

Grey Scale #13



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



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

SPORTE

ANALIZY PORÓWNAWCZE POTENCJAŁÓW BOJOWYCH ZGRUPOWAŃ WOJSK W KONFLIKCIE ZBROJNYM



61000

1-3

Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej

S/ 37



05-004373-001-0

PNB

WARSZAWA

2000



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

CENTRUM INFORMATYKI



**ANALIZY PORÓWNAWCZE POTENCJAŁÓW
BOJOWYCH ZGRUPOWAŃ WOJSK
W KONFLIKCIE ZBROJNYM**

SYMULACJA

7.7.0.0

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

WARSZAWA

2000

Praca została wykonana zgodnie
z planem „Prac naukowo-badawczych
Akademii Obrony Narodowej 2000 r.”

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP I WPROWADZENIE METODOLOGICZNE	5
2. PRZEWAGA I JEJ OKREŚLANIE	27
3. DYNAMICZNY MODEL PRZEWAGI	41
4. ZNACZENIE CECH NIEWYMIERNYCH	57
5. ZAKOŃCZENIE	63
LITERATURA	65

1. WSTĘP I WPROWADZENIE METODOLOGICZNE

W latach 1997 – 98 powstało opracowanie stanowiące pierwszą część tematu: „Model obliczania i porównywania potencjałów bojowych zgrupowań wojsk własnych i potencjalnego przeciwnika”, znajdująca się w bibliotece AON Nr S/3816.

W 1999 r. opracowana została druga część pracy pt. „Model obliczania i porównywania potencjałów bojowych zgrupowań wojsk własnych i potencjalnego przeciwnika” – kryptonim SYSTEM. Opracowanie powstało zgodnie z „Planem prac naukowo – badawczych AON – 1999 r.” – pozycja planu 7.7.0.0. Głównym celem tych opracowań było stworzenie komputerowej implementacji metod oceny do wspomagania procesu obliczania i porównywania potencjałów bojowych zgrupowań wojsk.

Niniejsze opracowanie stanowi naturalną kontynuację poprzednich prac autora opublikowanych w latach 1990-98¹. Wynikiem tych prac był program numeryczny TAX oraz TAX_WIN (dla środowiska WINDOWS) stanowiący zupełnie inną jakość, przy jednoczesnej możliwości wykorzystania programu TAX.

Idealem byłoby stworzenie w przyszłości kompletnego systemu informatycznego obliczania i porównywania potencjałów bojowych SZ RP i sąsiednich krajów umożliwiającego dokonywanie analiz porównawczych potencjałów bojowych zgrupowań wojsk z uwzględnieniem przypadków szczególnych (np. niepełnej informacji o ich stanie).

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.

Szczególną uwagę zwrócono na:

- metodę Hellwiga (dobór cech diagnostycznych do modeli liniowych),
- metody porównawcze dobrze określonych obiektów, tj. m.in.:
 - ◆ metodę Bellingera,
 - ◆ metodę punktową,
 - ◆ metodę taksonomii numerycznej .

¹ H.Spustek Model obliczania i porównywania potencjałów bojowych zgrupowań wojsk własnych i potencjalnego przeciwnika, AON Warszawa cz. I 1998 i cz. II 1999 r.

Sformułowano również założenia do modelu oceny potencjału bojowego zgrupowań wojsk. 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 procesu².

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.

Wymienione etapy nie były traktowane niezależnie. Przy tworzeniu struktury modelu należy pamiętać o dostępności danych doświadczalnych i możliwości 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.

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

² J.Gutenbaum Modelowanie matematyczne systemów, Omnitech Press Warszawa 1992

problemów, wśród których można wyróżnić:

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

W związku z powyższym, do analizy porównawczej zgrupowań wojsk (własnych i potencjalnego przeciwnika) należy użyć nie jednej metody, lecz kilku, zależnie od sytuacji decyzyjnej. Największym niedostatkim metod analizy porównawczej jest brak ogólnie uznanego algorytmu porównywania oraz oceny ich efektywności badawczej.

Każdy porównywany obiekt może być opisany dowolną liczbą cech (parametrów). Przyjmuje się, że zbiór cech opisujących jest zbiorem skończonym o dużej liczbie elementów (po skompletowaniu wszystkich cech, które mogą mieć wpływ na kompleksowy wskaźnik jakości). W praktyce zbiór ten powinien być zawężony do tzw. cech istotnych obiektu. Wybór cech ma główny wpływ na wyniki oceny porównawczej. Może być wykorzystywany do utworzenia zbioru takich cech, które będą reprezentować właściwości obiektu dla określonych warunków jego użytkownika. Formalnie rzecz biorąc, cechy obiektu można uważać za wielkości zmienne, przyporządkowane tym 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 niemierzalnym (opisom słownym stanów cechy) odpowiednich skal numerycznych. Opis słowny jest w tym przypadku wyjściową formą przedstawienia wartości danej cechy.

We wstępnej analizie potencjałów bojowych zgrupowań wojsk, dokonano eliminacji zmiennych diagnostycznych – ich właściwego doboru do modelu ocenowego, wykorzystując powszechnie znane metody analizy statystycznej.

Istnieją powszechnie znane metody zamiany cech niemierzalnych na mierzalne³. 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. Ostatecznie do zbioru cech istotnych powinny wejść tylko te, których wzajemne podobieństwo pomiędzy sobą jest możliwie małe i możliwie duże z cechami nie wchodzącymi do zbioru, tzn. niezależne lub słabo zależne pomiędzy sobą i silnie zależne z cechami wyeliminowanymi. Wybór do modelu wartościowania cech, których wartości są ze sobą silnie związane, spowodowałoby niepotrzebne powielanie („zanieczyszczanie”) informacji o obiektach badanych.

Właściwy proces wyboru obiektu 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 może być bardzo prawdopodobne, 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 literaturze⁴ odznaczają się dużą różnorodnością i formułowane są na bazie:

- statystyki i teorii informacji;
- rozważań częściowo heurystycznych.

W ramach pierwszej części opracowania (lata 1997-98) dokonano:

- syntetycznej prezentacji istniejących modeli ocenowych potencjału bojowego,
- omówienia kryteriów oceny stosowanych do obliczeń potencjału bojowego,
- szczegółowego opisu metody proponowanej dla doboru cech diagnostycznych w procesie szacowania potencjału bojowego,
- dokonano praktycznego doboru cech diagnostycznych proponowaną metodą, na przykładzie wybranej grupy uzbrojenia.

³ W. J. Wesółowski Modele decyzyjne rozwoju techniki, PWN Warszawa 1987 r.

⁴ W. Sobczak, W. Malina Metody selekcji i redukcji informacji WNT, Warszawa 1985 r.

Na podstawie analiz przeprowadzonych w pierwszej części pracy wyciągnięto następujące wnioski:

- 1) Z dotychczasowych doświadczeń specjalistów zajmujących się analizami porównawczymi oraz przeprowadzonego przeglądu istniejących modeli ocenowych potencjału bojowego wynika, że dokładność analizy porównawczej zależy od dwóch czynników:
 - a) właściwego doboru współczynnika wagi;
 - b) ilości rozpatrywanych parametrów i cech niewymiernych.
- 2) Dobór odpowiednich współczynników wagi dla poszczególnych parametrów (grup parametrów) wymiernych stanowi największą trudność i ma decydujący wpływ na dokładność analizy wartości bojowej badanego uzbrojenia i sprzętu. Również szacunkowa ocena cech niewymiernych wymaga dobrej znajomości ich walorów i odpowiedniej klasyfikacji spełnianej funkcji.
- 3) Analiza porównawcza musi być prowadzona przez specjalistów znających doskonale porównywany sprzęt. Pozwoli to w sposób empiryczny wyznaczyć właściwe współczynniki wagi, a tym samym ocena wartości bojowej uzbrojenia będzie zawierała odchylenia nie mające większego wpływu na ostateczną ocenę walorów porównywanych wzorów uzbrojenia lub sprzętu.
- 4) Przyjęty dla badanego wyrobu (uzbrojenia) układ kryteriów i preferencji powinien być przez stosunkowo długi okres czasu stały, natomiast zestawienie cech może ulegać zmianom w zależności od wymagań pola walki, będących wynikiem osiągniętego w danym okresie poziomu rozwoju techniki wojskowej. Również oceny cech i kryteriów zmieniają się stosownie do aktualnych możliwości techniki.
- 5) 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).
- 6) Nie można posługiwać się ocenami wartości bojowej, ustalonymi w zbyt odległym czasie. Istnieje konieczność określania wartości bojowej tego samego uzbrojenia w każdym przypadku poważniejszych zmian w możliwościach techniki, jak i w warunkach pola walki. Wydaje się, że niezbędne jest wariantowanie ocen wartości bojowej, tzn. określanie jej przy założeniu różnych wymogów pola walki.

Jakość uzbrojenia i sprzętu technicznego będącego na wyposażeniu Wojska Polskiego odbiega zdecydowanie od standardów europejskich. Wskaźnik nowoczesności zasadniczych kategorii uzbrojenia utrzymuje się na poziomie 5-25%, tj. na poziomie niższym od zadowalającego (30-40%) i zdecydowanie niższym od poziomu w armiach

NATO (co najmniej 30-50%). Większość eksploatowanego podstawowego uzbrojenia armii przekroczyła połowę docelowych rewersów technicznych. Uzbrojenie, którym dysponuje Wojsko Polskie jest w dużej mierze przestarzałe i wyeksploatowane. Sytuacja ta dotyczy wszystkich rodzajów wojsk.

- 7) Dokładność analizy porównawczej zależy również od ilości rozpatrywanych parametrów i cech niewymiernych oraz właściwego ich doboru, przy czym jeżeli analizie poddajemy więcej parametrów i cech, to oczywiście dysponujemy bogatszym materiałem porównawczym. Z drugiej jednak strony trudniejsza jest wówczas odpowiednia selekcja oraz zróżnicowanie i dobór współczynników wagi. Wzrasta tym samym prawdopodobieństwo popełnienia błędu w ocenie. Z tego względu celowe wydaje się rozpatrywanie i porównywanie tylko parametrów i cech podstawowych. Ponadto - szczególnie w odniesieniu do bardziej skomplikowanych wzorów uzbrojenia uzasadnione wydaje się grupowanie podstawowych parametrów i cech charakteryzujących określone funkcje.
- 8) Konieczne jest stosowanie metod statystycznych mających na celu redukcję wstępnie wytypowanych cech i wybranie tylko takich, które są silnie skorelowane ze zmienną objaśnianą i jednocześnie słabo skorelowane między sobą, gdyż zawierają one najwięcej informacji. Metodą taką jest opisana i wykorzystana w pracy metoda Hellwiga badania pojemności nośników informacji. Bazując na tej metodzie można określić, jakie zmienne (cechy) należy uwzględnić w badanym modelu.

W opracowaniu z 1999 r. opisano i wykonano algorytmy analiz porównawczych na bazie wspomnianych wyżej metod, dokonano ich implementacji w języku VBA dla aplikacji Excelsa '97. Podano również metodę określania potencjału bojowego zgrupowań wojsk. Zbudowano algorytm obliczania tego potencjału, jak również wykonano test przydatności metody na bazie przykładowych danych. Na uwagę zasługuje też analiza przydatności proponowanej metody w odniesieniu do powszechnie stosowanej, addytywnej metody określania potencjałów bojowych wojsk.

W niniejszym opracowaniu podjęto trudny temat oceny potencjałów bojowych stron pozostających w konflikcie zbrojnym. Problem ten postrzegany jest tu dynamicznie, w ścisłym związku z zagadnieniem tworzenia przewagi. Dodatkową trudność stanowi wymierne ujęcie wpływu czynników niematerialnych na zjawisko tworzenia przewagi. Posługując się literaturą przedmiotu dokonano analizy czynników pola walki oraz powiązano je z elementami teorii przewagi.

Wraz z ogólnym wzrostem poziomu bezpieczeństwa w świecie, rośnie liczba zagrożeń, w tym zagrożeń militarnych. Zmianie ulega również ich forma. Zagrożenia te są różnego typu a wiele z nich ma podłoże etniczne. Rozwiązywanie tego typu konfliktów wymaga wykorzystania regularnych siły zbrojne po jednej lub obu stronach. Tego typu konflikty zbrojne jest szczególnie trudno modelować. Głównym powodem jest to, że w czasie ich trwania szczególnie intensywnie ujawnia się wpływ czynników niewymiernych lub trudno mierzalnych na bieżący przebieg działań.

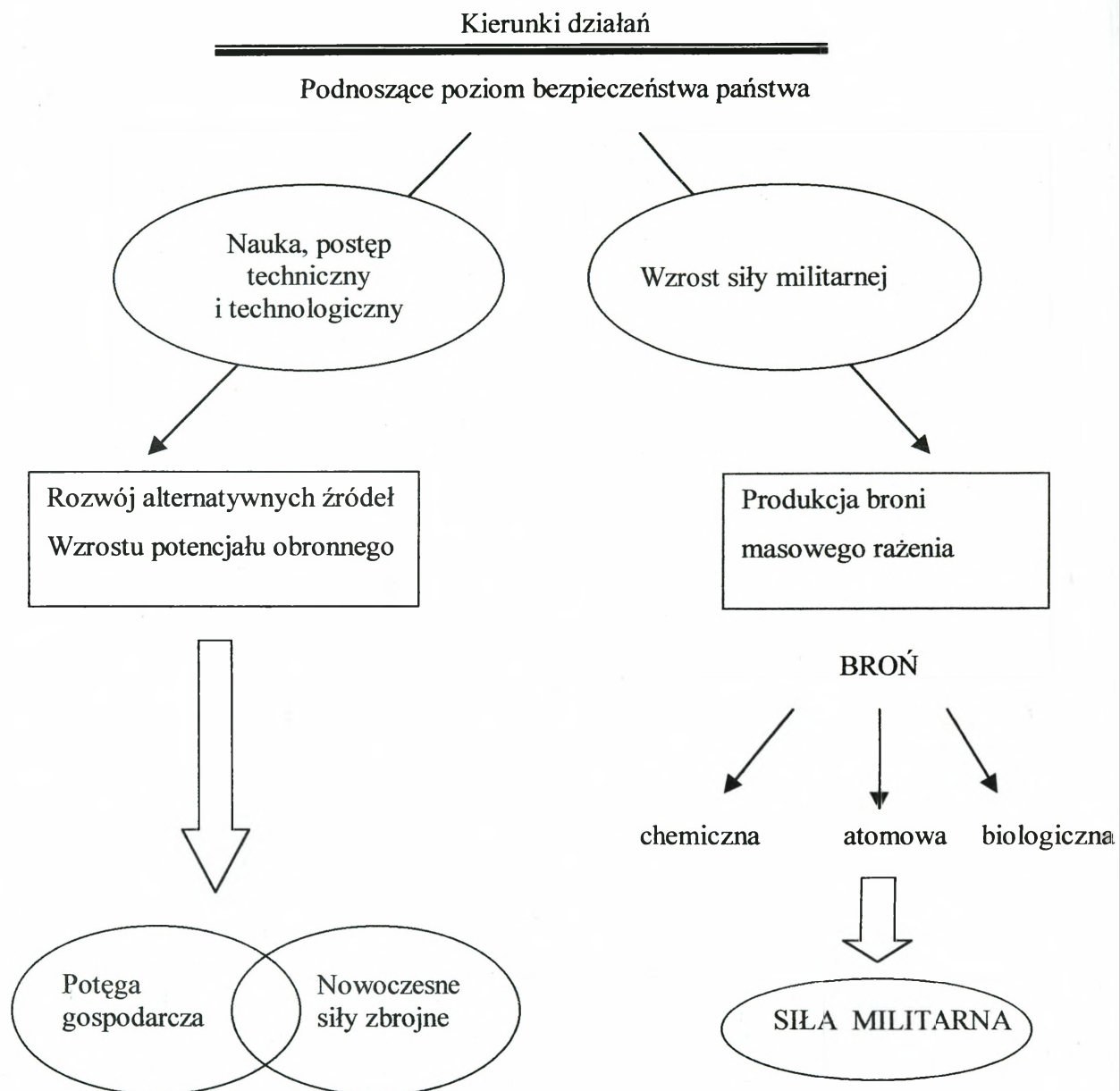
Po drugiej wojnie światowej wybuchła ogromna ilość wojen i konfliktów zbrojnych. Z bardziej znaczących wymienić można: Koreę, Wietnam, Bliski Wschód, Pakistan, Iran, Irak, Afganistan, Zatoka Perska. Konflikty zbrojne o podłożu etnicznym przeniosły się również na terytorium Europy, kontynencie na którym przez długi czas panował pokój. Takimi konfliktami są obecnie wojny w Kosowie, Turcji, Czeczeni, państwach Kaukazu⁵.

Znaczne zmniejszenie stanów osobowych wojsk oraz sprzętu bojowego i środków walki, powoduje konieczność poszukiwania nowych rozwiązań pozwalających zapewnić sobie przewagę w potencjalnym konflikcie zbrojnym. Państwa wysoko rozwinięte główny nacisk kładą na rozwój technologiczny swoich systemów uzbrojenia. Sukcesywna modernizacja i wymiana posiadanego uzbrojenia na sprzęt trzeciej czy czwartej generacji, pozwala zachować im dotychczasowy potencjał bojowy, pomimo znacznego zredukowania części dotychczas posiadanych 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 przykładają do rozwoju innych, niewymagających dużych nakładów, procesów na utrzymanie wymaganego poziomu potencjału obronnego. Są to działania kładące większy nacisk na rozwój intelektualny - wyszkolenie armii. Natomiast część z nich kieruje się w stronę

⁵ Z.Ścibiorek, *Wojna czy pokój* Wrocław 1999

uzyskania i wyprodukowania broni masowego rażenia, najczęściej chemicznej lub biologicznej.



Rys.1. Metody podnoszenia bezpieczeństwa państwa.

(źródło: opracowanie własne)

Każde państwo próbuje zapewnić sobie pewne minimum potencjału obronnego 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. 1.

Różne podejście do problemu podnoszenia poziomu bezpieczeństwa państwa ma bezpośredni wpływ na sposób przebiegu przyszłego konfliktu zbrojnego. Konflikt ten należy rozpatrywać w wielu wymiarach. Jest rzeczą oczywistą, że nie będzie to klasyczne starcie dwóch wielkich armii, o jakim czytamy na kartach historii. Precyzując ten pogląd należałoby powiedzieć, że jest rzeczą niezmiernie mało prawdopodobną aby w przyszłości zaistniał konflikt zbrojny klasycznego typu.

W większości konfliktów na świecie jakie wybuchły w latach 90-tych, 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 podłoże tych konfliktów stanowiły właśnie etniczne. To właśnie tego typu konflikty uzmysławiają wagę czynników niewymiernych w kształtowaniu przewagi na polu walki.

Problemy określania, uzyskiwania i wykorzystywania przewagi są nierozłącznie związane z pojęciem potencjału bojowego. Literatura dostarcza nam opisu pojęć:

- przewagi (łącznie z jej rodzajami – zależnie od przyjętych kryteriów klasyfikacji),
- potencjału bojowego,
- innych związanych z powyższymi, jak np. możliwości bojowe walczących stron.

Sytuację obecną celowo nazwano tu opisem pojęć, nie zaś ich definicją jako, że w używanej terminologii brak jest jednolitości i jednoznaczności w jednoznacznym określeniu sensu poszczególnych pojęć. W niniejszej pracy zwrócono uwagę na te niejednoznaczności (patrz rozdz.3). Dodatkowo, istnieją sprzeczne opinie co do „umiejscowienia” pojęcia przewagi w teorii walki. Nikt obecnie nie neguje wpływu jaki wywiera nowoczesna technika na osiągnięcie przewagi na polu walki. Jednakże, w przypadku współczesnych konfliktów militarnych, o przewadze prawdopodobnie decydować będą nie tylko systemy broni strategicznych, lecz wpłyną na nią bezpośrednio 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 osiągnięcie przewagi w wyniku pojedynczego uderzenia. Źródła osiągnięcia przewagi w takim przypadku należy upatrywać w nieustannych bezpośrednich działaniach na szczeblach dowódczych i sztabowych. Stąd można wysnuć wniosek, że przewagę należy umiejscowić w obszarze zasad sztuki wojennej a nie prawidłowości pola walki.

Na podstawie dotychczas prowadzonych analiz, doświadczeń i badań nad przebiegiem przeszłych wojen i konfliktów zbrojnych widać, że przewagę zapewniającą osiągnięcie zwycięstwa trzeba nie tylko mądrze i mozolnie tworzyć, lecz jednocześnie rozumnie wykorzystywać w bezpośrednim starciu z przeciwnikiem, co wyraźnie pokazuje przykład bitwy z konfliktu syryjsko - izraelskiego z 1973 roku.

Arabowie nauczeni doświadczeniem z tak zwanej „wojny sześciodniowej” z 1967 roku, znacznie lepiej przygotowali 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. Naprzeciwko 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 zwycięstwa⁶.

W wielu wypadkach uwaga dowódców skupiała się na gromadzeniu wielokrotnie liczniejszych 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. Wielu specjalistów zakłada, 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. Prawie zawsze takie działania wiążą się z ogromnymi stratami oraz niepotrzebnie przelaną krwią, a także w wielu wypadkach klęską⁷. Przeciwnie, mniejsze licznie siły odnosiły wspaniałe zwycięstwa dzięki lepszemu ich wykorzystaniu, w wyniku

⁶ Alwin i Heidi Toffler, *Wojna i antywojna*, Warszawa 1997.

⁷ Z. Ścibiorek, *Wojna czy pokój*, Wrocław 1999

zastosowania przez dowódców skuteczniejszej taktyki działania, sposobów walki, fortelu, szybkości działania lub innych zabiegów zapewniających uzyskanie przewagi.

Niskie morale i słaba odporność psychiczna są bez wątpienia czynnikami, które utrudniają skuteczne prowadzenie działań bojowych i często wręcz uniemożliwiają pokonanie 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 przewagi⁸.

Największy manewr wykonany został przez Armię Radziecką w 1945 r. w celu zgrupowaniu sił i środków do walki z japońską Armią Kwantuńską. Manewr ten polegał na przerzuceniu wojsk na odległość 10-12 tys. km. Cechował go niebywały w historii wojen rozmach. W ciągu 2-3 miesięcy z zachodnich obszarów ZSRR i frontu zachodniego przerzucono na Daleki Wschód dowództwa dwóch frontów, 3 armie ogólnowojskowe, jedną armię pancerną, setki oddziałów i środków materiałowego i technicznego zaopatrzenia⁹. Manewr tego typu to już historia 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 większą armię manewru oskrzydlenia, okrążenia, a w rezultacie przyparcia do morza.

Doświadczenia minionych wojen i współczesnych konfliktów zbrojnych dowodzą, że 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 sobie dogodnych warunków do skuteczniejszego użycia posiadanych sił, 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 nieprzyjacielem. Nie oznacza to przy tym

⁸ J. Zieliński, Teoretyczne podstawy walki zbrojnej, W-wa 1995, s.39

⁹ k. Nożko, Walka o przewagę, W-wa 1985, s. 165

zawsze konieczności doprowadzenia do koncentracji w określonym czasie i w określonym punkcie terenu większej niż po stronie nieprzyjaciela liczby pocisków, żołnierzy, sprzętu. Moment przewagi, do której prowadzi manewr, polega m.in. na zaskoczeniu, a przede wszystkim na zajęciu przez nas, w stosunku do nieprzyjaciela takiego położenia w terenie, które by (rozpatrywane w sensie geometrycznym) stawiało go – zarówno w znaczeniu fizycznym, jak i psychicznym – w możliwie najtrudniejszych warunkach”¹⁰.

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 i następnie wykorzystując je w dogodniejszych warunkach, w innym czasie, gdzie istnieje możliwość uzyskania przewagi nad przeciwnikiem.

Przytoczony wyżej opis manewru i celowości jego stosowania dowodzi, że istotnym czynnikiem tworzenia przewagi, a co za tym idzie potencjału bojowego jest czynnik geograficzny. Świadczy to o powiązaniu kierunku działań z wielkością potencjału bojowego. Możliwym 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 fiz.). Określenie kierunku działań to określenie maksymalnego gradientu potencjału bojowego¹¹. To jednocześnie określenie sposobu kreowania przewagi ogólnej nad przeciwnikiem¹². Pole skalarnie 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 zamierzeń¹³.

Współczesną walkę zbrojną cechują niespotykany rozmach, dynamika działań oraz nagłe i gwałtowne zmiany sytuacji operacyjno-taktycznej na lądzie, w powietrzu, w eterze 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

¹⁰ F. Skibiński, *Rozważania o sztuce wojennej*, Warszawa 1972, s.270

¹¹ 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

¹² Przewaga ogólna – jest to przewaga występująca na całym obszarze działania danej jednostki organizacyjnej
Z. Galewski, *Czynniki powodzenia we współczesnej walce*, Warszawa 1986

¹³ *Regulamin działań taktycznych wojsk lądowych*, Warszawa 1994

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.

Innym elementem stymulującym przewagę jest zaskoczenie. Zaskoczenie wyraża się w nieoczekiwanym, nagłym i gwałtownym dla przeciwnika działaniu, wskutek którego zostaje on pozbawiony inicjatywy bojowej oraz możliwości zorganizowanego prowadzenia walki¹⁴.

Doświadczenia minionych wojen i współczesnych konfliktów zbrojnych wykazują, że 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 więcej¹⁵.

Aby racjonalnie działać i odnosić zwycięstwo w każdej walce zbrojnej, 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 / negatywnie wpływają na procesy jej kształtowania, zbadać zmienne wartości przewagi, zwłaszcza te, które warunkują powodzenie w działaniach wojennych, a następnie podjąć racjonalne zabiegi w celu odpowiedniego jej wykorzystania. Tego typu „przepisy” na uzyskanie przewagi dostarcza nam literatura przedmiotu. Pozostaje jedynie problem analitycznego (jeśli to możliwe !) ujęcia tych kategorii.

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

- czynników stymulujących przewagę (wpływających na wzrost przewagi), reprezentowanych przez współczynnik α (patrz rozdział 3),

¹⁴ Tamże, s.12

¹⁵ K.Nożko, Walka o przewagę, Warszawa 1985, s.131

- czynników destymulujących (obniżających wartość przewagi), reprezentowanych przez współczynnik β (patrz rozdział 3).

Na oba rodzaje współczynników α i β składają się czynniki wymierne (ilościowe) i niewymierne bądź trudno mierzalne (jakościowe). Wzrost przewagi nad przeciwnikiem można jednoznacznie określić poprzez obliczenie stosunku strat walczących stron w kolejnych dniach konfliktu. Stosunek strat 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 (szczegółowe obliczenia przeprowadzono w rozdziale 3).

Rozpatrując proces walki zbrojnej nie sposób pominąć głównych jej czynników. Przypomnijmy te czynniki wskazując jednocześnie na wyraźny ich podział na dwie grupy. Znacznikiem **V** objęte będą te elementy, które zawierają w sobie trudno mierzalny czynnik jakościowy.

Do elementarnych czynników walki zbrojnej zaliczamy :

- rażenie,
- ruch,
- V** • informację.

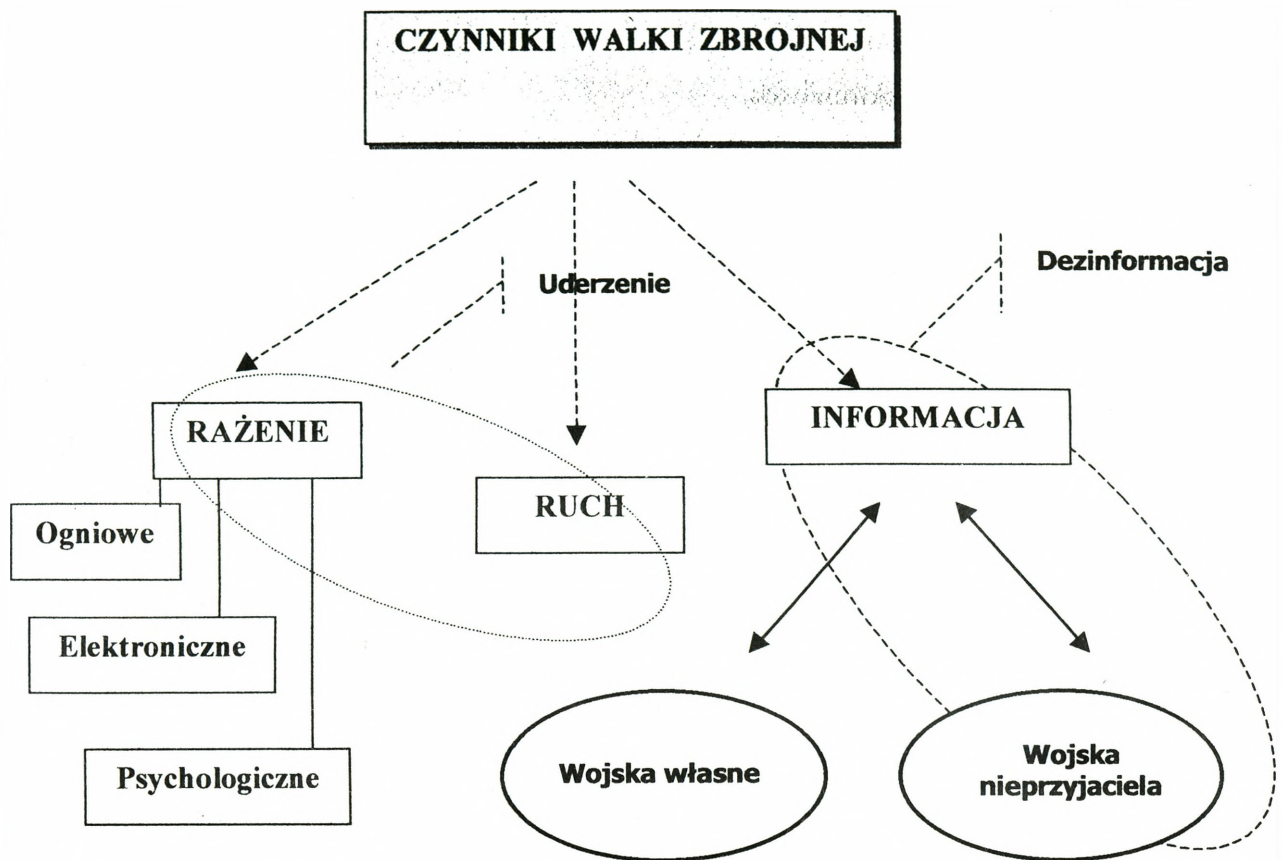
Uwaga

Według zasad obowiązujących w NATO klasyfikacja jest nieco inna: do głównych elementów walki zalicza się rażenie i ruch, zaś czynnikami walki są siły, obszar i czas¹⁶. Jednakże, w naszym przypadku, podział ten jest nieistotny – ważne jest jedynie uchwycenie obszarów objętych czynnikiem jakościowym.

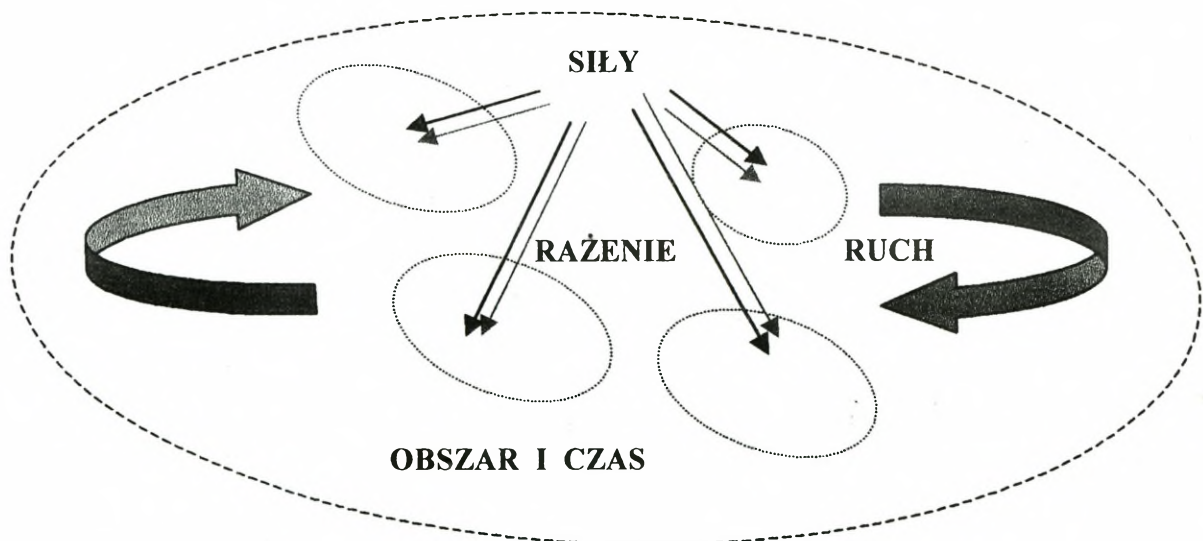
Oprócz podstawowych czynników walki występują czynniki złożone. Złożone czynniki walki powstają poprzez łączenie czynników podstawowych. Oznacza to, że w rzeczywistości nigdy nie mamy do czynienia tylko z jednym „czystym” czynnikiem walki. Jest to dodatkowy powód poszukiwania zagregowanych współczynników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

Rażenie - to bezpośrednie destrukcyjne, fizyczne, psychiczne lub informacyjne oddziaływanie na siły i środki przeciwnika.

¹⁶ M.Huzarski, Zagadnienia taktyki wojsk lądowych Wyd. Adam Marszałek Toruń 1999 r.



Rys.2. Czynniki walki zbrojnej
(źródło: opracowanie własne)



Rys.3. Elementy i czynniki walki wg NATO
(źródło: opracowanie własne)

Rażenie dzielimy na :



- rażenie ogniowe,
- rażenie elektroniczne,



- rażenie psychologiczne.

Interpretacja

Rażenie ogniowe jest całkowicie pozbawione trudno wymiernego czynnika jakościowego. Ma to odzwierciedlenie w teorii walki (patrz niżej). 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 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 raketowe 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.

Interpretacja

(patrz wyżej)

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

Wyróżniamy obezwładnianie :

- aktywne,
- pasywne,
- V • dywersyjne.

Rażenie psychologiczne - 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.

Ruch - to 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.

Podstawową formą ruchu jest manewr. Rodzajami manewru są:

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

Informacja - to czynnik 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.

Interpretacja

Informacja i jej logiczne zaprzeczenie dezinformacja są tymi czynnikami walki zbrojnej, które najwydatniej odzwierciedlają wpływ trudno wymiernego czynnika jakościowego na proces walki. Ma to swoje uzasadnienie w tym, że działalność człowieka we współczesnym świecie wymaga korzystania z wielu informacji. Informacja stała się nieodzownym atrybutem wszelkich poczynąń 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. 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. 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 i obszarze zmagają 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.

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.



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 połowie 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 lat 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 nieprzyjaciela nietrafnych decyzji, co zapewne nie pozostanie bez wpływu na wynik końcowy 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.

Celem właściwego określenia współczynników stymulujących i destymulujących proces uzyskiwania przewagi należy odpowiedzieć na pytania:

- Jak rozpoznać wymierne i trudno-wymierne wartości przewagi ?
- Jak tworzyć przewagę w walce, bitwie i operacji podczas prowadzenia natarcia ?
- W jaki sposób pozbawić przeciwnika przewagi ?
- Jaki charakter ma proces substytucji czynników wymiernych przez niewymierne i na odwrót ?

„Pulsacyjność” działań bojowych, 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). Sytuację obecną dobrze oddają myśli zawarte w publikacji PAN dotyczącej wspomaganie decyzji¹⁷. 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 niniejsze opracowanie. 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 decyzyjnych dających się przenieść na zagadnienia zastosowań wojskowych¹⁸. Funkcja użyteczności powinna być rosnąca oraz ściśle wklęsła.

Znalezienie poprawnego modelu współczesnych działań bojowych stało się inspiracją do napisania niniejszego opracowania. Zadanie jakie postawił sobie autor jest zarazem trudne i rozległe, stąd wynika potrzeba rozbicia go na problemy szczegółowe. Przede wszystkim, istota modelowania współczesnych działań zbrojnych leży w przedstawieniu wszelkich zjawisk zachodzących na polu walki w postaci procesu. Modelowanie procesu walki należy przedstawić w formie podrzędnych procesów. Liczba tych elementarnych procesów zależy od rodzaju prowadzonych działań zbrojnych. W niniejszym opracowaniu podjęto próbe modelowania przebiegu walki w klasycznej jej formie w pierwszej fazie (pierwsze dni walki).

¹⁷ R.Kulikowski, M.Libura, L.Słomiński, Wspomaganie decyzji inwestycyjnych PAN IBS Warszawa 1998 r.

¹⁸ Optimization of survival strategy by application of safety dependent utility model by R.Kulikowski, Control and Cybernetics vol. 29 (2000) No. 1

Celem pracy jest przedstawienie analitycznego modelu opisującego proces walki, ze szczególnym uwzględnieniem pierwszej fazy tego procesu.

Postawiono następujące hipotezy robocze:

1. Bezpośredni wpływ na potencjał bojowy zgrupowań wojsk ma stosunek sił stron określany mianem przewagi.
2. Na stosunek sił mają wpływ czynniki niewymierne. Zjawisko to można wyrazić w formie analitycznej.
3. Możliwe jest modelowanie procesu przewagi.

Zastosowane metody badawcze:

1. metody statystyczne analizy cech niewymiernych (danych w postaci opisowej),
2. wybrane metody analizy symbolicznej danych,
3. Klasyczna Metoda Najmniejszych Kwadratów (KMNK).

2. PRZEWAGA I JEJ OKREŚLANIE

Jak stwierdzono we wprowadzeniu, przewagę należy rozpatrywać w wielu wymiarach a samo jej tworzenie jest skomplikowane i złożone z wielu elementów. Elementów tworzenia przewagi nie można traktować rozłącznie, ponieważ się wzajemnie przenikają i uzupełniają. Przewagę należy traktować w kategoriach procesu. Proces tworzenia przewagi jest procesem ciągłym. Rozpoczyna się on w czasie pokoju we wszystkich sferach działalności państwa, w tym w sferze militarnej.

K. Nożko w książce „Sztuka tworzenia przewagi w systemie obronnym RP” do zasadniczych elementów potencjału bojowego wojsk (oprócz czynników wymiernych) będących podstawą tworzenia wymaganej przewagi na czas konfliktu zbrojnego zalicza:

- ◆ 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,
- ◆ 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 tego potencjału poprzez:

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

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 (jakość) w znacznie większym niż dotychczas zakresie decydują o skuteczności bojowej. Dlatego współcześni teoretycy wojskowości włożyli wiele wysiłku by znaleźć takie współczynniki jakości które w sposób obiektywny pozwoliły by na ustalenie wpływu czynników niewymiernych na potencjał bojowy zgrupowań wojsk, co w

Ustalenie liczby żołnierzy, ilości związków taktycznych czy operacyjnych, liczby poszczególnych rodzajów uzbrojenia, składów i baz zaopatrzenia pozwala łatwo wyliczyć przewagę oraz daje określone pojęcie o sile bojowej wojsk własnych i przeciwnika. Jednakże jest ono bardzo ogólne i nie stanowi o rzeczywistej przewadze.

Pomimo tego, że znaczenie przewagi w bitwie czy wojnie jest ogólnie zrozumiałe to jednakże przykłady z minionych i nam współczesnych konfliktów oraz wojen wskazują, że wielokrotnie strona która nie dysponowała przewagą ilościową wygrywała w konflikcie (walce, bitwie) lub zadawała przeciwnikowi ciężkie straty. Przykładem jest wojna wietnamska, afgańska czy też obecnie toczący się 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 żołnierzy²⁰.

Pouczający jest przykład wojny w Czeczenii. Jedna ze stron konfliktu dysponuje ogromną przewagą materialną, setki tysięcy żołnierzy, nowoczesne uzbrojenie i środki rażenia, potężne zabezpieczenie logistyczne, natomiast z drugiej strony kilkunastotysięczna armia słabo uzbrojonych i wyposażonych ochotników, kraju wyniszczonego poprzednią wojną oraz działaniem wewnętrznych klanów o charakterze mafijno – terrorystycznym, praktycznie bez zaplecza logistycznego. Jednakże ta armia stawia skuteczny opór już przez wiele miesięcy wielokrotnie silniejszemu przeciwnikowi, będącemu do niedawna światowym mocarstwem.

Co stanowi o tym, że wielokrotnie większe siły, wyposażone w nowoczesną broń nie zdławiły oporu nielicznych wojsk obrońców? Z pewnością, nie stanowi o tym przewaga materialna bo ta jest bezwzględnie po stronie agresora. Nasuwa się tutaj jedna praktycznie odpowiedź. Niewykorzystanie (lub złe wykorzystywanie) stworzonej przewagi materialnej i praktycznie zlekceważenie elementów przewagi niematerialnej.

O braku powodzenia, pomimo posiadania przewagi ilościowej zdecydować mogło, między innymi:

²⁰ K. Nożko, *Sztuka tworzenia przewagi w systemie obronnym RP*, Warszawa 1994.

Zgodnie ze schematem C (patrz wyżej), przewaga może być względna lub bezwzględna, gdy jedna ze stron (nie mając przewagi bezwzględnej) wytworzy przewagę w określonym miejscu (kierunku) lub czasie, zapewniając sobie swobodę manewru i skuteczność działania. Rozróżnia się przewagę ilościową i jakościową²¹. Pod pojęciem przewagi jakościowej często rozumie się czynniki niewymierne przewagi.

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.

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 niewymiernych, będących wyrazem jakościowej przewagi nad przeciwnikiem. I odwrotnie, wartości niewymierne będą potęgowały i zwielokrotniały siłę elementów materialnych, stanowiąc w sumie o przewadze ogólnej nad przeciwnikiem. W tym stwierdzeniu zawarty jest sens pojęcia substytucji wartości wymiernych i niewymiernych.

Przewaga ilościowa – jest wielkością wymierną, określana jest zwykle stosunkiem sił własnych do sił przeciwnika lub porównaniem parametrów i wydajności (skuteczności) sprzętu bojowego przeciwstawnych stron.

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 lepszym i skuteczniejszym wykorzystaniu warunków terenowych, pogodowych czy pory dnia, sprawniejszym dowodzeniu oraz umiejętnym stosowaniu zasad sztuki wojennej.

²¹ K. Nożko, *Sztuka tworzenia przewagi w systemie obronny RP*, Warszawa 1994.

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 zwracać należy coraz większą uwagę na podnoszenie poziomu wiedzy specjalistycznej i ogólnej, w tym umiejętności samodzielnego myślenia, a także kształtować takie zdolności jak²³:

- ◆ wyobraźnię,
- ◆ podejmowanie ryzyka,
- ◆ umiejętność przewidywania.

Jak widzimy, są to wartości całkowicie niewymierne, 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 dowódcy i żołnierza, gdyż jej brak staje się często przyczyną braku skutecznego 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 formalny i szablonowy.

Generał G. Patton w swoich wspomnieniach stwierdza, że „Największym nieszczęściem na wojnie jest szablon w działaniu”²⁴, gdyż przeciwnik może z dużą łatwością wykryć działania prowadzone według określonego schematu i spokojnie zastosować odpowiednie środki zaradcze oraz znaleźć sposoby skutecznego przeciwdziałania.

Wyobraźnia taktyczna pozwala dowódcy wyjść poza ustalone dotychczas ramy, systemy i schematy, a także ułatwia narzucenie własnych celów i reguł działania. W sile wyobraźni dowódców, sztabów i żołnierzy kumulują się wiedza oraz głębia spojrzenia na sytuacje trudne i nieprzewidywalne, co powoduje oraz inspiruje do podejmowania najbardziej optymalnych decyzji i wyborów takich sposobów prowadzenia walki, których nie przewidzi przeciwnik.

²³ K. Nożko, *Walka o przewagę*, Warszawa 1985

²⁴ G.S. Patton, *Wojna, jak ją poznałem*, Warszawa 1989.

wyobrażeń o różnorodnych zjawiskach współczesnego pola walki, a także możliwości skutecznego wpływania na przebieg wydarzeń.

W rozwijaniu wyobraźni coraz większą rolę odgrywać będzie 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.

Prowadzenie walki związane jest z podejmowaniem ogromnego ryzyka. Każda decyzja dowódcy, oceny, przedsięwzięcia organizacyjne i planistyczne sztabu zawiera elementy ryzyka. Jest to ogromna odpowiedzialność za życie i zdrowie podwładnych, ludności cywilnej zamieszkującej w obszarze prowadzonych walk²⁶, straty w sprzęcie uzbrojenia, zniszczenia środowiska naturalnego, a w rezultacie za wynik prowadzonych działań bojowych.

Z minionych doświadczeń wynika, że wielu dowódców podejmowało ryzyko, często graniczące z brawurą, które prowadziło do spektakularnych sukcesów, ale 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 tych lub innych decyzji.

W celu uzyskania przewagi w walce ważną rolę odgrywają przewidywania operacyjno – taktyczne. Nie sposób bowiem uzyskać przewagi nad przeciwnikiem i to we wszystkich jej kategoriach, bez w miarę trafnego przewidzenia właściwości, charakteru i sposobu przeprowadzenia przygotowywanych przez niego działań.

Przewidywania operacyjno – taktyczne²⁷ odgrywają ważną rolę w ocenie skutków podjętych decyzji, w jaki sposób taka lub inna decyzja wpłynie na osiągnięcie celu walki oraz

²⁶ Mimo, iż dokładna liczba jest trudna do ustalenia, to przypuszcza się, że blisko 90 procent zabitych i rannych we współczesnych konfliktach stanowi ludność cywilna, podczas gdy wśród około 30 mln. rannych i zabitych w I wojnie światowej, tylko około 5 procent.

²⁷ K. Nożko, *Sztuka tworzenia przewagi w systemie obronnym RP*, Warszawa 1994.

Dlatego też współcześnie i w przyszłości zyskiwać będzie na znaczeniu przewaga intelektualna kadr zarówno dowódczych jak i zwykłych żołnierzy. Oczywiście, nie są to wszystkie czynniki niewymierne mające wpływ na kształtowanie przewagi na polu walki. Dowódcy wojskowi podczas walki dysponują siłami o określonym potencjale bojowym a ich wpływ na stworzenie i utrzymanie przewagi sprowadzać się będzie przede wszystkim do umiejętnego wykorzystania przedstawionych powyżej zasad.

Jak złożonym zagadnieniem jest kształtowanie czynników niematerialnych przewagi potwierdza fakt, że wielu autorów publikacji na ten temat widzi ten problem inaczej. Alwin i Heidi Toffler w swojej książce cechy prowadzenia nowych wojen widzą inaczej i inaczej też klasyfikują wagę wartości niewymiernych. Ciekawe jest również to, że rozwój środków i sposobów prowadzenia walki porównują z rozwojem nowego światowego porządku gospodarczego. Do zasadniczych cech prowadzenia nowych wojen zaliczają²⁸:

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

Pisząc o wartościach niewymiernych podkreślają ich znaczenie w prowadzeniu wojen, jednak nie dokonują ich wyszczególnienia. Jednak w każdej z opisanych cech wojny wartości niewymierne się przewijają, czasem na pierwszym nawet planie.

Pisząc o czynnikach zniszczenia nie negują roli środków walki lecz podkreślają znaczenie wiedzy w prowadzeniu walki pisząc „Rewolucją staje się umiejscowienie różnych postaci wiedzy jako rdzenia siły militarnej”²⁹. Powołując się na wypowiedź Alana 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

²⁸ A i H. Toffler, *Wojna i antywojna*, Warszawa 1997.

²⁹ A i H. Toffler, *Wojna i antywojna*, Warszawa 1997, s.101.

Współcześnie prowadzone są wojny w wielu równoległych wymiarach w tym wymiarach również w takich które dostrzeżono dopiero po drugiej wojnie światowej.

Współcześnie 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 kupą nic nie wartego złomu.

Nasycenie środków walki elektronicznym wyposażeniem oraz w coraz większym stopniu 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 można już mówić o zastosowaniu robotów do prowadzenia walki.

3. DYNAMICZNY MODEL PRZEWAGI

Dane są początkowe siły dwóch stron: R i B, których wielkość oznaczmy przez R_0 oraz B_0 . Pojęcie sił początkowych nie musi oznaczać jedynie liczebności wojsk (ilość siły żywej) lecz może być rozumiane znacznie szerzej. Siły początkowe stanowią o potencjalnych możliwościach strony. 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 boiowego stron konfliktu zbrojnego. Proponuje się, stosunek sił podawać w postaci:

$$\frac{R}{B}(t) = A \cdot f[\alpha(t), \beta(t)], \quad (1)$$

gdzie $\alpha(t)$ i $\beta(t)$ są odpowiednio współczynnikami: stymulującym i destymulującym działania strony R w odniesieniu do strony B,

A - stała,

t - czas.

Pomiędzy współczynnikami α i β zachodzi zależność:

$$\alpha(t) + \beta(t) = 1, \quad \text{dla } t = 1, 2, 3, \dots, t_{\max}, \quad (2)$$

(mówimy wtedy o quasi stałych współczynnikach α i β).

Zależnie od wartości $\frac{R}{B}(t)$ w danej chwili czasu, można mówić o przewadze nad nieprzyjacielem (wartość powyżej jedności) lub jej braku.

Wartość stałej A jest łatwa do obliczenia (przy znanej postaci funkcji $f[\alpha(t), \beta(t)]$),

z zależności: $\frac{R}{B}(t_0) = \frac{R_0}{B_0} = A \cdot f[\alpha(t), \beta(t)],$

$$A = \frac{R_0}{B_0 \cdot f[\alpha(t_0), \beta(t_0)]}. \quad (3)$$

Kluczowym problemem pozostaje zatem określenie postaci funkcji $f[\alpha(t), \beta(t)]$, tak aby jak najlepiej opisać proces tworzenia przewagi. Funkcja powinna przyjmować wartość równą jedności dla $\alpha=1$ i $\beta=0$ (strona przeciwna nie stawia oporu / zaskoczenie). W przypadku $\alpha=0$ i $\beta=1$ wartość funkcji powinna być nieokreślona – absurdalne warunki początkowe, walka pozbawiona jest sensu przy współczynniku stymulującym równym zeru.

Uwzględniając formę zależności określającej stosunek sił walczących stron w postaci (1) oraz uwzględniając warunek (3) przy założeniu niezmienności współczynników α i β w czasie pierwszych dni walki proponuje się wyrażenie stosunku sił walczących stron poprzez następującą zależność:

$$\frac{R}{B}(t) = \begin{cases} \frac{R_0}{B_0} & \text{dla } \alpha = 1, \beta = 0 \\ \frac{e^{\alpha t}}{e^{\alpha t} - 1 + k'} & \text{dla } \alpha \in (0,1) \\ \text{nieokreślony} & \text{dla } \alpha = 0, \beta = 1 \end{cases} \quad (4)$$

gdzie: $k' = \left(\frac{R_0}{B_0}\right)^{-1}$ określa początkowy stosunek potencjałów bojowych stron pozostających w konflikcie.

DLACZEGO TAKA ZALEŻNOŚĆ ?

Uzasadnienie

1. Wielkości R_0 oraz B_0 nazwane całkowitym potencjałem bojowym stron są odpowiednikiem literaturowego terminu *możliwości bojowe*. Termin ten określa stopień gotowości oddziału do wykonania zadań bojowych w konkretnej sytuacji operacyjno-taktycznej i postrzegany jest przez pryzmat parametrów jakościowych i ilościowych. Na wielkości R_0 i B_0 mają wpływ dwie grupy czynników: *materialne* i *niematerialne*. Do grupy czynników niematerialnych zaliczymy między innymi: poziom wyszkolenia wojsk i dowództw, stopień gotowości bojowej, dyscyplinę, umiejętności wykorzystania szeroko rozumianego środowiska walki, strukturę organizacyjną – stopień jej funkcjonalności.
2. 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 poznać istotę tworzenia przewagi oraz określić wymierne sposoby jej oceny. Należy też zwrócić uwagę na to, że wymienione współczynniki nie muszą i z pewnością nie są wielkościami stałymi. Trzeba się liczyć z tym, że rzetelna analiza zjawiska uzyskiwania przewagi wymagać będzie uzmiennienia współczynników α i β . Należy zatem zmodyfikować zależność (4)

i w miejsce stałych wartości współczynników: stymulacyjnego i destymulacyjnego wstawić współczynniki zależne od przebiegu walki w okresie poprzedzającym chwilę t , tzn. w czasie $t-1$.

Wówczas zależność ta będzie miała postać:

$$\frac{R}{B}(t) = \begin{cases} \frac{R_0}{B_0} & \text{dla } \alpha(t_0) = 1, \beta(t_0) = 0 \\ \frac{e^{\alpha[t-1]k}}{e^{\alpha[t-1]k} - 1 + k[t-1]} & \text{dla } \alpha(t) \in (0,1) \\ \text{nieokreślony} & \text{dla } \alpha(t) = 0, \beta(t) = 1 \end{cases} \quad (5)$$

3. Inny problem wiąże się z powiązaniem kilku rodzajów przewagi w jeden współczynnik o którym mowa. Zależnie od przyjętych kryteriów, wyróżnia się: *przewagę ilościową i jakościową, bezwzględną i względną, materialną i niematerialną*³⁰.
4. Zależność (1) została wprowadzona jako modyfikacja rozwiązania znanych równań różniczkowych stanowiących model walki Lanchestera. Matematyk angielski F. W. Lanchester sformułował kilka prostych i niezmiernie ciekawych modeli walki. Równania występujące w modelu Lanchestera w sposób analityczny określają przebieg walki. Na ich podstawie można oszacować w każdej chwili czasu ilość żołnierzy i ilość poniesionych strat. Równania te sprawdziły się przy analizach bitew wojen antycznych i okresu broni palnej. Rozszerzone i uogólnione, zostały też zastosowane do złożonych operacji. Niestety, każde rozszerzenie – modyfikacja równań wiązała się ze wzrostem liczby zmiennych i kolejnych, dodawanych do modelu współczynników. Z drugiej zaś strony klasyczny model Lanchestera w żaden sposób nie nadaje się do bezpośredniego zastosowania do problemów współczesnego pola działań zbrojnych. Należy zatem dążyć do znalezienia rozwiązania pośredniego – modelu zawierającego pewne zagregowane współczynniki, jednocześnie prostego w sensie analitycznym.

Przypomnijmy, postać równań Lanchestera jest następująca:

$$\begin{cases} \frac{dR(t)}{dt} = -bB(t)^{c_1} R(t)^{c_2} \\ \frac{dB(t)}{dt} = -rR(t)^{c_3} B(t)^{c_4} \end{cases}, \quad (6)$$

³⁰ Z. Galewski, Czynniki powodzenia we współczesnej walce, Warszawa 1986

gdzie: r i b są liczbami rzeczywistymi z przedziału $(0, 1)$ tzw. współczynniki efektywności Lanchestera. Współczynniki te są niekiedy interpretowane jako prawdopodobieństwo strat każdej z walczących stron w ciągu jednego dnia walki (dziennie prawdopodobieństwo strat),
 c_1, \dots, c_4 są wykładnikami potęg przy $B(t)$ i $R(t)$ i mogą przyjmować wartości liczbowe 0 lub 1.

Pochodne $\frac{dR(t)}{dt}$ oraz $\frac{dB(t)}{dt}$ oznaczają tzw. śmiertelność (straty) stron.

Po stosownych przekształceniach matematycznych otrzymujemy cztery rodzaje rozwiązań, zależnie od wartości współczynników c_1, \dots, c_4 (patrz tablica 1).

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

Tablica 1. Możliwe warianty rozwiązania układu równań Lanchestera³¹.

Rozpatrzmy wariant równania kwadratowego. W tym przypadku równania Lanchestera przyjmują postać:

$$\begin{cases} \frac{dR(t)}{dt} = -bB(t) \\ \frac{dB(t)}{dt} = -rR(t) \end{cases} \quad (7)$$

Postulując rozwiązanie w postaci:

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

i korzystając z tablicy 1 celem określenia postaci rozwiązania $R(t)$ otrzymujemy:

$$B(t) = \frac{1}{2} \left\{ [B(0) - \sqrt{r/b}R(0)]e^{\sqrt{rb}t} + [B(0) + \sqrt{r/b}R(0)]e^{-\sqrt{rb}t} \right\} \quad (8)$$

oraz

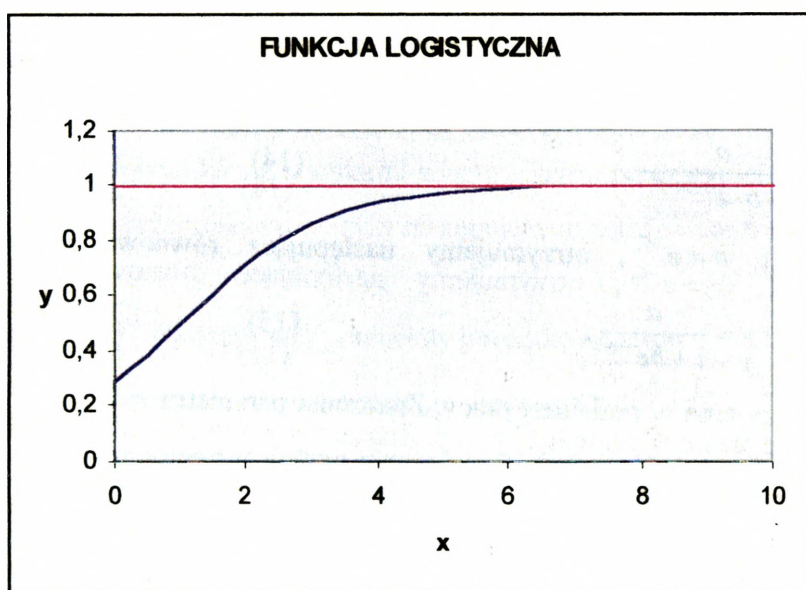
$$R(t) = \frac{1}{2} \left\{ B(0) - \sqrt{b/r} B(0) \right\} e^{\sqrt{rb}t} + \left\{ R(0) + \sqrt{b/r} B(0) \right\} e^{-\sqrt{rb}t}. \quad (9)$$

Powyższe rozwiązanie uzyskano przy założeniu stałych w czasie współczynników efektywności działań r i b - porównaj z równaniem (1). Miejsce stałych współczynników r i b zastąpiły zmienne w czasie współczynniki α i β . Obliczymy jeszcze czas jaki upłynie od momentu rozpoczęcia walki do całkowitego unicestwienia jednej ze stron - powiedzmy, że będzie to strona B . W tym celu należy jedynie przyrównać do zera równanie (9) i obliczyć czas t_k . Dokonując stosownych przekształceń otrzymujemy:

$$t_k = \left(\frac{1}{rb} \ln \frac{R(0) + \sqrt{b/r} B(0)}{\sqrt{b/r} B(0) - B(0)} \right)^{1/2}. \quad (10)$$

Na podstawie zależności (10) widać, że czas trwania walki zależy jedynie od stałych współczynników r i b i początkowej liczebności stron, co oczywiście nie było do przyjęcia.

5. Zaproponowana zależność określająca zmienny w czasie stosunek sił walczących została ustalona na podstawie analizy powszechnie znanej krzywej logistycznej³².



$$f(x) = \frac{a}{1 + b \cdot e^{-cx}}$$

$$a = 1$$

$$b = 2,5$$

$$c = 0,9$$

³¹ dokładną analizę przedstawionych tu rozważań można znaleźć w pracy Joshua M. Epstein, *The Calculus of Conventional War Dynamic Analysis without Lanchester Theory*, *Studies in Defense Policy*

³² S.Smolik *Przegląd statystyczny* R. XXXII - zeszyt 4 - 1985

6. Krzywa logistyczna zajmuje uprzywilejowane miejsce wśród różnych postaci funkcji używanych do opisu zjawisk ekonomicznych i przyrodniczych. Wynika to stąd, że zarówno wzrost organizmów żywych, jak i ich liczebność, wiele zjawisk społecznych i ekonomicznych daje się opisać przy pomocy tej krzywej. Równanie tej krzywej można otrzymać na drodze dedukcyjnej, wychodząc z rozważań fizykalnych. Równaniem krzywej logistycznej można 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 nazywa się czynnikiem hamowania (z tego powodu, że wraz z upływem czasu wartość tego czynnika maleje). Otrzymujemy równanie różniczkowe (zwane prawem wzrostu Robertsona):

$$\frac{dy}{dx} = ky(a - y), \quad (11)$$

gdzie $k > 0$ jest współczynnikiem proporcjonalności,

a jest poziomem nasycenia (rzedną asymptoty krzywej logistycznej).

Całkując otrzymujemy:

$$\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{a - y} \right) dy = ak dx, \quad (12)$$

i dalej
$$\frac{y}{a - y} = e^{akx + C_1}, \quad (13)$$

gdzie C_1 dowolna stała.

Stąd
$$y = \frac{a}{1 + b \cdot e^{-akx - C_1}}. \quad (14)$$

Przyjmując $c = ak$, $b = e^{-C_1}$, otrzymujemy następujące równoważną postać

krzywej logistycznej:
$$y = \frac{a}{1 + be^{-cx}}. \quad (15)$$

Postać ta została wykorzystana w niniejszej pracy. Znaczenie parametru a łatwo wynika z charakteru zjawiska przewagi. Nasycenie (wygaszenie walki) następuje przy $a = 1$, co odpowiada równym potencjałom bojowym stron R i B . Współczynnik k określający prędkość rozwoju zjawiska nasycenia (tzn. prędkość z jaką następuje wyrównanie się sił – potencjałów bojowych walczących stron) jest równy współczynnikowi destymulującemu (inaczej mówiąc: utrudniającemu, niesprzyjającemu) proces walki β . Pozostaje jeszcze obliczenie współczynnika b występującego we wzorze (15). Nie jest to skomplikowane, wystarczy przypomnieć sposób obliczenia stałej A - patrz (3).

$$\begin{aligned}
 t = 0 &\Rightarrow \frac{R}{B}(0) = \frac{R_0}{B_0} = \frac{1}{1 + b e^0} \\
 R_0(1 + b) &= B_0 \\
 b &= \frac{B_0}{R_0} - 1
 \end{aligned}
 \tag{16}$$

Teraz, wystarczy wstawić zależność (16) do (15) i dokonać elementarnych przekształceń algebraicznych aby otrzymać zależność (4).

$$\begin{aligned}
 \frac{R}{B}(t) &= \frac{1}{1 + \left(\frac{B_0}{R_0} - 1\right) \cdot e^{-\beta t}} = \frac{R_0 e^{\beta t}}{R_0(e^{\beta t} - 1) + B_0} = \\
 &= \frac{B_0 \cdot \frac{R_0}{B_0} e^{\beta t}}{B_0 \cdot \left[\frac{R_0}{B_0}(e^{\beta t} - 1) + 1\right]} = \frac{k' \cdot e^{\beta t}}{k' \cdot (e^{\beta t} - 1) + 1} = \\
 &= \frac{e^{\beta t}}{e^{\beta t} - 1 + (k')^{-1}}
 \end{aligned}
 \tag{17}$$

Sprawdzimy jeszcze warunek (3):

$$t_0 = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{R}{B}(0) = k' = \frac{R_0}{B_0}.
 \tag{18}$$

7. Sprawdzenie poprawności proponowanego modelu.

Poprawność modelu zostanie sprawdzona poprzez określenie stopnia zgodności uzyskanych wyników z wynikami generowanymi przez model Epstein'a³³.

Obliczenia przeprowadzono przy następujących założeniach:

7.1 R_0 oraz B_0 oznaczają potencjały początkowe stron,
 α i β są stałe w czasie w ciągu pierwszych dni walki.

7.2 R_0 oraz B_0 oznaczają potencjały początkowe stron,
 α i β są zmienne w czasie w całym procesie walki.

³³ Joshua M. Epstein, The Calculus of Conventional War Dynamic Analysis without Lanchester Theory, Studies in Defense Policy

Dla danych testowych (tablica 2) otrzymano odpowiednie charakterystyki czasowe widoczne na rys.4 ÷ 5.

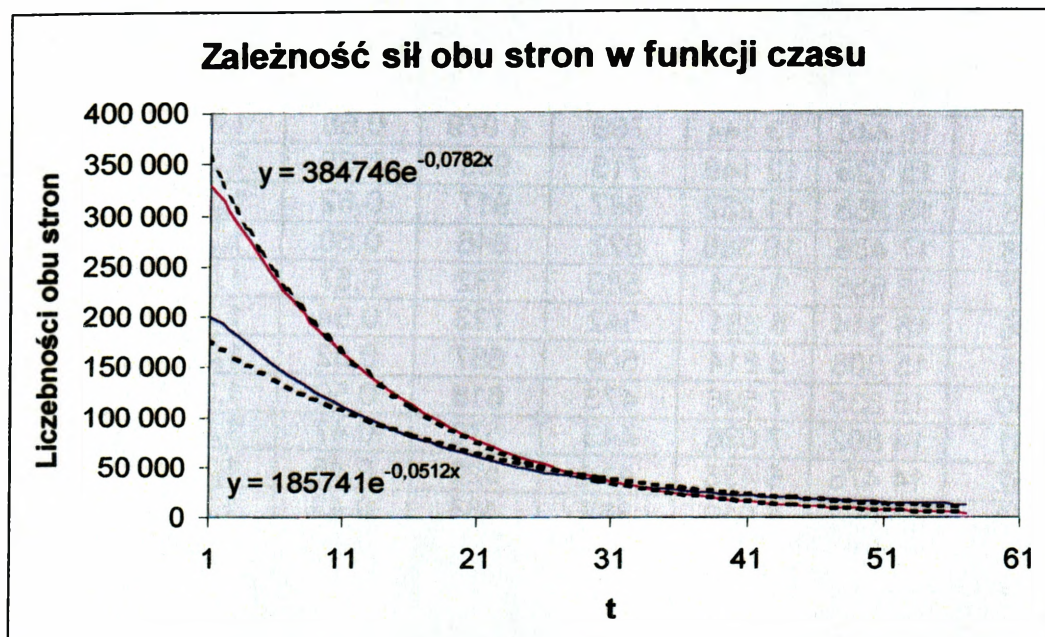
T	D(t)	A(t)	dD	dA	A(t)/D(t)	dA/dD
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	200 000	330 000	...	...	1,65	...
2	193 250	315 047	6 750	14 953	1,63	2,22
3	182 244	294 153	11 006	20 894	1,61	1,90
4	171 244	273 672	11 000	20 481	1,60	1,86
5	160 680	254 218	10 564	19 454	1,58	1,84
6	150 689	235 962	9 991	18 256	1,57	1,83
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
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

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
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

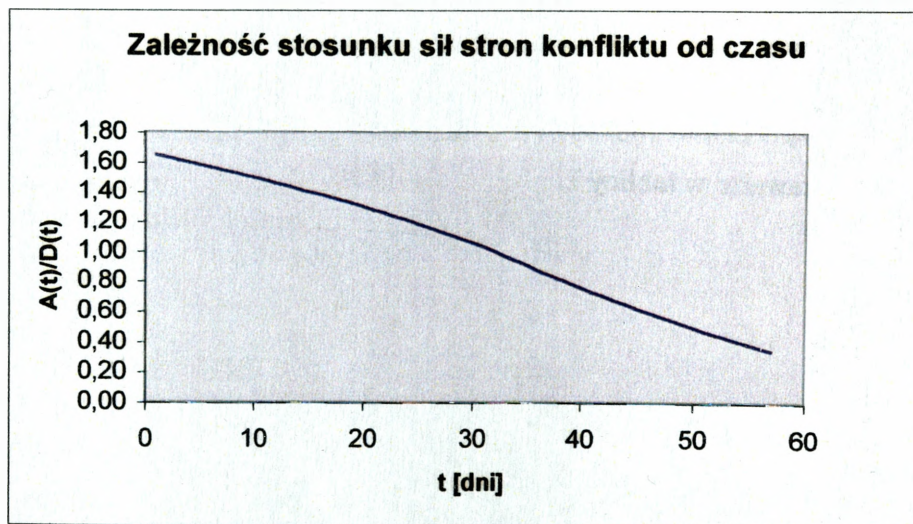
Tablica 1. Siły stron uczestniczących w konflikcie.

(źródło: Joshua M. Epstein, The Calculus of Conventional War Dynamic Analysis without Lanchester Theory, Studies in Defense Policy)

Wyniki zamieszczone w powyższej tabeli zostały obliczone przy pomocy modelu Epsteina. Zamieszczone poniżej rysunki wykonano przy użyciu arkusza kalkulacyjnego Excel. Ilustrują one zależności zawarte w tablicy 1.



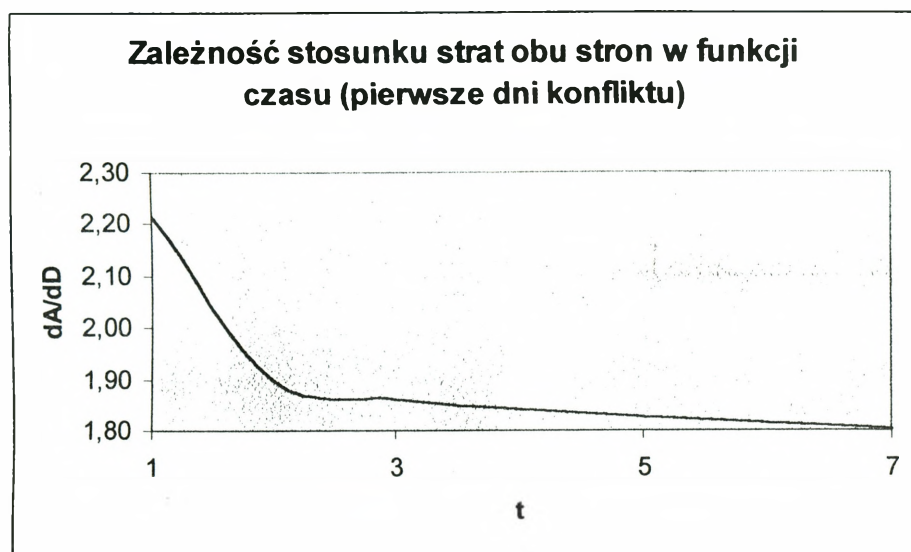
Rys.4. Zależność czasowa sił stron sporządzona na podstawie tablicy 1.
(Widoczne na rysunku funkcje aproksymacyjne dołączono w celach poglądowych)



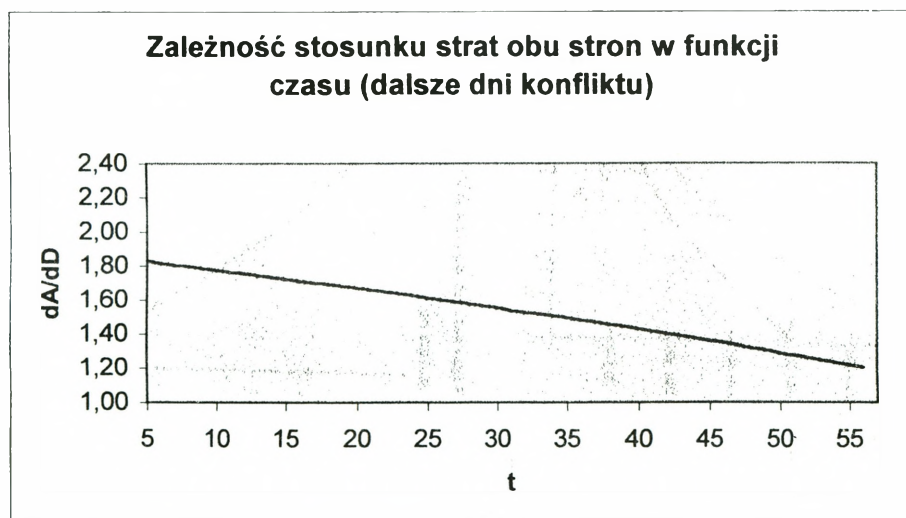
Rys.5. Zależność czasowa stosunku sił stron sporządzona na podstawie tablicy 1.

Analiza rys. 5 wskazuje jednoznacznie na fakt, że zależność czasowa stosunku sił nie jest funkcją liniową.

Na podstawie danych zawartych w kolumnach: pierwszej i siódmej tablicy 1 sporządzono zależność czasową stosunku strat obu stron w pierwszych (rys.6) i dalszych dniach konfliktu (rys.7).



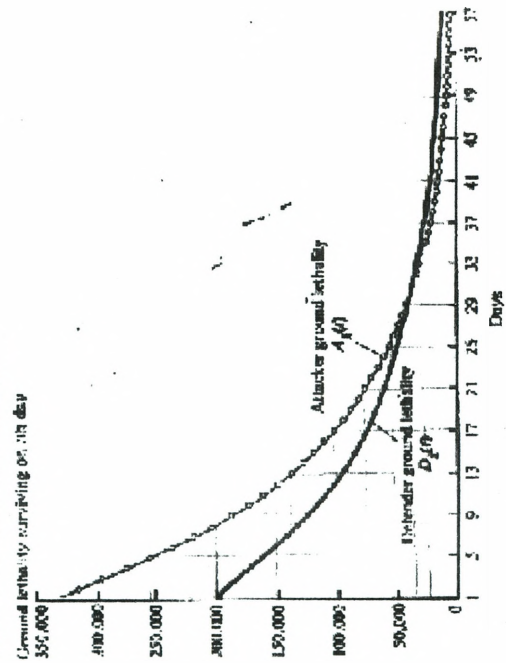
Rys.6. Zależność czasowa stosunku strat obu stron (pierwsze dni konfliktu).



Rys. 7. Zależność czasowa stosunku strat obu stron (dalsze dni konfliktu).

Dr. Joshua M. Epstein

Figure 4-1. Demand and Case Air Engagement



Approach: 31

Figure A-3. Displacement of the Front

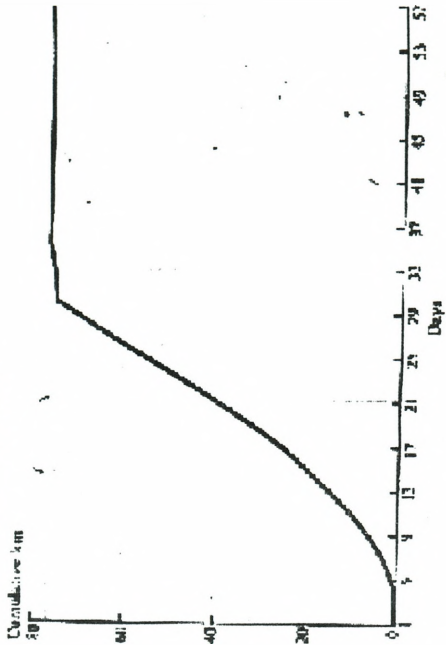
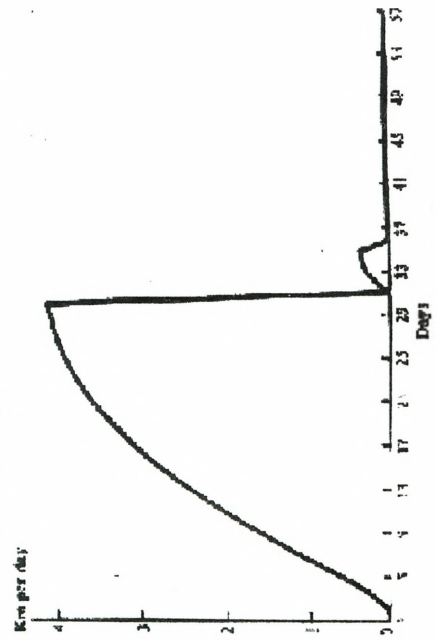


Figure A-2. Velocity of the Front



Rysunki z pracy Joshua M. Epstein'a.

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	....

Tablica 2. Sprawdzenie poprawności dynamicznego modelu stosunku sił przy stałym

współczynnika $k' = \frac{R_0}{B_0} = 1,65$ oraz $\beta = 0,02$.

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	....

Tablica 3. Sprawdzenie poprawności dynamicznego modelu stosunku sił przy zmiennym współczynniku $k'[t-1]$ oraz ustalonym $\beta = 0,02$.

Interpretacja wyników zawartych w tablicy 2.

Założenie stałego w czasie współczynnika k' ma sens (sprawdza się) dla pierwszych dni walki, mały procentowy błąd względny rzędu 1%. Błąd dopasowania modelu znacznie rośnie po 14 dniu walki osiągając prawie 27%.

Interpretacja wyników zawartych w tablicy 3.

Założenie zmiennego w czasie współczynnika k' (k' przebiega kolejne wartości zawarte w tablicy 1 w ten sposób, że dla chwili czasu t przyjmuje wartość z chwili $t-1$) nie zmniejsza błędu dopasowania dla pierwszych dni walki. Maksymalny procentowy błąd względny wynosi ok. 25% co niewiele poprawia wynik uzyskany bez uzmienniania współczynnika k' .

WNIOSKI

Analizując otrzymane wyniki można stwierdzić, że:

1. Pierwszy badany wariant ($k' = \text{const.}$) dobrze opisuje proces walki w pierwszym jej okresie.
2. Uzmiennienie k' nie wnosi nowych wartości do proponowanego dynamicznego modelu stosunku sił.
3. Prawdopodobnie, znaczna poprawa dopasowania modelu do danych empirycznych będzie możliwa po ustaleniu zależności pomiędzy zmiennym w czasie współczynnikiem k' i współczynnikiem β utrudniającym prowadzenie walki.

Wyniki przedstawione w tablicach 2 i 3 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 4. Analizując wyniki zwarte w tablicy 4 można stwierdzić, że model właściwie reaguje na wzrost współczynnika β . Grubą linią oznaczono „ścieżkę” stałego potencjału. Widać, że granica stałości potencjału wyraźnie przesuwa się do tyłu 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 4. Stosunki sił walczących stron w zależności od wartości współczynnika β (różnymi kolorami oznaczono kolumny odpowiadające kolejnym wartościom współczynnika β).

4. ZNACZENIE CECH NIEWYMIERNYCH

W celu określenia wpływu czynników niematerialnych na kształtowanie się ogólnej przewagi na polu walki i przedstawienia ich w formie liczbowej konieczne jest przeprowadzenie analizy bazującej na metodach statystycznych. Analiza ta jest niekiedy trudna, jednak możliwa. W dużej mierze metody o których mowa, oparte są na analizach symbolicznych³⁴. Wykorzystanie analiz metod symbolicznych ma szczególne uzasadnienie między innymi w przypadku obliczania potencjałów bojowych. Innym problemem staje się analiza popełnionych błędów, tak szacunkowych jak i błędów stosowanej metody (oba rodzaje błędów składają się na tzw. błąd numeryczny).

W praktyce zbiór wartości zmiennych obejmuje obok wartości wymiernych także wartości niewymierne (zmienne jakościowe). Przykładowo, przy badaniu wartości bojowej czołgu należy uwzględnić między innymi, takie dane jak: wyszkolenie załogi. Poniżej pokazano metodę statystyczną która pozwala oszacować wpływ cech niewymiernych na mierzonej wielkości³⁵.

Podczas badań statystycznych zachodzi konieczność ustalenia skojarzeń między dwiema cechami X i Y , z których obie lub co najmniej jedna ma charakter jakościowy. W takim przypadku budujemy tablice wielodzielne o określonej liczbie wierszy i kolumn w których zamieszczamy liczebności poszczególnych wariantów cech (nie ich wartości).

Przykład

Rozpatrzmy jednostki scharakteryzowane między innymi dwiema cechami niewymiernymi (jakościowymi) X i Y . Budujemy tablicę o dwóch wierszach i dwóch kolumnach (jak niżej):

X, Y	+	-	Razem
+	a	b	$a + b$
-	c	d	$c + d$
Razem	$a + c$	$b + d$	n

Gdzie:

a – liczba jednostek posiadających cechę X i cechę Y ;

b – liczba jednostek posiadających cechę X a nie posiadająca cechy Y ;

³⁴ E. Gatnar *Symboliczne metody klasyfikacji danych*, PWN, Warszawa 1998.

c – liczba jednostek posiadających cechę Y a nie posiadająca cechy X ;

d – liczba jednostek nie posiadających żadnej z cech;

W przypadku gdy, analiza tablicy wielodzielnej wskazuje, że między dwiema cechami istnieje zależność to można ustalić jej siłę za pomocą współczynnika Yule'a. Współczynnik ten służy do badania siły związku dwóch cech jakościowych, z których każda występuje w dwóch skrajnych wariantach. Wyraża on zależność Y od X i możemy ją określić następująco:

$$\varphi = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)}}. \quad (19)$$

Użyte w zależności (19) symbole są zgodne z występującymi w ogólnym schemacie tablicy czteropolowej. Współczynnik określony za pomocą tego wzoru może przyjmować wartości

z przedziału od -1 do $+1$. W przypadku niezależności zmiennych przyjmuje wartość 0 ; gdy $a = d = 0$ lub $b = c = 0$ osiąga wartości krańcowe -1 lub $+1$.

Wynika z tego, że wartości krańcowe współczynnika φ zależą od uszeregowania liczebności w poszczególnych polach tablicy korelacyjnej. Dlatego też obliczoną wartość współczynnika φ należy rozpatrywać w stosunku do wartości krańcowych φ_{\min} i φ_{\max} .

W praktyce badań statystycznych do wyznaczenia skorygowanego współczynnika φ wykorzystuje się wzór Cole'a o postaci:

$$\varphi_{kor} = \frac{ad - bc}{n \cdot \min(b, c) + (ad - bc)} \text{ dla } \varphi \geq 0, \quad (20)$$

$$\varphi_{kor} = \frac{ad - bc}{n \cdot \min(a, d) - (ad - bc)} \text{ dla } \varphi \leq 0. \quad (21)$$

Wyrażenie $\min(b, c)$ oznacza że do obliczeń należy brać mniejszą z liczb b i c . Należy zwrócić uwagę na to, że znak współczynnika φ , w przeciwieństwie do mierników korelacji cech ilościowych, nie informuje o kierunku zależności, gdyż zależy od sposobu uporządkowania wariantów cech w tablicy czteropolowej. Wygodnym sposobem

³⁵ M. Sobczyk, *Statystyka*, PWN, Warszawa 1997.

wyznaczania współczynnika φ jest wzór oparty na wskaźnikach struktury. Wzór ten ma postać:

$$\varphi = \frac{\frac{ad}{n} - \frac{bc}{n}}{\sqrt{\frac{a+b}{n} \cdot \frac{c+d}{n} \cdot \frac{a+c}{n} \cdot \frac{b+d}{n}}}. \quad (22)$$

Przykład

Na podstawie danych dotyczących ilości odnoszonych zwycięstw przez pododdziały oraz stopnia ich wyszkolenia można określić stopień współzależności między tymi zmiennymi, wykorzystując przytoczone powyżej. wzory.

Sporządzamy następującą tablicę dwudzielną:

	Pododdział wyszkolony	Pododdział nie wyszkolony	Razem
Odniesiono zwycięstwo	$a = 50$	$b = 15$	$a+b = 65$
Zanotowano porażkę	$c = 22$	$d = 43$	$c+d = 65$
Razem	$a+c = 72$	$b+d = 58$	$n = 130$

Tablica 5.

(Tablica zawiera dane umowne.)

Wykorzystując do obliczenia współczynnika φ zależność (19) otrzymujemy:

$$\varphi = \frac{50 \cdot 43 - 15 \cdot 22}{\sqrt{65 \cdot 72 \cdot 58 \cdot 65}} = 0,43$$

Obliczony współczynnik wskazuje silną zależność między odniesionymi zwycięstwami a poziomem wyszkolenia pododdziału. Po określeniu siły powiązań między badanymi wartościami niewymiernymi, możemy pokusić się o określenie ich wpływu na badaną wartość wymierną. W tym celu należy zbudować model regresji³⁶. Przykładowo, podczas badania wartości bojowej pododdziału oprócz potencjału rażenia środków walki drużyny (BWP, karabinów, granatów itp.) na jej wartość wpływać będą także takie czynniki jak: wykształcenie dowódców, wyszkolenie żołnierzy, ich doświadczenie itp.

W ramach modelu regresji możemy łącznie badać wpływ zmiennych ilościowych i jakościowych. Przyjmijmy dla uproszczenia że wartość bojowa drużyny, X , zależy tylko od dwóch czynników:

- zmiennej wymiernej X_1 którą będzie w naszym wypadku ilość żołnierzy,
- zmiennej niewymiernej, nazwanej tutaj - wyszkolenie, o trzech wariantach - wyszkolenie specjalistyczne (A), wyszkolenie zakresu podstawowego (B), brak wyszkolenia (C).

W przyjętym modelu wariantom A , B , C wartości niewymiernej podporządkowujemy zmienne zero - jedynkowe X_2 , X_3 , X_4 definiowane następująco:

$$X_2 = \begin{cases} 1, & \text{jeżeli wyszkoleni specjalistyczne - wariant } A \\ 0, & \text{w pozostałych przypadkach} \end{cases}$$

$$X_3 = \begin{cases} 1, & \text{jeżeli wyszkolenie podstawowe - wariant } B \\ 0, & \text{w pozostałych przypadkach} \end{cases}$$

$$X_4 = \begin{cases} 1, & \text{jeżeli brak wyszkolenia - wariant } C \\ 0, & \text{w pozostałych przypadkach} \end{cases}$$

W związku z powyższym, liniowy model regresji przyjmie postać:

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4 + \varepsilon$$

gdzie parametry a_0 , a_1 , a_2 , a_3 , a_4 oznaczają kolejne współczynniki dopasowania, zaś ε jest czynnikiem resztowym.

³⁶ J. Józwiak, J. Podgórski, Statystyka od podstaw, PWE, Warszawa 1997.

Poniższa tablica zawiera kilka hipotetycznych danych i odpowiadające im elementy macierzy obserwacji X .

Nr obserwacji	Ponoszone straty	Przesunięcie (km)	Wyszkolenie	Zmienne zero - jedykowe				
				x_{i1}	x_{i2}	x_{i3}	x_{i4}	x_{i5}
(i)	(y_i)	(x_{i1})						
1	$y_1 = 8$	$x_{11} = 1$	specjalista	x_{11}	0	1	0	.
2	$y_2 = 15$	$x_{21} = 2$	podstawowe	x_{21}	1	0	0	.
3	$y_3 = 40$	$x_{31} = 3$	brak	x_{31}	0	1	0	.
4	$y_4 = 56$	$x_{41} = 4$	brak	x_{41}	0	1	0	.
5	$y_5 = 44$	$x_{51} = 5$	specjalista	x_{51}	0	0	1	.
.

Tablica 6.

*) Tabela zawiera dane umowne.

Ze sposobu zdefiniowania zmiennych zero – jedykowych wynika, że między zmiennymi niewymiernymi modelu zachodzi zależność liniowa postaci:

$$X_2 + X_3 + X_4 = X_5$$

Odpowiadająca temu modelowi macierz jest osobliwa, w związku z czym nie można w sposób jednoznaczny oszacować jej parametrów. Eliminując dowolną zmienną, zastępując ją przez kombinację liniową pozostałych zmiennych wybieramy zmienną X_2 reprezentującą wariant A (specjalista). Zmienna X_2 jest następującą kombinacją pozostałych zmiennych:

$$X_2 = X_5 - X_3 - X_4.$$

Po dokonaniu podstawienia, otrzymamy:

$$Y = a_1 X_1 + a_2 (X_5 - X_3 - X_4) + a_3 X_3 + a_4 X_4 + a_5 X_5 + \varepsilon$$

i po uporządkowaniu otrzymujemy

$$Y = a_1 X_1 + (a_3 - a_2) X_3 + (a_4 - a_2) X_4 + (a_5 + a_2) X_5 + \varepsilon.$$

Przyjmując oznaczenia pochodnych:

$$a'_3 = a_3 - a_2$$

$$a'_4 = a_4 - a_2$$

$$a'_5 = a_5 + a_2$$

możemy zapisać ostateczny model regresji bez zmiennej X_2 w postaci:

$$Y = a_1X_1 + a'_3X_3 + a'_4X_4 + a'_5X_5 + \varepsilon.$$

W naszym przypadku, funkcja regresji przyjmie postać:

$$Y = a_1X_1 + a'_3X_3 + a'_4X_4 + a'_5X_5 + \varepsilon.$$

Stosowne obliczenia można wykonać wykorzystując odpowiednią implementację numeryczną przedstawionego wyżej algorytmu. Otrzymane wyniki pozwolą ustalić, w jaki sposób wyszkolenia żołnierzy wpływa na ponoszone straty. W przytoczonym (hipotetycznym) przykładzie najmniejsze straty poniosą żołnierze z wyszkoleniem specjalistycznym, a najwyższe przy jego braku.

ZAKOŃCZENIE

Poglądy na temat tworzenia przewagi na polu walki ulegały i nadal ulegają ciągłym przeobrażeniom. Poglądy te są różne, w zależności od kryteriów przyjętych przez autorów. Kryteria ważne dla jednych są często drugorzędne dla innych. Dlatego też trudno jest precyzyjnie określić wpływ czynników niewymiernych na kształtowanie się przewagi we współczesnych i przyszłych działaniach bojowych. Potwierdza to również uboga literatura ten na temat. Z reguły autorzy opracowań poświęconych przewadze w działaniach zbrojnych, nie wyodrębniają elementów niewymiernych w sposób jawny lecz wskazują na ich wagę podczas omawiania elementów wymiernych.

Złożoność problemu powoduje, że wszystkie czynniki mające wpływ na kształtowanie przewagi, winno się raczej rozpatrywać w dowiązaniu do konkretnej sytuacji taktycznej czy operacyjnej. Doświadczenia z wojen i konfliktów zbrojnych dowodzą, że osiągnięcie zakładanych celów walki, bitwy czy wojny jest ściśle związane z koniecznością zdobycia, utrzymania i racjonalnego wykorzystania przewagi. Każda strona konfliktu podejmuje wszystkie dostępne środki aby ją osiągnąć i utrzymać.

W opracowaniu podkreślono, że o przewadze decydować będą w równym stopniu ilość i poziom zaawansowania technologicznego posiadanych systemów uzbrojenia oraz środków walki, ale przede wszystkim jakość, struktury organizacyjne, poziom wyszkolenia oraz przygotowania oraz motywacja żołnierzy do walki w określonych uwarunkowaniach.

Podczas opracowywania tematu zwrócono uwagę na czynniki mające wpływ na tworzenie przewagi niematerialnej na współczesnym polu walki i dokonano ich charakterystyki. Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że do zasadniczych czynników mających wpływ na uzyskanie i utrzymanie przewagi na współczesnym polu walki należeć będzie przestrzeganie zasad walki oraz elastyczne reagowanie na zmieniającą się sytuację.

Pojęcie przewagi w jej jakościowym wymiarze jest ogólnie zrozumiałe i każdy zdaje sobie sprawę z jej wagi, jednakże ze względu na trudności w ścisłym określeniu stopnia wpływu na przebieg działań bojowych często marginalizowane. Trzeba również zdawać sobie sprawę z faktu, że w czasie tworzenia przewagi na polu walki z równą uwagą należy traktować obie jej wartości, wymierne i niewymierne.

Pomimo trudności z precyzyjnym wyrażeniem wpływu czynników niematerialnych, ich rola w kształtowaniu przewagi ogólnej jest znacząca i w przyszłości będzie nadal rosła. Potwierdza to konieczność dalszych badań w tym kierunku.

Prace dotyczące określania, obliczania i porównywania potencjałów bojowych zgrupowań wojsk powstają już od wielu lat i obecnie można już mówić o pewnej metodologii w tym zakresie.

Początkowo, główny wysiłek skierowany był na problem określenia współczynników taktyczno - technicznych sprzętu będącego na wyposażeniu armii. Były to działania, które w skrócie można by było określić mianem „poszukiwania punktu wyjścia”. Badania tego typu to inaczej rzecz ujmując – wartościowanie technik uzbrojenia. Z tego okresu pochodzą prace dotyczące analiz porównawczych – „odkrywania” na nowo prostych metod oceny systemów złożonych. Trzeba tu powiedzieć o taksonomii numerycznej i szczególnie bliskiej jej odmianie – taksonomii wrocławskiej, jej autorze Hugo Steinhausie – wybitnym matematykiem polskim. Wypada też wspomnieć o metodzie Bellingera - sprawdzonej w systemie bankowym.

Następnie, nastąpił etap budowy statycznych modeli pola walki, będących próbą określenia potencjału bojowego walczących stron w danych uwarunkowaniach (przy zadanych warunkach brzegowych). Do dnia dzisiejszego nie ma wśród autorów zgodności co do definicji podstawowych pojęć opisujących współczesne pole walki. Autor niniejszego opracowania od kilku lat próbuje usystematyzować występujące w tym zakresie pojęcia i nadać im wymierny charakter. Specyficzne niekiedy podejście do problemów pola walki bierze się z osobistych upodobań autora i jego zamiłowania do „fizykalizacji” zjawisk w otaczającej nas rzeczywistości. Ponadto, autor przykładą dużą wagę do oceny uzyskanych wyników badań, ich sensu fizycznego i dokładności uzyskanych wyników. Obecna praca stanowi zbiór zwartych opinii i próbę odpowiedzi na wciąż aktualne pytanie: Czy wartości niewymierne są, czy też nie są „nosicielem” znaczącego przyczynku do potencjału bojowego zgrupowania wojsk ?

Dynamiczny model określania przewagi zaproponowany w niniejszej pracy jest efektem przemyśleń autora i dobitnie wskazuje na powiązanie pomiędzy zjawiskami współczesnego pola walki i ich „odpowiednikami” w naukach społecznych.

Problematyka zasygnalizowana w opracowaniu będzie kontynuowana. Treści tu zawarte zostaną w przyszłości rozszerzone o metodologię wartościowania zjawisk trudno wymiernych i ich wpływu na wymierne efekty działań wojsk.

LITERATURA

1. H.Spustek Model obliczania i porównywania potencjałów bojowych zgrupowań wojsk własnych i potencjalnego przeciwnika, AON Warszawa cz. I 1998 i cz. II 1999 r.
2. J.Gutenbaum Modelowanie matematyczne systemów, Omnitech Press Warszawa 1992 r.
3. W. J. Wesołowski Modele decyzyjne rozwoju techniki, PWN Warszawa 1987 r.
4. W. Sobczak, W. Malina Metody selekcji i redukcji informacji WNT, Warszawa 1985 r.
5. Z.Ścibiorek, Wojna czy pokój Wrocław 1999 r.
6. W. Kaczmarek, Z. Ścibiorek Przyszła wojna. Jaka ?, Warszawa 1995 r.
7. A.H. Toffler, Wojna i antywojna, Warszawa 1997 r.
8. J. Zieliński, Teoretyczne podstawy walki zbrojnej, W-wa 1995 r.
9. K. Nożko, Walka o przewagę, W-wa 1985 r.
10. K. Nożko, *Sztuka tworzenia przewagi w systemie obronnym RP*, Warszawa 1994 r.
11. F. Skibiński, Rozważania o sztuce wojennej, Warszawa 1972 r.
12. Metodyka Oceny Potencjału Bojowego Sił Zbrojnych RP problem naukowy „Doskonalenie II”, AON, Warszawa 1992 r.
13. Z.Galewski, Czynniki powodzenia we współczesnej walce, Warszawa 1986 r.
14. Regulamin działań taktycznych wojsk lądowych, Warszawa 1994 r.
15. M.Huzarski, Zagadnienia taktyki wojsk lądowych Wyd. Adam Marszałek Toruń 1999 r.
16. Huzarski M. Kaczmarek W.: Podstawy działań taktycznych. Obrona i natarcie brygady, Warszawa 1996 r.
17. R.Kulikowski, M.Libura, L.Słomiński, Wspomaganie decyzji inwestycyjnych PAN IBS Warszawa 1998 r.
18. Optimization of survival strategy by application of safety dependent utility model by R.Kulikowski, Control and Cybernetics vol. 29 (2000) No. 1

19. G.S. Patton, *Wojna, jak ją poznałem*, Warszawa 1989 r.
20. S.Smolik Przegląd statystyczny R. XXXII – zeszyt 4 – 1985 r.
21. Joshua M. Epstein, *The Calculus of Conventional War Dynamic Analysis without Lanchester Theory*, Studies in Defense Policy, 1984 r.
22. E. Gatnar *Symboliczne metody klasyfikacji danych*, PWN, Warszawa 1998 r.

