,X7}	0,180	0,028	0,283				0,016		0,507
K97={X1,X2,X3,X8}	0,139	0,030	0,250					0,135	0,554
K98={X1,X2,X4,X5}	0,111	0,024		0,105	0,107				0,347
K99={X1,X2,X4,X6}	0,122	0,026		0,094		0,173			0,416
K100={X1,X2,X4,X7}	0,132	0,025		0,117			0,015		0,290
K101={X1,X2,X4,X8}	0,109	0,026		0,101				0,123	0,359
K102={X1,X2,X5,X6}	0,119	0,025			0,101	0,182			0,427
K103={X1,X2,X5,X7}	0,128	0,023			0,108		0,014		0,273
K104={X1,X2,X5,X8}	0,106	0,025			0,103			0,123	0,357
K105={X1,X2,X6,X7}	0,143	0,026				0,229	0,016		0,413
K106={X1,X2,X6,X8}	0,115	0,028				0,169		0,112	0,425
K107={X1,X2,X7,X8}	0,124	0,026					0,014	0,134	0,298
K108={X1,X3,X4,X5}	0,117		0,224	0,108	0,120				0,570
K109={X1,X3,X4,X6}	0,129		0,202	0,097		0,167			0,596
K110={X1,X3,X4,X7}	0,140		0,252	0,121			0,020		0,534
K111={X1,X3,X4,X8}	0,114		0,225	0,104				0,127	0,571
K112={X1,X3,X5,X6}	0,125		0,215		0,113	0,175			0,628
K113={X1,X3,X5,X7}	0,136		0,272		0,122		0,017		0,547
K114={X1,X3,X5,X8}	0,111		0,240		0,116			0,128	0,595
K115={X1,X3,X6,X7}	0,152		0,240			0,218	0,021		0,631
K116={X1,X3,X6,X8}	0,121		0,216			0,163		0,116	0,616
K117={X1,X3,X7,X8}	0,131		0,273				0,018	0,139	0,562
K118={X1,X4,X5,X6}	0,100			0,096	0,107	0,160			0,463
K119={X1,X4,X5,X7}	0,107			0,120	0,116		0,017		0,359
K120={X1,X4,X5,X8}	0,091			0,103	0,110			0,117	0,421
K121={X1,X4,X6,X7}	0,117			0,106		0,195	0,020		0,437
K122={X1,X4,X6,X8}	0,098			0,093		0,150		0,107	0,447
K123={X1,X4,X7,X8}	0,104			0,115			0,017	0,126	0,362
K124={X1,X5,X6,X7}	0,113				0,109	0,206	0,017		0,445
K125={X1,X5,X6,X8}	0,095				0,104	0,157		0,107	0,463
K126={X1,X5,X7,X8}	0,101				0,112		0,015	0,127	0,355
K127={X1,X6,X7,X8}	0,110					0,190	0,018	0,115	0,433
K128={X2,X3,X4,X5}		0,024	0,209	0,119	0,130				0,481
K129={X2,X3,X4,X6}		0,026	0,190	0,105		0,178			0,499
K130={X2,X3,X4,X7}		0,025	0,234	0,135			0,018		0,411
K131={X2,X3,X4,X8}		0,027	0,210	0,114				0,156	0,506
K132={X2,X3,X5,X6}		0,025	0,201		0,121	0,187			0,534
K133={X2,X3,X5,X7}		0,023	0,250		0,132		0,016		0,421
K134={X2,X3,X5,X8}		0,025	0,223		0,125			0,156	0,529
K135={X2,X3,X6,X7}		0,026	0,223			0,236	0,018		0,504
K136={X2,X3,X6,X8}		0,028	0,202			0,173		0,139	0,542
K137={X2,X3,X7,X8}		0,026	0,252				0,016	0,174	0,467
K138={X2,X4,X5,X6}		0,022		0,104	0,114	0,170			0,411
K139={X2,X4,X5,X7}		0,021		0,133	0,124		0,015		0,293
K140={X2,X4,X5,X8}		0,022		0,112	0,118			0,140	0,393
K141={X2,X4,X6,X7}		0,023		0,116		0,209	0,018		0,366

Kombinacje parametrów wybranych do analizy K_k	Pojemności indywidualne h_{kj}								Pojemności integralne H_k
K142={X2,X4,X6,X8}		0,025		0,100		0,158		0,126	0,409
K143={X2,X4,X7,X8}		0,023		0,127			0,016	0,154	0,320
K144={X2,X5,X6,X7}		0,022			0,116	0,223	0,016		0,376
K145={X2,X5,X6,X8}		0,023			0,110	0,166		0,126	0,426
K146={X2,X5,X7,X8}		0,022			0,120		0,014	0,154	0,310
K147={X2,X6,X7,X8}		0,024				0,203	0,016	0,137	0,381
K148={X3,X4,X5,X6}			0,185	0,107	0,130	0,164			0,586
K149={X3,X4,X5,X7}			0,226	0,139	0,143		0,019		0,527
K150={X3,X4,X5,X8}			0,204	0,116	0,135			0,146	0,600
K151={X3,X4,X6,X7}			0,204	0,120		0,200	0,024		0,548
K152={X3,X4,X6,X8}			0,186	0,103		0,153		0,131	0,572
K153={X3,X4,X7,X8}			0,227	0,132			0,020	0,161	0,540
K154={X3,X5,X6,X7}			0,216		0,132	0,212	0,020		0,581
K155={X3,X5,X6,X8}			0,196		0,125	0,160		0,131	0,612
K156={X3,X5,X7,X8}			0,242		0,137		0,018	0,161	0,558
K157={X3,X6,X7,X8}			0,217			0,195	0,021	0,143	0,576
K158={X4,X5,X6,X7}				0,119	0,125	0,190	0,019		0,453
K159={X4,X5,X6,X8}				0,102	0,118	0,147		0,119	0,487
K160={X4,X5,X7,X8}				0,130	0,129		0,017	0,144	0,420
K161={X4,X6,X7,X8}				0,114		0,176	0,020	0,129	0,439
K162={X5,X6,X7,X8}					0,120	0,185	0,018	0,130	0,453
K163={X1,X2,X3,X4,X5}	0,110	0,022	0,206	0,093	0,099				0,531
K164={X1,X2,X3,X4,X6}	0,121	0,025	0,188	0,085		0,150			0,568
K165={X1,X2,X3,X4,X7}	0,131	0,023	0,230	0,103			0,015		0,502
K166={X1,X2,X3,X4,X8}	0,107	0,025	0,207	0,090				0,114	0,544
K167={X1,X2,X3,X5,X6}	0,117	0,023	0,198		0,094	0,157			0,590
K168={X1,X2,X3,X5,X7}	0,127	0,022	0,246		0,101		0,014		0,509
K169={X1,X2,X3,X5,X8}	0,105	0,023	0,220		0,096			0,115	0,559
K170={X1,X2,X3,X6,X7}	0,141	0,024	0,220			0,190	0,016		0,591
K171={X1,X2,X3,X6,X8}	0,114	0,026	0,199			0,147		0,105	0,592
K172={X1,X2,X3,X7,X8}	0,123	0,024	0,247				0,014	0,124	0,533
K173={X1,X2,X4,X5,X6}	0,095	0,021		0,084	0,090	0,145			0,435
K174={X1,X2,X4,X5,X7}	0,101	0,020		0,102	0,096		0,013		0,332
K175={X1,X2,X4,X5,X8}	0,086	0,021		0,089	0,092			0,106	0,395
K176={X1,X2,X4,X6,X7}	0,110	0,022		0,092		0,172	0,015		0,411
K177={X1,X2,X4,X6,X8}	0,093	0,023		0,081		0,136		0,098	0,431
K178={X1,X2,X4,X7,X8}	0,099	0,022		0,098			0,014	0,114	0,346
K179={X1,X2,X5,X6,X7}	0,107	0,021			0,091	0,181	0,014		0,414
K180={X1,X2,X5,X6,X8}	0,091	0,022			0,088	0,142		0,098	0,440
K181={X1,X2,X5,X7,X8}	0,096	0,021			0,093		0,013	0,114	0,336
K182={X1,X2,X6,X7,X8}	0,104	0,023				0,168	0,014	0,104	0,414
K183={X1,X3,X4,X5,X6}	0,099		0,183	0,086	0,100	0,140			0,608
K184={X1,X3,X4,X5,X7}	0,106		0,222	0,105	0,107		0,016		0,556
K185={X1,X3,X4,X5,X8}	0,090		0,201	0,092	0,102			0,109	0,594
K186={X1,X3,X4,X6,X7}	0,115		0,201	0,094		0,166	0,019		0,596
K187={X1,X3,X4,X6,X8}	0,097		0,183	0,083		0,132		0,100	0,596
K188={X1,X3,X4,X7,X8}	0,103		0,223	0,101			0,017	0,117	0,562
K189={X1,X3,X5,X6,X7}	0,112		0,213		0,101	0,175	0,017		0,618
K190={X1,X3,X5,X6,X8}	0,095		0,193		0,097	0,138		0,101	0,622
K191={X1,X3,X5,X7,X8}	0,100		0,238		0,103		0,015	0,118	0,575

Kombinacje parametrów wybranych do analizy K_k	Pojemności indywidualne h_{kj}								Pojemności integralne H_k
K192={X1,X3,X6,X7,X8}	0,109		0,214			0,162	0,018	0,107	0,611
K193={X1,X4,X5,X6,X7}	0,092			0,093	0,096	0,159	0,016		0,457
K194={X1,X4,X5,X6,X8}	0,079			0,083	0,092	0,128		0,094	0,476
K195={X1,X4,X5,X7,X8}	0,084			0,100	0,099		0,015	0,108	0,405
K196={X1,X4,X6,X7,X8}	0,090			0,090		0,149	0,017	0,100	0,446
K197={X1,X5,X6,X7,X8}	0,088				0,094	0,156	0,015	0,100	0,452
K198={X2,X3,X4,X5,X6}		0,021	0,173	0,093	0,106	0,148			0,539
K199={X2,X3,X4,X5,X7}		0,020	0,208	0,115	0,114		0,015		0,471
K200={X2,X3,X4,X5,X8}		0,021	0,189	0,099	0,109			0,129	0,547
K201={X2,X3,X4,X6,X7}		0,022	0,189	0,102		0,177	0,018		0,507
K202={X2,X3,X4,X6,X8}		0,023	0,173	0,089		0,139		0,117	0,542
K203={X2,X3,X4,X7,X8}		0,022	0,209	0,110			0,016	0,141	0,497
K204={X2,X3,X5,X6,X7}		0,021	0,200		0,107	0,186	0,016		0,529
K205={X2,X3,X5,X6,X8}		0,022	0,182		0,102	0,145		0,117	0,568
K206={X2,X3,X5,X7,X8}		0,021	0,222		0,110		0,014	0,141	0,508
K207={X2,X3,X6,X7,X8}		0,023	0,200			0,172	0,016	0,127	0,538
K208={X2,X4,X5,X6,X7}		0,019		0,101	0,102	0,169	0,015		0,406
K209={X2,X4,X5,X6,X8}		0,020		0,089	0,098	0,134		0,108	0,448
K210={X2,X4,X5,X7,X8}		0,019		0,109	0,105		0,014	0,128	0,374
K211={X2,X4,X6,X7,X8}		0,021		0,097		0,157	0,016	0,116	0,407
K212={X2,X5,X6,X7,X8}		0,020			0,099	0,165	0,014	0,116	0,414
K213={X3,X4,X5,X6,X7}			0,184	0,104	0,115	0,163	0,019		0,584
K214={X3,X4,X5,X6,X8}			0,169	0,091	0,109	0,130		0,111	0,610
K215={X3,X4,X5,X7,X8}			0,202	0,113	0,118		0,017	0,133	0,582
K216={X3,X4,X6,X7,X8}			0,184	0,100		0,152	0,020	0,120	0,577
K217={X3,X5,X6,X7,X8}			0,194		0,111	0,159	0,017	0,120	0,602
K218={X4,X5,X6,X7,X8}				0,099	0,105	0,146	0,017	0,110	0,478
K219={X1,X2,X3,X4,X5,X6}	0,094	0,020	0,171	0,076	0,085	0,128			0,574
K220={X1,X2,X3,X4,X5,X7}	0,100	0,019	0,205	0,091	0,090		0,013		0,518
K221={X1,X2,X3,X4,X5,X8}	0,086	0,020	0,186	0,081	0,086			0,099	0,559
K222={X1,X2,X3,X4,X6,X7}	0,109	0,020	0,187	0,083		0,150	0,015		0,563
K223={X1,X2,X3,X4,X6,X8}	0,092	0,022	0,171	0,074		0,122		0,092	0,573
K224={X1,X2,X3,X4,X7,X8}	0,098	0,020	0,206	0,088			0,014	0,106	0,532
K225={X1,X2,X3,X5,X6,X7}	0,106	0,020	0,197		0,086	0,156	0,014		0,578
K226={X1,X2,X3,X5,X6,X8}	0,090	0,021	0,180		0,082	0,126		0,092	0,591
K227={X1,X2,X3,X5,X7,X8}	0,095	0,020	0,218		0,087		0,012	0,106	0,540
K228={X1,X2,X3,X6,X7,X8}	0,103	0,021	0,198			0,147	0,014	0,098	0,581
K229={X1,X2,X4,X5,X6,X7}	0,087	0,018		0,082	0,082	0,144	0,013		0,427
K230={X1,X2,X4,X5,X6,X8}	0,076	0,019		0,074	0,079	0,118		0,086	0,452
K231={X1,X2,X4,X5,X7,X8}	0,080	0,018		0,087	0,084		0,012	0,099	0,380
K232={X1,X2,X4,X6,X7,X8}	0,086	0,019		0,079		0,136	0,014	0,091	0,425
K233={X1,X2,X5,X6,X7,X8}	0,084	0,019			0,080	0,141	0,012	0,092	0,428
K234={X1,X3,X4,X5,X6,X7}	0,091		0,181	0,084	0,090	0,140	0,016		0,602
K235={X1,X3,X4,X5,X6,X8}	0,079		0,167	0,075	0,087	0,115		0,089	0,611
K236={X1,X3,X4,X5,X7,X8}	0,083		0,199	0,089	0,092		0,015	0,102	0,580
K237={X1,X3,X4,X6,X7,X8}	0,089		0,182	0,081		0,132	0,017	0,094	0,595
K238={X1,X3,X5,X6,X7,X8}	0,087		0,192		0,088	0,137	0,015	0,094	0,613
K239={X1,X4,X5,X6,X7,X8}	0,074			0,081	0,084	0,127	0,015	0,088	0,469
K240={X2,X3,X4,X5,X6,X7}		0,018	0,172	0,090	0,095	0,147	0,015		0,537
K241={X2,X3,X4,X5,X6,X8}		0,019	0,158	0,080	0,091	0,120		0,101	0,570

Kombinacje parametrów wybranych do analizy K_k	**Pojemności indywidualne h_{kj}**								**Pojemności integralne H_k**
K242={X2,X3,X4,X5,X7,X8}		0,018	0,188	0,096	0,097		0,014	0,119	0,532
K243={X2,X3,X4,X6,X7,X8}		0,019	0,172	0,087		0,138	0,016	0,108	0,541
K244={X2,X3,X5,X6,X7,X8}		0,019	0,181		0,092	0,144	0,014	0,109	0,558
K245={X2,X4,X5,X6,X7,X8}		0,017		0,086	0,089	0,133	0,014	0,101	0,440
K246={X3,X4,X5,X6,X7,X8}			0,168	0,089	0,098	0,130	0,017	0,103	0,604
K247={X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7}	0,087	0,017	0,170	0,075	0,078	0,128	0,013		0,567
K248={X1,X2,X3,X4,X5,X6,X8}	0,076	0,018	0,157	0,068	0,075	0,107		0,082	0,582
K249={X1,X2,X3,X4,X5,X7,X8}	0,079	0,017	0,185	0,079	0,079		0,012	0,093	0,545
K250={X1,X2,X3,X4,X6,X7,X8}	0,085	0,018	0,170	0,073		0,121	0,014	0,087	0,568
K251={X1,X2,X3,X5,X6,X7,X8}	0,083	0,018	0,179		0,076	0,126	0,012	0,087	0,580
K252={X1,X2,X4,X5,X6,X7,X8}	0,071	0,016		0,072	0,073	0,117	0,012	0,082	0,444
K253={X1,X3,X4,X5,X6,X7,X8}	0,074		0,166	0,074	0,079	0,115	0,015	0,084	0,605
K254={X2,X3,X4,X5,X6,X7,X8}		0,016	0,158	0,078	0,083	0,119	0,013	0,095	0,563
K255={X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7,X8}	0,071	0,016	0,156	0,066	0,070	0,106	0,012	0,078	0,575
Wartość max. pojemności integralnej dla K45={X1,X3,X6}									*0,639*

Źródło: opracowanie własne.

ZESTAWIENIE
POJEMNOŚCI INDYWIDUALNYCH I INTEGRALNYCH
PARAMETRÓW WYBRANYCH DO ANALIZY BADANYCH SYSTEMÓW
/wariant 2/

Kombinacje parametrów wybranych do analizy K_k	**Pojemności indywidualne h_{kj}**								**Pojemności integralne H_k**
K1={X1}	0,249								0,249
K2={X2}		0,045							0,045
K3={X3}			0,329						0,329
K4={X4}				0,225					0,225
K5={X5}					0,247				0,247
K6={X6}						0,377			0,377
K7={X7}							0,026		0,026
K8={X8}								0,046	0,046
K9={X1,X2}	0,220	0,040							0,261
K10={X1,X3}	0,244		0,322						0,565
K11={X1,X4}	0,164			0,148					0,312
K12={X1,X5}	0,157				0,156				0,313
K13={X1,X6}	0,180					0,272			0,452
K14={X1,X7}	0,202						0,021		0,223
K15={X1,X8}	0,220							0,041	0,261
K16={X2,X3}		0,040	0,292						0,332
K17={X2,X4}		0,034		0,169					0,203
K18={X2,X5}		0,032			0,172				0,203
K19={X2,X6}		0,036				0,301			0,337
K20={X2,X7}		0,033					0,019		0,052
K21={X2,X8}		0,036						0,037	0,073
K22={X3,X4}			0,259	0,178					0,437
K23={X3,X5}			0,279		0,210				0,490
K24={X3,X6}			0,247			0,283			0,529
K25={X3,X7}			0,325				0,025		0,350
K26={X3,X8}			0,317					0,045	0,361
K27={X4,X5}				0,175	0,191				0,366
K28={X4,X6}				0,147		0,245			0,392
K29={X4,X7}				0,211			0,024		0,236
K30={X4,X8}				0,172				0,035	0,207
K31={X5,X6}					0,173	0,263			0,436
K32={X5,X7}					0,196		0,020		0,217
K33={X5,X8}					0,223			0,042	0,265
K34={X6,X7}						0,373	0,025		0,398
K35={X6,X8}						0,330		0,041	0,371
K36={X7,X8}							0,020	0,036	0,056
K37={X1,X2,X3}	0,216	0,036	0,286						0,539
K38={X1,X2,X4}	0,151	0,031		0,121					0,303
K39={X1,X2,X5}	0,145	0,029			0,122				0,296
K40={X1,X2,X6}	0,164	0,033				0,230			0,428
K41={X1,X2,X7}	0,183	0,030					0,016		0,229

Kombinacje parametrów wybranych do analizy K_k	**Pojemności indywidualne h_{kj}**								**Pojemności integralne H_k**
K42={X1,X2,X8}	0,197	0,033						0,033	0,263
K43={X1,X3,X4}	0,161		0,255	0,126					0,542
K44={X1,X3,X5}	0,155		0,274		0,140				0,570
K45={X1,X3,X6}	***0,177***		***0,243***			***0,219***			***0,639***
K46={X1,X3,X7}	0,199		0,318				0,021		0,538
K47={X1,X3,X8}	0,216		0,310					0,040	0,565
K48={X1,X4,X5}	0,118			0,124	0,132				0,375
K49={X1,X4,X6}	0,131			0,110		0,196			0,436
K50={X1,X4,X7}	0,142			0,142			0,020		0,304
K51={X1,X4,X8}	0,151			0,123				0,032	0,306
K52={X1,X5,X6}	0,127				0,123	0,208			0,457
K53={X1,X5,X7}	0,137				0,134		0,017		0,289
K54={X1,X5,X8}	0,145				0,146			0,037	0,328
K55={X1,X6,X7}	0,154					0,270	0,021		0,445
K56={X1,X6,X8}	0,164					0,247		0,036	0,448
K57={X1,X7,X8}	0,183						0,017	0,033	0,232
K58={X2,X3,X4}		0,031	0,236	0,140					0,407
K59={X2,X3,X5}		0,029	0,252		0,153				0,434
K60={X2,X3,X6}		0,033	0,225			0,238			0,496
K61={X2,X3,X7}		0,030	0,289				0,019		0,338
K62={X2,X3,X8}		0,033	0,282					0,036	0,351
K63={X2,X4,X5}		0,026		0,138	0,143				0,307
K64={X2,X4,X6}		0,029		0,120		0,211			0,359
K65={X2,X4,X7}		0,027		0,161			0,018		0,205
K66={X2,X4,X8}		0,028		0,137				0,029	0,194
K67={X2,X5,X6}		0,027			0,132	0,224			0,383
K68={X2,X5,X7}		0,025			0,146		0,016		0,186
K69={X2,X5,X8}		0,027			0,160			0,034	0,220
K70={X2,X6,X7}		0,028				0,298	0,019		0,345
K71={X2,X6,X8}		0,030				0,271		0,033	0,334
K72={X2,X7,X8}		0,028					0,015	0,030	0,073
K73={X3,X4,X5}			0,227	0,144	0,168				0,540
K74={X3,X4,X6}			0,205	0,125		0,201			0,531
K75={X3,X4,X7}			0,257	0,169			0,024		0,449
K76={X3,X4,X8}			0,251	0,142				0,034	0,428
K77={X3,X5,X6}			0,218		0,154	0,214			0,585
K78={X3,X5,X7}			0,277		0,172		0,020		0,469
K79={X3,X5,X8}			0,271		0,192			0,040	0,503
K80={X3,X6,X7}			0,244			0,280	0,025		0,550
K81={X3,X6,X8}			0,240			0,256		0,039	0,534
K82={X3,X7,X8}			0,313				0,020	0,035	0,368
K83={X4,X5,X6}				0,123	0,144	0,191			0,458
K84={X4,X5,X7}				0,166	0,159		0,019		0,345
K85={X4,X5,X8}				0,140	0,176			0,033	0,349
K86={X4,X6,X7}				0,141		0,243	0,024		0,408
K87={X4,X6,X8}				0,122		0,224		0,032	0,378
K88={X4,X7,X8}				0,163			0,019	0,029	0,211
K89={X5,X6,X7}					0,146	0,261	0,020		0,428
K90={X5,X6,X8}					0,161	0,240		0,037	0,437
K91={X5,X7,X8}					0,181		0,017	0,033	0,230

Kombinacje parametrów wybranych do analizy K_k	Pojemności indywidualne h_{kj}								Pojemności integralne H_k
K92={X6,X7,X8}						0,327	0,020	0,032	0,379
K93={X1,X2,X3,X4}	0,149	0,028	0,232	0,106					0,515
K94={X1,X2,X3,X5}	0,143	0,027	0,248		0,112				0,531
K95={X1,X2,X3,X6}	0,162	0,030	0,222			0,191			0,606
K96={X1,X2,X3,X7}	0,180	0,028	0,283				0,016		0,507
K97={X1,X2,X3,X8}	0,194	0,030	0,277					0,032	0,533
K98={X1,X2,X4,X5}	0,111	0,024		0,105	0,107				0,347
K99={X1,X2,X4,X6}	0,122	0,026		0,094		0,173			0,416
K100={X1,X2,X4,X7}	0,132	0,025		0,117			0,015		0,290
K101={X1,X2,X4,X8}	0,140	0,026		0,104				0,027	0,297
K102={X1,X2,X5,X6}	0,119	0,025			0,101	0,182			0,427
K103={X1,X2,X5,X7}	0,128	0,023			0,108		0,014		0,273
K104={X1,X2,X5,X8}	0,135	0,025			0,116			0,031	0,306
K105={X1,X2,X6,X7}	0,143	0,026				0,229	0,016		0,413
K106={X1,X2,X6,X8}	0,151	0,028				0,212		0,030	0,421
K107={X1,X2,X7,X8}	0,167	0,026					0,014	0,028	0,234
K108={X1,X3,X4,X5}	0,117		0,224	0,108	0,120				0,570
K109={X1,X3,X4,X6}	0,129		0,202	0,097		0,167			0,596
K110={X1,X3,X4,X7}	0,140		0,252	0,121			0,020		0,534
K111={X1,X3,X4,X8}	0,149		0,247	0,107				0,031	0,534
K112={X1,X3,X5,X6}	0,125		0,215		0,113	0,175			0,628
K113={X1,X3,X5,X7}	0,136		0,272		0,122		0,017		0,547
K114={X1,X3,X5,X8}	0,143		0,266		0,132			0,036	0,577
K115={X1,X3,X6,X7}	0,152		0,240			0,218	0,021		0,631
K116={X1,X3,X6,X8}	0,162		0,236			0,203		0,035	0,636
K117={X1,X3,X7,X8}	0,180		0,307				0,017	0,032	0,535
K118={X1,X4,X5,X6}	0,100			0,096	0,107	0,160			0,463
K119={X1,X4,X5,X7}	0,107			0,120	0,116		0,017		0,359
K120={X1,X4,X5,X8}	0,111			0,106	0,125			0,030	0,372
K121={X1,X4,X6,X7}	0,117			0,106		0,195	0,020		0,437
K122={X1,X4,X6,X8}	0,122			0,095		0,183		0,029	0,429
K123={X1,X4,X7,X8}	0,132			0,119			0,016	0,027	0,294
K124={X1,X5,X6,X7}	0,113				0,109	0,206	0,017		0,445
K125={X1,X5,X6,X8}	0,119				0,116	0,193		0,033	0,461
K126={X1,X5,X7,X8}	0,128				0,127		0,014	0,030	0,299
K127={X1,X6,X7,X8}	0,143					0,245	0,017	0,030	0,434
K128={X2,X3,X4,X5}		0,024	0,209	0,119	0,130				0,481
K129={X2,X3,X4,X6}		0,026	0,190	0,105		0,178			0,499
K130={X2,X3,X4,X7}		0,025	0,234	0,135			0,018		0,411
K131={X2,X3,X4,X8}		0,026	0,229	0,117				0,029	0,402
K132={X2,X3,X5,X6}		0,025	0,201		0,121	0,187			0,534
K133={X2,X3,X5,X7}		0,023	0,250		0,132		0,016		0,421
K134={X2,X3,X5,X8}		0,025	0,245		0,143			0,033	0,446
K135={X2,X3,X6,X7}		0,026	0,223			0,236	0,018		0,504
K136={X2,X3,X6,X8}		0,028	0,219			0,218		0,032	0,498
K137={X2,X3,X7,X8}		0,026	0,279				0,015	0,029	0,350
K138={X2,X4,X5,X6}		0,022		0,104	0,114	0,170			0,411
K139={X2,X4,X5,X7}		0,021		0,133	0,124		0,015		0,293
K140={X2,X4,X5,X8}		0,022		0,116	0,134			0,028	0,300
K141={X2,X4,X6,X7}		0,023		0,116		0,209	0,018		0,366

Kombinacje parametrów wybranych do analizy K_k	Pojemności indywidualne h_{kj}								Pojemności integralne H_k
K142={X2,X4,X6,X8}		0,025		0,103		0,195		0,027	0,350
K143={X2,X4,X7,X8}		0,023		0,131			0,015	0,025	0,194
K144={X2,X5,X6,X7}		0,022			0,116	0,223	0,016		0,376
K145={X2,X5,X6,X8}		0,023			0,125	0,207		0,031	0,385
K146={X2,X5,X7,X8}		0,022			0,137		0,013	0,028	0,200
K147={X2,X6,X7,X8}		0,024				0,268	0,015	0,027	0,335
K148={X3,X4,X5,X6}			0,185	0,107	0,130	0,164			0,586
K149={X3,X4,X5,X7}			0,226	0,139	0,143		0,019		0,527
K150={X3,X4,X5,X8}			0,221	0,120	0,157			0,032	0,530
K151={X3,X4,X6,X7}			0,204	0,120		0,200	0,024		0,548
K152={X3,X4,X6,X8}			0,200	0,106		0,187		0,031	0,525
K153={X3,X4,X7,X8}			0,249	0,137			0,019	0,028	0,433
K154={X3,X5,X6,X7}			0,216		0,132	0,212	0,020		0,581
K155={X3,X5,X6,X8}			0,212		0,144	0,198		0,036	0,590
K156={X3,X5,X7,X8}			0,268		0,160		0,017	0,032	0,477
K157={X3,X6,X7,X8}			0,238			0,254	0,020	0,032	0,542
K158={X4,X5,X6,X7}				0,119	0,125	0,190	0,019		0,453
K159={X4,X5,X6,X8}				0,105	0,135	0,179		0,030	0,448
K160={X4,X5,X7,X8}				0,135	0,149		0,016	0,027	0,327
K161={X4,X6,X7,X8}				0,118		0,223	0,019	0,027	0,386
K162={X5,X6,X7,X8}					0,137	0,238	0,017	0,030	0,422
K163={X1,X2,X3,X4,X5}	0,110	0,022	0,206	0,093	0,099				0,531
K164={X1,X2,X3,X4,X6}	0,121	0,025	0,188	0,085		0,150			0,568
K165={X1,X2,X3,X4,X7}	0,131	0,023	0,230	0,103			0,015		0,502
K166={X1,X2,X3,X4,X8}	0,138	0,024	0,226	0,092				0,027	0,507
K167={X1,X2,X3,X5,X6}	0,117	0,023	0,198		0,094	0,157			0,590
K168={X1,X2,X3,X5,X7}	0,127	0,022	0,246		0,101		0,014		0,509
K169={X1,X2,X3,X5,X8}	0,133	0,023	0,241		0,107			0,030	0,535
K170={X1,X2,X3,X6,X7}	0,141	0,024	0,220			0,190	0,016		0,591
K171={X1,X2,X3,X6,X8}	0,149	0,026	0,216			0,179		0,029	0,599
K172={X1,X2,X3,X7,X8}	0,164	0,024	0,274				0,014	0,027	0,503
K173={X1,X2,X4,X5,X6}	0,095	0,021		0,084	0,090	0,145			0,435
K174={X1,X2,X4,X5,X7}	0,101	0,020		0,102	0,096		0,013		0,332
K175={X1,X2,X4,X5,X8}	0,105	0,021		0,092	0,102			0,026	0,345
K176={X1,X2,X4,X6,X7}	0,110	0,022		0,092		0,172	0,015		0,411
K177={X1,X2,X4,X6,X8}	0,115	0,023		0,083		0,163		0,025	0,409
K178={X1,X2,X4,X7,X8}	0,124	0,022		0,101			0,013	0,023	0,282
K179={X1,X2,X5,X6,X7}	0,107	0,021			0,091	0,181	0,014		0,414
K180={X1,X2,X5,X6,X8}	0,112	0,022			0,096	0,171		0,028	0,429
K181={X1,X2,X5,X7,X8}	0,120	0,021			0,103		0,012	0,026	0,282
K182={X1,X2,X6,X7,X8}	0,133	0,023				0,211	0,014	0,025	0,405
K183={X1,X3,X4,X5,X6}	0,099		0,183	0,086	0,100	0,140			0,608
K184={X1,X3,X4,X5,X7}	0,106		0,222	0,105	0,107		0,016		0,556
K185={X1,X3,X4,X5,X8}	0,110		0,218	0,094	0,114			0,029	0,566
K186={X1,X3,X4,X6,X7}	0,115		0,201	0,094		0,166	0,019		0,596
K187={X1,X3,X4,X6,X8}	0,121		0,198	0,085		0,157		0,028	0,590
K188={X1,X3,X4,X7,X8}	0,131		0,245	0,104			0,016	0,026	0,522
K189={X1,X3,X5,X6,X7}	0,112		0,213		0,101	0,175	0,017		0,618
K190={X1,X3,X5,X6,X8}	0,117		0,209		0,107	0,165		0,033	0,631
K191={X1,X3,X5,X7,X8}	0,126		0,263		0,116		0,014	0,030	0,550

Kombinacje parametrów wybranych do analizy K_k	Pojemności indywidualne b_{kj}								Pojemności integralne H_k
K192={X1,X3,X6,X7,X8}	0,141		0,234			0,202	0,017	0,029	0,622
K193={X1,X4,X5,X6,X7}	0,092			0,093	0,096	0,159	0,016		0,457
K194={X1,X4,X5,X6,X8}	0,095			0,085	0,102	0,151		0,027	0,460
K195={X1,X4,X5,X7,X8}	0,101			0,103	0,110		0,014	0,025	0,353
K196={X1,X4,X6,X7,X8}	0,110			0,092		0,182	0,016	0,025	0,425
K197={X1,X5,X6,X7,X8}	0,107				0,104	0,192	0,014	0,028	0,444
K198={X2,X3,X4,X5,X6}		0,021	0,173	0,093	0,106	0,148			0,539
K199={X2,X3,X4,X5,X7}		0,020	0,208	0,115	0,114		0,015		0,471
K200={X2,X3,X4,X5,X8}		0,021	0,204	0,102	0,123			0,027	0,477
K201={X2,X3,X4,X6,X7}		0,022	0,189	0,102		0,177	0,018		0,507
K202={X2,X3,X4,X6,X8}		0,023	0,186	0,092		0,166		0,026	0,494
K203={X2,X3,X4,X7,X8}		0,022	0,227	0,114			0,015	0,024	0,402
K204={X2,X3,X5,X6,X7}		0,021	0,200		0,107	0,186	0,016		0,529
K205={X2,X3,X5,X6,X8}		0,022	0,196		0,115	0,175		0,030	0,537
K206={X2,X3,X5,X7,X8}		0,021	0,243		0,125		0,013	0,027	0,429
K207={X2,X3,X6,X7,X8}		0,023	0,218			0,217	0,015	0,027	0,499
K208={X2,X4,X5,X6,X7}		0,019		0,101	0,102	0,169	0,015		0,406
K209={X2,X4,X5,X6,X8}		0,020		0,091	0,109	0,160		0,025	0,405
K210={X2,X4,X5,X7,X8}		0,019		0,112	0,118		0,013	0,024	0,285
K211={X2,X4,X6,X7,X8}		0,020		0,100		0,194	0,015	0,023	0,352
K212={X2,X5,X6,X7,X8}		0,020			0,110	0,205	0,013	0,026	0,374
K213={X3,X4,X5,X6,X7}			0,184	0,104	0,115	0,163	0,019		0,584
K214={X3,X4,X5,X6,X8}			0,181	0,093	0,123	0,154		0,029	0,581
K215={X3,X4,X5,X7,X8}			0,220	0,116	0,135		0,016	0,026	0,513
K216={X3,X4,X6,X7,X8}			0,199	0,103		0,186	0,019	0,026	0,533
K217={X3,X5,X6,X7,X8}			0,211		0,125	0,197	0,016	0,029	0,578
K218={X4,X5,X6,X7,X8}				0,102	0,118	0,178	0,016	0,025	0,439
K219={X1,X2,X3,X4,X5,X6}	0,094	0,020	0,171	0,076	0,085	0,128			0,574
K220={X1,X2,X3,X4,X5,X7}	0,100	0,019	0,205	0,091	0,090		0,013		0,518
K221={X1,X2,X3,X4,X5,X8}	0,104	0,020	0,201	0,083	0,095			0,025	0,528
K222={X1,X2,X3,X4,X6,X7}	0,109	0,020	0,187	0,083		0,150	0,015		0,563
K223={X1,X2,X3,X4,X6,X8}	0,114	0,022	0,184	0,076		0,142		0,025	0,562
K224={X1,X2,X3,X4,X7,X8}	0,122	0,020	0,224	0,090			0,013	0,023	0,493
K225={X1,X2,X3,X5,X6,X7}	0,106	0,020	0,197		0,086	0,156	0,014		0,578
K226={X1,X2,X3,X5,X6,X8}	0,111	0,021	0,194		0,090	0,148		0,028	0,591
K227={X1,X2,X3,X5,X7,X8}	0,119	0,019	0,239		0,096		0,012	0,025	0,511
K228={X1,X2,X3,X6,X7,X8}	0,131	0,021	0,215			0,178	0,013	0,025	0,583
K229={X1,X2,X4,X5,X6,X7}	0,087	0,018		0,082	0,082	0,144	0,013		0,427
K230={X1,X2,X4,X5,X6,X8}	0,091	0,019		0,075	0,087	0,137		0,024	0,432
K231={X1,X2,X4,X5,X7,X8}	0,096	0,018		0,089	0,092		0,012	0,022	0,329
K232={X1,X2,X4,X6,X7,X8}	0,104	0,019		0,081		0,162	0,013	0,022	0,401
K233={X1,X2,X5,X6,X7,X8}	0,101	0,018			0,088	0,170	0,012	0,024	0,413
K234={X1,X3,X4,X5,X6,X7}	0,091		0,181	0,084	0,090	0,140	0,016		0,602
K235={X1,X3,X4,X5,X6,X8}	0,094		0,179	0,077	0,095	0,133		0,027	0,605
K236={X1,X3,X4,X5,X7,X8}	0,100		0,217	0,092	0,102		0,014	0,025	0,549
K237={X1,X3,X4,X6,X7,X8}	0,109		0,196	0,083		0,156	0,016	0,024	0,585
K238={X1,X3,X5,X6,X7,X8}	0,106		0,208		0,097	0,164	0,014	0,027	0,615
K239={X1,X4,X5,X6,X7,X8}	0,087			0,083	0,092	0,150	0,014	0,023	0,450
K240={X2,X3,X4,X5,X6,X7}		0,018	0,172	0,090	0,095	0,147	0,015		0,537
K241={X2,X3,X4,X5,X6,X8}		0,019	0,169	0,082	0,101	0,140		0,025	0,536

Kombinacje parametrów wybranych do analizy K_k	**Pojemności indywidualne h_{kj}**								**Pojemności integralne H_k**
K242={X2,X3,X4,X5,X7,X8}		0,018	0,203	0,099	0,109		0,013	0,023	0,464
K243={X2,X3,X4,X6,X7,X8}		0,019	0,185	0,089		0,166	0,015	0,023	0,496
K244={X2,X3,X5,X6,X7,X8}		0,019	0,195		0,102	0,174	0,013	0,025	0,528
K245={X2,X4,X5,X6,X7,X8}		0,017		0,089	0,098	0,159	0,013	0,022	0,397
K246={X3,X4,X5,X6,X7,X8}			0,180	0,091	0,109	0,153	0,016	0,025	0,573
K247={X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7}	0,087	0,017	0,170	0,075	0,078	0,128	0,013		0,567
K248={X1,X2,X3,X4,X5,X6,X8}	0,090	0,018	0,167	0,069	0,082	0,122		0,023	0,571
K249={X1,X2,X3,X4,X5,X7,X8}	0,095	0,017	0,200	0,081	0,086		0,012	0,022	0,512
K250={X1,X2,X3,X4,X6,X7,X8}	0,103	0,018	0,183	0,074		0,142	0,013	0,021	0,554
K251={X1,X2,X3,X5,X6,X7,X8}	0,100	0,018	0,192		0,082	0,148	0,012	0,024	0,576
K252={X1,X2,X4,X5,X6,X7,X8}	0,084	0,016		0,073	0,079	0,137	0,012	0,021	0,422
K253={X1,X3,X4,X5,X6,X7,X8}	0,087		0,178	0,075	0,087	0,133	0,014	0,023	0,596
K254={X2,X3,X4,X5,X6,X7,X8}		0,016	0,168	0,080	0,091	0,139	0,013	0,022	0,529
K255={X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7,X8}	0,083	0,016	0,166	0,068	0,075	0,122	0,011	0,020	0,561
Wartość max. pojemn. integralnej dla K45={X1,X3,X6}									*0,639*

Źródło: opracowanie własne.

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 55581
II
Akademii Obrony Narodowej