AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

CENTRUM SYMULACJI
I KOMPUTEROWYCH GIER WOJENNYCH

MODELE EKSPERYMENTÓW SYMULACYJNYCH Z ZASTOSOWANIEM SYSTEMU JTLS

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 59580
II
Akademii Obrony Narodowej

WARSZAWA 2005

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

CENTRUM SYMULACJI I KOMPUTEROWYCH GIER WOJENNYCH

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Akademii Obrony Narodowej
Nr ewid. 59580
II

MODELE EKSPERYMENTÓW SYMULACYJNYCH Z ZASTOSOWANIEM SYSTEMU JTLS

płk dr inż. Ryszard WIELEBA
ppłk dr inż. Krzysztof KALIŃSKI
ppłk mgr inż. Paweł BORYN

WARSZAWA 2005

Pracę naukowo-badawczą **MODELE EKSPERYMENTÓW SYMULACYJNYCH Z ZASTOSOWANIEM SYSTEMU JTLS** wykonał zespół pracowników naukowo-badawczych CENTRUM SYMULACJI I KOMPUTEROWYCH GIER WOJENNYCH pod kierownictwem płk. dr. inż. Ryszarda WIELEBA w składzie:

ppłk dr inż. Krzysztof KALIŃSKI
ppłk mgr inż. Paweł BORYN

Poszczególni członkowie zespołu opracowali:

- płk dr inż. Ryszard WIELEBA - wprowadzenie, rozdział 1, 2, 3, zakończenie oraz nadzór merytoryczny pracy;
- ppłk dr inż. Krzysztof KALIŃSKI – rozdział 4, 5, współautor – rozdział 6,7,8;
- ppłk mgr inż. Paweł BORYN – współautor – rozdział 6,7,8 .

PRACA NAUKOWO - BADAWCZA

Spis treści

WPROWADZENIE 4
1. ELEMENTY TEORII MODELOWANIA SYSTEMÓW 7
1.1. Klasyfikacja modeli 8
1.2. Zasady modelowania matematycznego 11
1.3. Istota modeli matematycznych 16
1.3.1. Modele dynamiczne 16
1.3.2. Modele statyczne 17
1.3.3. Notacje modeli dynamicznych 18
2. TEORIA SYMULACYJNYCH MODELI WALKI 21
2.1. Model analityczny 22
2.2. Modele i symulacyjne systemy walki 26
2.2.1. Problem określenia zagregowanych jednostek elementarnych 27
2.2.2. Problem opisu zagregowanej jednostki elementarnej 28
2.2.3. Problem czasu systemowego w modelach walki (cykle) 28
2.2.4. Podstawowe procesy w modelach walki 29
2.3. Modele walki Lanchestera 30
2.3.1. Zmodyfikowany model walki Lanchestera 32
2.3.2. Optymalizacyjny model walki Lanchestera 33
2.3.3. Rozszerzenia modeli Lanchestera 37
2.4. Synteza matematycznych modeli walki 38
2.5. Istota symulacji i eksperymentu symulacyjnego 39
2.6. Problem walidacji i weryfikacji modeli symulacyjnych 46
3. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA SYMULACYJNEGO SYSTEMU WALKI JTLS 49
3.1. Koncepcja symulacji w JTLS 49
3.2. Procedura zdarzeniowa w symulacji 53
4. UWARUNKOWANIA PROWADZENIA WALKI LĄDOWEJ W JTLS 56
4.1. Model walki lądowej 57
4.2. Relacje pomiędzy stronami, zasady użycia sił 63
4.3. Uczestnicy (zasoby) walki lądowej 68
4.4. Zadania jednostki, a prowadzone działania bojowe 69
4.5. Bieżąca siła jednostki 73
4.6. Rozmieszczenie siły ognia jednostki 74
4.7. Automatyczne zmiany prowadzonych działań bojowych 82
5. CHARAKTERYSTYKA DZIAŁAŃ BOJOWYCH W JTLS 84
5.1. Atak 84
5.2. Obrona 87
5.3. Działania opóźniające 87
5.4. Wycofanie 87
5.5. Przemieszczenie 88
6. PRZYGOTOWANIE EKSPERYMENTU SYMULACYJNEGO 91
6.1. Wybór scenariusza 91
6.2. Istotne dane o jednostkach 93
6.3. Wstępne eksperymenty 98
6.4. Dopasowanie scenariusza 100
7. EKSPERYMENTY MODELOWE 101
7.1. Natarcie/obrona ze zmienianym współczynnikiem efektywności 101
7.2. Natarcie/obrona ze zmienianą bieżącą siłą broniących się 109
8. ANALIZA WYNIKÓW EKSPERYMENTÓW SYMULACYJNYCH 113

8.1. Analiza rozmieszczenia i stosunku sił 112
8.2. Analiza wyników natarcie/obrona ze zmienianym współczynnikiem efektywności 116
8.3. Analiza wyników natarcie/obrona ze zmienianą bieżącą siłą broniących się 123
8.4. Wnioski z eksperymentów 131
ZAKOŃCZENIE 136
Bibliografia 137
Załącznik 1. Dane jednostki 141 INFBN 139
Załącznik 2. Prototyp jednostki 141 INFBN 140
Załącznik 3. Dane jednostki 322 INFBN 142
Załącznik 4. Dane jednostki 323 INFBN 143
Załącznik 5. Prototyp jednostek 322 INFBN i 323 INFBN 144
Załącznik 6. Prototyp BLOCK3_FLP 146
Załącznik 7. Prototyp BLOCK3_SP 147
Załącznik 8. Wartości FWL 148
Załącznik 9. Prototyp BLOCK2_MP 155
Załącznik 10. Ilość systemów walki w 4 eksperymencie. 157
Załącznik 11. Ilość systemów walki w 6 eksperymencie. 168

WPROWADZENIE

Prezentowane opracowanie „**Modele eksperymentów symulacyjnych z zastosowaniem systemu JTLS**" zrealizowane zostało w ramach pracy naukowo – badawczej (poz. **III.5.2.1** w „Planie zadaniowo – finansowym działalności naukowej AON na lata 2005 - 2006).

Autorzy opracowania od kilkunastu lat specjalizują się w dziedzinie modelowania działań bojowych, w szczególności w zakresie modeli i systemów symulacyjnych walki. W ich obszarze zainteresowań mieszczą się zarówno problemy ogólnoteoretyczne – konceptualizacja modeli formalnych (matematycznych) różnych procesów walki (niszczenia, ruchu, zasilania, dowodzenia, itp.), jak też problemy ich implementacji do poziomu systemu symulacyjnego (a więc technologie modelowania, projektowania i implementacji), wreszcie problemy efektywnej ich eksploatacji (wdrożenia, eksploatacji, pielęgnacji oraz modyfikacji). Jednocześnie od wielu lat uczestniczą w przygotowywaniu i przeprowadzaniu ćwiczeń dowódczo – sztabowych wspomaganych komputerowo, w tym ćwiczeń realizowanych w oparciu o systemy symulacyjne walki. Uczestniczyli również w szkoleniach specjalistycznych organizowanych przez producenta systemu JTLS – amerykańską firmę ROLAND. Nabyte doświadczenia pozwalają zidentyfikować operacyjne wymagania oraz potrzeby informacyjne zespołów funkcyjnych ćwiczenia – z jednej strony, ale także funkcjonalne możliwości eksploatowanych systemów symulacyjnych – z drugiej strony.

Od 2002 roku, autorzy są pracownikami **Centrum Symulacji i Komputerowych Gier Wojennych** (CSiKGW), w którym przeprowadza się symulację działań militarnych (i pozamilitarnych) w oparciu o symulacyjne systemy walki oraz w którym planuje się organizować ćwiczenia typu CAX. Aktualnie na wyposażeniu CSiKGW znajdują się dwa systemy symulacyjne: JTLS, który jest rozpoznawany przez oficerów od początku 2004 roku oraz system „Złocień", którego wdrożenie rozpocznie się w 2005 roku, po uzyskaniu wymaganych urządzeń sprzętowych i licencjonowanego oprogramowania. Jedyne realne próby eksperymentalne, jakie autorzy przeprowadzić mogli, realizowane były na systemie JTLS. Zatem doświadczenia nabyte podczas realizacji eksperymentów symulacyjnych na systemie JTLS stały się podstawą weryfikacji wiedzy teoretycznej autorów i, na ile to było możliwe, oceny funkcjonalności operacyjnej i informatycznej tego systemu.

W analizie systemów *wielkich* i *złożonych*[1], albo systemów niepoddających się badaniom ze względu na swoją naturę (a takimi są systemy militarne realizujące swój podstawowy cel, jakim jest walka zbrojna oraz działania pozamilitarne) stosować należy metody innej klasy niż empiryczne. Wielkie znaczenie metod empirycznych zawiera się w tym, że dostarczają materiału empirycznego, na którego podstawie weryfikować można orzeczenia wyprowadzone innymi metodami (np. dedukcyjno – indukcyjnymi) albo zmieniać przeświadczenia dotychczas uznane za poprawne. W naukach wojskowych, ze względu na przedmiot badania, jakim są siły zbrojne (z ich podstawową funkcją, jaką jest walka zbrojna), niepoddające się badaniom empirycznym, stosuje się badania tzw. paraempiryczne[2], tj. oparte o pewien **model** odwzorowujący realny przedmiot i jego cechy. Modele te mogą być różne, niemniej przedstawiać powinny atrybuty i związki zachodzące między nimi w taki sposób, jak w realnym systemie i powinny być istotne z punktu widzenia celu dla realizacji którego prowadzony jest proces badawczy. **Modele i systemy symulacyjne** od dawna zdobyły uznanie, co do swoich możliwości eksperymentalnych. Od dawna też znane są ich podstawowe niedostatki, tkwiące w zbyt dużym redukcjonizmie i w zbyt daleko posuniętych ograniczeniach. Wynika to z faktu dużej złożoności i wielostronnych związków będących w różnorodnych interakcjach, jakie zachodzą w systemach realnych.

Przedstawione opracowanie dotyczy symulacyjnego systemu walki JTLS w aspekcie teorii modelowania systemów oraz ich użytkowania. Nie dotyczy jednak zagadnień organizatorskich (zespołów ćwiczących i roli poszczególnych uczestników), ale problemów czysto merytorycznych, poczynając od teorii systemów symulacyjnych, metodologii ich stosowania w ogólności, poprawne projektowanie eksperymentów symulacyjnych a także ich realizację.

Jako główny cel pracy autorzy przyjęli zbadanie istoty zachowania się modeli cząstkowych systemu JTLS (ich wewnętrznej struktury oraz algorytmów działania) w prowadzeniu symulacji działania wojsk lądowych. Wynika to z konieczności dostosowania parametrów poszczególnych modeli do możliwości systemów walki jednostek Sił Zbrojnych RP. Aby zbadać „czułość" systemu na zmiany parametrów modeli cząstkowych, zespół autorski starał się rozpoznać ich istotę na postawie dokumentacji systemu (na ile to było możliwe), zaprojektował szereg scenariuszy dla modelu walki wojsk lądowych, zrealizował

---

[1] Patrz Gutenbaum – *wielki* – bo dużo istotnych zmiennych uwzględniać należy, *złożony* – bo w wielu istotnych interakcjach są te zmienne.

[2] M. Pelc, *Wybrane problemy metodologiczne wojskowych badań naukowych*, AON, 1998.

stosowne eksperymenty symulacyjne, a następnie dokonał analizy i omówienia otrzymanych wyników. Wiele problemów podczas realizacji tego zadania wynika z niepełnej wiedzy co do rozwiązań merytoryczno-technologicznych poszczególnych modeli cząstkowych. Jest to spowodowane tym, że autorzy dysponują jednie dokumentacją użytkową systemu JTLS oraz posiadają stosowną wiedzę w zakresie rozwiązań tego typu problemów w innych symulacyjnych modelach walki.

Autorzy mają nadzieję, że powyżej nakreślona problematyka – merytoryczna poprawność systemów symulacyjnych w naukowych badaniach wojskowych, poddana zostanie głębszej analizie badawczej przez szersze grono pracowników naukowo – badawczych AON, studentów i szkolonych oficerów dowództw i sztabów. Wtedy też możliwe będzie dostosowanie modeli cząstkowych do możliwości i natury systemów walki Sił Zbrojnych RP a następnie opracowanie nie konceptualizowanej tylko, ale zweryfikowanej empiryczne, dojrzałej metodyki opracowania eksperymentu symulacyjnego (zaplanowania, realizacji, wnioskowania) akceptowanej, uznanej za poprawną. Potrzeba takiego działania wynika przynajmniej z powodu ograniczoności określonych systemów symulacyjnych w zakresie indykacji szczegółowych problemów operacyjno – taktycznych.

1. ELEMENTY TEORII MODELOWANIA SYSTEMÓW

Słowo "model" powstało z łacińskiego słowa "modus" - "modulus", co znaczy: miara, obraz, sposób. Jego pierwotne znaczenie było związane z budownictwem i używano go dla oznaczenia wzorca, lub przedmiotu podobnego do innego przedmiotu.

Opisywane w literaturze procedury badań naukowych i ich weryfikacji na drodze eksperymentu wykazują, że terminu "model" używa się w dwóch różnych znaczeniach, a mianowicie[3]:

- dla oznaczenia teorii, która jest strukturalnie podobna do innej, co umożliwia przechodzenie od jednej teorii do innej za pomocą zwykłej zmiany terminologii; w tym znaczeniu model jest środkiem poznania;
- dla oznaczenia systemu, do którego odnosi się pewna teoria praktyczna lub teoretyczna dla uproszczonego odzwierciedlenia badanego systemu naturalnego; taki model jest przedmiotem poznania.

Model jest realnie istniejącym lub wyobrażonym obrazem, zastępującym badany system naturalny (atom, cząsteczkę, mechanizm, system słoneczny itp.). Ten obraz odzwierciedla pewne, rzeczywiste lub hipotetyczne własności badanego systemu, jego budowę i jest do niego podobny pod względem wybranych przez badacza osobliwości strukturalnych. Elementy i relacje zachodzące w modelowanym systemie są odzwierciedlone w postaci innych elementów i relacji, typowych dla danej dziedziny badań.

Model jest zatem z założenia pewną idealizacją lub uproszczeniem rzeczywistości. Sam charakter i stopień uproszczenia zależy od wiedzy, potrzeb i świadomości badacza i może się zmieniać w zależności od celu badań. Wspólną dla teorii i modelu jest właściwość odnoszenia się do rzeczywistości, postrzeganej w uproszczonej, abstrakcyjnej formie.

Opis sformalizowany, w którym są dokładnie ustalone: skład, struktura, elementy wejściowe i reguły przekształcania stają się synonimem ilościowego zapisu, badanego systemu naturalnego. Jeżeli uda się utożsamić opis sformalizowany z doświadczalnie potwierdzoną rzeczywistością, to otrzymujemy model logiczno - matematyczny, lub po prostu model matematyczny, który odzwierciedla badany obiekt, zjawisko lub sytuację. W naukach

---

[3] Zeigler B: *Teoria modelowania i symulacji*. PWN,1984.

technicznych i ekonomicznych taki model bywa coraz częściej wykorzystywany do komputerowego symulowania funkcjonowania systemu, którego odzwierciedla dany model.

W procesie poznania poszukuje nowych praw, przechodząc od hipotez do teorii, wykorzystując przy tym wiedzę, doświadczenie, intuicję oraz fantazję naukową. Modele buduje się i stosuje głównie wtedy, kiedy poznanie zmierzające od hipotezy do sformułowania teorii nie ogranicza się do zbierania i opisywania poszczególnych izolowanych faktów, lecz uwzględnia również przemyślany i dobrze zaprogramowany eksperyment.

Jedna z definicji mówi, że: ***model jest to taki dający się pomyśleć lub materialnie zrealizować układ, który odzwierciedlając lub odtwarzając przedmiot badania, zdolny jest zastępować go tak, że jego badanie dostarcza nam nowej informacji o tym przedmiocie***.

Inna definicja mówi, że: ***model jest zastępującą oryginał, przyjętą formą reprezentacji, wykorzystywaną do wyjaśnienia i przewidywania zachowania się oryginału w sposób adekwatny z punktu widzenia celu rozważań***.

Wspólną cechą wszelkiego rodzaju modeli jest ich zdolność odzwierciedlania systemów naturalnych. Istota modelowania zasadza się na relacji równoważności między systemem a modelem. W metodyce modelowania rozróżnia się dwa podstawowe sposoby odzwierciedlenia: homomorficzne i izomorficzne. Homomorfizm zapewnia podobieństwo składu i struktury modelu i systemu modelowanego, które pozwala na jednoznaczne odwzorowanie systemu badanego w model, podobny do niego pod względem działania. Izomorfizm zaś gwarantuje wzajemnie jednoznaczne podobieństwo składu i struktury modelu i systemu. Oznacza to, że na podstawie systemu można zbudować model, a na podstawie modelu można odtworzyć system.

1.1. Klasyfikacja modeli

W każdej działalności człowieka, szczególnie w projektowaniu, wytwarzaniu i eksploatacji systemów wykorzystuje się **modele.** Istnieje wiele definicji modeli. Oto niektóre z nich:

1) model jest to narzędzie za pomocą którego można opisać system i jego zachowanie się w różnych warunkach zewnętrznych[4] ;

[4] FindenseinW., Gutenbnaum J.: *Modele w analizie systemowej. Analiza systemowa – podstawy i metodologia.*

2) model jest teoretycznym opisem badania obiektów, który charakteryzuje się następującymi cechami, tzn. jest[5]

- pewnym uproszczeniem rzeczywistości;
- w sensie pewnego kryterium zbieżny z rzeczywistością;
- na tyle prosty, że możliwa jest jego analiza dostępnymi metodami obliczeniowymi; - źródłem informacji o obiekcie badań.

Budową modeli zajmuje się dyscyplina nauki nazywana **identyfikacja**. Klasyfikacja modeli pozwala ustalić, jak sposób modelowania zależy od celu badań i specyfiki badanego systemu. Klasyfikacja jest podstawą do określenia zasadniczych funkcji spełnianych przez modele, a mianowicie:

- **funkcji praktycznej,** którą spełniają modele jako przedmioty poznania naukowego;
- **funkcji teoretycznej,** którą modele pełnią jako szczególny obraz rzeczywistości, jednoczący elementy logiczne i intuicyjne, konkretne i abstrakcyjne oraz ogólne i szczegółowe.

Przystępując do tworzenia modelu należy:

- określić cel modelowania, związane z tym wymagania i środki użyte do budowy modelu;
- ustalić jaki segment, jakiego systemu, ma odzwierciedlać model.

Podjęte decyzje są podstawą dla ustalenia postaci modelu, a w rezultacie dla określenia jego klasy. W literaturze przedmiotu proponuje się wyróżniać dwie główne klasy modeli:

1. **modele strukturalne,** które odzwierciedlają wybrane elementy systemu oraz relacje między nimi; takie modele ukazują lokalizację geometryczną elementów oraz ich powiązania i służą do badania poprawności konstrukcji;
2. **modele funkcjonalne,** które odzwierciedlają wpływ wybranych elementów i relacji na sposób funkcjonowania i sterowania systemu; te modele mogą przybierać różne postacie, niekiedy zupełnie innej natury fizycznej niż modelowany system.

Z praktycznego punktu widzenia, bardziej przydatny jest drugi rodzaj klasyfikacji. Przynależność do danej klasy zależy od środków wykorzystanych do budowy modelu, przy uwzględnieniu sposobu odzwierciedlenia wybranych własności, procesów i związk6w zachodzących w modelowanym systemie oraz celu badań, któremu jest podporządkowany

---

[5] Tamże.

charakter poszukiwanych informacji. Według takich kryteriów, modele można podzielić na cztery klasy:

1. **modele materialne** (działające, rzeczywiste), mogą być utworzone, specjalnie w celu wykonania badań, z istniejących obiektów o określonym przeznaczeniu użytkowym, przy zachowaniu ich fizycznej tożsamości z oryginałem. Podczas funkcjonowania, w wybranym segmencie własności, procesów i związków, generują one informacje poszukiwane przez badacza, a po zakończeniu badań mogą być nadal wykorzystywane zgodnie z ich przeznaczeniem.
2. **modele idealne,** które nie posiadają tej samej co badany system natury fizycznej i nie są do niego podobne ani w sensie fizycznym, ani geometrycznym. Nazwa tych modeli nie wyraża ściśle ich charakteru i wynika z istniejącej tradycji. Jako szczególny rodzaj takiego modelu idealnego można wyróżnić model cybernetyczny. Jednak model cybernetyczny jest zbyt skomplikowany aby stanowić przedmiot bezpośredniego poznania, może jednak stanowić podstawę do utworzenia innego, bardziej uproszczonego modelu idealnego.
3. **modele sformalizowane**, które są reprezentacją modeli fizycznych na jeszcze wyższym poziomie abstrakcji. Taką reprezentację można utworzyć wtedy, gdy pojęcia występujące w modelu fizycznym dadzą się wyrazić za pomocą znaków i relacji matematycznych lub logicznych. Cechą modelu sformalizowanego jest zatem kompletny brak podobieństwa między elementami i relacjami, z których go zbudowano, a składem i strukturą modelowanego systemu. Model jest umowny a nie poglądowy i nie ma nic wspólnego z charakterem elementów i relacji tworzących modelowany system [6].

Rozwój matematyki przyczynił się do tego, że w naukach ścisłych i technicznych, modele sformalizowane, zwane po prostu *modelami matematycznymi,* stanowią najbardziej reprezentatywną grupę modeli abstrakcyjnych. Są one zapisywane w postaci równań różniczkowych, całkowych, deterministycznych lub probabilistycznych. Modelowanie matematyczne pozwala wnikać w istotę badanych systemów i udostępnia szczegółowemu badaniu wiele własności, procesów i związków, które dotąd wymykały się analizie. Badanie modeli matematycznych umożliwia uzyskanie wartościowych informacji o systemach technicznych, niezbędnych m.in. do ich projektowania, wytwarzania i eksploatacji.

---

[6] Żółtowski B: *Badanie dynamiki maszyn.*

1.2. Zasady modelowania matematycznego

Model fizyczny

Skład i struktura modelu fizycznego odzwierciedla w uproszczonej formie fragmenty składu i struktury systemu, uwzględnione w modelu cybernetycznym i należące do badanego segmentu systemu. Model cybernetyczny systemu jest opisywany przez szereg zmiennych, znanych i nieznanych. W rezultacie wyboru badanego segmentu systemu oraz uproszczeń dokonanych przez badacza, liczba zmiennych, i co za tym idzie reguł interakcji w modelu fizycznym, zostaje ograniczona. To ograniczenie może być dokonane poprzez[7] :

1. ***pomijanie niektórych zmiennych i reguł interakcji***. W badaniach systemów naturalnych wpływ pewnych zmiennych i ich wzajemnej zależności jest bardziej znaczący, niż innych. Zakładając, że te drugorzędne czynniki w niewielkim stopniu wpływają na funkcjonowanie systemu w badanym segmencie, można je pominąć w ostatecznej wersji modelu fizycznego.
2. ***zastępowanie kilku zmiennych deterministycznych przez jedną zmienną losową***. W pierwszym etapie modelowania przyjmuje się model, w którym reguły interakcji są deterministyczne, a następnie wprowadza się czynnik losowy.
3. ***uogólnienie zakresu jednej lub kilku zmiennych***. W opisie modelu fizycznego uwzględnia się wartość zmiennej dla pewnej chwili oraz zakres określony przez zbiór wszystkich wartości jakie ta zmienna maże przyjmować.
4. ***grupowanie elementów modelu cybernetycznego*** w zbiory i opis każdego zbioru przez jedną zmienną uogólnioną. Oznacza to, że zmienne modelu fizycznego będą określać pewne zbiory elementów modelu cybernetycznego. Zakresy tych zmiennych są na ogół mniejsze niż zakresy podstawowych zmiennych opisowych.

Wykorzystując prawa fizyki oraz zasady modelowania te zmienne oraz elementy składu i struktury należy zestawić w relacjach matematycznych, które uwzględnią reguły interakcji. W ten sposób można utworzyć sformalizowany opis modelu fizycznego, który jest ilościową reprezentacją:

1) własności, procesów i związków uwzględnionych w modelu cybernetycznym, należących do badanego segmentu systemu;

---

[7] Bubnicki Z, *Podstawy informatycznych systemów*.

2) fragmentów składu i struktury systemu odpowiedzialnych za ich realizację.

Utworzenie modelu fizycznego systemu wymaga gruntownej znajomości jego funkcjonowania, bez względu na to, czy system istnieje w postaci materialnej, czy też jest tylko produktem wyobraźni twórcy. Model fizyczny jest abstrakcyjną modyfikacją modelu cybernetycznego, która odzwierciedla system tylko w badanym segmencie.

Model matematyczny

Zmienność w czasie obserwowanych w naturze zjawisk, obiektów i sytuacji jest obecnie powszechnie akceptowana. Konsekwencją tego jest dynamika systemów, która ujawnia się w postaci zmienności ich własności, składu i struktury oraz zachodzących w nich procesów i związków. Oznacza to, że zmienne występujące w modelach tych systemów, są zależne od czasu. Ta zależność ma na ogół postać funkcji, w których czas jest zmienną niezależną. Określenie czasu jako zmiennej niezależnej nie ma nic wspólnego z fizycznymi przyczynami lub skutkami zmiennych zależnych, ale jest pożądane dla odzwierciedlenia dynamiki modelowanego systemu.

Sposób odzwierciedlenia dynamiki w modelu matematycznym zależy od fizycznego charakteru własności procesów i związków zachodzących w modelowanym segmencie. Dynamiczny model matematyczny pozwala badać zachowanie systemu, zarówno w stanie równowagi jak i po zadziałaniu jakiegoś zaburzenia, np. wymuszenia na wejściu, które spowoduje, że system przejdzie do innego stanu równowagi. Model dynamiczny, jako odzwierciedlenie systemu technicznego, jest szczególnie użyteczny, gdy badania dotyczą:

1) stabilności,

2) procesów przejściowych, takich jak np. rozruch czy zatrzymanie systemu,

3) niestabilności, będącej rezultatem zmian struktury systemu, a nie wymuszeń na wejściu.

W większości przypadków uwzględnienie dynamiki systemu w opisie sformalizowanym jest konieczne dla zachowania wymaganej prawdziwości modelu matematycznego. Jednak w pewnych okolicznościach dynamika może zostać pominięta. Utworzony wtedy model statyczny jest uproszczeniem, które jest dopuszczalne pod warunkiem, ze badacz pragnie prześledzić tylko pewne stany równowagi, osiągane w specyficznych warunkach.

Czasoprzestrzeń, w której istnieją i funkcjonują systemy naturalne może być modelowana w sposób ciągły lub dyskretny. Czas, który jest zmienną niezależną w funkcjach

stanu, wejścia i wyjścia, jest wielkością ciągłą z natury. Tym niemniej, w modelach matematycznych systemów dynamicznych, czas może być przedstawiony w sposób ciągły lub dyskretny. Pojęcie **"ciągły"** oznacza, że wspomniane funkcje są określone w każdej chwili, w każdym punkcie na osi czasu. Pojęcie **"dyskretny"** odnosi się do zbiorów wartości określonych tylko dla pewnych chwil. Konsekwencją tego jest pewna skończona odległość na osi czasu, między różnymi elementami zbiorów stanu, wejścia lub wyjścia.

Modelami matematycznymi systemów dyskretnych i ciągłych są najczęściej układy równań. Własności, procesy i związki, które zostały odzwierciedlone w modelu, są zapisywane w tych równaniach w postaci zależności matematycznych. Najprostszą zależnością jest proporcjonalność, która da się zapisać w postaci funkcji liniowej. Obrazem funkcji f(t) w układzie prostokątnych współrzędnych kartezjańskich jest linia prosta. Ogólnie biorąc można stwierdzić, że jeżeli sformalizowany opis modelu fizycznego jest utworzony z funkcji liniowych, to uzyskany model matematyczny jest także liniowy.

Liniowość pozwala na utworzenie modelu matematycznego w postaci układu równań liniowych (algebraicznych lub różniczkowych), zapewnia możliwość wykonywania podstawowych operacji algebraicznych (dodawanie, odejmowanie, mnożenie i dzielenie) oraz pozwala na wybór elementu zerowego, przy wektorowym opisie wejścia, stanu lub wyjścia systemu. Dlatego, model liniowy jest stosunkowo łatwy do rozwiązania na drodze analitycznej.

Złożoność badanych systemów powoduje jednak, że zapisanie zależności za pomocą funkcji liniowych, przy równoczesnym zachowaniu wymaganego poziomu prawdziwości modelu, jest często trudne lub wręcz niemożliwe. W konsekwencji model matematyczny musi być nieliniowy i jego rozwiązanie może nastręczać poważne trudności. Aby uzyskać rozwiązanie i osiągnąć cel badań, konieczna jest wtedy **linearyzacja modelu,** polegająca na zastępowaniu, zależności nieliniowych - liniowymi.

Zmienne opisowe modelu można sklasyfikować według dwóch kryteriów: fizycznego i matematycznego.

Według kryterium fizycznego, można wyróżnić trzy grupy zmiennych, przy czym dwie pierwsze grupy opisują własności, procesy i związki zachodzące w systemie, jego dynamikę i wzajemne oddziaływanie systemu i środowiska. Te trzy grupy zmiennych to:

1. zmienne wejściowe opisujące wymuszenia działające na system; można je dodatkowo podzielić na *zmienne kontrolowane,* zwane również decyzyjnymi, na które badacz ma wpływ i niezależne od badacza *zmienne sytuacyjne,*

2. zmienne stanu i wyjścia; niezależnie od "lokalizacji" w modelu fizycznym, charakteryzują one nieznane reakcje systemu (łącznie zwane niekiedy stanem), które interesują badacza ze względu na cel badań,
3. zmienne pomocnicze, opisujące pośrednie zależności między zmiennymi wejściowymi oraz reakcjami, a służą do uproszczenia zapisu zależności występujących w modelu.

Według kryterium matematycznego, zmienne opisowe modelu można podzielić na dwie grupy, a mianowicie:

a) funkcje czasu $Z_T(t)$, bądź innej zmiennej niezależnej, które w sensowny sposób przyporządkowują każdemu zdarzeniu wielkość o ustalonej nazwie i reprezentują zmienne wejścia, wyjścia i stanu. Mają one bezpośredni wpływ na zachowanie badanego segmentu systemu; odpowiednio uporządkowane w szereg, funkcje te tworzą wektor:

$$z(t) = [z_1(t), z_2(t), ..., z_r(t), ..., z_n(t)]T \qquad (7)$$

W zależności ad fizycznego charakteru modelowanego systemu i przyjętego sposobu opisu, współrzędne $z_r(t)$, mogą być funkcjami zdeterminowanymi, probabilistycznymi lub stochastycznymi. Do opisu sformalizowanego dynamicznych zmian wielkości fizycznych, zachodzących podczas funkcjonowania systemu, wykorzystuje się pochodne po czasie wektora ***z(t)*** lub jego współrzędnych $z_r(t)$:

b) parametry s_ξ, które są wielkościami odgrywającymi szczególną rolę w sformalizowanym opisie modelu fizycznego. Ich natura fizyczna czyni je zmiennymi, ale w danym modelu matematycznym pozostają stałe. W badaniach systemów parametry te tworzą zbiór wielkości, które opisują skład i strukturę badanego segmentu systemu. Można z tych wielkości utworzyć wektor:

$$s = [s_1, s_2, ..., s_\xi, ..., s_\Theta]^T \qquad (8)$$

gdzie: $\xi = 1, 2, ..., \Theta$ - skończony ciąg indeksów.

Przytoczona klasyfikacja jest konsekwencją fizycznego charakteru modelowanego segmentu i celu badań oraz uproszczeń poczynionych przy budowie modelu fizycznego. Zakładając, że istnieje operator $\psi(t)$, dla którego zmienne oraz parametry można zapisać w postaci wektorów, to ogólną postać modelu matematycznego można przedstawić jako zmodyfikowaną formę w postaci:

$$\Psi(t)\left[z(t), \frac{dz(t)}{dt}, \frac{d^2z(t)}{dt^2}, s, t\right] = 0 \qquad (9)$$

Wyrażenie to przedstawia ogólną, różniczkową postać zapisu modelu matematycznego, który jest odzwierciedleniem modelu fizycznego, badanego segmentu systemu.

W zależności od postaci zmiennych opisowych, operatora $\psi(t)$ oraz parametrów s_ξ, model może być równaniem lub układem równań: algebraicznych, różniczkowych zwyczajnych lub cząstkowych, pierwszego lub wyższego rzędu; może to być model deterministyczny, losowy, stochastyczny, statyczny lub dynamiczny, dyskretny lub ciągły, liniowy lub nieliniowy itd.

Użyteczny model matematyczny, powinien zapewniać[8]:

- istnienie i jednoznaczność rozwiązania równań, z których jest zbudowany,
- możliwość uzyskania wyników ilościowych,
- możliwość empirycznego porównania tych wyników z wielkościami wytwarzanymi przez modelowany system.

Modele matematyczne, uzyskane w rezultacie omówionego procesu modelowania, pozwalają rozwiązywać *zadania analizy, identyfikacji i syntezy*.

Zadania analizy polegają na wyznaczeniu zmiennych stanu i wyjścia modelu fizycznego w zależności od zmiennych wejściowych. W praktyce są to zadania:

1) wyznaczania wartości i przebiegów charakterystyk, określających zachowanie modelowanego systemu,
2) wyznaczania pewnych charakterystyk w funkcji parametrów lub zmiennych decyzyjnych,
3). badania stabilności i czułości modelu na zakłócenia; w rezultacie otrzymuje się informacje o wpływie oddziaływania wybranych wielkości wejściowych na charakterystyki systemu,
4) ocena systemu, która polega na porównaniu rzeczywistych charakterystyk z postawionymi wymaganiami,
5) badania poznawcze, mające na celu wykrycie nieznanych dotąd praw i zależności, zachodzących pomiędzy oddziaływaniem środowiska i reakcją systemu.

Zadania ***identyfikacji*** polegają na wyznaczeniu takich parametrów i struktury modelu matematycznego, które dla danych zmiennych wejściowych umożliwią otrzymanie przebiegów zmiennych stanu i wyjścia takich samych jak te, które wytwarza system.

---

[8] Kurowski W .: *Modelowanie obiektów technicznych. Plock 2001*

Informacje a rzeczywistych wielkościach wejścia, stanu i wyjścia badanego systemu uzyskuje się na drodze empirycznej.

Zadania ***syntezy*** polegają na wyznaczaniu optymalnych wartości parametrów i struktur modelu matematycznego lub zmiennych decyzyjnych oraz na sterowaniu procesami zachodzącymi w modelu. Zadania syntezy dostarczają informacji dla zaprojektowania systemu technicznego, który będzie realizować zadanie eksploatacyjne w sposób optymalny. Pewna grupa zadań syntezy zajmuje się sterowaniem procesami eksploatacji istniejących systemów. Rezultatem rozwiązywania zadań należących do tej grupy są informacje, które umożliwiają podejmowanie racjonalnych decyzji podczas sterowania systemu oraz

1.3. Istota modeli matematycznych

Wielkości charakteryzujące model fizyczny, wyrażone za pomocą znaków oraz symboli matematycznych i zapisane w postaci odpowiednio sformułowanych warunków równości lub nierówności, stanowią jego opis sformalizowany.

Aby wyznaczyć stan badanego systemu, model musi się składać z tylu np. równań ruchu ile jest niewiadomych; rozwiązywanie modelu polega na całkowaniu tych równań. Rezultatem całkowania są funkcje czasu, które określają zmiany poszukiwanych wielkości. Znając warunki początkowe lub brzegowe można wyznaczyć ich wartości.

Zmienność w czasie jest jedną z najważniejszych własności, która określa dynamikę systemów naturalnych. Istota dynamicznego zachowania polega na tym, że na wyjście i stan systemu w chwili bieżącej, mają wpływ wielkości wejścia w chwilach wcześniejszych. System "pamięta" to co dzieje się wcześniej. Badanie systemów naturalnych, z uwzględnieniem ich dynamiki, jest podstawowym zadaniem modelowania. Ze względów praktycznych, takie systemy są najczęściej modelowane w ujęciu deterministycznym. Ta klasa matematycznych modeli technicznych systemów dynamicznych, które potocznie są nazywane *modelami dynamicznymi,* a także klasa *modeli statycznych,* które są specyficznym uproszczeniem modeli dynamicznych, będzie tematem dalszych rozważań.

1.3.1. Modele dynamiczne

Zmienne uwzględnione w modelu fizycznym, tworzą *zbiór zmiennych opisowych* modelu matematycznego. W rezultacie uproszczeń poczynionych przy przejściu od modelu cybernetycznego do fizycznego, liczność tego podzbioru będzie mniejsza. Wektory wejścia,

stanu i wyjścia w modelu matematycznym będą utworzone ze znacznie mniejszej liczby współrzędnych. Postulat kompletności modelu matematycznego wymaga aby te zmienne oraz zbiory, do których one należą były dokładnie opisane.

Podział zmiennych opisowych modelu według kryterium fizycznego na: *wejściowe, stanu i wyjściowe*, wynika nie tylko z kierunku przepływu strumieni materiałów czy energii. W badaniach systemów dynamicznych ten podział jest konsekwencją: zdolności do „magazynowania" energii lub informacji i do ich „zwrotu" z opóźnieniem oraz zależności przyczynowo-skutkowych własności, procesów i związków.

Postulat obserwowalności, który zapewnia możliwość weryfikacji modelu na podstawie pomiarów wykonywanych na modelowanym systemie wymaga, aby zmienne wyjściowe można było objaśniać, obserwować i mierzyć.

Modele matematyczne dynamicznych systemów są tworzone przy wykorzystaniu uznanych w praw lub zasad zachowania. Te prawa i zasady określają reguły interakcji i są podstawą układania równań, które przedstawiają wzajemne zależności *zmiennych wejścia, stanu i wyjścia*. Deterministyczny model matematyczny składa się na ogół z układu równań i zawsze reprezentuje jedną lub kilka relacji odwzorowania wejścia, stanu i wyjścia. Postulat użyteczności modelu wymaga, aby istniało jednoznaczne rozwiązanie takiego układu równań.

Postać równań jest zależna od celu modelowania, od składu i struktury modelu fizycznego, od własności, procesów i związków, które zostały w nim odzwierciedlone, ale również od przewidywanego sposobu ich rozwiązywania. Równania tworzące model mogą być algebraiczne lub różniczkowe, zwyczajne lub cząstkowe, pierwszego lub wyższego rzędu, zawierające funkcję niewiadomą jednej lub więcej zmiennych.

1.3.2. Modele statyczne

Zależność systemu od czasu nie przesądza o tym, że jego model będzie dynamiczny; wystarczy uwzględnić zależności tylko między wielkościami uśrednionymi i w opisie sformalizowanym czas może w ogóle nie występować. Podstawiając pochodne zmiennych niezależnych od czasu, równe zero równanie (8) można przekształcić do postaci reprezentującej model statyczny:

$$\phi\{z, s\} = 0 \qquad (10)$$

Modele statyczne wykorzystuje się do badań systemów o ciągłym, powolnym przepływie materiałów i energii jak np.: funkcjonujące w cyklu rocznym systemy zbiorników

retencyjnych zasilane opadami i odprowadzające wodę do rzek, systemy produkcji masowej itp. Modele statyczne dobrze odzwierciedlają systemy zmienne w czasie, ale pozostające w równowadze. Są one wykorzystywane w badaniach operacyjnych, służących do podejmowania decyzji w systemach sieciowych, np.: obsługi masowej, podziału ograniczonych zasobów, wyznaczania ścieżek krytycznych przemieszczania się w sieci tak, aby koszty lub czas były minimalne. W modelach takich systemów zamiast zmiennych wejścia i wyjścia stosuje się zazwyczaj zmienne decyzyjne i funkcje celu.

1.3.3. Notacje modeli dynamicznych

Podstawą opisu stanu dynamicznego jest tworzenie możliwych typów modeli, a mianowicie: **"wejście - stan - wyjście",** który jest równoważny typowi *"wejście-reakcja"* oraz *"wejście-stan", "wejście-wyjście" i "stan-wyjście".* Ogólną notację modelu typu "wejście-stan -wyjście" dla systemu dynamicznego, można uzyskać zapisując odpowiednio relację :

$$y(t) = \Psi[u(t), x(t), t, s] \qquad (11)$$

W zależności tej, Ψ - jest macierzą, niezależną od czasu, która reprezentuje odwzorowanie współrzędnych wektora stanu i wejścia we współrzędne wektora wyjścia. W systemach technicznych parametrami są wielkości opisujące skład i strukturę systemu takie, jak np.: wymiary konstrukcyjne, współczynniki i wartości charakteryzujące zachodzące procesy itp.

Zakładając, że zależność od parametrów zostanie w sposób niejawny uwzględniona w niezależnej od czasu macierzy Ψ_s równanie to można zapisać w postaci:

$$y(t) = \Psi[u(t), x(t)] \qquad (12)$$

W postaci skalarnej równanie to przedstawia układ równań, którego charakter jest zależny od postaci macierzy Ψ_s i współrzędnych wektorów.

Aby utworzyć model typu *"wejście - stan"*, należy określić taki najmniejszy zbiór zmiennych stanu, który w danej chwili t niesie całą informację o przeszłości systemu; niezmiennikiem jest liczba elementów tego zbioru. Ogólną *postać modelu* "wejście - stan" można przedstawić w postaci układu równań różniczkowych rzędu pierwszego:

$$dx(t)/dt = G[x(t), u(t), t, s] \qquad x(0) = x_0 \qquad (13)$$

gdzie: G - jest macierzą odwzorowania pochodnych współrzędnych wektora stanu we współrzędne tego wektora oraz wektora wejścia.

Po prawej stronie równań nie występują pochodne po czasie zmiennych modelu. Mogą natomiast występować pochodne tych zmiennych względem zmiennych przestrzennych. Zakładając, że zależność od parametrów jest w sposób niejawny uwzględniona w macierzy GS układ równań (13) można uprościć do postaci:

$$\frac{dx(t)}{dt} G[x(t), u(t)] \qquad x(0) = x_o \qquad (14)$$

Ze względu na występowanie pochodnych (mogą to być również pochodne rzędu wyższego niż pierwszy), układ równań (14) dobrze odzwierciedla dynamikę systemu. Jako całość, układy równań (14) i (12) tworzą kompletny, deterministyczny model matematyczny badanego systemu dynamicznego.

Model matematyczny typu *"wejście - wyjście"* zakłada, że system przekształca wektor wejścia w wektor wyjścia. Zakładając, że operator ~ działa jak funkcja ~.) niezależna od czasu, model dla relacji *"wejście - wyjście"* można zapisać w postaci równania różniczkowego, wektorowego:

$$\Phi\left\{\frac{du}{dt}, u(t) : t \in [t_0, t_2], s\right\} = y(t) : t \in [t_1, t_2], \quad gdzie : t_0 < t_1 < t_2 \quad (15)$$

Zgodnie z tym równaniem przebieg zmiennej wejściowej w przedziale czasu $[t_o, t_2]$ ma wpływ na przebieg zmiennej wyjściowej w przedziale czasu $[t_o, t_2]$, przy czym chwila *to* jest czasami dużo wcześniejsza od chwili t_1 .

Zależność (15) zapisana za pomocą wielkości skalarnych, przyjmuje postać układu równań różniczkowych, które poddaje się niekiedy przekształceniu Laplace'a, uzyskując ich algebraiczną reprezentację, łatwiejszą do rozwiązania. Rezultat tego ma na ogół postać transmitancji, która dobrze opisuje własności dynamiczne systemu.

Model *"wejście - wyjście"* jest wykorzystywany w badaniach systemów typu *"czarna skrzynka"*. Ten typ modelu może również być utworzony w postaci statycznej.

Podsumowanie

Modelowanie stanowi pierwszy etap formalnego ujęcia zagadnień związanych zarówno z analizą działania jak i syntezą systemów. Pozwala ono z określonym przybliżeniem odtworzyć zasady organizacji i funkcjonowania systemie, co dalej umożliwia uzyskanie informacji o samym modelowanym systemie.

Celem modelowania jest uzyskanie wiarygodnego modelu matematycznego, który umożliwia prześledzenie sposobów zachowania się obiektu w różnych warunkach. Każdy model fizyczny ma odpowiadający mu model matematyczny. Modelem matematycznym obiektu jest najczęściej układ równań różniczkowych o pochodnych cząstkowych, a także równania całkowe, które opierają się na bilansie energetycznym, materiałowym lub równaniach procesów fizyko-chemicznych. Są one trudne do rozwiązania zarówno analitycznego jak i przybliżonego (numerycznego). W modelach dyskretnych układów występują równania różniczkowe zwyczajne i stąd też są one częściej stosowane w praktyce chociaż z reguły są nieliniowe. Ograniczone możliwości analizy tego typu równań różniczkowych skłaniają do stosowania modeli liniowych lub wykorzystania procedur linearyzacji. Rozpatrywanie układów jako liniowych ma sens z uwagi na to, że istnieje duża klasa obiektów, które z dopuszczalną dla praktyki dokładnością mogą być reprezentowane przez modele liniowe.

Istnieje wiele sposobów tworzenia modeli obiektów, w wyniku czego powstają różne modele, wśród których wymienić należy: modele strukturalne, modele funkcjonalne oraz modele badawcze (modele ideowe, modele analityczne).

Najogólniej podobieństwo między modelem a oryginałem może polegać na podobieństwie strukturalnym, ukazującym wspólne cechy budowy wewnętrznej modelu i obiektu, lub na podobieństwie funkcjonalnym, w którym istotna jest zbieżność ich właściwości.

Zasadność działań związanych z budową i wykorzystaniem modeli zależy od ich jakości, czym zajmuje się dyscyplina nauki nazywana identyfikacją, która może dotyczyć zarówno budowy modeli obiektu jak i odtworzenia stanu badanego obiektu.

2. TEORIA SYMULACYJNYCH MODELI WALKI

W procesie modelowania obiektów jednym z ważniejszych etapów jest sformułowanie modelu matematycznego. Modelem matematycznym z formalnego punktu widzenia nazywamy funkcję wzajemnie jednoznaczną (1 – 1) przekształcającą

$$f : \widetilde{A} \xrightarrow{1-1} \overset{\circ}{X} \cup \overset{\circ}{R} \qquad (16)$$

gdzie:

$\widetilde{A}$ oznacza zbiór nazw wybranych cech obiektów i nazw związków;

$\overset{\circ}{X}$ oznacza zbiór wszystkich możliwych wartości jakie przyjmować mogą ustalone zmienne modelu;

$\overset{\circ}{R}$ oznacza zbiór wszystkich wartości relacji określonych na ustalonych zmiennych modelu.

Tak więc matematyczny model możemy uważać za skonstruowany jeżeli:

- odzwierciedla wszystkie wybrane cechy i wybrane związki między nimi zachodzące;
- ustalone jest jednoznacznie, jaką interpretację merytoryczną mają wszystkie zmienne wolne występujące w modelu (pierwotne zmienne opisujące ustalone cechy przedmiotu modelowanego i pierwotne relacje określone między nimi).

Formalna postać modelu matematycznego jest użyteczna przy analizie adekwatności modelu do oryginału – z punktu widzenia rozpatrywanego problemu. Jednak zawsze wtedy, kiedy model spełnia warunki:

- istotności wybranych cech oryginału;
- istotności wybranych związków pomiędzy cechami oryginału;
- spójności modelu (model powinien łączyć wszystkie powołane do bytu zmienne);
- niesprzeczności modelu.

2.1. Model analityczny

Podejście analityczne oznacza w tym przypadku przyjęcie następujących założeń:

- modelowany oryginał traktujemy jako zbiór środków walki;
- walkę rozpatrujemy jako wzajemne oddziaływanie środków walki jednej strony na środki walki drugiej strony;
- skutek oddziaływania środków walki na siebie jest sumą algebraiczną oddziaływania poszczególnych środków;
- środki walki strony skumulowane są w jednym punkcie przestrzeni.
- rozpoznanie środków walki przeciwnika jest pełne;
- oddziaływanie określonych środków walki na środki walki przeciwnika jest skuteczne zgodnie z normami taktycznymi, ale „ślepe" z punktu widzenia sensu oddziaływania.

Założenia modelu:

1. Rozpatrywane są dwie strony w walce: A, B;
2. W walce oddziaływać rażąco może J typów środków walki każdej ze stron.
3. Każdy j – ty typ (j = 1, ..., J) środka walki jest opisany wskaźnikami:
   - *JWJ* - określającym jego potencjał bojowy[9];
   - *r* – czasów regeneracji niezbędnego do przygotowania się do oddania następnej salwy ogniowej;
   - *a* – maksymalnej liczby salw jakie środek walki może wykonać bez zasilania zewnętrznego;
   - *z* – skuteczny zasięg ognia środka walki.

[9] Prezentowana koncepcja modelu oparta została o pojęcie potencjału. Bardziej elementarny model można przedstawić na zbiorze środków walki. W formułach prezentowanych dalej ten fakt zostanie uwidoczniony.

4. Określona jest macierz dopuszczalnych oddziaływań środków walki na siebie:

$$d = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \cdots & d_{1J} \\ d_{21} & d_{22} & \cdots & d_{2J} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ d_{J1} & d_{J2} & \cdots & d_{JJ} \end{bmatrix} \tag{17}$$

5. Każda ze stron posiada określoną liczbę j – tego środka walki:
   - strona A – Il^{A}_{j};
   - strona B – IL^{B}_{j};

6. Określona jest macierz prawdopodobieństw (norm taktycznych) zniszczenia jednego typu środka walki przez drugi środek walki jedną salwą, postaci:

$$p = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1J} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots & p_{2J} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ p_{J1} & p_{J2} & \cdots & p_{JJ} \end{bmatrix} \tag{18}$$

Koncepcja analitycznego modelu matematycznego:

1. Potencjał bojowy strony w chwili początkowej t_0 określamy według formuły:

$$P^{X}(t_0) = \sum_{j=1}^{J^{X}} IL_{j}^{A}(t_0) \cdot JWJ_{j}^{X} \tag{19}$$

gdzie X = {A, B}

2. Potencjał bojowy strony w następnej chwili czasu t_1 określamy według formuły:

$$P^{X}(t_1) = \sum_{j=1}^{J^{X}} \left(IL_{j}^{X}(t_0) - IL_{j}^{X}(t_1) \right) \cdot JWJ_{j}^{X} \tag{20}$$

W każdej następnej n – tej chwili czasu formuła obliczeniowa jest identyczna. Jej postać ogólna jest następująca:

$$P^{X}(t_n) = \sum^{J^X} \left(IL_j^X(t_{n-1}) - IL_n^X(t_1) \right) \cdot JW \tag{21}$$

3. Z formuły przedstawionej powyżej wynika, że istotą modelu jest problem określania strat środków walki w okresie czasu $\Delta t = t_1 - t_0$ ($\Delta t = t_n - t_{n-1}$). Proponujemy, aby straty obliczać według formuły (przy założeniu, że nie uwzględniamy procesów dostaw amunicji oraz procesów dostaw i naprawy środków walki):

$$IL_i^A(t_n) = \sum_{j=1}^{J^B} p_{j^A j^B} \cdot IL_j^B(t_{n-1}) \cdot \frac{\Delta t}{r_{j^B}} \cdot \delta_{j^B} \cdot d(z) \tag{22}$$

gdzie:

$$\delta_{j^B} = \begin{cases} 1 \ dla & a_{j^B} \neq 0 \\ 0 \ dla & a_{j^B} = 0 \end{cases} \tag{23}$$

i uwzględnia możliwości ogniowe środka walki (posiadanie amunicji do rażenia)

$$d(z) = \begin{cases} 0 & dla\ d > 0 \\ -\frac{2}{z} \cdot d + 2 & dla\ \frac{z}{2} \leq d \leq z \\ \frac{2}{z} \cdot d & dla\ 0 \leq d \leq \frac{z}{2} \end{cases} \tag{24}$$

Wprowadzona zmienna d(z) określa (jeżeli znane są współrzędne (x_j, y_j) dyslokacji środków walki, a odległość pomiędzy środkami walki traktujemy jako odległość Euklidesa na płaszczyźnie płaskiej) efektywność rażenia środka walki w funkcji jego teoretycznego zasięgu i faktycznej odległości. Maksymalną efektywność (=1) określono w tym przypadku dla odległości będącej połową teoretycznego zasięgu. (jeżeli chcemy najbardziej efektywną odległość określić inaczej, wówczas we wzorach stała 2 musi ulec zmianie). Odległość efektywna jest aproksymowana rozkładem trójkątnym.

Iloraz $\frac{\Delta t}{r_{j^B}}$ określa liczbę salw rażących jednego środka walki na drugi w badanym

okresie czasu Δt. (problem „częściowych" salw można rozpatrywać w bardziej szczegółowym modelu)

Prawdopodobieństwo $p_{j^A j^B}$ zniszczenia j^B – tego środka walki przez j^A – ty środek walki uwzględnia macierz dopuszczalnych oddziaływań (d_{jj}), aby niepotrzebnie nie inicjalizować procesów obliczeniowych.

3. Koncepcja syntezy modelu matematycznego

Dla każdej strony obliczamy stan potencjału strony w czasie t_n [będący sumą algebraiczną potencjału wszystkich środków walki strony], natomiast straty ilościowe każdego środka walki w okresie czasu obliczamy Δt według. We wzorach można uwzględnić inne zmienne będące zagregowanymi wielkościami innych zmiennych cząstkowych, które w modelu chcemy uwzględniać (lub uzewnętrzniać, jeżeli uczynimy je decyzyjnymi).

Złożenie powyższych obliczeń dla n = 1, ..., N oraz dla każdej ze stron określi stan potencjału (w tym dokładnie każdego j – tego typu środka walki) strony w n –tej chwili czasu walki zbrojnej.

Z powyżej przedstawionej (dość prostej logicznie, ale złożonej implementacyjnie i bardzo uciążliwej dla użytkownika) koncepcji analitycznego modelu walki dwóch antagonistycznych stron wynikają (przynajmniej) dwa zasadnicze spostrzeżenia:

- dużego redukcjonizmu modelu w stosunku do oryginału[10] – rzeczywistych procesów walki (choć procesy zabezpieczenia (logistycznego i bojowego) można /i uwzględnia się/ wprowadzając stosowne równania bilansowe oraz procesy wsparcia bojowego – przez inicjalizację innych modeli rażenia(oddziaływania));
- dużych wymagań stawianych użytkownikowi, a polegających na specyfikacji wszystkich zmiennych modelu. W szczególności w przypadku uwzględnienia licznych poziomów dowodzenia. Automatyzm działania podległych jednostek – chociaż realizowany – nie spełnia oczekiwań.

[10] Należy jednak pamiętać, że nie ma uniwersalnych modeli. Opracowany (jakikolwiek) model nie odwzorowuje wszystkiego o oryginale, nie wypełnia wszystkich celów i wszystkich podmiotów badawczych. Model oryginału opracowywany jest w ściśle określonym celu, spełnienia określone kryteria (będące wyznacznikiem jego konceptualizacji).

Niemniej analityczne podejście do modelowania walki zbrojnej, które zapewne pobudziło Lanchestera do uogólnień i w efekcie do ujęcia tego problemu w postaci Modelu Lanchestera, jest stosowane obecnie prawie przez wszystkie zespoły analityczno – projektowe symulacyjnych modeli walki. Różnorodność ujęcia (a faktycznie uwzględnienia w modelu coraz innych (istotniejszych) zmiennych) procesów walki jest niczym innym jak zmodyfikowanym modelem Lanchestera.

2.2. Modele i symulacyjne systemy walki

Modele symulacyjne od dawna zdobyły uznanie, co do swoich możliwości eksperymentalnych. Od dawna też znane są ich podstawowe niedostatki, tkwiące w zbyt dużym redukcjonizmie i w zbyt daleko posuniętych ograniczeniach. Wynika to z faktu dużej złożoności i wielostronnych związków będących w różnorodnych interakcjach, jakie zachodzą w systemach realnych.

Modele symulacyjne dotyczące wyższych szczebli działań bojowych powinny wspomagać rozwiązywanie różnorodnych problemów decyzyjnych o charakterze militarnym. Projektanci tego typu modeli próbują odwzorować działania bojowe w sposób najbardziej zbliżony do rzeczywistości, jednak muszą rezygnować z detalicznego rozważania procesów poprzez agregację jednostek walczących na jednostki o większej skali.

Modele symulacyjne dotyczące wysokiego szczebla działań bojowych powinny wspomagać rozwiązywanie różnorodnych problemów decyzyjnych o charakterze militarnym. Projektanci tego typu modeli próbują odwzorować działania bojowe w sposób najbardziej zbliżony do rzeczywistości. W celu zachowania wiarygodności odwzorowania dla jednostek niższego szczebla (np. poniżej batalionu) stosuje się modelowanie o wysokim poziomie szczegółowości (*high resolution*), lecz dla jednostek wyższych szczebli, konieczne jest ograniczenie złożoności. Dlatego też na tych poziomach , w zaawansowanych rozwiązaniach, stosowane jest modelowanie działań bojowych, wymagające agregacji między innymi ze względu na ograniczone fizyczne możliwości komputerów.

W zaawansowanych technologicznie modelach walki, detalizacja szczegółowości działań bojowych jest osiągana poprzez reprezentację indywidualnych „uczestników walki" (środków walki), jako niezależnych (odseparowanych od siebie) jednostek. Każda tego typu jednostka (obiekt) opisana jest licznymi atrybutami (własnościami), które definiują pozycję w strukturze organizacyjnej sił, percepcję zdarzeń od przeciwnika i pola walki, jej możliwości

(potencjał) oraz działania (zadania) itp. w każdym momencie czasu na symulowanym polu walki.

Procesy walki są zdekomponowane na sekwencję zdarzeń oraz działań na polu walki. Mechanizmy sterowania czasem koordynują sekwencję zdarzeń dla licznych uczestników walki oraz specyficzną interakcją z otoczeniem.

Jednak użytkowanie tego typu modeli stwarza szereg problemów, gdyż fizycznie składają się z szeregu złożonych programów komputerowych, które są drogie w utrzymaniu, eksploatacji oraz rozwoju. Najczęściej modele te, mają charakter stochastyczny, zatem uzyskanie stosownej odpowiedzi wymaga realizacji wielu eksperymentów. Jeżeli chcemy modelować działania bojowe powyżej poziomu dywizji, to lawinowo wzrasta ilości walczących obiektów oraz środków rażenia, co utrudnia zarządzanie i odwzorowanie elementarnych procesów.

Dlatego też modele na tym poziomie muszą rezygnować z detalicznego rozważania procesów poprzez agregację jednostek walczących na jednostki o większej skali.

W najprostszym zagregowanym modelu walki, podstawowe modele jednostek są grupowane i nie walczą ze sobą. Ta prosta koncepcja implikuje propagację wartości wskaźników do wewnątrz modelowanej struktury jednostki.

2.2.1. Problem określenia zagregowanych jednostek elementarnych

Łączenie pojedynczych jednostek elementarnych w grupy jest zadaniem prostym, gdyż militarne struktury mają charakter hierarchiczny. Modele walki bazują generalnie na jednostkach, które tworzą hierarchię, na która składają się z indywidualny środek (system) walki (np. pojedynczy żołnierz), drużyna, pluton, kompania, batalion, brygada, dywizja, korpus, teatr wojny.

Symulowanymi jednostki są wtedy jednostki walczące i wspomagające na poziomie podstawowym i wyższym. Każda z nich jest opisana listą atrybutów (np. batalion jako jednostka podstawowa, ma własna unikalną sytuację, percepcję pola walki, możliwości oraz aktualne zadania).

Jednostki większe niż jednostek bazowa, jak wyższe dowództwa, modelowane są jako indywidualne jednostki wraz atrybutami, które są wymagane do modelowania hierarchicznego procesu dowodzenia.

Indywidualne środki oraz grupy środków, które są niżej w strukturze niż jednostki podstawowe (bazowe) uwzględniane są jako jednostki symulowane.

Istotną konsekwencją agregacji jest utrata informacji o stanie indywidualnych (pojedynczych) środkach walki, gdyż modele zagregowane operują na wartościach średnich poszczególnych atrybutów.

2.2.2. Problem opisu zagregowanej jednostki elementarnej

Druga konsekwencją łączenia „indywiduów" w grupy jest utrata śladu „co każda pojedyncza jednostka" jako indywiduum realizuje w danym czasie. Kompleks splatających się sekwencji zdarzeń jest zastępowany przez zachowanie się uśrednione. W modelach o wysokim stopniu detalizacji, straty są symulowane przez pozyskanie wartości od pojedynczych aktów oddziaływań między obiektami elementarnymi. Natomiast w modelach zagregowanych, zamiast tego, wyliczane są współczynniki, które mają charakter uśredniony. Wartości wskaźników strat zawierają (odwzorowują) wszystkie zdarzenia związane z niszczeniem, a stochastyczna zmienność jest pomijana i faktycznie symulacyjne modele zagregowane funkcjonują jako modele deterministyczne.

Jednym z istotnych problemów modelowania walki przy wykorzystaniu procesów uśrednionych jest to, że traci się możliwość sprawdzenia sekwencji zdarzeń. Wiele oszacowań oraz szczegółów scenariusza jest ujęta w wartości współczynnika strat, dlatego też nie ma możliwości sprawdzania i śledzenia efektów ich zmian.
Prawdą jest, że w zagregowanych modelach użytkowych wartości współczynników ustalane są przez specjalne agencje poprzez realizację różnorodnych badań.

2.2.3. Problem czasu systemowego w modelach walki (cykle)

Trzecią konsekwencją agregacji jest utrata informacji o sekwencji zdarzeń, ponieważ nie są przechowywane ścieżki indywidualnych akcji jednostek elementarnych (obiektów). Precyzacja krytycznych momentów czasowych (uderzeń w cel) nie jest osiągalna. Jednak procesy operujące na wartościach uśrednionych realizowane są wielokrotnie w przedziale czasu (od kilku minut do jednego dnia) w celu wyliczenia całkowitych strat za zadany okres czasu. W procesach wyznaczania strat musi być uwzględniony fakt, że straty ponoszą dwie strony i nie wszystkie oddziaływujące na siebie obiekty przetrwają w celu kontynuacji walki do kolejnego okresu walki.

W praktyce, w zależności od istoty, natury działań bojowych i sposobów wzajemnego oddziaływania obiektów, symulacyjne modele zagregowane, używają różnego rodzaju agregacji.

Różnica pomiędzy homogenicznymi i heterogenicznymi agregacjami jest szczególnie ważna w obliczaniu strat. Homogeniczna agregacja, to taka, w której jednorodne środki walki jednostki walczącej oddziaływują na pojedynczy środek walki lub jedna jednostka o określonym wyposażeniu w jednorodne środki walki (np. naziemne) oddziaływuje na jednostkę sił powietrznych). Obliczanie strat jest oparte na uwzględnieniu siły (mocy) dwóch środków w walce, często poprzez obliczenie ich wzajemnego stosunku sił.

W hetrogenicznym modelu agregacji, agregacja dla danej jednostki jest realizowana poprzez wyliczenia oddziaływania od każdego typu środka rażenia. To pozwala na modelowanie zróżnicowanej efektywności od środków rażenia na różne typy celów przeciwnika. Tego typu agregacja jest stosowana w nowoczesnych modelach walki, gdyż dokładniej odwzorowuje (jest bardziej zbliżona do rzeczywistości) niż agregacja homogeniczna, w której traci się więcej informacji.

2.2.4. Podstawowe procesy w modelach walki

W modelach walki złożoność typowych lądowych i powietrznych modeli walki wysokiego poziomu wymaga pełnego zrozumienia. Przedstawienie tej problematyki wymaga wiedzy o licznych szczegółach reprezentacji jednostek, pola walki, procesów walki itp. W tego typu modelach muszą zostać rozwiązane następujące problemy:

1. Agregacja jednostek poniżej rozważanego poziomu;
2. Określenie atrybutów jednostek powyżej rozważanego poziomu;
3. Reprezentacja pola walki;
4. Zaawansowany mechanizm czasu;
5. Procesy dowodzenia i kierowania;
6. Procesy przemieszczania;
7. Procesy rozpoznania i przydziału celów;
8. Procesy niszczenia;
9. Procesy przydzielania i zaangażowania sił powietrznych;
10. Procesy logistyczne.

2.3. Modele walki Lanchestera

Modele walki Lanchestera odnoszą się do różniczkowych równań opisujących zmiany sił, upływający czas, wielkość sił oraz inne zmienne opisujące procesy walki. Modele te wyrażają straty/ubytki wielkości sił oraz innych skojarzonych wielkości zmiennych w czasie walki.

Modele te mogą być stosunkowo proste, opisywane prostymi formułami oraz bardziej złożone, wymagające w celu rozwiązania, zastosowania różnorodnych analitycznych i symulacyjnych technik. Modele Lanchestera są używane do rozstrzygnięcia, kto wygrywa walkę lub do udzielania odpowiedzi na bardziej kompleksowe pytania dotyczące taktyki użycia sił.

W literaturze przedmiotu znane są i powszechnie stosowane w systemach symulacyjnych walki (w tym i w systemie symulacyjnym JTLS) różnorodne modele walki nazywane modelami Lanchestera, bazujące na zakresie i kompleksowości. Koncepcje te dotyczą:

- strat w funkcji wielkości sił i innych parametrów: f(wielkość siły, inne parametry);
- wielkości strat w funkcji czasu, zmienne x(t), y(t) i t są aproksymowane do wielkości dyskretnych;
- gdy rozważa się dwie przeciwstawne (opozycyjne) siły X i Y, gdzie:

  X(t) – wielkość siły X jako funkcja czasu;

  Y(t) – wielkość siły Y jako funkcja czasu.

Wielkość strat może być opisana jako para równań różniczkowych

$$\frac{dx}{dy} = f(x, y) \qquad \frac{dy}{dx} f(x, y)$$

Przedstawiamy znane w literaturze i powszechnie stosowane w symulacyjnych systemach komputerowych modele dynamiki walki, zwane modelami **Lanchestera**[11].

Klasyczny model walki Lanchestera

[11] W. F. Lanchester, Aircraft in Modern Warfare, the Dawn of the Fourtf Arm. Constable and co, London 1916.

Pierwsze prawo Lanchestera (zależność liniowa) odnoszące się do wojen, w których „broń bezpośrednio przeciwstawiała się broni", a więc ogólnie rzecz biorąc, na szczeblach strategicznych do I wojny światowej. Sens prawa wyrażony jest równaniem:

$$E = \frac{n(t_0) - n(t_k)}{m(t_0) - m(t_k)} = \frac{N - n(t_k)}{M - m(t_k)}$$

Gdzie $n(t_0) = N \; m(t_0) = M$ wyrażają ilości środków stron przed rozpoczęciem walki, a $n(t_k)\, m(t_k)$ odpowiednie siły po jej zakończeniu.

Pierwsze prawo Lanchestera wynika z następującego opisu dynamiki walki:

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

Drugie prawo Lanchestera (zależność kwadratowa) odpowiada wojnom do II wojny światowej, gdy należy uwzględniać również możliwości bezpośredniego oddziaływania środków walki:

$$E = \frac{N^2 - n^2(t_k)}{M^2 - m^2(t_k)}$$

Klasyczny model walki Lanchestera rozpowszechniony jest dla najprostszego przypadku walki dwóch grup jednostek elementarnych.

Podstawowymi założeniami ograniczającymi zakres stosowalności modelu są następujące wymagania:

1. Każda jednostka elementarna dowolnej strony, dopóki nie jest rażona, realizuje losowy strumień strzałów z pewną średnią szybkostrzelnością; strumień ten jest strumieniem Poissona.[12]

[12] Jeżeli czas ponownego „załadowania" jednostki elementarnej jest stosunkowo mały w porównaniu ze średnim odstępem czasu pomiędzy kolejnymi strzałami.

2. Każda jednostka elementarna dowolnego typu może strzelać do dowolnej jednostki elementarnej przeciwnika. Ogień jest celowany, tzn. skierowany na rażenie w pełni określonej jednostki elementarnej przeciwnika. Jednym strzałem nie można razić więcej niż jedną jednostkę elementarną przeciwnika.[13]
3. Jeżeli ostrzeliwana jednostka przeciwnika została rażona, ogień natychmiast przenosi się na inną tego samego typu (jeżeli istnieje), a rażona jednostka nie bierze udziału w dalszych działaniach bojowych.[14]
4. Czasu lotu pocisku do celu można nie uwzględniać w porównaniu z ogólnym czasem trwania walki.
5. Sumaryczna moc bojowa każdej grupy jednostek elementarnych w dowolnej chwili t jest proporcjonalna nie do liczby losowo ocalałych jednostek elementarnych, ale do jej wartości oczekiwanej.[15]

2.3.1. Zmodyfikowany model walki Lanchestera

Układ równań różniczkowych Lanchestera określamy następującą formułą

$$\begin{cases} \dfrac{dm^{A}(t)}{dt} = -\Lambda^{B}(t) \cdot m^{B}(t) \\ \dfrac{dm^{B}(t)}{dt} = -\Lambda^{A}(t) \cdot m^{A}(t) \end{cases}$$

gdzie $\Lambda(t)$ -oznacza gęstość strumienia strzałów skutecznych określonego środka walki[16],

tzn. niszczących: określone środki walki przeciwnika.

m(t) - oznacza liczbę środków walki strony.

$$\Lambda(t) = \lambda(t) * p(t)$$

gdzie: $\lambda(t)$ oznacza intensywność prowadzenia ognia;

p(t) oznacza prawdopodobieństwo zniszczenia jednym strzałem

---

[13] Wymaga to posiadania pełnej informacji o przeciwniku (w szczególności o jego dyslokacji), aby ogień mógł być celowany. Wyklucza jednocześnie możliwość stosowania takich jednostek elementarnych, które rażą przeciwnika „powierzchniowo", tzn. takich, których strzał razi wszystkie jednostki elementarne przeciwnika znajdujące się na pewnej powierzchni terenu.

[14] Wymaga to, aby czas przeniesienia ognia jednostki elementarnej był dostatecznie mały.

[15] Im liczniejsze grupy jednostek elementarnych biorą udział w wymianie ogniowej, tym założenie to lepiej odpowiada rzeczywistości.

[16] Aby nie zaciemniać istoty modelu nie rozróżniamy tu poszczególnych grup jednostek elementarnych, ale zachowując założenia modelu klasycznego, rozważamy walkę środka walki z e środkiem walki. Nie uwypuklamy zatem organizacji walczących stron i typologii środków walki.

Ponieważ w walce uczestniczą niejednorodne środki walki, to aby problem ujednorodnić można przejść na postać agregatową siły (mocy bojowej) strony, tj. do . potencjału strony. Dodatkowo więc oprócz aspektu ilościowego strony uwzględniony zostanie także aspekt jakościowy środków walki strony. Potencjał strony wyrażony jest formułą postaci:

$$P = \sum_{j=1}^{N} IL_j * JWJ_j$$

gdzie: IL_j oznacza ilość j – tego typu środka walki;

JWJ_j - Oznacza jednostkowy potencjał rażenia j – tego typu środka walki;

j = 1... J jest wskaźnikiem bieżącym ilości j – tego środka walki

Uogólniając powyższe, uzyskujemy zmodyfikowany model Lanchastera postaci:

$$\begin{cases} \dfrac{dP^A(t)}{dt} = -k^B \cdot \Lambda^B(t) \cdot P^B(t) \\ \dfrac{dP^B(t)}{dt} = -k^A \cdot \Lambda^A(t) \cdot P^A(t) \end{cases}$$

Gdzie dodatkowo wprowadzone współczynniki k^A, k^B określać mogą wszelkie dodatkowe zmienne modelu, np. zmienne operacyjne walki, zmienne środowiskowe pola walki, itp. Najczęściej w konkretnych realizacjach takiego modelu ich autorzy konstruują autorskie współczynniki modelu, w których kumulują wartości specyficznych zmiennych powołanych do bytu w procesie konceptualizacji modelu.

2.3.2. Optymalizacyjny model walki Lanchestera

Sformułujmy problem optymalizacji procesu walki dla przypadku niejednorodnych środków walki[17]

Niech dany będzie zbiór typów środków walki poszczególnych stron:

$$J^A = \{1, ..., i, ..., I^A\}$$

[17] A. Chojnacki, *Modelowanie matematyczne i algorytmizacja planowania działań bojowych*. Rozprawa doktorska, WAT, 1976.

$$J^B = \{1, ..., j, ..., J^B\}$$

oraz znane są charakterystyki tych środków

$$M_i,\ \lambda^A{}_i,\ P^A{}_{ij}(t) \quad \text{oraz} \quad N_j,\ \lambda^B{}_j,\ P^B{}_{ji}(t)$$

dla $i \in J^A$, $j \in J^B$.

Określa się wielkości, które posłużą jako zmienne decyzyjne:

$X^A{}_{ij}(t)$ – stosunek liczności tej części grupy środków typu i, która w chwili t prowadzi ogień do środków typu j – do całkowitej liczności grupy środków typu i;

$Y^B{}_{ji}(t)$ - stosunek liczności tej części grupy środków typu j, która w chwili t prowadzi ogień do środków typu i – do całkowitej liczności grupy środków typu j.

Wielkości te spełniają następujące warunki:

$$0 <= X^A{}_{ij}(t), \quad 0 <= Y^B{}_{ji}(t)$$

$$\sum_{j=1}^{J^B} X^A_{ij}(t) \le 1, \quad \sum_{i=1}^{I^A} Y^B_{ji}(t) \le 1$$

Wtedy równania dynamiki walki mają postać:

$$\begin{cases} \dfrac{dm_i(t)}{dt} = -\sum_{j=1}^{J^B} \lambda^B_j P^B_{ji}(t) Y^B_{ji}(t) n_j(t) \\ \dfrac{dn_j(t)}{dt} = -\sum_{i=1}^{J^A} \lambda^A_i P^A_{ij}(t) X^A_{ij}(t) m_i(t) \end{cases}$$

dla warunków początkowych $m_i(0) = M_i$, $n_j(0) = N_j$.

Wprowadźmy funkcje oceny efektywności dla stron walczących, posiadające sens różnicy ważonych strat:

Dla strony A:

$$E_A = \sum_{j=1}^{J^B} \omega^B_j \left(N_j - n_j(t)\right) - \sum_{i=1}^{I^A} \omega^A_i \left(M_i - m_i(t)\right)$$

Dla strony B:

Ponieważ rozwia $E_B = \sum_{j=1}^{J^A} \omega_j^A \left(N_j - n_j(t)\right) - \sum_{i=1}^{I^B} \omega_i^B \left(M_i - m_i(t)\right)$ dzie:

$$X=\{X^A{}_{ij}: i\in J^A, j\in J^B\},\ Y=\{Y^B{}_{ji}: j\in J^B, i\in J^A\},$$

więc także m(T) i n(T) zależy od (x, y) przy ustalonym T>0, wtedy możemy zapisać, że:

$$\begin{cases} E_A = E_A(x,y) \\ E_B = E_B(x,y) \end{cases}$$

Strona A wybiera taki sposób sterowania ogniem $x^* \in X$, aby zmaksymalizować swój efekt E_A przewidując odpowiednie przeciwdziałanie nieprzyjaciela, tzn.

$$E_A(x^*, y) = \max_{x\in X} E_A(x, \hat{y}) = \max_{x\in X} \min_{y\in Y} E_A(x, y)$$

Analogicznie

$$E_B(x, y^*) = \max_{y\in Y} E_B(\hat{x}, y) = \max_{\ldots} \min_{\ldots} E_B(x, y)$$

W ten sposób, wychodząc od modelu walki typu Lanchestera, otrzymujemy zagadnienie optymalizacji sterowania ogniem (uderzenia ogniowego). Do rozwiązania tego złożonego problemu stosowana jest zasada maksimum Pontriagina.

Uogólniając dotychczasowe rozważania powiemy, że w procesie modelowania systemu walki dążymy do:

a) **opisu dynamiki walki** – intensywności wzajemnego oddziaływania ogniowego stron walczących

$$\begin{cases} \dfrac{d\,PB^A(t)}{dt} = \varphi_A^B(x, y, t) \\ \dfrac{d\,PA^B(t)}{dt} = \varphi_B^A(x, y, t) \end{cases}$$

dla $PB^A(t_0) = PB^A{}_0 > 0$, $PB^B(t_0) = PB^B{}_0 > 0$.

W celu obserwacji zmian potencjału bojowego stron walczących w badanym okresie czasu, ze szczególnym uwzględnieniem takiego momentu t_g, w którym nastąpi spadek potencjału jednej ze stron poniżej pewnej przyjętej wartości granicznej, tj.

$$PB^A(t_g) < PB_g \text{ lub } PB^B(t_g) < PB_g.$$

b) **określenia funkcji** (funkcjonału) **efektywności walki**, pozwalającej określić wielkość uzyskanych korzyści stron walczących, zależnej od przyjętych zmiennych opisujących proces walki:

$$\begin{cases} E_A = E_A\left(PB^A(t), PB^B(t), x(t), y(t), t\right) \\ E_B = E_B\left(PB^A(t), PB^B(t), x(t), y(t), t\right) \end{cases}$$

c) **sformułowanie**, a następnie **rozwiązanie problemu optymalizacji decyzji walczących stron**, tj. określenia takich decyzji do walki, które zapewniają maksymalne efekty danej stronie walczącej:

$$x^*: \; E_A(x^*) \geq E_A(x) \qquad dla\ x \in X$$

lub

$$y^*: \; E_B(y^*) \geq E_B(y) \qquad dla\ y \in Y$$

Rozważane modele były typu deterministycznego. Dla modeli tych istnieją odpowiednie modele probabilistyczne, z reguły bardziej skomplikowane. Stanowią one zapewne lepsze przybliżenie rzeczywistej walki, niż w przypadku założeń o determinizmie. Jednakże w obu przypadkach mamy do czynienia ze znacznym poziomie ogólności i znacznym idealizowaniem rzeczywistego współczesnego pola walki. Nie przesądza to bynajmniej o użyteczności tych modeli w procesie systemowego modelowania procesów walki. Komputerowa realizacja tych modeli pozwala na analizę wpływu poszczególnych czynników na przebieg walki, prognozowanie stosunku sił i dynamiki zmian potencjału bojowego, itp. Korzyści płynące z tego typu badań mogą być zatem znaczne, oczywiście w warunkach pełnej świadomości przyjętych uproszczeń i założeń idealizujących złożoną rzeczywistość (walkę, bitwę, operację).

2.3.3. Rozszerzenia modeli Lanchestera

R. Helmbold (1968) wprowadził modyfikację klasycznego modelu Lancchestera, przyjmując, że efekty wzajemnego oddziaływania ogniowego przeciwników zależą także od aktualnej wartości stosunku sił, czyli:

$$\frac{dx}{dt} = -ayh\left(\frac{x}{y}\right), \quad \frac{dy}{dt} = -bxg\left(\frac{y}{x}\right)$$

gdzie funkcja *h* i *q* określają zależność współczynników niszczenia od stosunku sił. Mają one następujące własności:

$$g(1) = h(1)=1, \quad h(q^{-1}) \equiv g(q)$$

$$\frac{dh(q)}{dq} > 0, \quad \frac{dg(q)}{dq} \geq 0$$

Niech z=x/y, a wtedy g(z) = h(z-1) oraz

Załóżmy, że h= zc, a wtedy

$$\frac{dx}{dt} = -ay^{1-c}x^{c}, \quad \frac{dy}{dt} = -by^{c}x^{1-c}$$

zaś rozwiązanie tych równań ma postać

$$u = c\,h(\rho\,t) - \alpha\,sh(\rho\,t)$$
$$v = c\,h(\rho\,t) - \alpha^{-1}sh(\rho\,t)$$

gdzie: $u=(x/x_0)^{1-c}$, $v=(y/y_0)$

$$\rho = (1-c) \quad (a\,b)^{1/2}$$
$$\alpha = (y_0 / x_0)^{1-c} \quad (a/b)^{1/2}$$

eliminując t otrzymamy

$$\frac{x_0^{2(1-c)} - x^{2(1-c)}}{y_0^{2(1-c)} - y^{2(1-c)}} = \frac{a}{b}$$

oraz

$$\frac{dz}{dy} = y^2 \qquad (y\frac{dx}{dt} - x\frac{dy}{dt}) = bz^{z-c} - az^c$$

skąd otrzymujemy czas trwania walki

$$t = \int_{z_0}^{z} \frac{du}{bu^{2-c} - au^c} = \frac{cth^{-1}(z_0^{1-c}\sqrt{b/a} - cth^{-1}(z^{1-c}\sqrt{a/b}}{(1-c)\quad\sqrt{ab}}$$

2.4.Synteza matematycznych modeli walki

Z rozważań dotyczących literatury przedmiotu wynika, że podstawą symulacyjnych systemów walki dla wojsk lądowych jest model Lanchestera. Jest to model klasy deterministycznej i liniowej. I choć w typologii formalnych modeli matematycznych są to najprostsze formy modeli, to mimo wszystko posiadają ważne znaczenie teoretyczno – praktyczne. Po pierwsze: modele teoretycznie wartościowsze (według przeświadczenia podmiotu modelującego) jest dość trudno zoperacjonalizować, a po drugie: model ten jest niejako formalizacją naturalnego związku dwóch przeciwstawnych stron wyrażonym w postaci równania dynamicznego (różniczkowego). W tabeli 1 przedstawione zostały typowe (oczywiste) modyfikacje równań Lanchestera wynikające z uwzględnienia podstawowych, dodatkowych uwarunkowań przyjmowanych przez różnych autorów.

Typ	Równania	Równania stanu
A	dx/dt = -ay dy/dt= -bx	Lanchester (1914) $b(x_0^{2}-x^2) = a(y_0^{2}-y)$ (prawo kwadratowe)
B	dx/dt = -axy dy/dt= -bxy	Lanchester (1914) $b(x_0-x) = a(y_0-y)$ (prawo liniowe)
C	dx/dt = -ay dy/dt= -bxy	Brackney (1959) $b/2(x_0^{2}-x^2) = a(y_0-y)$ (prawo mieszane)
D	dx/dt = -ax dy/dt= -by	Peterson (1953) $b\ ln(x/x_0) = a\ ln(y/y_0)$ (prawo logarytmiczne)
E	dx/dt = -ay-bx dy/dt= -bx-ay	Morese, Kimball (1951)
F	dx/dt = -ayh(x/y) dy/dt= -bx(y/x)	Helmbold (1968)
G	dx/dt = -y(2bx+cy) dy/dt= -x(bx+2cy)	Woodcock, Dockery (1986)

Tabela 1. Zestawienie matematycznych modeli walki opartych na modelu Lanchestera.

2.5.Istota symulacji i eksperymentu symulacyjnego

Przyczyną stosowania eksperymentów symulacyjnych jest chęć poznania (często jedynie zrozumienia) zachowania się systemu lub konstrukcji algorytmów sterowania tym systemem. Problemy występujące w rzeczywistym świecie są na tyle złożone, że stosowane modele matematyczne (lub inne formalne modele) zjawisk związanych z tymi problemami nie wystarczą do ich odwzorowania. W tym przypadku zachowanie się systemu musi być oddane dzięki zastosowaniu symulacji. Ze względu na popularne obecnie środowisko realizacji eksperymentów symulacyjnych przyjęto nazwę symulacji komputerowej lub symulacji cyfrowej.

Symulacja komputerowa, metoda wnioskowania o zachowaniu się obiektów rzeczywistych na podstawie obserwacji programów komputerowych symulujących to zachowanie. Stosowana, gdy bezpośrednie obserwowanie zachowania się obiektu jest trudne lub niemożliwe.

Definiując model symulacyjny można powiedzieć, że jest to wynik, efekt końcowy szeregu czynności wyróżniania i formalizacji cech systemu rzeczywistego oraz ustalania relacji zachodzących pomiędzy tymi cechami w czasie, w celu znalezienia ich odpowiedników w systemie wtórnym. Model symulacyjny jest nazywany czasem symulatorem. Model taki można przedstawić na różne sposoby: przy pomocy języka naturalnego, schematów graficznych, wzorów matematycznych, a także bezpośrednio w języku programowania wysokiego poziomu (języku symulacyjnym). Bardzo ważnym elementem podczas tworzenia modelu symulacyjnego jest odzwierciedlenie związków, relacji, zachowań obiektów i ich cech z systemu rzeczywistego do algorytmów sterujących zachowaniem się systemu wtórnego, zamodelowanego. Mechanizm sterujący monitoruje wartości pewnych cech systemu i na tej podstawie kieruje zachowaniami systemu wg zadanych algorytmów zmieniając inne cechy systemu. Model symulacyjny jest budowany w określonym celu i struktura modelu musi być podporządkowana osiągnięciu tego celu, dlatego cechy wyróżnione w systemie wtórnym nie muszą odpowiadać dokładnie cechom systemu rzeczywistego. Dla jednej cechy systemu rzeczywistego można określić więcej cech modelu symulacyjnego, również jedna cecha modelu symulacyjnego może odzwierciedlać wiele cech systemu rzeczywistego. Poziom szczegółowości takiego odwzorowania jest determinowany przez modelującego system.

Natomiast symulacja w procesów walki jest formą eksperymentowania na modelu komputerowym (symulacyjnym) dostarczającą odpowiedzi na pytanie **jak analizowany system walki będzie się zachowywał w określonej sytuacji?** Traktowanie modelu jako duplikatu systemu pozwala, między innymi, przenosić wnioski z badań na modelu komputerowym na system, zgodnie z zasadami budowy modeli. Dlatego też symulacja rozumiana jest również jako badanie przyszłych skutków decyzji, które przygotowano w danych konkretnych warunkach. Inaczej mówiąc na podstawie opracowanego modelu otrzymuje się pośrednio odpowiedź na pytanie, w jakim stopniu oczekiwania, co do określonego typu decyzji/działań/czynności oparte na teoretycznych założeniach są uzasad-

nione. Otrzymane wnioski, co należy podkreślić, są adekwatne jedynie w odniesieniu do badanych warunków.

Wyróżnia się trzy rodzaje symulacji:

1) pozwalającą określać w przyszłości efekty określonych decyzji – ten typ symulacji stanowi fazę procesu budowy modelu, i z tego względu nazywany jest „**symulacją pierwszego rodzaju**";
2) umożliwiającą analizę „wrażliwości" uzyskanych wyników na zmiany danych wejściowych – ten typ symulacji nazywany jest „**symulacją drugiego rodzaju**";
3) umożliwiającą analizę doboru struktury i postaci modelu do parametrów wyjściowych oraz pożądanych stanów wejściowych, co nazwane jest „**symulacją trzeciego rodzaju**".

Różnice między trzema omawianymi typami symulacji zestawiono w tabeli 2.

Elementy systemu / TYP SYMULACJI	Wejście do systemu	Opis stanu systemu lub procesu w systemie	Wyjście z systemu
	Stopień znajomości elementów systemu		
PIERWSZEGO RODZAJU	ZNANE	NIEZNANY	ZNANE
DRUGIEGO RODZAJU	ZNANE	ZNANY	NIEZNANE
TRZECIEGO RODZAJU	NIEZNANE	ZNANY	ZNANE

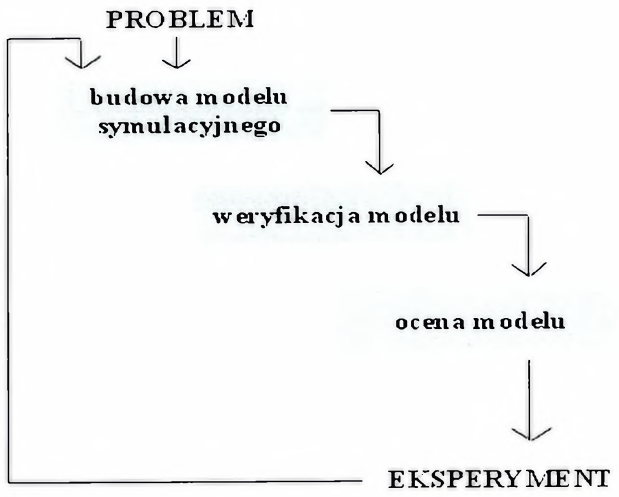
Tabela 2. Typy symulacji.

Symulacyjny sposób użycia modelu pozwala na przeprowadzenie eksperymentów – badań umożliwiających uzyskanie odpowiedzi na pytanie: co by się stało, gdyby wprowadzono daną zmianę (podjęto określoną decyzję wyrażającą się zmianą określonych parametrów będących wyrażeniem tych decyzji).

Bardzo ważną sprawą jest ocena, na ile model odpowiada prawdziwemu systemowi (adekwatność) i w jakim stopniu prawdziwe są wyniki symulacji wykonanej na tym modelu (wiarygodność).

W obu przypadkach ocena modelu jest stosowana na podstawie rezultatów, objawów działania systemu, a nie na kontroli wewnętrznych mechanizmów generujących te wyniki. Przy ocenie jakościowej modelu, jego charakter nie jest brany pod uwagę. Metodyka

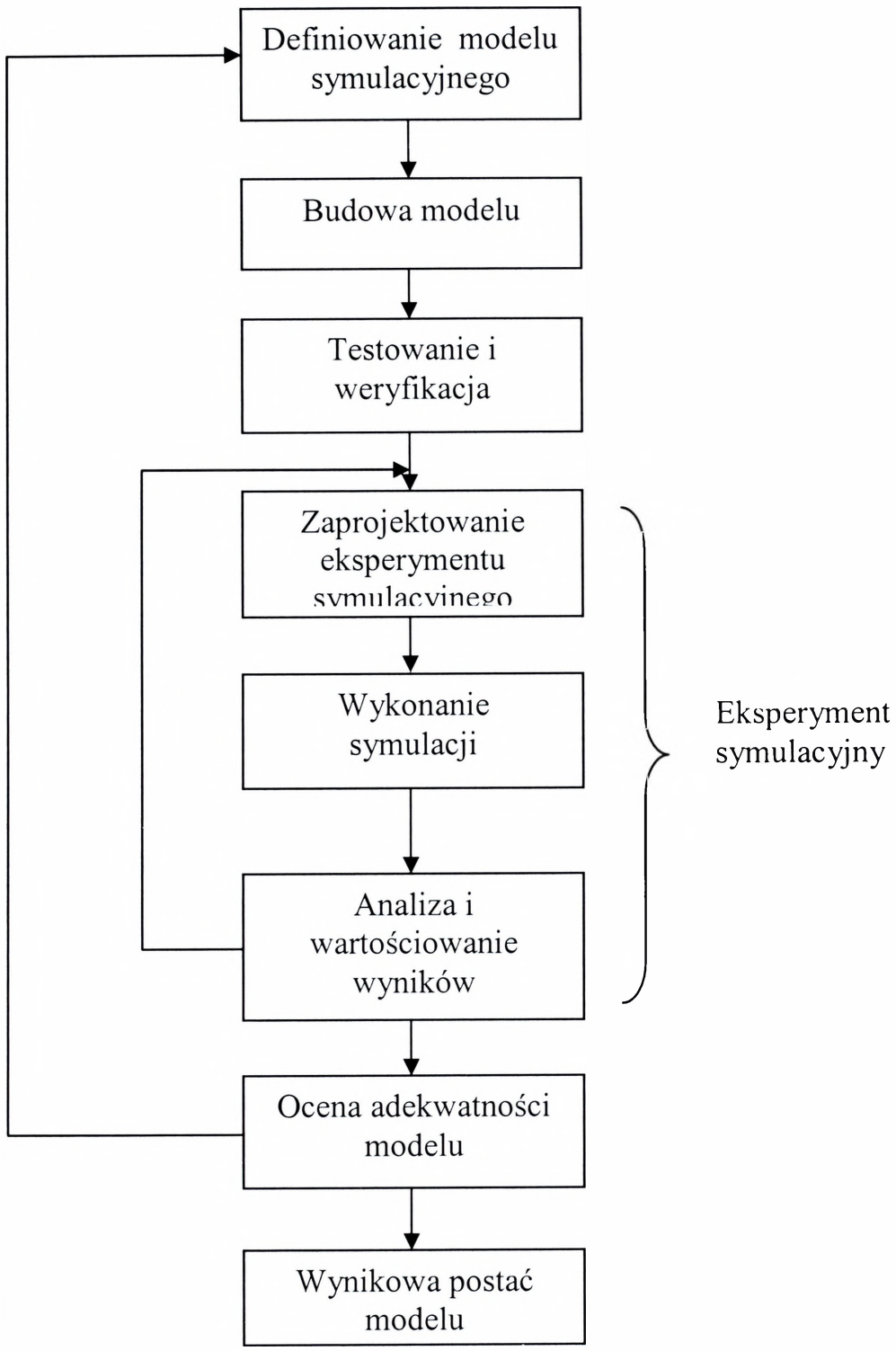
eksperymentu symulacyjnego przewiduje fazę weryfikacji i oceny modelu po zakończeniu budowy tego modelu, można to przedstawić w postaci diagramu:



Rysunek 1. Makroetapy budowy modelu symulacyjnego.

Na rysunku widoczny jest iteracyjny proces budowy modelu symulacyjnego, który polega na powtarzaniu pewnych faz: budowy modelu o pewnym stopniu złożoności, ocenie jego adekwatności, zaplanowaniu zmian w charakterze i szczegółowości modelu i dalej od nowa - przebudowa modelu itd.

Badanie symulacyjne jest sposobem rozpoznawania i analizy własności systemów poprzez wykonywanie eksperymentów liczbowych na ich modelach.
Przebieg eksperymentu symulacyjnego interpretuje rys. 2.



Rysunek 2. Przebieg eksperymentu symulacyjnego.

/źródło –opracowanie własne/

Zdefiniowanie modelu.

Zawiera przede wszystkim cele projektu i określenie przyczyn stosowania symulacji. Użytkownik powinien zdefiniować zarówno atrybuty interesujących cech jak i miary jakości rozwiązania. Ponadto należy określić zakres projektu i pożądany poziom szczegółowości.

Budowa i walidacja modelu.

Ogólnie rzecz biorąc model identyfikuje kluczowe elementy problemu oraz ich relacje i ma przetransformować niekontrolowane i kontrolowane (decyzyjne) wejścia w zamierzone

dane wyjściowe. Jeśli możemy dokładnie opisać zmienne niekontrolowane to mówimy o symulacji deterministycznej, jeśli zmienne te są opisane rozkładami statystycznymi - o symulacji probabilistycznej. Zmienne mogą mieć charakter dyskretny lub ciągły.

Estymacji parametrów modelu dokonuje się na podstawie bezpośrednich obserwacji lub danych historycznych. Parametry te i założenia modelu powinny być zweryfikowane przez doświadczonych użytkowników lub ekspertów. Po oprogramowaniu modelu, należy go zweryfikować statystycznie wprowadzając doń dane historyczne. W razie potrzeby należy model przebudować.

Zaprojektowanie eksperymentu i wykonanie symulacji.

W projekcie eksperymentu (plan eksperymentu – scenariusz eksperymentu) należy przede wszystkim określić warunki początkowe. Jako że eksperyment ma dostarczyć odpowiedzi na pytania decydenta, należy ponadto przewidzieć wszystkie interesujące użytkownika wartości zmiennych decyzyjnych, dla których będą prowadzone oddzielne przebiegi oraz zdarzenia, które mogą zaistnieć podczas realizacji symulacji.

W przypadku symulacji deterministycznej prowadzimy tylko jeden przebieg dla każdej wartości zmiennej kontrolowanej.

W przypadku symulacji probabilistycznej wartości zmiennych niekontrolowanych są losowane z odpowiednich rozkładów, stąd każdy przebieg daje inne wyniki. By wyniki były statystycznie wiarygodne należy przeprowadzić kilkadziesiąt przebiegów dla każdej wartości zmiennej decyzyjnej.

Analiza i wartościowanie wyników.

Analiza obejmuje porównanie symulowanych wyników otrzymanych z wyspecyfikowanych działań. Ponieważ w przypadku symulacji probabilistycznej mamy do czynienia z rozkładem wyników, należy stosować narzędzia statystyczne (analiza wariancji[18], analiza spektralna i testy istotności[19]) do oceny otrzymanych wyników. Z reguły analiza wystarcza do wyboru najlepszej polityki spośród zbadanych. Czasem wyniki wskazują, że potrzebne są dalsze badania (ze zmianą modelu włącznie).

Ocena adekwatności modelu

Ocena adekwatności modelu symulacyjnego, działania badanego systemu do rzeczywistej realizacji w nim procesów, w istocie sprowadza się do weryfikacji hipotezy[20] o

---

[18] *Analiza wariancji* – statystyczna metoda analizy wyników obserwacji zależnych od różnych, jednocześnie działających czynników, wyboru czynników najważniejszych i oszacowania ich wpływu.
[19] Miara, zgodnie z którą uzyskanie wyniku w sposób przypadkowy jest mało prawdopodobne.
[20] Wyjaśnienie za pomocą hipotezy jest skuteczne tylko wówczas, gdy istnieją podstawy do uznania tej hipotezy za prawdziwą.

zgodności rozkładów, parametrów rozkładów, bądź regresji ustalonych wielkości, ze względu na które dokonywana jest ta ocena. Brak podstaw do odrzucenia wymienionych hipotez interpretujemy jako brak podstaw do odrzucenia pierwotnej hipotezy o adekwatności modelu symulacyjnego działania systemu, generowanego za pomocą opracowanego algorytmu badania symulacyjnego systemu.

Z analizy statystycznej modeli wyznaczonych eksperymentalnie wynika, że na dokładności oceny współczynników postulowanego modelu istotny wpływ ma plan eksperymentu. Oznacza to, ze stosując eksperymenty czynne można uzyskać pożądaną dokładność oceny współczynników modelu systemu, dokonując minimalnej liczby eksperymentów. Wynika stąd, że planując eksperyment czynny w wielu przypadkach można zmniejszyć nakłady czasu i środków w stosunku do eksperymentu biernego.

Etap opracowania i analizy wyniku eksperymentu obejmuje:

- eliminację błędnych wyników eksperymentów;
- statystyczne wnioskowanie o wartościach parametrów modelu
- estymację wartości parametrów bądź też ich weryfikację.

Istotnym zagadnieniem przy ustalaniu postaci modelu systemu jest określenie liczby czynników (zmiennych niezależnych) od których będzie on zależał - jego wymiarowości. Formalnie rzecz biorąc, powinno się przyjąć model dostatecznie rozbudowany, aby nie opuścić żadnego czynnika wpływającego na wynik rozwiązania problemu. Komplikuje to jednak, a nieraz uniemożliwia, jego uzyskanie. Wymaganiem będzie zatem, aby model był adekwatny do rozwiązywanego problemu.

Sposób realizacji poszczególnych etapów opracowania modelu matematycznego funkcjonowania systemu i strategię opracowania modelu określa teoria planowania eksperymentów.

2.6. Problem walidacji i weryfikacji modeli symulacyjnych

Weryfikacja jest sprawdzeniem poprawności przekształcenia modelu matematycznego (formalnego) do postaci programu komputerowego. Walidacja (zasadność) modelu polega na wykazaniu i udowodnieniu, że model komputerowy w środowisku eksperymentu posiada zadawalający stopień dokładności, zgodny z zamierzonym zastosowaniem modelu. Czynności walidacji i weryfikacji modeli symulacyjnych realizowane są na trzech zasadniczych poziomach symulacji: systemu rzeczywistego, modelu konceptualnego, modelu operacyjnego.

1. Model powinien być budowany z myślą o konkretnym celu lub zastosowaniu, stąd też jego walidacja powinna być dokonana z punktu widzenia tego celu i zastosowania, Model może być zasadny dla jednego zbioru warunków środowiska eksperymentalnego, natomiast dla innego może nie być zasadny. Model zasadny dla pewnego zbioru warunków środowiska eksperymentalnego oznacza, że jego stopień dokładności zawiera się w akceptowanych granicach dokładności dla przyjętego celu i zastosowania modelu.
2. Walidacja modelu jest częścią procesu budowy (szczególnym etapem budowy) modelu oraz sama jest procesem, który zawiera testy jego funkcjonowania (działania) oraz oceny jego zasadności. Walidacja dotyczy modelu konceptualnego, operacyjnego i danych, natomiast weryfikacja dotyczy modelu komputerowego (programu komputerowego).
3. Zazwyczaj nie jest możliwe i osiągalne stwierdzenie absolutnej zasadności modelu w całej dziedzinie zamierzonych zastosowań. Testy i ocena zasadności są przeprowadzane do chwili uzyskania odpowiedniego stopnia zaufania, że model może być rozważany jako zasadny dla zamierzonych zastosowań.
4. W procesie modelowania zanim otrzyma się zasadny i zweryfikowany model buduje się zazwyczaj wiele modeli (wersji modeli). Do walidacji i weryfikacji modeli wykorzystuje się wiele różnych metod i technik, jednakże jak dotąd brak jest możliwości algorytmizacji procedury wyboru tych metod i technik.

W procesie budowy i eksploatacji modelu symulacyjnego wykorzystywane są dane o systemie rzeczywistym. Dane te są podstawą w budowie modelu konceptualnego,

walidacji modelu oraz w realizacji samego eksperymentu na zasadnym modelu. By poprawnie zbudować model konceptualny musimy mieć dane o systemie rzeczywistym, o rzeczywistości samego problemu z punktu widzenia struktur logiczno-matematycznych modelu, które adekwatnie będą odwzorowywać rzeczywistość jak również celu użycia samego modelu. Z konstrukcyjnego punktu widzenia istnieje potrzeba posiadania danych o systemie rzeczywistym, które pozwolą budować teorie szczegółowe użyteczne w budowie modeli i testowaniu ich założeń. Drugi typ danych zawiera dane systemu rzeczywistego (wejście, wyjście), które są wykorzystywane w procesie operacyjnej walidacji modelu, polegającej na porównaniu zachowania się systemu rzeczywistego z zachowaniami modelu. Jeżeli brak jest danych o systemie rzeczywistym, to zazwyczaj wysoka wiarygodność modelu nie jest możliwa do uzyskania. Problem wiarygodności danych odnosi się do ich odpowiedniości (adekwatności), dokładności, spójności oraz kompletności. Ponadto, jeżeli dokonywana jest transformacja danych systemu rzeczywistego (np. agregacja, dezagregacja), to procedura ta powinna również podlegać sprawdzeniu jej poprawności.

Walidacja modelu konceptualnego polega na stwierdzeniu, że teorie i założenia leżące u podstaw modelu konceptualnego są poprawne, oraz, że modelowa reprezentacja systemu rzeczywistego, jej struktura, relacje przyczynowe, logiczne, matematyczne są racjonalne ("rozsądne") w obszarze zamierzonego użycia modelu.

Teorie i założenia tkwiące u podstaw modelu powinny być testowane, jeśli to możliwe, przy wykorzystaniu analizy matematycznej i metod statystycznych dla danych rzeczywistych. Przykładami teorii i założeń mogą być założenia: liniowości, niezależności lub stacjonarności rozkładów prawdopodobieństw, zgodności ze strumieniami Poissona.

Weryfikacja modelu operacyjnego polega na badaniu poprawności odwzorowania modelu konceptualnego w modelu operacyjnym, najczęściej modelu komputerowym. **Walidacja operacyjna dotyczy określenia stopnia dokładności wyników modelu symulacyjnego przy realizacji określonego celu badawczego w określonym środowisku eksperymentu symulacyjnego**. Jest to poziom największego skupienia czynności polegających na potwierdzaniu zasadności modelu.

W procesie oceny zasadności i weryfikacji modeli symulacyjnych wykorzystuje się szereg metod i technik mających charakter obiektywny lub subiektywny, bądź też, co jest częściej stosowane, połączenie metod obiektywno-subiektywnych. Metody te są stosowane do oceny poprawności nie tylko modeli jako pewnych całości, ale także ich części.

3. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA SYMULACYJNEGO SYSTEMU WALKI JTLS

JTLS (Joint Theater Level Simulation) jest interaktywnym systemem symulacyjnym, umożliwiającym prowadzenie wielostronnej gry wojennej i modelującym działania sił lądowych, morskich, powietrznych a także sił specjalnych i wywiadu w układzie koalicyjnym systemów uzbrojenia lub prawdopodobieństwem zniszczenia.

JTLS został tak zaprojektowany, by mógł być wykorzystany jako:

- narzędzie analityczne w procesie planowania;
- system wspomagający proces edukacyjny;
- system wspomagania ćwiczeń i szkoleń;
- podstawowe narzędzie do badania rezultatów walk.

System JTLS składa się z sześciu głównych modułów programowych oraz wielu mniejszych programów wspomagających, które w połączeniu ze sobą służą przygotowaniu scenariusza gry wojennej, prowadzeniu gry oraz analizie otrzymanych rezultatów. JTLS, zaprojektowany jako narzędzie do opracowywania i analizowania planów operacyjnych, posiada wbudowany model symulacji, który nie jest zależny od konkretnego teatru działań oraz nie wymaga znajomości programowania. System JTLS może pracować na pojedynczym komputerze jak i w sieci.

3.1. Koncepcja symulacji w JTLS

Koncepcja symulacji jest oparta o zastosowanie szeregu modeli cząstkowych, które określają zakres funkcjonalności oraz adekwatności modelu. Należy zaznaczyć, że wiele tych modeli cząstkowych występuje w innych systemach symulacji (JANUS, ABS2000, JSIM), ale bazują one na innych modelach walk, do których użyto różnych opisów matematycznych lub wręcz zrezygnowano z modelowania matematycznego preferując modele fizyczne. Natomiast relacje pomiędzy poszczególnymi modelami mają decydujący wpływ na szczebel dowodzenia, na którym działania są symulowane w sposób możliwie jak najwierniejszy rzeczywistości.

JTLS jako symulacyjny system działań połączonych, składa się z szeregu modeli cząstkowych, które wchodzą w skład modelu bazowego.

Modele działań na lądzie

- Bezpośrednia walka ogniowa;
- Walka z pośrednią wymiana ognia;
- Przemieszczenie;
- Atak;
- Pospieszna obrona;
- Przygotowana obrona;
- Opóźnienie;
- Wycofanie;
- Efekty opóźniające min lądowych i ich wpływ na walkę;
- Bliskie wsparcie z powietrza;
- Dowodzenie, kierowanie i łączność (C3);
- Wpływ skażeń chemicznych i promieniotwórczych na działania operacyjne;
- Działania wojsk inżynieryjnych, obejmujące także budowę mostów i przepraw;
- Dołączanie, odłączanie i odtwarzanie jednostek;
- Rozmieszczania min przez artylerię, lotnictwo lub jednostki sił lądowych;
- Niszczenie i naprawa wyznaczonych celów;
- Działania specjalnych sił operacyjnych;
- Tworzenie różnych układów koalicyjnych;
- Szczegółowe reguły nawiązywania walki na lądzie;
- Współpraca cywilno-wojskowa i operacje psychologiczne (PSYOPS);
- Wydzielanie małych jednostek (formacji) w celu wykonania różnych operacji taktycznych;

Modele działań w powietrzu

- Powietrzny system kontroli przestrzeni powietrznej i ostrzegania;
- Walka elektroniczna;
- Tankowanie w powietrzu;
- Eskortowanie w powietrzu;
- Rozpoznanie z powietrza;
- Obrona przeciwlotnicza (obejmująca naziemne i powietrzne systemy alarmowania);

- Atak z powietrza na powierzchnię lądu lub morza;
- Bliskie wsparcie z powietrza (obejmujące naziemne i powietrzne systemy alarmowania);
- Rozpoznanie, samolotami bojowymi jak i rozpoznania, wliczając w to rozpoznanie rejonów wskazanych;
- Zrzut z powietrza lub zaopatrzenie drogą powietrzną;
- Transport drogą powietrzną jednostek lub dostaw;
- Zadania lotnicze;
- Zakładanie z powietrza pól minowych na morzu i lądzie;
- Zwalczanie okrętów podwodnych;
- Kierowania z powietrza zadaniami na lądzie (Orbiting Air Ground Missions-OAG);
- Angażowanie w czasie rzeczywistym powietrznych systemów kierowania i zmienianie zadań ofensywnych na lądzie;
- Angażowanie się w zadania lotnicze w celu uniemożliwienia wykonania zadań lotniczych przez przeciwnika;
- Identyfikacja swój-obcy (IFF) wliczając w to identyfikację nieokreśloną;
- Szczegółowe reguły nawiązywania walki w powietrzu oraz w układzie powierzchnia-powietrze (Rules of Engagement);
- Ustanowienie łącz do koalicjantów w celu wymiany informacji przechwyconej przez środki lotnicze;
- Operacje poszukiwawczo-ratownicze w celu ratowania zestrzelonych pilotów;
- Działania Zintegrowanego Systemu Obrony Powietrznej (Integrated Air defense System).

Modele działań wywiadowczych

- Prowadzenie okresowego rozpoznania i tworzenie okresowych meldunków wywiadowczych;
- Bezpośrednie działania wywiadowcze prowadzone przez małe oddziały;
- Przesyłanie meldunków z miejsc wykonywania zadań przez siły lądowe i powietrzne;
- Prowadzenie niezależnego rozpoznania pola walki przez każda ze stron konfliktu;
- Selektywne dzielenie się informacjami wywiadowczymi pomiędzy koalicjantami;
- Ograniczone działania wywiadowcze w odniesieniu do celów i jednostek przeciwnika;
- Udostępnianie środków wywiadowczych narodowych jak i koalicyjnych;
- Tworzenie sieci łączności.

Modele *działań logistycznych:*

- Skutki działań logistycznych na zdolność bojową wliczając w to przywracanie sprawności systemom bojowym;
- Zautomatyzowane zaopatrzenie logistyczne (np. bieżące uzupełnianie zapasów, ustalanie poziomów zaopatrzenia, planowanie zamówień z wyprzedzeniem);
- Określanie norm zaopatrzenia według kategorii dostaw;
- Kierowanie dostaw do jednostek bezpośrednio przez ćwiczącego;
- Transport zaopatrzenia koleją, barkami lub pojazdami;
- Zaopatrzenie rurociągami;
- Ukrywanie własnych zapasów i przechwytywanie zapasów przeciwnika;
- Działania portowe przy transporcie morskim zarówno wewnątrz teatru działań jak i poza nim;
- Wykorzystanie infrastruktury transportowej (mosty i tunele)
- Losowe awarie i uszkodzenia;

Modelowanie działań na morzu

- Działania lotnictwa sił morskich tak jak dla operacji powietrznych;
- Transport droga morską;
- Strefa pokrycia dla radarów morskich;
- Użycie rakiet klasy powierzchnia-powierzchnia i dział okrętowych;
- Wsparcie ogniowe dla sił morskich;
- Różne układy koalicyjne i różne strony konfliktu;
- Defensywne i ofensywne morskie operacje desantowe;
- Morskie działania minowe, wliczając w to trałowanie, zakładanie pól minowych i zadawanie strat;
- Przemieszczanie jednostek morskich w tym okrętów podwodnych;
- Działania okrętów podwodnych;
- Patrolowanie akwenów morskich;
- Wpływ głębokości wód na prowadzone operacje morskie.

Dodatkowo w modelach JTLS moduł CEP uwzględnia się wpływ chorób na personel. W zależności od rodzaju choroby lub odniesionych ran, osoby mogą bądź umierać

lub powracać do zdrowia. Stan zachorowań w jednostkach ujmowany jest w okresowych meldunkach sytuacyjnych.

3.2. Procedura zdarzeniowa w symulacji

JTLS to system symulujący działania sił połączonych na szczeblu teatru działań (najogólniej jest to szczebel operacyjny). Jako taki odzwierciedla kluczowe aspekty wojny w powietrzu i na lądzie z uwzględnieniem wspierającej roli sił morskich.

Symulacja może być wykonywana w czasie rzeczywistym (ciągłym) lub w czasie dyskretnym. JTLS to dyskretny system symulacji. Oznacza to, że symulacja może być taktowana odcinkami czasowymi lub konkretnymi zdarzeniami, które zachodzą w czasie. W symulacji sterowanej zdarzeniami, zmiana stanu w systemie następuje w określonych momentach czasu, w których dochodzi do oddziaływanie pomiędzy elementami systemu. Podstawowymi elementami składowymi systemu dynamicznego są określone działania. Istnieją dwie ważne cechy działań:

- zajmują one czas (wymagają określonego czasu realizacji);
- potencjalnie mogą zmienić stan systemu.

Na etapie tworzenia scenariusza, jego projektant musi w taki sposób określić zdarzenia, aby możliwy był powrót do symulacji w czasie rzeczywistym. Wynika to z podstawowego założenia, że symulacja nie może być „zatrzymana" w okresach między zdarzeniami. Ćwiczący muszą odczuwać realny upływ czasu.

Działania na polu walki są symulowane w taki sposób, aby stan systemu zmieniał się prawidłowo po wystąpieniu zdarzenia (event). Zdarzenia muszą być wykonywane w określonej sekwencji odpowiadającej kolejności zdarzeń w systemie rzeczywistym.

Każde działanie, na które składa się ciąg zdarzeń, jest w systemie ograniczone dwoma zdarzeniami: startem i zatrzymaniem. Zdarzenie stanowi najprostszy element opisu działania. Istnieją dwie główne cechy zdarzenia:

- występuje ono w pewnej chwili czasowej;
- występuje chwilowo, przez bardzo krótki czas.

Zdarzenia wywołują zmiany w przebiegu symulacji. Ponieważ zdarzenia odpowiadają za wszystkie najważniejsze zmiany stanu systemu, to nie jest konieczne bardzo dokładne określanie czasu przejść między tymi zdarzeniami. Inaczej mówiąc, symulacja w tym przypadku napędzana jest zasadniczo przez zdarzenia typu start lub koniec, a nie

precyzyjnie zadawanych okresów czasowych. Jest to istotne dla programowania pętli czasowych w procesie symulacji.

Symulacja sterowana zdarzeniami została wybrana dla systemu JTLS z dwóch powodów:

- Kluczowe procesy zachodzące na szczeblu teatru działań oraz walkę w przestrzeni powietrze-ląd najłatwiej jest wizualizować w formie zbiorów dyskretnych zdarzeń;
- Symulacja sterowana zdarzeniami jest względnie najszybsza i pozwala w efektywny sposób wykorzystać zasoby komputerowe.

Synchronizowanie czasu symulacji z czasem rzeczywistym.

System gwarantuje, że następne zdarzenie, które ma być przetwarzane to zdarzenie o najwcześniejszym czasie rozpoczęcia. Procedura polegająca na natychmiastowym wykonywaniu następnego zdarzenia nie może być efektywnie używana w symulacyjnej grze otwartej w której decydenci oddziałują na symulację w sposób interaktywny.

System JTLS zapewnia synchronizację czasu symulacyjnego z czasem rzeczywistym, czyli czasem wskazywanym przez realne zegary. Tylko wtedy grający będą mogli podejmować decyzje oraz wykorzystywać przydzielone siły z uwzględnieniem realistycznych czasowych ograniczeń i wymagań. Proces synchronizacji oparty jest o parametr przedstawiający proporcję pomiędzy czasem symulacyjnym a czasem rzeczywistym. Parametr ten o nazwie GAME RATIO może przyjmować każdą nieujemną wartość, którą kontroler gry symulacyjnej (Game Controller) może zmieniać w czasie pracy systemu JTLS. W tabeli przedstawiono możliwe wartości współczynników proporcjonalności czasowych i ich znaczenie.

PROPORCJA CZASOWA	WPŁYW WSPÓŁCZYNNIKA PROPORCJI
0.0 : 1	Czas symulacji jest zatrzymany. Dla wybranego modelu symulacji czas nie płynie. Model akceptuje polecenia grającego. Ponieważ czas nie jest odmierzany żadne zdarzenia ani polecenia nie będą wykonywane dopóki nie zostanie zwiększony współczynnik proporcjonalności.
Mniej niż 1.0 : 1	Czas symulacyjny płynie wolniej niż czas rzeczywisty. Grający mają więcej czasu na podejmowanie decyzji niż w realnej sytuacji. Na przykład, przy współczynniku 0.5, 30 minut symulacji odpowiada upływowi czasu rzeczywistego równego godzinie
1.0 : 1	Czas symulacyjny i czas rzeczywisty są takie same. Każdej godzinie gry odpowiada godzina czasu rzeczywistego
Więcej niż 1.0 : 1	Symulacja przebiega szybciej niż miałoby to miejsce w czasie rzeczywistym. Na przykład, dla współczynnika 4.0, cztery godziny przebiegu symulacji odpowiadają godzinie czasu rzeczywistego

Tabela 3. Wartości współczynników czasowych.

4. UWARUNKOWANIA PROWADZENIA WALKI LĄDOWEJ W JTLS

W JTLS główna uwaga skupiona jest na konwencjonalnych operacjach połączonych i koalicyjnych na poziomie strategiczno - operacyjnym. JTLS odzwierciedla działania w wymiarze powietrznym, lądowym, morskim, desantowym i sił specjalnych.

1. Operacje Lądowe:
   1.1. Szczebel od brygady wzwyż;
   1.2. Odwzorowanie: Przemieszczenia wojsk, Manewru, Artylerii, Wojsk Inżynieryjnych i Lotnictwa Wojsk Lądowych.
2. Operacje Powietrzne:
   2.1. Możliwość prowadzenia pojedynczych misji lub jako część większych operacji;
   2.2. Odwzorowanie: Ataku powietrznego, Walki powietrznej, Transportu, Zrzutu, Tankowania w powietrzu, Osłona, Rozpoznania, Rozpoznania satelitarnego, AWACS, Patrolowania, Obrony powietrznej, WRE, Poszukiwania i Ratownictwa (SAR).
3. Operacje Morskie:
   3.1. Możliwość prowadzenia przez okręty nawodne i podwodne pojedynczych działań lub jako część większej formacji;
   3.2. Odwzorowanie: Transportu morskiego, Ataku podwodnego, Walki z okrętami podwodnymi, Wsparcia artylerii okrętowej;
   3.3. Działania desantowe.
4. Logistyka:
   4.1. Uzupełnianie zapasów jednostek;
   4.2. Konwoje z zaopatrzeniem;
   4.3. Transport zaopatrzenia przy pomocy barek rzecznych i linii kolejowych;
   4.4. Naprawa i obsługa sprzętu i uzbrojenia.
5. Rozpoznanie:
   5.1. Możliwość dokładnego oceny sytuacji przez każdą ze stron konfliktu;
   5.2. Wykorzystanie rozpoznania strategicznego i operacyjnego.
6. Działania sił specjalnych:
   6.1. Zbieranie informacji rozpoznawczych;
   6.2. Działania bezpośrednie.
7. Inne formy działań:

7.1. Odwzorowanie oddziaływania: Systemów łączności i informatyki, Taktycznych pocisków balistycznych, relacji cywilno – wojskowych.

4.1. Model walki lądowej

Do modelowania strat w systemie JTLS wykorzystane są modele: stochastyczne, probabilistyczne i deterministyczne[21].

W JTLS modelami stochastycznymi[22] modeluje się straty w skali mikro - pojedynczych elementów, takich jak działania lotnicze[23] oraz działania ziemia-powietrze[24].

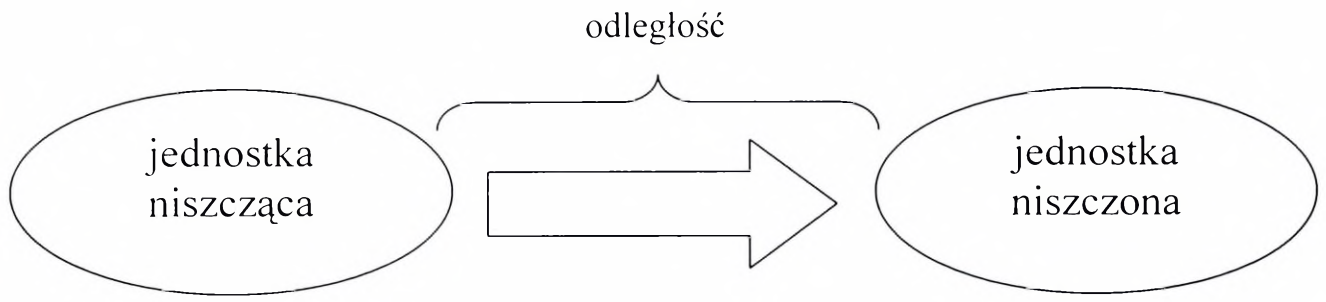
W modelowaniu działań pocisków powietrze-ziemia, ziemia-ziemia i artylerii używa się modeli stochastycznych dla broni precyzyjnego rażenia (używa się pH i pK), bądź probabilistycznych[25] dla broni uderzającej w obszar (metoda oczekiwanej wartości).

W module makro walki lądowej użyty został deterministyczny[26] model walki Lanchestera. Wykorzystany w JTLS model walki określono jako: *mieszany, heterogeniczny, zatrzymywany czasem model Lanchestera*. Pojęcie *mieszany* oznacza, że zostały użyte zarówno formuły ognia bezpośredniego jak i pośredniego. *Heterogeniczny* oznacza, że pojedyncze typy systemów walki niszczą osobno określone typy systemów walki przeciwnika. *Zatrzymywany czasem* jest model, kiedy dochodzi do określonego zdarzenia – oddziaływania pomiędzy składnikami systemu. Zdarzenia te zachodzą w określonym czasie.

Schematycznie walkę lądową rozumianą jako oddziaływanie jednostki niszczącej na jednostkę niszczoną przedstawia Rysunek 3.

---

[21] Por.: Kaliński K., Pietrzak G., Boryn P.: *Symulacyjny system walki JTLS*, AON 2003.
[22] Przynajmniej jeden parametr modelu jest zmienną losową.
[23] Przy użyciu współczynników wyrażonych prawdopodobieństwem zniszczenia – pH (*Probability of Hit*) i prawdopodobieństwem zabicia – pK (*Probability of Kill*).
[24] Przy użyciu współczynników wyrażonych prawdopodobieństwem zaangażowania – pE (*Probability of Engage*) i prawdopodobieństwem zabicia.
[25] Występuje zmienna losowa, ale znany jest jej rozkład prawdopodobieństwa – nie ma potrzeby generowania wartości losowych.
[26] Nie występują zmienne losowe, zbudowane są one na ścisłych zależnościach matematycznych opartych o zasady praw statystycznych.



- **efektywność rażenia jednostki niszczącej**
- **zasady użycia sił (ROE)**
- **rodzaj działania bojowego**

- **odporność na uderzenia jednostki niszczonej**
- **zasady użycia sił (ROE)**
- **rodzaj działania bojowego**

Rysunek 3. Oddziaływanie jednostek w walce lądowej.
/źródło: Kaliński i inni: *Opracowanie eksperymentu symulacyjnego – realizacja epizodu taktycznego*/

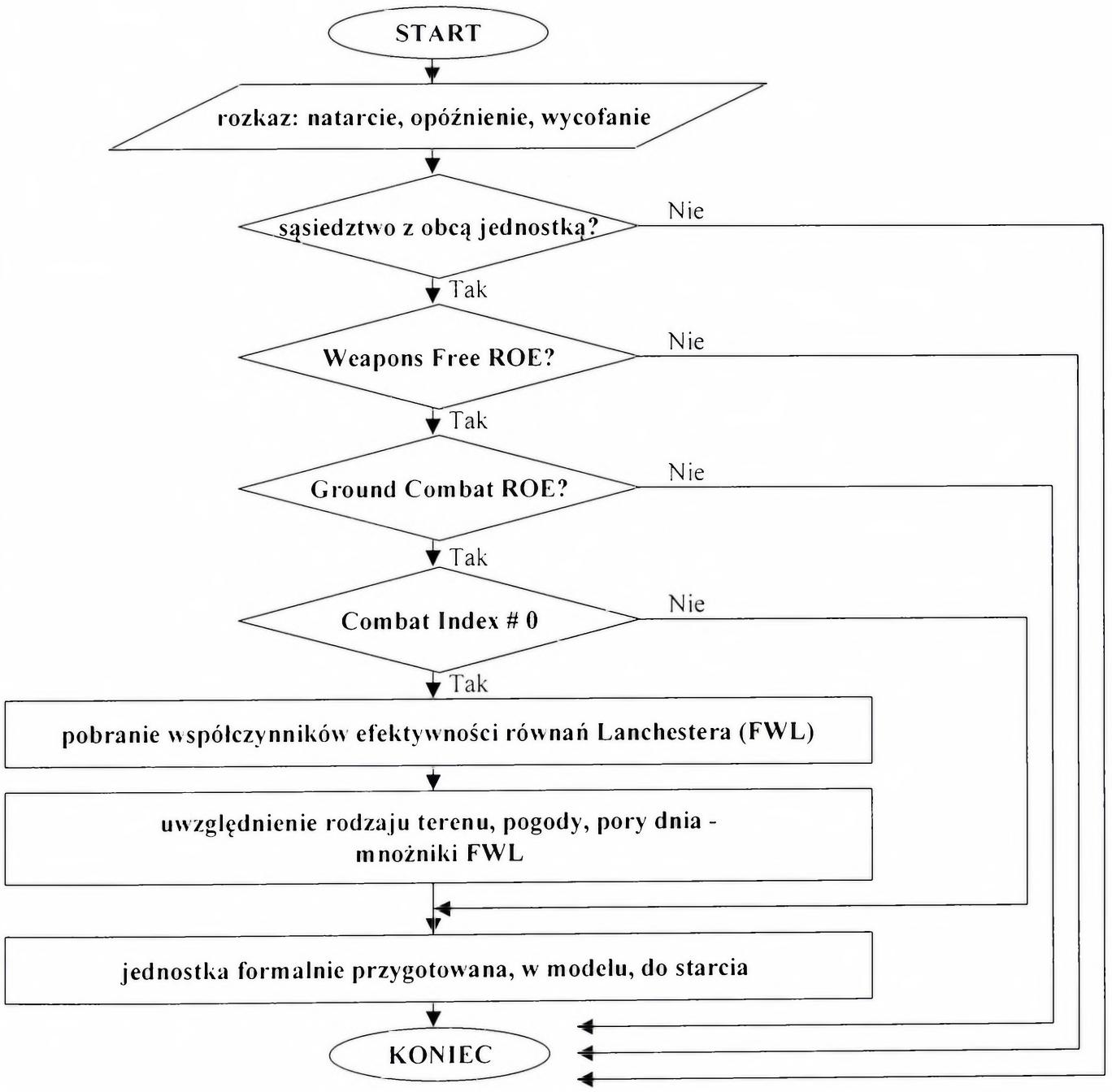
Poniżej wymieniono czynniki mające wpływ na wielkość obliczanych strat w modelu Lanchestera.

1. Charakterystyki walczących jednostek: efektywność rażenia jednostki niszczącej *(FIREPOWER LETHALITY PROTOTYPE*[27]*)*, odporność na uderzenia jednostki niszczonej *(SURVIVABILITY PROTOTYPE)*, rodzaj prowadzonych działań bojowych przez te jednostki, posiadane wsparcie.
2. Charakterystyki systemów walki posiadanych (sprawnych) przez walczące jednostki (zasięg, algorytmy zniszczeń, użyta amunicja i paliwo) i ich rozmieszczenie (ukierunkowanie).
3. Charakterystyki środowiska (pora dnia, pogoda, odległość pomiędzy jednostkami, typ terenu).
4. Poruszanie się nacierającej jednostki po polu minowym założonym przez jednostkę broniącą się.

Walka lądowa rozpoczyna się, gdy jednostka przemieszcza się lub próbuje przemieścić się do nowej lokalizacji w wyniku rozkazu przemieszczenia taktycznego. Jeżeli znajdzie się w sąsiedztwie heksa, lub w samym heksie zawierającym obce jednostki, JTLS sprawdza zasady użycia sił (patrz rozdział Relacje pomiędzy stronami, zasady użycia sił) tych jednostek (czy FIRE posiada, chociaż jedna z nich) oraz czy są w stanie zadawać sobie straty

[27] Jest to jeden z dziesięciu prototypów działania opisujących jednostki należące do danej frakcji. W przykładowej bazie danych SDB v.2.7 są trzy prototypy efektywności rażenia jednostki niszczącej: Block1, Block2 i Block3. Siły posługujące się prototypem Block2 o ok. 7,5% mniej efektywne rażą przeciwnika niż siły z Block1, natomiast siły posługujące się prototypem Block3 o ok. 15% mniej efektywne.

(odległość mniejsza niż Ground Combat). Jeżeli te warunki nie zajdą jednostka nie walczy, program kończy działanie (Rysunek 4).



Rysunek 4. Algorytm przygotowania jednostki do starcia.
/źródło: Kaliński K., Pietrzak G., Boryn P.: *Symulacyjny system...*, wyd.cyt./

Dla walczącej jednostki JTLS określa wielkość zadawanych (ponoszonych) strat przy użyciu tablicy COMBAT INDEX (z uwzględnieniem rozmieszczenia siły ognia jednostki). Tablica COMBAT INDEX to czterowymiarowa tablica zawierająca następujące wymiary:

1. Efektywność rażenia jednostki niszczącej.

2. Odporność na uderzenia jednostki niszczonej.

3. Rodzaj działań bojowych jednostki niszczącej.

4. Rodzaj działań bojowych jednostki niszczonej.

Uzyskanie niezerowej wartości z tablicy COMBAT INDEX jest warunkiem obliczenia strat. W tym przypadku jednostka ponosząca straty ma ustawiany atrybut jednostka walczy (*unit-in-combat)*, a poniesione straty zostaną obliczone w następnym *Assess Combat Time*[28].

Tablica COMBAT INDEX (Rysunek 5), dla określonej pary walczących jednostek (jednostka niszcząca korzysta z FLP:1, a jednostka niszczona z SP:3), uzależnia liczbę całkowitą, określającą tablicę współczynników efektywności równań Lanchestera (FWL), od rodzaju działań bojowych jednostek. Jeśli tylko jest to możliwe, ta sama tablica współczynników efektywności równań Lanchestera powinna opisywać więcej niż jeden zbiór warunków walki. W przykładowej tabeli wystarczyły dwie tablice współczynników FWL o numerach 1 i 2 (w SDB v.2.7 jest ich ponad dwieście). Zero w tablicy COMBAT INDEX wskazuje, że w określonych warunkach walki ta jednostka nie będzie powodowała strat, a sama może je ponosić.

COMBAT INDEX
Killer FLP: 1
Victim SP: 3

KILLER POSTURE	VICTIM POSTURE							
	Attack	Defend	Delay	Wdraw	Moving	Air Ops	Hasty Def	Incap
Attack	1	2	2	2	2	2	1	1
Defend	2	2	0	0	0	0	2	0
Delay	1	1	0	0	0	0	1	0
Withdraw	1	0	0	0	0	0	0	0
Moving	0	0	0	0	0	0	0	0
Air Ops	0	0	0	0	0	0	0	0
Hasty Def	1	2	2	0	0	0	1	0
Incapable	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphib	1	2	2	2	1	2	1	0
Formation	0	0	0	0	0	0	0	0

Rysunek 5. Przykładowa tablica Combat Index.
/źródło: Analyst's Guide JTLS v.2.7 str. 345/

[28] W większości baz danych *Assess Combat Time* ustawione jest na 1 godzinę, czyli straty zadane i poniesione przez jednostki naliczane są co godzinę.

Współczynniki efektywności równań Lanchestera, w przykładzie dla COMBAT INDEX=1 (Rysunek 6), określają efektywność, z jaką systemy walki jednostki niszczącej oddziaływają na systemy walki jednostki niszczonej. Zero oznacza, że dany system walki nie powoduje zniszczenia określonego systemu walki przeciwnika.

FWL COEFFICIENTS for COMBAT INDEX #1								
KILLER COMBAT SYSTEM	VICTIM COMBAT SYSTEM							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.01	0.0005	0.007	0.006	0.001	0.0	0.002	0.0
2	0.01	0.003	0.0	0.002	0.002	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.003	0.01	0.003	0.0	0.0	0.003	0.0
4	0.0001	0.01	0.011	0.004	0.001	0.0	0.002	0.0
5	0010	0.0002	0.0001	0.0002	0.0003	0.0	0.0002	0.0
6	0.0	0.0042	0.0003	0.0004	0.0045	0.0	0.0003	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Rysunek 6. Przykładowa tablica współczynników efektywności - FWL.
/źródło: tamże str. 345/

Wartości współczynników efektywności równań Lanchestera są danymi wejściowymi, a według producenta systemu JTLS, nie powinien być używany do obliczania efektywności, z jaką jeden system walki niszczy inny. Dla czasu walki wynoszącego 1 godzinę, przy dobrej pogodzie w dzień, współczynnik efektywności równań Lanchestera dla jednostki atakującej jednostkę broniącą, dla ognia bezpośredniego wynosi od 0,0001 do 0,1. Dla ognia pośredniego, w tych samych warunkach, współczynnik wyniesie od 0,0000001 do 0,00001. Wartości spoza tego zakresu mogą spowodować błędy.

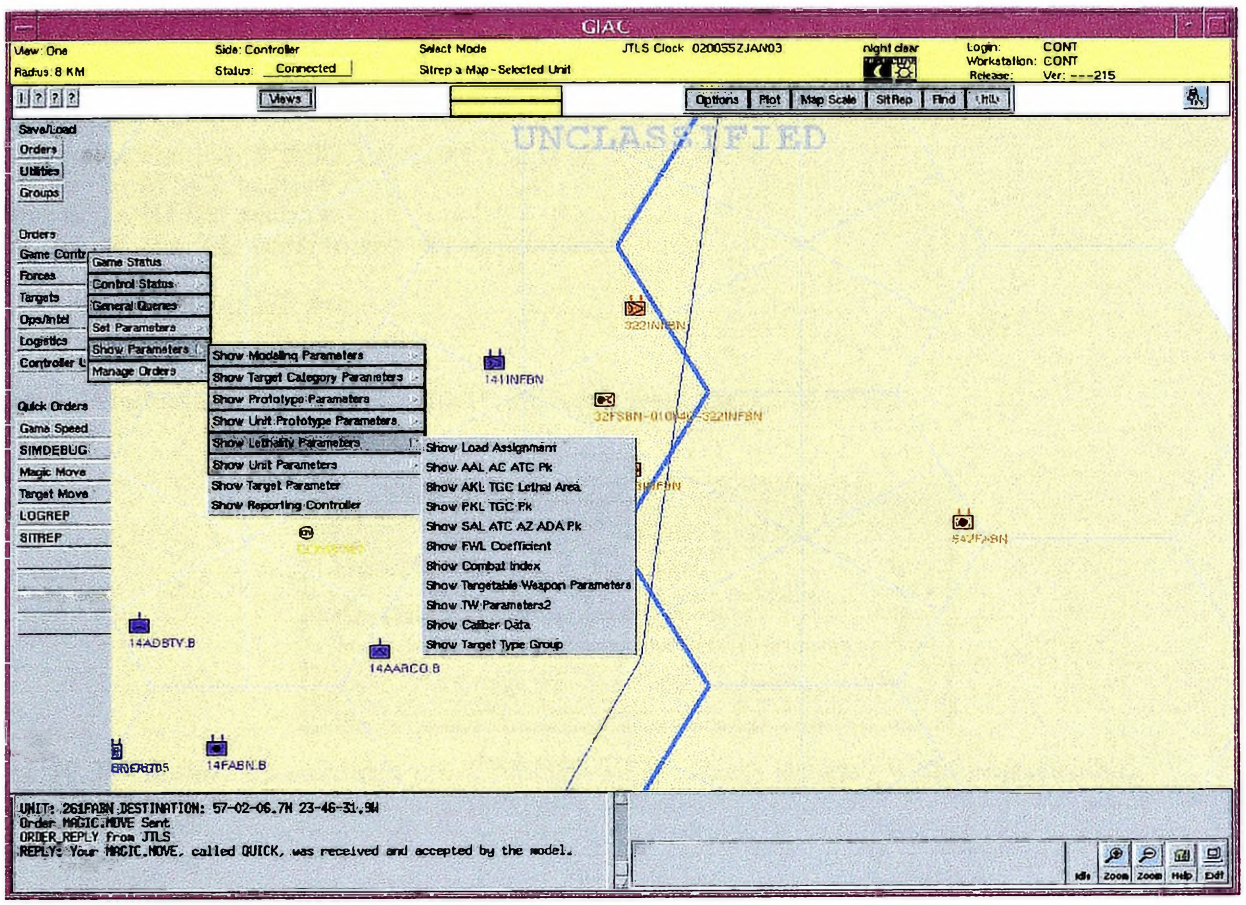
Wartości współczynników efektywności równań Lanchestera, w armii USA, są pozyskiwane z:

- US Army Concepts Analysis Agency in Bethesda, Maryland;
- US Army War College in Carlisle Barracks, Pennsylvania.

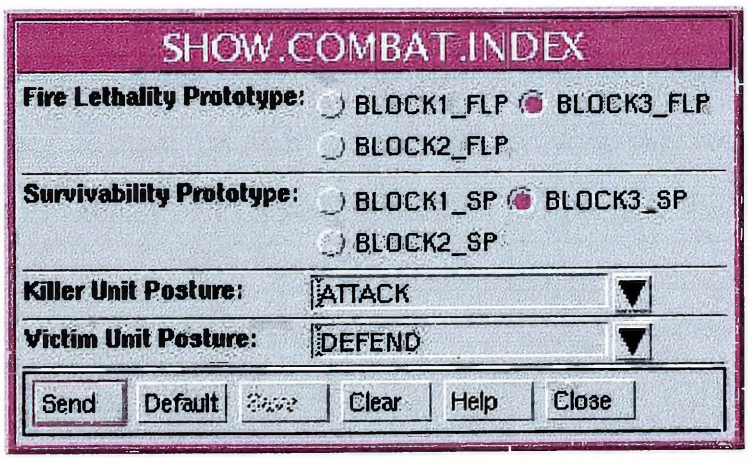
W trakcie symulacji Kontroler ćwiczenia[29] może zobaczyć (zmienić) współczynniki efektywności (Rysunek 7). Najpierw musi ustalić numer tabeli Combat Index uzależniony od prototypu FLP jednostki niszczącej, prototypu SP jednostki niszczonej oraz

[29] Kontroler ćwiczenia monitoruje postęp symulacji działań. Monitoruje symulację oraz posiada pełne rozeznanie o siłach stron biorących udział w walce. Może zmieniać ponad 300 parametrów modelu, charakterystyk jednostek i obiektów oraz innych danych inicjujących.

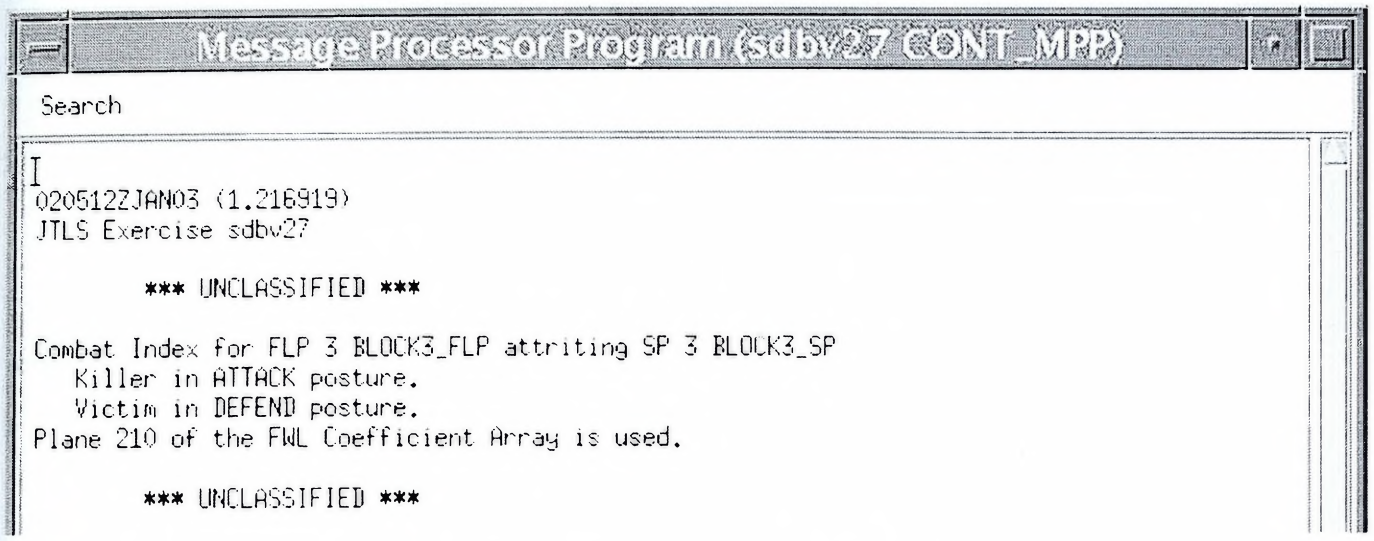
rodzaju działań bojowych (Rysunek 8 i Rysunek 9). Znając numer tabeli może sprawdzić jak konkretny system walki niszczy systemy przeciwnika (Rysunek 10).



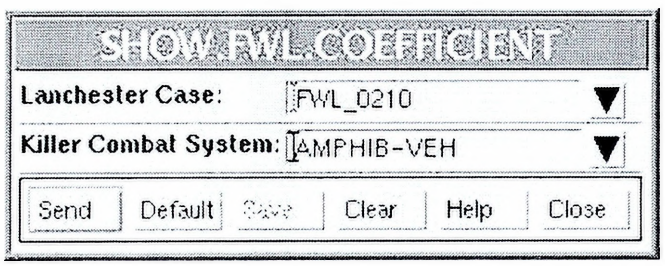
Rysunek 7. Menu kontrolera umożliwiające sprawdzenie współczynników efektywności równań Lanchestera.



Rysunek 8. Formularz do ustalenia tabeli Combat Index.



Rysunek 9. Wiadomość w programie MPP: używana jest tabela 210 FWL.



Rysunek 10. Formularz do ustalenia jak AMPHIB-VEH niszczy systemy walki przeciwnika.

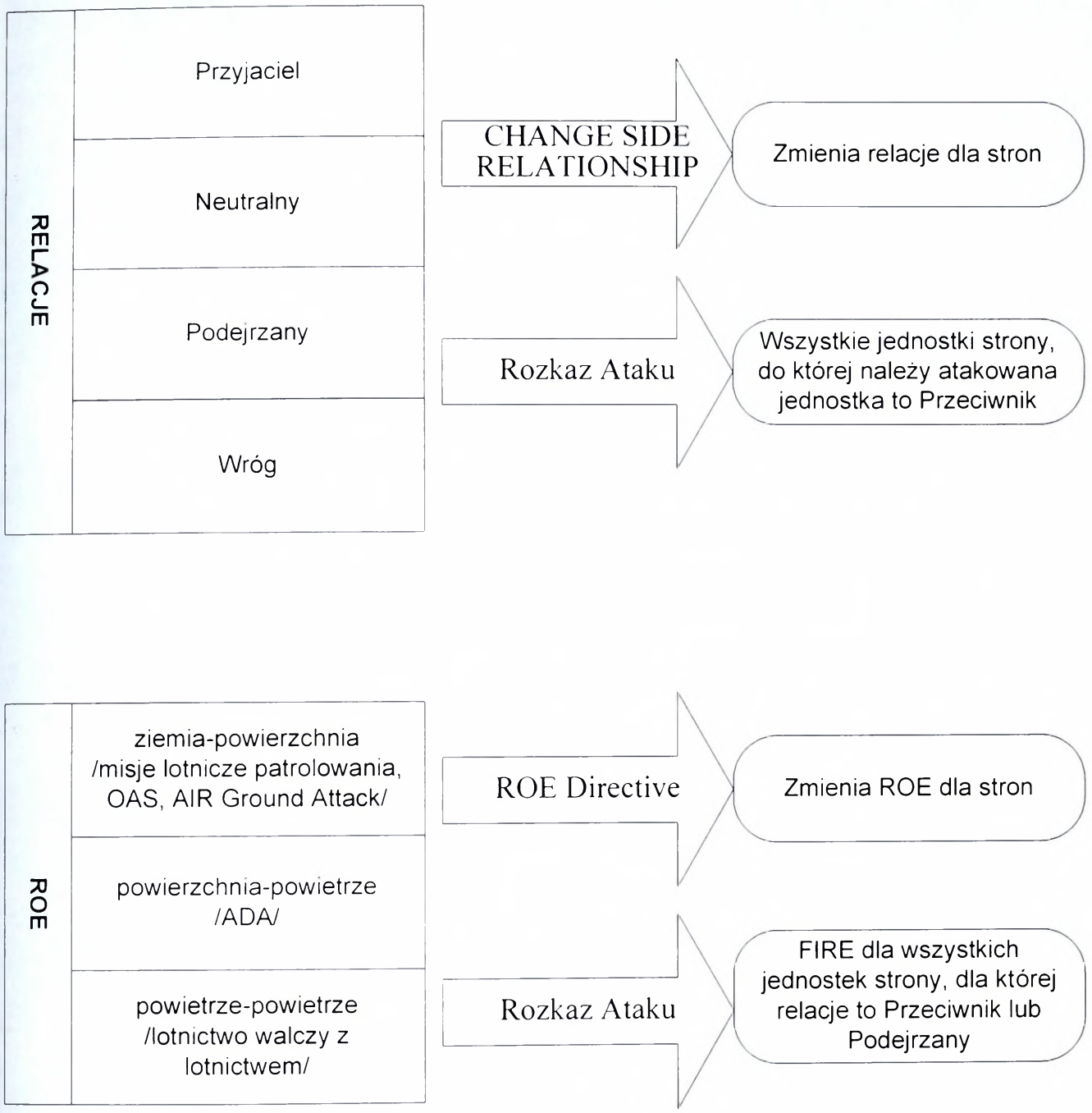
4.2. Relacje pomiędzy stronami, zasady użycia sił

Na początku symulacji strona ma takie relacje z innymi stronami, jak określono w bazie danych scenariusza. Relacje te mogą się zmienić zarówno w wyniku rozkazu operatora (bezpośrednio) jak i jako rezultat ataku (pośrednio). Określają jak jednostki reagują na obecność jednostki innej strony, np. jednostka zniszczy wykryty konwój tylko wtedy, gdy należy do strony, z którą relacja to Przeciwnik. Każda strona jest w jednej z relacji z innymi stronami:

1) Przyjaciel;
2) Neutralny;
3) Podejrzany;
4) Przeciwnik.

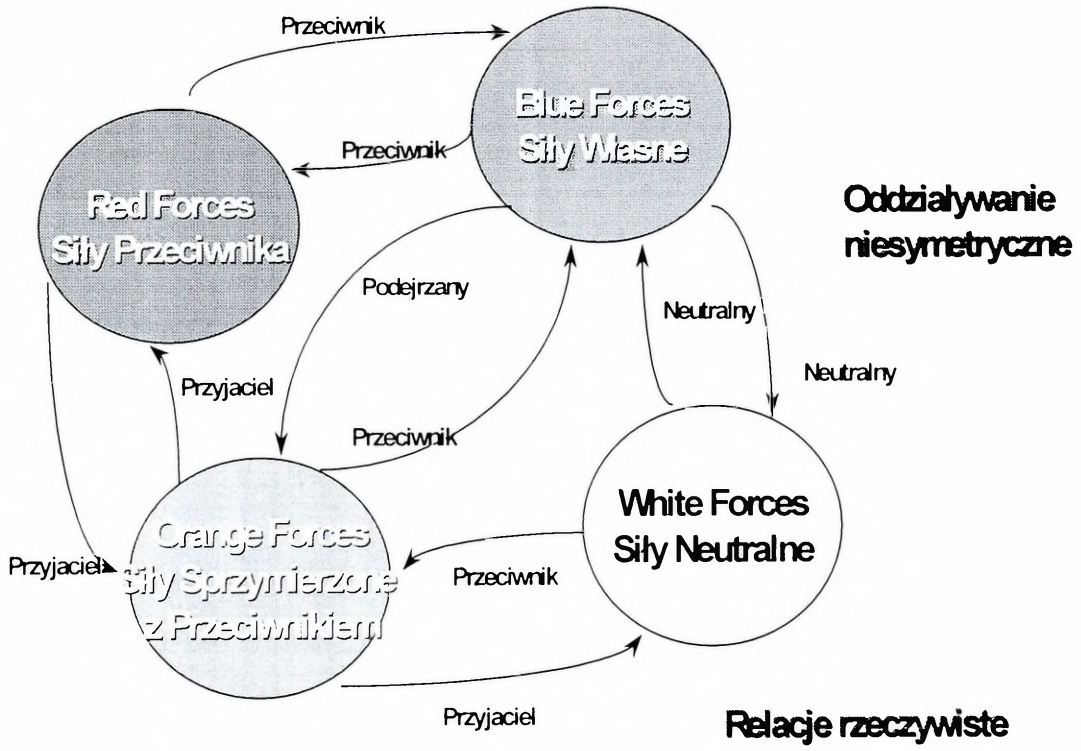
Relacje pomiędzy stronami mogą się zmienić tylko przez:

- wysłanie rozkazu CHANGE SIDE RELATIONSHIP (który określa stronę i nowe relacje);
- wydanie rozkazu zaatakowania innej jednostki. Jeżeli jednostka lądowa zostanie wysłana do natarcia na obcą jednostkę, relacje automatycznie zostaną zmienione na Przeciwnik dla wszystkich jednostek tej strony (Rysunek 11).



Rysunek 11. Zmiany relacji oraz zasad użycia sił.
/źródło: opracowanie własne/

Wiele rodzajów oddziaływań pomiędzy stronami zależy od relacji pomiędzy nimi. Zmieniając relacje z Neutralny na Przyjaciel pozwala się na wsparcie strony, zmiana z Neutralny na Przeciwnik pozwala na podjęcie walki lądowej, potyczek powierzchnia-powietrze, powietrze-powietrze oraz powietrze-powierzchnia. W systemie JTLS relacje pomiędzy stronami nie muszą być symetryczne. Fakt, że strona B jest Przyjacielem strony A nie mówi nic o relacji przeciwnej (Rysunek 12). Strona A może uważać stronę B za: Przyjaciela, Neutralnego, Podejrzanego lub nawet Przeciwnika.



Rysunek 12. Relacje pomiędzy stronami.

Zasady użycia sił *(Rules of engagement - ROE[30])*

JTLS posługuje się zasadami użycia sił pozwalającymi m.in. na przedstawienie sytuacji przed działaniami wojennymi, kiedy jednostki i samoloty działają w bezpośredniej styczności, ale nie walczą. Zasady użycia sił pozwalają także modelować ograniczone konflikty np. nieznane misje lotnicze maja być zniszczone, a inne tylko zakończone bez walki. Pozwalają na sytuację, gdy obce obiekty mają być niszczone, tylko wtedy, gdy znajdą się w określonej odległości od bronionych (przyjaznych) zasobów.

Zasady użycia sił są niezależna od relacji pomiędzy stronami w ćwiczeniu. Oznacza to, że pomimo iż relacje dwu lub więcej stron są Przeciwnik, to jednostki bojowe należące do tych stron nie prowadzą automatycznie walki, uwarunkowują to od przyznanych (ustawionych) im ROE. W JTLS są następujące zasady użycia sił:

- ziemia-powierzchnia (walka jednostek lądowych i okrętów);
- powierzchnia-powietrze (jednostka musi posiadać lub być połączona z obiektem ADA[31]);
- powietrze-powietrze (lotnictwo zwalcza lotnictwo).

---

[30] Analyst's Guide JTLS v.2.7, rozdział 4.8 str. 110.
[31] *Air Defense Artillery.*

Każda jednostka posiada zestaw trzech wartości dla pozostałych stron biorących udział w symulacji oraz zestaw wartości dla obiektów nierozpoznanych. Wartości zasad użycia sił dla jednostki to:

- NO FIRE;
- HOLD FIRE;
- FIRE;

z odległością obowiązywania dla postrzeganej[32] strony (Rysunek 13).

Nazwa	Znaczenie
NO FIRE	Strona nie może inicjować walki, odpowiadać na ogień ani się bronić przed siłami określonej strony.
HOLD FIRE	Strona nie może inicjować walki, ale może się bronić. Wszystkie jednostki mają ustawione inicjujące ROE na HOLD FIRE dla wszystkich stron i dla sił nierozpoznanych.
FIRE	Strona może rozpocząć walkę z jednostkami (obiektami) należącymi do określonej strony, jeżeli znajdą się w odpowiedniej odległości.

Tabela 4. Zasady użycia sił.

Zmiana zasad użycia sił

Polecenie operatora ROE Directive zmienia jedno lub więcej z zasad użycia sił:

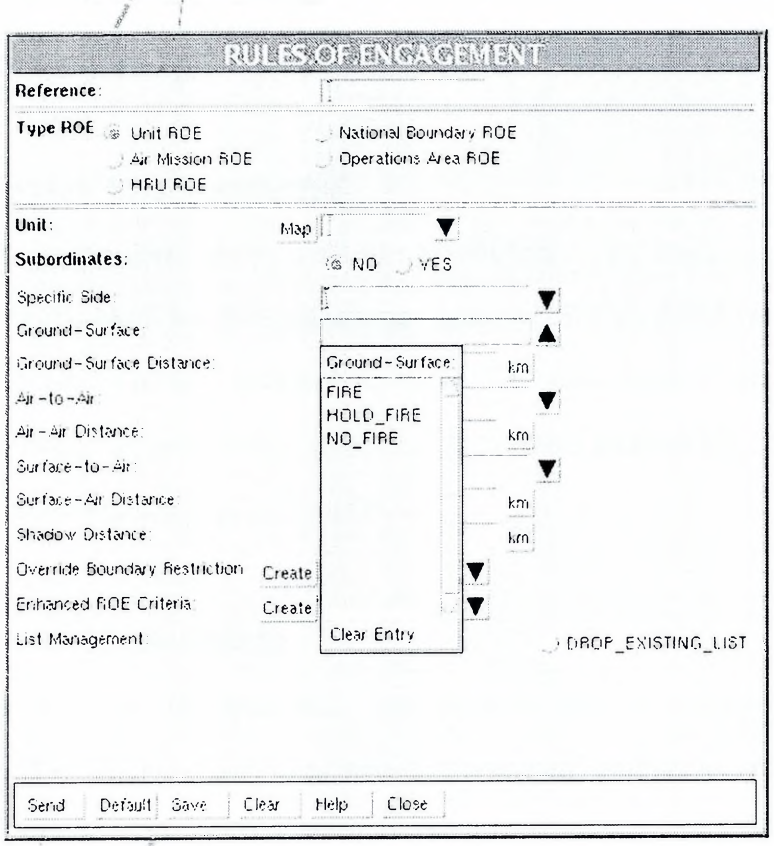
- jednostce (ARU i HRU),
- jednostce i jej podwładnym lub
- misji lotniczej należącej do określonej jednostki.

Zasady użycia sił mogą być ustawione pojedynczo lub zbiorowo (wszystkie). Zmiana zasad użycia sił może skutkować rozpoczęciem lub zakończeniem walki lądowej albo rozpoczęciem lub zakończeniem określonej potyczki. Zasady użycia sił są zmieniane przez ROE Directive, poza dwoma wyjątkami:

1. Jednostka, której rozkazano atakować może mieć zmienione zasady użycia sił ziemia-powierzchnia na FIRE dla jednej lub więcej stron.
2. Misja lotnicza posiadająca zasady użycia sił ustawione na HOLD FIRE dla strony do niej strzelającej (*Surface-to-Air Missile/Anti-Air Artillery*), natychmiast zmienia ROE

[32] Zwraca uwagę pojęcie „postrzegani" jako należący do strony. W bazach danych, gdzie identyfikacja przyjaciół i wrogów (IFF - *Identification Friend or Foe*) nie jest doskonała, misje lotnicze mogą być źle rozpoznane. Także jeżeli okręt zmienił stronę, nasze siły zbrojne mogą o tym nie wiedzieć. Jednostka zastosuje wtedy zasady użycia sił w oparciu o posiadane (postrzegane) informacje o obiekcie.

ziemia-powierzchnia na FIRE, dla strzelającej strony, z maksymalnym zakresem posiadanej broni powietrze-powierzchnia.



Rysunek 13. Formularz rozkazu zmiany zasad użycia sił.

Poza powyższymi wyjątkami, zasady użycia sił nie zmieniają się automatycznie, nawet, gdy jednostka:

- wchodzi do walki w odpowiedzi na atak innej jednostki,
- jest atakowana przez misję lotniczą lub
- ma rozkaz otwarcia ognia np. prowadzenia ognia artylerii.

Zasady użycia sił ziemia-powierzchnia

Zasady te sterują działaniami jednostek lądowych i misji lotniczych niszczących cele powierzchniowe: stratami Lachestera, zużyciem i dostawami zapatrzenia, niszczeniem obiektów przeciwnika, automatycznymi potyczkami okrętów. Jednostki, które zetkną się z obiektami przeciwnika nie pobiorą z nich zaopatrzenia, ani ich nie zniszczą, dopóki ich zasady użycia sił ziemia-powierzchnia nie będą ustawione na FIRE. Straty Lachestera nie będą obliczane, dopóki chociaż jedna z jednostek biorących udział w potyczce nie ma ustawionych zasad użycia sił ziemia-powierzchnia na FIRE. HOLD FIRE pozwala jednostce się bronić, NO FIRE zabrania tego (jednostka może być tylko niszczona).

Jednostka, która ma zasady użycia sił ustawione na NO FIRE lub HOLD FIRE może mimo tego:

- wspierać inną jednostkę ogniem;
- prowadzić ogień artylerii i wystrzeliwać pociski;
- zakładać lub rozminowywać pola minowe.

Zasady użycia sił powierzchnia-powietrze

Wszystkie potyczki powierzchnia-powietrze realizują obiekty SAM AAA posiadane przez jednostkę lub jej przydzielone. Obiekt SAM AAA musi posiadać zasady użycia sił powierzchnia-powietrze ustawione na FIRE dla strony, której samoloty (misję lotniczą) chce zaatakować. Jeżeli misja lotnicza zaatakuje jednostkę, nie zmienia to zasad użycia sił powierzchnia-powietrze tej jednostki.

Zasady użycia sił powietrze-powietrze

Zasady te sterują działaniami samolotów (misji lotniczych) walczących z samolotami przeciwnika. Misja lotnicza nie rozpocznie potyczki bez zasad użycia sił powietrze-powietrze FIRE dla spostrzeganej strony (także dla misji nierozpoznanej). Rozpoczynająca się misja przejmuje zasady użycia sił eskadry, z jakiej pochodzi. Operator może zmieniać zasady użycia sił konkretnej misji, a zmiana ta nie zmienia ROE eskadry, z jakiej misja pochodzi.

4.3. Uczestnicy (zasoby) walki lądowej

W walce lądowej operator (ćwiczący) kieruje następującymi, podstawowymi zasobami[33]:

- jednostkami lądowymi ARU (*Aggregate Resolution Units*) i HRU (*High Resolution Units*);
- systemami walki;
- zaopatrzeniem.

Jednostkami lądowymi są wszelkie jednostki umieszczone w scenariuszu opisane pod względem swoich właściwości (atrybutów). Właściwości jednostki są danymi wejściowymi bazy danych.

---

[33] Tamże, str. 245.

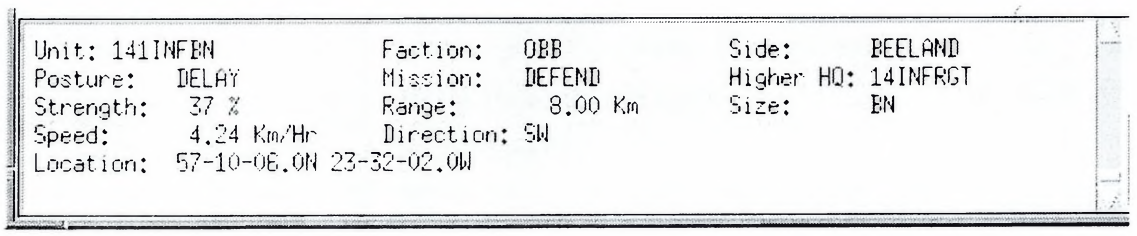
Jednym z najważniejszych atrybutów jednostki jest tablica opisująca status (stan) posiadanych przez jednostkę systemów walki. **Systemy walki** reprezentują broń taką jak: czołgi, artylerię, wozy bojowe, a także żołnierzy.

Jednostki ARU zużywają **zaopatrzenie**, natomiast zaopatrzenie posiadane przez ARU i HRU[34] może zostać zniszczone w czasie walki. Jeżeli jednostka nie posiada wystarczającej ilości zaopatrzenia to wydajność jej systemów walki może być obniżona lub nawet jednostka ta może być niezdolna do walki.

Każdy operator (ćwiczący) posiada zbiór podporządkowanych mu jednostek należących do jego strony, którym może wydawać rozkazy. Operator może wydawać rozkazy tylko jednostkom mu podporządkowanym.

4.4. Zadania jednostki, a prowadzone działania bojowe

Jednostka otrzymuje rozkazem ćwiczącego zadanie oraz prowadzi odpowiednie działanie bojowe. Zadanie (*Mission*) to ostatnie polecenie, jakie jednostka otrzymała do wykonania, natomiast działanie bojowe (*Posture*) opisuje, co w rzeczywistości jednostka wykonuje (Rysunek 14).



Rysunek 14. Zadanie bojowe Obrona, prowadzone Działania opóźniające.

Jednostka może prowadzić 12 rodzajów działań bojowych (Tabela 5). Pięć z nich może być prowadzonych na rozkaz ćwiczącego, stąd też są jednocześnie zadaniami. Pozostałe są przydzielane jednostce przez system w zależności od zadania jednostki i posiadanej przez nią bieżącej siły (patrz rozdział Bieżąca siła jednostki).

[34] Małe jednostki o specjalnym przeznaczeniu, wyodrębnione z istniejących w scenariuszu ARU.

Działanie bojowe	Rozkaz	Opis
Przemieszczenie	Move Mine Clear mines Repair targets Destroy targets Fire artillery	Jednostka się przemieszcza, zużywa zaopatrzenie określone w TUP lub w SUP SC PER KM. Przechodzi do Obrony, kiedy zakończy przemieszczanie lub dostanie się pod ogień bezpośredni. Może być opóźniona lub niszczona przez artylerię i lotnictwo.
Atak	Attack	Jednostka przemieszcza się do określonej lokalizacji i niszczy spotkanego przeciwnika. Jeżeli walczy, zużywa zaopatrzenie w ilości określonej przez TUP SC PER PERIOD USAGE ATTACK, używa współczynników FWL dla Ataku. Przyjmuje to działanie bojowe tylko na rozkaz ćwiczącego.
Obrona	Defend Delay Withdraw	Jednostka, jeżeli walczy, zużywa zaopatrzenie w ilości określonej przez TUP SC PER PERIOD USAGE DEFEND, używa współczynników FWL dla Obrony. Jednostka wchodząc do symulacji przyjmuje działanie bojowe Obrona, może ją automatycznie zmienić na Działania opóźniające i Wycofanie.
Obrona pospieszna	None	Jednostka, jeżeli walczy, zużywa zaopatrzenie w ilości określonej przez TUP SC PER PERIOD USAGE DEFEND, używa współczynników FWL dla Obrony pospiesznej. Jednostka przyjmuje to działanie bojowe, jeżeli zostanie zaangażowana w walkę zanim zdąży zorganizować obronę (czas krótszy niż MP TIME HASTY DEFENCE TO DEFEND).
Działania opóźniające	Defend Delay Withdraw	Jednostka opóźnia działania na trasie lub przed naciskiem przeciwnika. Zużywa zaopatrzenie w ilości określonej przez TUP SC PER PERIOD USAGE DELAY, jeżeli walczy, lub ilości dla Przemieszczenia albo obu. Używa współczynników FWL dla Działań opóźniających. Może automatycznie zmienić działanie na Obrona lub Wycofanie.
Wycofanie	Defend Delay Withdraw	Jednostka wycofuje się na trasie lub przed naciskiem przeciwnika. Zużywa zaopatrzenie w ilości określonej przez TUP SC PER PERIOD USAGE WITHDRAW, jeżeli walczy, lub ilości dla Przemieszczenia albo obu. Używa współczynników FWL dla Wycofania. Może automatycznie zmienić działanie na Niezdolny, lub przyjąć działanie Obrona, jeżeli znajdzie się pomiędzy jednostkami przeciwnika, a nieprzejezdnym terenem.
Niezdolny	None	Jednostka, jeżeli walczy, zużywa zaopatrzenie TUP SC PER PERIOD USAGE WITHDRAW. Nie powoduje strat u przeciwnika.

Tabela 5. Charakterystyka działań bojowych jednostki.
/źródło: Analyst's Guide..., wyd.cyt., str. 280-281/

Jednostki wchodzą do symulacji w działaniu bojowym Obrona i powracają do niej po zakończeniu natarcia lub przemieszczenia administracyjnego. Jednostka zmienia działanie bojowe (Tabela 6):

- na rozkaz ćwiczącego;
- po ukończeniu zadania;
- gdy nie może kontynuować zadania z jakichś przyczyn;
- gdy doznała tak dużych strat, że nie może utrzymywać dotychczasowych działań bojowych – spadek bieżącej siły jednostki poniżej określonego progu bieżącej siły (patrz rozdział Automatyczne zmiany prowadzonych działań bojowych).

Rodzaje działań bojowych[35]:

1. Działania zażądane przez ćwiczącego (operatora JTLS):
   - Przemieszczenie (*Move*);
   - Atak (*Attack*);
   - Obrona (*Defend*);
   - Działania opóźniające (*Delay*);
   - Wycofanie (*Withdraw*).
2. Działania wymuszone przez JTLS:
   - Obrona pospieszna (*Hasty defense*);
   - Operacja powietrzna (*Air ops*);
   - Niezdolny (*Incapable*);
   - Desant (*Amphibious*);
   - Formacja (*Formation*);
   - Wymazany (*Wiped Out*);
   - Nieaktywny (*Inactive*).

JTLS może automatycznie przypisać jednostce (obiektowi), w odpowiednich okolicznościach, większość działań bojowych[36]. Automatycznie wymusza obniżenie prowadzonych działań, zgodnie z przekroczonymi progami bieżącej siły jednostki.

---

[35] Tamże, str. 278.
[36] Oprócz: Atak i Desant przyjmowanych tylko na rozkaz ćwiczącego.

	Przemieszczenie	Desant	Atak	Obrona	Działania opóźniajace	Wycofanie	Wymazanie
Przemieszczenie		Przerzut desantem morskim	Rozkaz Atak	Rozkaz Obrona; Ogień bezpośredni przeciwnika; Brak paliwa; Wyczerpanie limitu czasu przemieszczania	Rozkaz Działania opóźniające; Spadek bieżącej siły poniżej Treshold Defend Delay	Rozkaz Wycofanie; Spadek bieżącej siły poniżej Treshold Deley Withdraw; Utrata stanu Covert	Spadek bieżącej siły poniżej Treshold Wiped Out
Desant				Po desancie jednostki			Spadek bieżącej siły poniżej Treshold Wiped Out
Atak	Rozkaz Move; Engineer Order	Przerzut desantem morskim		Rozkaz Obrona; Zakończenie ataku; Brak paliwa; Spadek bieżącej siły poniżej Treshold Attack Defend; Wyczerpanie limitu czasu przemieszczania	Rozkaz Działania opóźniające; Spadek bieżącej siły poniżej Treshold Defend Delay	Rozkaz Wycofanie; Spadek bieżącej siły poniżej Treshold Deley Withdraw;	Spadek bieżącej siły poniżej Treshold Wiped Out
Obrona	Rozkaz Move; Engineer Order; Dostępny czas na przemieszczanie;	Przerzut desantem morskim	Rozkaz Atak; Dostępny czas na przemieszcz anie;		Rozkaz Działania opóźniające; Spadek bieżącej siły poniżej Treshold Defend Delay	Rozkaz Wycofanie; Spadek bieżącej siły poniżej Treshold Deley Withdraw; Utrata stanu Covert; Rounds Fired;	Spadek bieżącej siły poniżej Treshold Wiped Out
Działania opóźniające		Przerzut desantem morskim	Rozkaz Atak;	Rozkaz Obrona; Brak trasy; Brak paliwa;		Rozkaz Wycofanie; Spadek bieżącej siły poniżej Treshold Deley Withdraw; Utrata stanu Covert;	Spadek bieżącej siły poniżej Treshold Wiped Out
Wycofanie	Rozkaz Move; Engineer Order;	Przerzut desantem morskim	Rozkaz Atak;	Rozkaz Obrona; Brak trasy; Brak paliwa;	Rozkaz Działania opóźniające;		Spadek bieżącej siły poniżej Treshold Wiped Out
Wymazanie				Przywrócenie jednostki			

Tabela 6. Zmiany działań bojowych przez jednostkę.
/źródło: tamże., str. 282/

System przypisuje jednostce działanie Niezdolny, gdy jej bieżąca siła spadnie poniżej wartości TUP THRESHOLD INCAPABLE. Jednostka taka nie może atakować, bronić się, opóźniać działania czy wycofywać (nie powoduje strat ani zniszczeń).

Działanie Wymazana system przypisuje, kiedy bieżąca siła jednostki spadnie poniżej wartości TUP THRESHOLD WIPED OUT. Jednostkę uważa się za zniszczoną i jest ona usuwana z gry. Kontroler ćwiczenia wciąż może uzyskiwać pewne raporty o tej jednostce oraz może ją przywrócić do gry używając rozkazu Reactivate Unit. Kiedy jednostka jest Wymazana, wszystkie jej systemy walki są traktowane jako zniszczone.

Przemieszczająca się jednostka może tymczasowo powrócić do Obrony, kiedy skończy się jej paliwo. Kontynuuje przemieszczenie, kiedy otrzyma niezbędne paliwo. Także po upłynięciu dobowego czasu marszu jednostka przechodzi do Obrony i odpoczywa tak długo, aż będzie mogła podjąć znowu marsz.

4.5. Bieżąca siła jednostki

Jednostka może prowadzić odpowiednie działanie bojowe tylko wtedy, gdy posiada wystarczającą bieżącą siłę[37]. JTLS oblicza bieżącą siłę jednostki (*unit strength*), aby sprawdzić, jakie działania bojowe może ona prowadzić. System automatycznie wymusza obniżenie prowadzonych działań, zgodnie z przekroczonymi progami bieżącej siły jednostki, zgodnie z kolejnością:

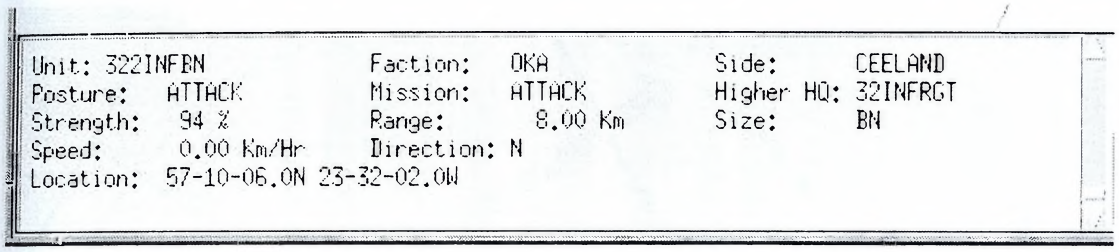
- Atak,
- Obrona,
- Działania opóźniajace,
- Wycofanie,
- Niezdolny,
- Wymazany.

Bieżąca siła jednostki jest wyrażona jako część (procent) całkowitej siły jednostki, którą posiadałaby, gdyby wszystkie jej etatowe systemy walki działały (były sprawne, zaopatrzone i posiadały załogę).

JTLS oblicza bieżącą siłę jednostki, kiedy wchodzi ona do symulacji, a także na zakończenie każdego *Assess Combat Time*. Jest ona obliczana w oparciu o sprawne systemy

[37] Por.: Analyst's guide..., wyd.cyt., str.274.

walki posiadające wystarczającą załogę i ich „ważność" dla jednostki (TUP CS SCORE). Atrybut UT WEIGHTED STRENGTH jest bieżącą siłą jednostki podzielona przez całkowitą siłę jednostki i przyjmuje wartości równe 1 (100%) lub poniżej. To ta wartość jest przesyłana do operatora (w programie GIAC lewy dolny róg ekranu Rysunek 15) oraz jest wykorzystywana do określenia, jakie zadania i działania bojowe może prowadzić jednostka.



Rysunek 15. Batalion 322 INFBN posiada bieżącą siłę (*Strength*) w wysokości 94%.

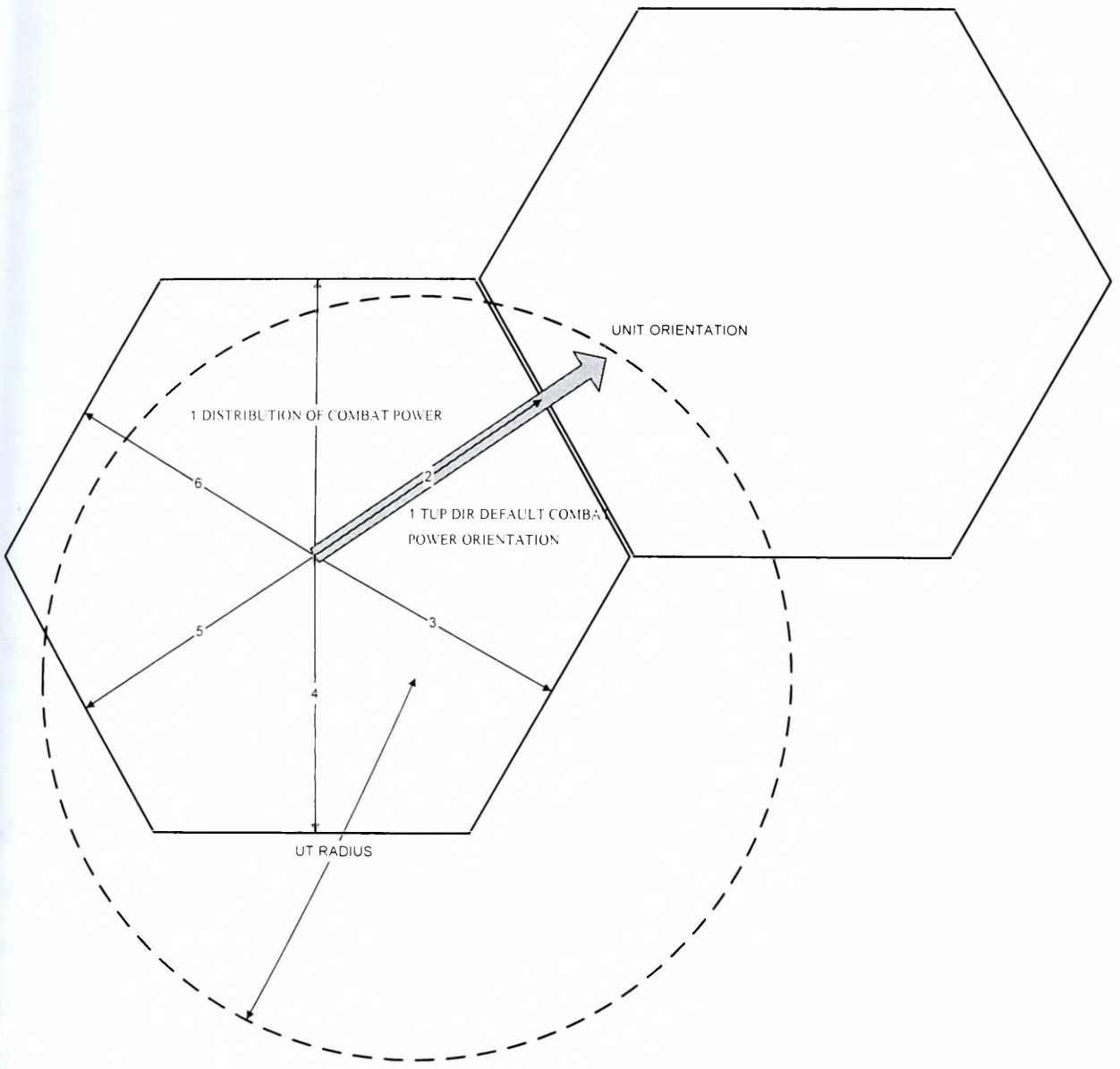
Atrybut *STRENGTH* nigdy nie jest używany jako potencjał (siła ognia) jednostki, ani do obliczeń wyników walki.

4.6. Rozmieszczenie siły ognia jednostki

W systemie JTLS, aby zamodelować ukierunkowanie systemów walki, ich położenia wewnątrz jednostki oraz właściwości terenu, wykorzystano mechanizm zwany rozmieszczeniem siły ognia (*combat power distribution*). Rozmieszczenie siły ognia nie powinno być mylona z parametrem UT WEIGHTED STRENGTH przedstawiającym bieżącą siłę jednostki. Rozmieszczenie siły ognia jednostki określa geograficzny podział jej sił, w zależności od prowadzonego działania bojowego i oddziaływania pobliskich jednostek przeciwnika. Siłę ognia należy rozumieć jako liczbę sprawnych systemów walki skierowanych na każdą z sześciu krawędzi heksa.

Pomimo że środek jednostki zajmuje określony punkt w heksie, jej systemy walki są rozważane jako skierowane w kierunku poszczególnych krawędzi heksa. Systemy walki z każdego typu, są skierowane do odpowiedniej krawędzi. To ukierunkowanie systemów walki na sąsiednie heksy jest właśnie rozmieszczeniem siły ognia jednostki.

Efektem rozmieszczenia siły ognia jest ograniczenie bieżącej siły jednostki, z jaką niszczy przeciwnika, tylko do tej części systemów walki, które są skierowane do wspólnej krawędzi heksa. Zasięg prowadzonego ognia przez systemy walki, obliczany jest tak, jakby jednostka zajmowała pojedynczy punkt, z uwzględnieniem promienia jednostki UT RADIUS (Rysunek 17).

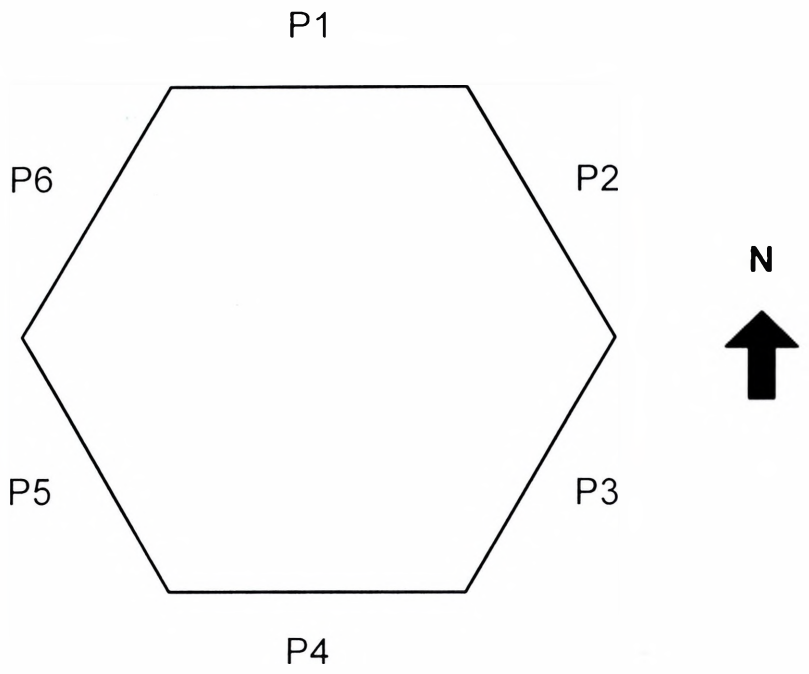


Rysunek 16. Rozmieszczenie siły ognia.
/źródło: opracowanie własne/

Jednostka posiada kilka parametrów, które opisują jej pożądane oraz osiągnięte rozmieszczenie siły ognia. Są to:

- tablica DISTRIBUTION OF COMBAT POWER;
- parametry prototypu jednostki: TUP PERCENT ALLOWED TO REORIENT, TUP DIR DEFAULT COMBAT POWER ORIENTATION;
- parametry jednostki: UT ATTACK WITH, UT PROTECT WITH, UT SCREEN WITH, UT COVER WITH, UT ORIENTATION.

Poza tablicą **DISTRIBUTION OF COMBAT POWER** wszystkie pozostałe parametry są danymi wejściowymi bazy danych. Tablica ta zawiera osiągnięte (aktualnie posiadane) przez jednostkę rozmieszczenie siły ognia. Pierwszą pozycją w tej tablicy jest zawsze kierunek 1 heksa, czyli północna krawędź, kolejne zgodnie z ruchem wskazówek zegara (Rysunek 17).



Rysunek 17. Rozmieszczenie siły ognia w tablicy DISTRIBUTION OF COMBAT POWER.
/źródło: Analyst's Guide..., wyd.cyt., str. 312/

Parametr **TUP DIR DEFAULT COMBAT POWER ORIENTATION** określa, dla każdej z sześciu krawędzi heksa, pożądaną część siły ognia jednostki jaka powinna być skierowana w tym kierunku. Pierwsza pozycja opisuje krawędź, w kierunku której jest ukierunkowana jednostka[38], kolejne zgodnie z ruchem wskazówek zegara itd. Parametr ten określa pożądane rozmieszczenie siły ognia, zarówno dla jednostek atakujących jak i atakowanych. Parametr **TUP PERCENT ALLOWED TO REORIENT** jest częścią (procentem) siły ognia jednostki, jaką może ona przenieść z jednego kierunku na drugi, na zakończenie każdego *Assess Combat Time*. Przykładowo 0,15 oznacza, że jednostka może przenieść 15% swojej siły ognia. Jest to suma możliwości, tak więc jednostka może przenieść 10% z jednej krawędzi heksa na drugą i max. 5% z trzeciej krawędzi na kolejną.

Dla jednostek, które walczą lub przemieszczają się, osiągnięte (bieżące) rozmieszczenie siły ognia może różnić się od pożądanego rozmieszczenia siły ognia. Na zakończenie każdego *Assess Combat Time* system JTLS stara się wyeliminować lub zminimalizować różnicę pomiędzy osiągniętym, a pożądanych rozmieszczeniem siły ognia. Jednostka, co *Assess Combat Time*, może zmienić rozmieszczenie tylko części sił określonych przez parametr TUP PERCENT ALLOWED TO REORIENT. Najpierw obliczana jest różnica pomiędzy osiągniętym, a pożądanym rozmieszczeniem siły ognia i jeżeli jednostka może zmienić rozmieszczenie potrzebnych sił czyni to na zakończenie *Assess Combat Time*.

---

[38] Ukierunkowanie jednostki jest daną wejściową bazy danych i określa kierunek, w którym jednostka jest skierowana. Zmieniane jest rozkazami operatora, np. Obrona, Atak.

Jeżeli różnica jest większa, niż jednostka może przemieścić w jednym *Assess Combat Time*, obliczana jest część, jaka może być przeniesiona. Ta część różnicy jest dodawana do każdego sektora, który posiada zbyt mało siły i odejmowana z każdego sektora, który posiada jej zbyt dużo.

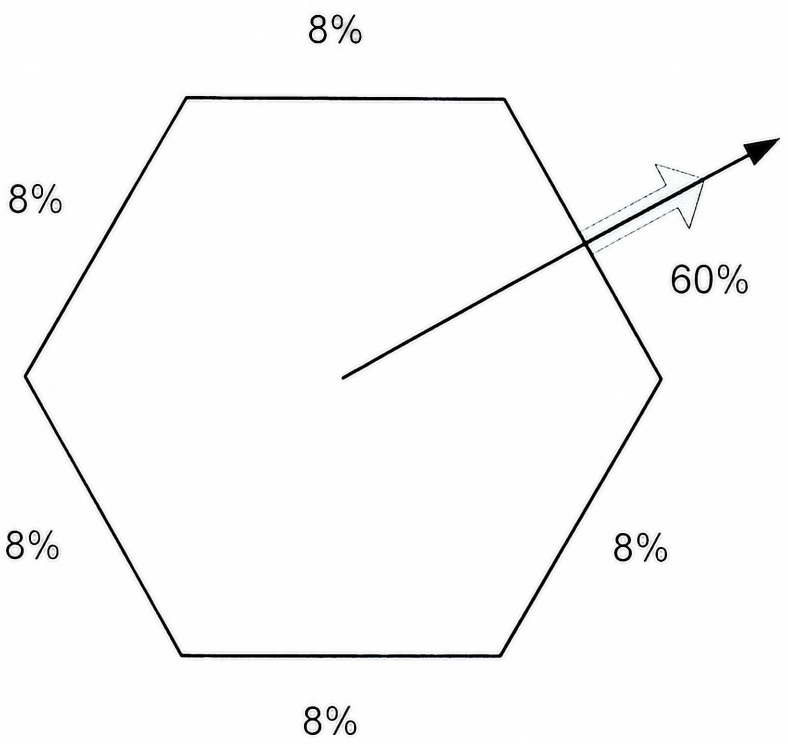
Poniższe parametry jednostki opisują sposób, w jaki jednostka ukierunkowuje swoje systemy walki inaczej niż domyślnie:

- UT ATTACK WITH;
- UT PROTECT WITH;
- UT SCREEN WITH;
- UT COVER WITH.

Są to bardzo ważne dane, od których zależy zachowanie jednostki w walce, wg dokumentacji systemu JTLS podaje je „sponsor bazy danych".

UT ATTACK WITH

Parametr ten określa ilość systemów walki przydzielonych do kierunku atakowania, kiedy jednostka atakuje i sama nie jest atakowana. Przykład: jednostka nacierająca nie jest atakowana, ATTACK WITH wynosi 60%, na pozostałe kierunki siła ognia zostaje wyliczona jako: (100% - 60%) / 5 = 8% (Rysunek 18).



Rysunek 18. Przykład zastosowania parametru ATTACK WITH.
/źródło: tamże, str. 313/

UT PROTECT WITH

Parametr ten określa ilość systemów walki przydzielonych do kierunku (-ów) z którego (-ych) jednostka jest atakowana (ma być ochraniana), kiedy sama atakuje. UT PROTECT WITH powinno być większe od UT SCREEN WITH (jeżeli nie program SVP sygnalizuje błąd) i wynosić ok. 0,25 (25%).

UT SCREEN WITH

Parametr ten określa ilość systemów walki przydzielonych do kierunku (-ów) z którego (-ych) jednostka nie jest atakowana (ma być zasłaniana), kiedy sama atakuje. UT SCREEN WITH powinno być mniejsze od pozostałych i wynosić ok. 0,08 (8%).

Przykład 1:

- ATTACK WITH = 50%
- PROTECT WITH = 15%
- SCREEN WITH = 5%

Jednostka naciera i sama nie jest atakowana, parametry PROTECT WITH i SCREEN WITH są nieistotne (Rysunek 19).

Przykład 2:

- ATTACK WITH = 50%
- PROTECT WITH = 15%
- SCREEN WITH = 5%

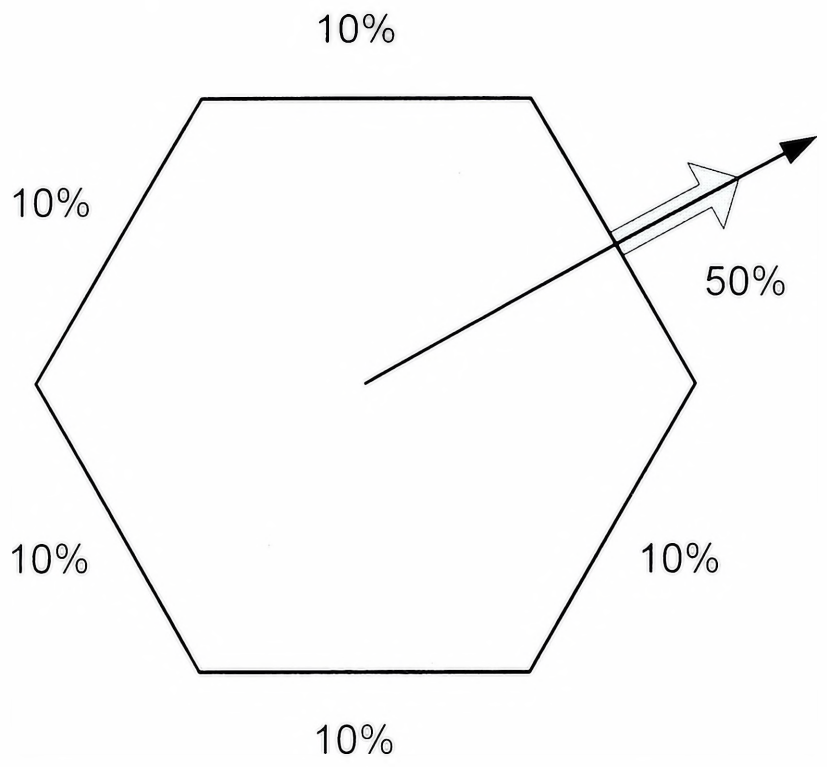
Jednostka naciera i sama jest zaatakowana przez jedną wrogą jednostkę. Parametry: PROTECT WITH i SCREEN WITH są istotniejsze od ATTACK WITH. Siły pozostające po podziale na kierunki bronione i ochraniane przydzielane są do kierunku ataku. Cztery kierunki ochraniane są po 5% sił, kierunek broniony 15% sił, pozostaje 65% na kierunku natarcia (Rysunek 20). W tym przykładzie, siły na kierunku ataku są większe, niż zanim nacierająca jednostka została zaatakowana.

Przykład 3: pożądane rozmieszczeniem siły ognia nie jest możliwe

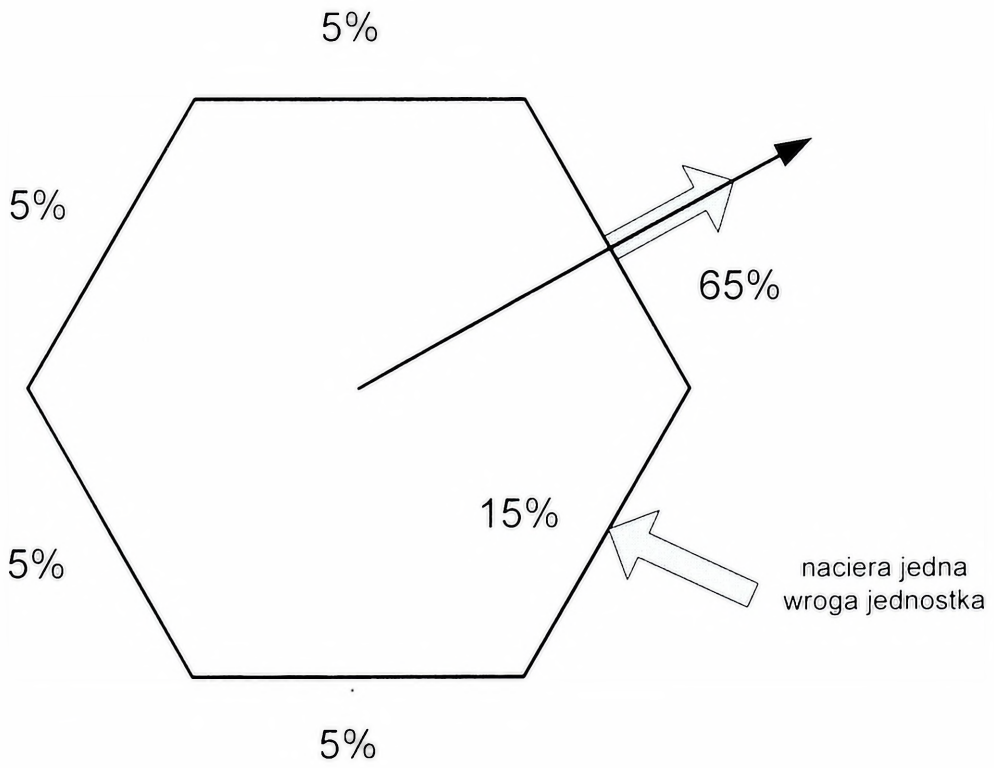
- ATTACK WITH = 50%
- PROTECT WITH = 30%
- SCREEN WITH = 15%

Nacierającą jednostkę jest atakowana z dwóch stron, z pierwszej przez jedną jednostka, z drugiej przez dwie. Wymagane jest rozmieszczenie sił: dwie krawędzie bronione po 30% oraz cztery krawędzie ochraniane po 15%, w sumie 120%. System JTLS dzieli

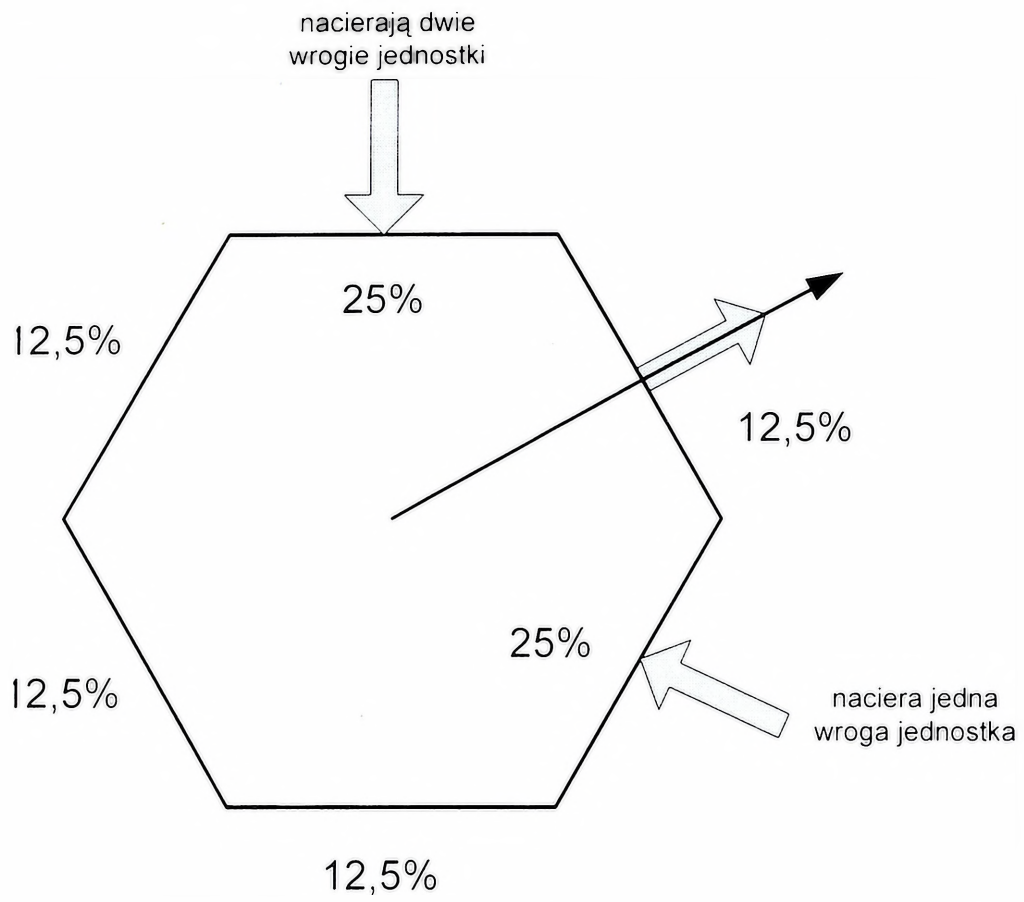
pożądany procent sił na danym kierunku przez sumę z wszystkich kierunków i otrzymuje: 30 / 120 = 25% na kierunkach bronionych, 15 / 120 = 12,5% na kierunkach ochranianych, pozostaje 12,5% na kierunku ataku (Rysunek 21).



Rysunek 19. Przykład 1 zastosowania parametrów: ATTACK WITH , PROTECT WITH i SCREEN WITH.
/źródło: tamże, str. 315/



Rysunek 20. Przykład 2 zastosowania parametrów: ATTACK WITH , PROTECT WITH i SCREEN WITH.
/źródło: tamże, str. 315/



Rysunek 21. Przykład 3 zastosowania parametrów: ATTACK WITH , PROTECT WITH i SCREEN WITH.
/źródło: tamże, str. 315/

UT COVER WITH

Parametr ten określa ilość systemów walki przydzielonych do kierunku (-ów) z którego (-ych) jednostka nie jest atakowana (ma być ochraniana), kiedy sama nie atakuje. Jeżeli wartość jest większa od 0,1666667 program SVP sygnalizuje błąd.

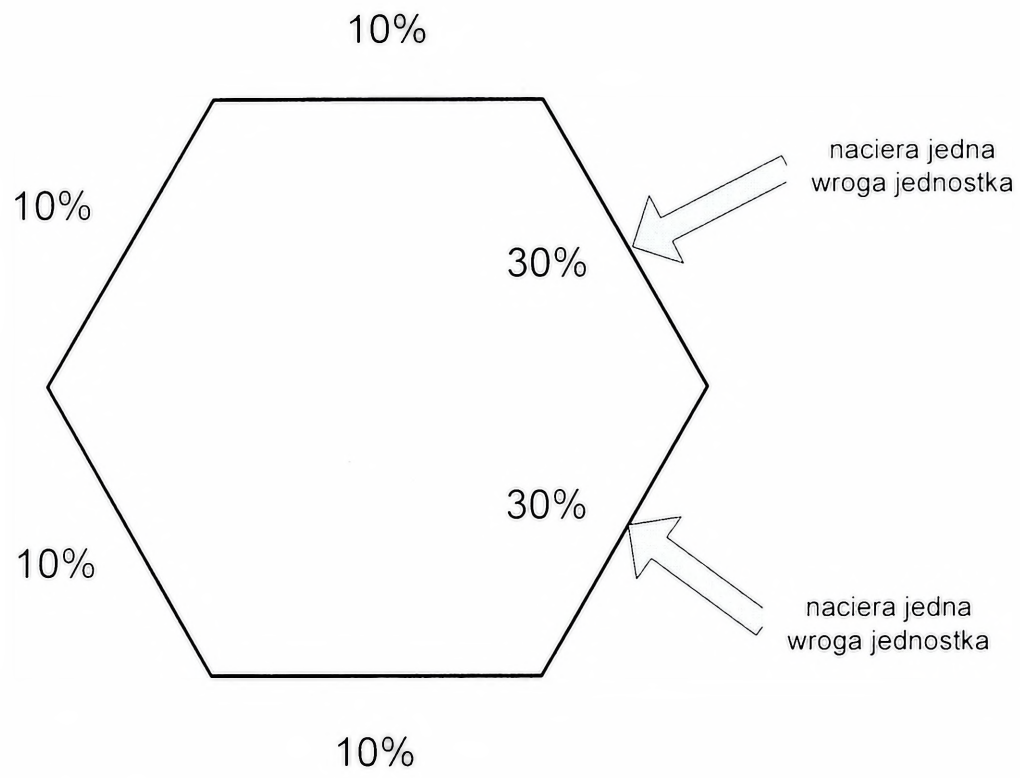
Przykład 1

Jednostka nie nacierająca jest atakowana z dwóch stron przez dwie jednostki, COVER WITH wynosi 10%. Liczba ochranianych krawędzi wynosi 4 (4 * 10% = 40%). Na bronione krawędzie pozostaje 100% - 40% = 60%, czyli po 30% na każdą. System sprawdza czy więcej sił jest ukierunkowanych na krawędzie bronione niż ochraniane, jeżeli sytuacja taka zachodzi, program kończy działanie (Rysunek 22).

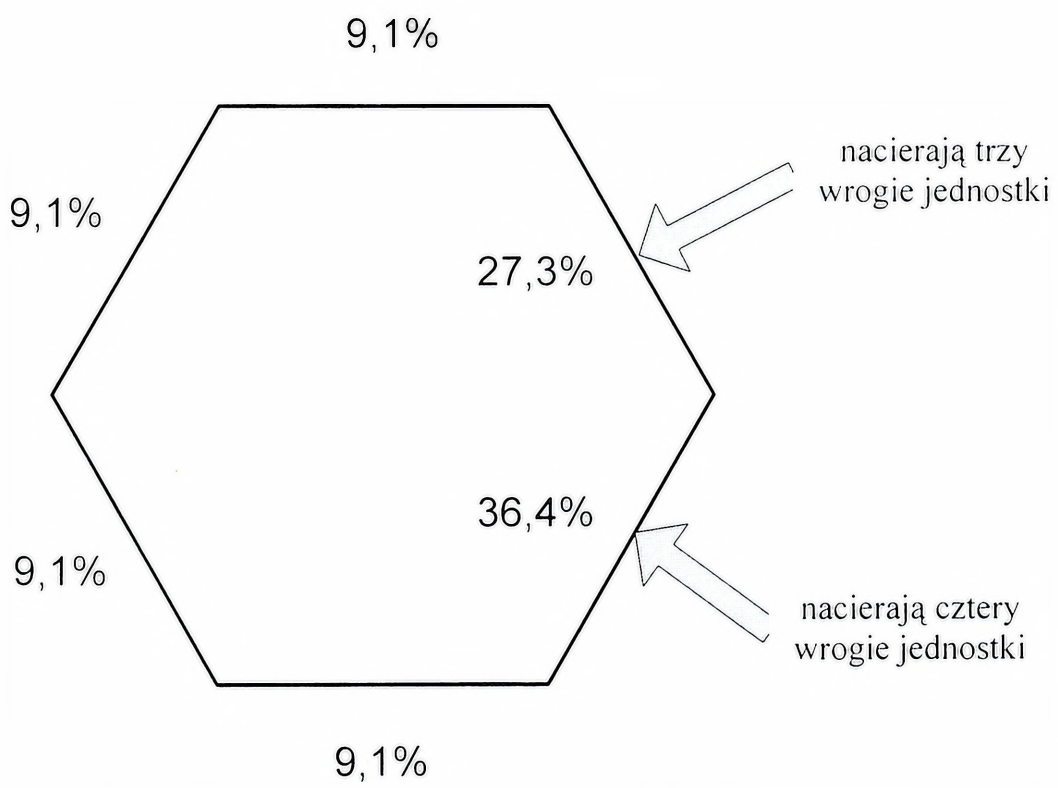
Przykład 2

Jednostka nie nacierająca jest atakowana z dwóch stron, z jednej przez trzy wrogie jednostki, z drugiej przez cztery. COVER WITH wynosi 10%. Liczba ochranianych krawędzi wynosi 4 (4 * 10% = 40%). Na bronione krawędzie pozostaje 100% - 40% = 60%, czyli po 30% na każdą. Siły pozostające do obrony krawędzi dzielone są na liczbę atakujących

jednostek (60% / 7 = 8,57%) i jeżeli jest to mniej sił niż na ochraniane kierunki, stosowany jest inny podział. Dostępne siły dzielone są przez sumę ochranianych kierunków i liczbę atakujących jednostek. 100% / (4 + 7) = 9,1% na każdym ochranianym kierunku oraz iloczyn 9,1% i liczby atakujących jednostek na kierunkach bronionych (Rysunek 23).



Rysunek 22. Przykład 1 zastosowania parametru COVER WITH.
/źródło: tamże, str. 314/



Rysunek 23. Przykład 2 zastosowania parametru COVER WITH.
/źródło: tamże, str. 315/

4.7. Automatyczne zmiany prowadzonych działań bojowych

Każda jednostka lądowa, ma w swoim prototypie (TUP), określone wartości progowe atrybutu UT WEIGHTED STRENGTH wymuszające automatyczne obniżenie rodzaju prowadzonych działań bojowych:

- TUP THRESHOLD ATTACK DEFEND – przejście z Ataku do Obrony;
- TUP THRESHOLD DEFEND DELAY – przejście z Obrony do Działań opóźniających;
- TUP THRESHOLD DELAY WITHDRAW – przejście z Działań opóźniających do Wycofania;
- TUP THRESHOLD INCAPABLE – jednostka Niezdolna;
- TUP THRESHOLD WIPED OUT –jednostk Wymazana.

TUP.THRESHOLD.ATTACK.DEFEND – bieżąca siła jednostki, poniżej której jednostka przechodzi automatycznie z Ataku do Obrony. W większości baz danych przyjęto następujące wartości progowe:

- 60 – 70% ogólnie dla jednostek;
- 65 – 75% dla jednostek rozpoznania;
- 75% dla jednostek artylerii samobieżnej;
- 95% pozostała artyleria;
- 95% dla jednostek nie biorących udziału w walce.

TUP.THRESHOLD.DEFEND.DELAY – bieżąca siła jednostki, poniżej której jednostka przechodzi automatycznie z Obrony do Działań opóźniających. W większości baz danych przyjęto następujące wartości progowe:

- 50 – 55% ogólnie dla jednostek;
- 55 – 65% dla jednostek rozpoznania;
- dla pozostałych jednostek o 5 – 10% mniej niż w przypadku przejścia z Ataku do Obrony.

TUP.THRESHOLD.DELAY.WITHDRAW – bieżąca siła jednostki, poniżej której jednostka przechodzi automatycznie z Działań opóźniających do Wycofania. W większości baz danych przyjęto wartość progu bieżącej siły dla wszystkich jednostek 35 – 50%.

TUP.THRESHOLD.INCAPABLE – bieżąca siła jednostki, poniżej której jednostka jest niezdolna do prowadzenia działań bojowych. W większości baz danych przyjęto wartość progu bieżącej siły dla wszystkich jednostek 20 – 30 %.

TUP.THRESHOLD.WIPED.OUT – bieżąca siła jednostki, poniżej której jednostka ulega całkowitemu zniszczeniu i znika z odwzorowania sytuacji operacyjnej na mapie. W większości baz danych przyjęto wartość progu bieżącej siły dla wszystkich jednostek 10 – 20 %.

5. CHARAKTERYSTYKA DZIAŁAŃ BOJOWYCH W JTLS

Ćwiczący (operator) może wydać jednostce następujące rozkazy skutkujące odpowiednimi działaniami bojowymi:

1. Atak.
2. Obrona.
3. Działania opóźniające.
4. Wycofanie.
5. Przemieszczenie.

5.1. Atak

Natarcie w JTLS może przeprowadzić jedynie jednostka lądowa[39]. Zazwyczaj rozkaz natarcia jest częścią większej operacji np. natarcia wielu jednostek, jednostek wspierających ich ogniem oraz pozostających w rezerwie lub do wykorzystania. Nacierająca jednostka walczy z napotkanymi jednostkami przeciwnika. Efektami tego rozkazu może być:

- zmiana zużycia zaopatrzenia;
- skasowanie dotychczasowych rozkazów przemieszczenia;
- zmiana ukierunkowania jednostki na następny heks na trasie ataku;
- zmiana zasad użycia sił ziemia-powierzchnia na FIRE dla strony, do której należy atakowana jednostka lub dla stron z relacjami Przeciwnik i Podejrzany, jeżeli nie określono atakowanej jednostki;
- jeżeli określono atakowaną jednostkę relacje z jej stroną zmieniają się na Przeciwnik;
- ARU może zniszczyć nieznane obiekty spotkane w trakcie ataku.

Kiedy jednostka osiągnie końcowy punkt natarcia pozostaje w postawie Atak dopóki w zajętym heksie są jakieś wrogie jednostki.

Podobnie jak rozkaz Przemieszczenia, rozkaz Atak może mieć określony sposób przemieszczenia jako: Bezpośrednio lub Optymalnie. Opcja Bezpośrednio powinna być zawsze użyta, kiedy natarcie jest operacją wielu jednostek.

W większości baz danych, jednostka nacierająca przemieszcza się wolniej niż przeprowadzająca przemieszczenie administracyjne, dlatego, jeżeli jednostka mająca przeprowadzić natarcie jest daleko od linii walki (LOD – *line of departure*) najpierw powinna

[39] Por: Players guide JTLS v.2.7 str. 43 oraz Analyst' guide..., wyd.cyt., str. 317.

otrzymać rozkaz Przemieszczenia do pozycji blisko LOD i dopiero wtedy otrzymać rozkaz do natarcia. Alternatywą dla wydania rozkazu przemieszczenia, celem wprowadzenia jednostki szybciej do walki, jest opcja rozkazu Atak: przemieszczenie do styczności (*Move to Contact*). Po wybraniu tej opcji, jednostka porusza się po marszrucie ze średnią prędkością z prędkości nacierania i przemieszczenia administracyjnego. Zaletą tego rozwiązania jest to, że jednostka jest gotowa do walki i nie zatrzyma się po nawiązaniu styczności z przeciwnikiem. Uwikłana w potyczkę przez jeden *Assess Combat Time* ma naliczane straty (tylko swoje) jakby była w postawie Przemieszczenie.

Jak długo jednostka może nacierać uzależnione jest od atrybutów: UT.MAX.MOVE.HOURS.PER.DAY oraz MP.MOVE.TIME.MULT.ATTACK. Pierwszy, zapisany w prototypie jednostki, określa maksymalny czas przemieszczania jednostki na dobę. Drugi, zapisany w prototypie manewrowości, jest mnożnikiem czasu przemieszczenia (wartości od 0,01 do 100) dla jednostek z frakcji używającej tego prototypu.

Jednostki, które maja wspierać natarcie, zarówno przez wzmocnienie głównych sił ogniem, jak i pozostające w rezerwie lub do wykorzystania, powinny otrzymać rozkaz Atak. Zapobiega to wyprzedzeniu podstawowych, nacierających jednostek, do czego mogłoby dojść, gdyby wspierające jednostki wykonywały rozkaz przemieszczenia.

Rozkaz Atak może określać trasę natarcia, jednostkę przeciwnika do zniszczenia lub jedno i drugie. Jeżeli została określona i trasa i jednostka, nacierająca jednostka dodaje lokalizację wrogiej jednostki do zakończenia trasy natarcia, używając położenia znanego w momencie wydawania rozkazu. Nacierająca jednostka prowadzi działanie Atak, dopóki docelowy heks zawiera jakiekolwiek wrogie jednostki. Kiedy heks zostanie oczyszczony z wrogich jednostek, nacierająca jednostka przechodzi do Obrony.

Jeżeli obca jednostka zostaje określona jako obiekt ataku, relacja strony atakującej dla atakowanej zmieniane są na Przeciwnik.

Jeżeli nie określono atakowanej jednostki, jednostka nacierająca ustawi swoje zasady użycia sił ziemia-powierzchnia na FIRE, z odległością równą największemu zasięgowi systemów walki nacierającej jednostki, dla wszystkich stron, z którymi strona jednostki nacierającej posiada relacje Przeciwnik lub Podejrzany. Oznacza to, że jeżeli nie określono jednostki do zaatakowania, a nacierająca strona nie posiada relacji dla drugiej strony Przeciwnik lub Podejrzany to atak zostanie wykonany, jednakże, aby doszło do walki, zasady użycia sił atakującej jednostki muszą być wcześniej określone.

Przed rozpoczęciem akcji ofensywnej, należy ustawić relacje strony na Przeciwnik dla potencjalnego wroga.

Nacierająca jednostka, po doznaniu znacznych strat, może zostać zmuszona do zatrzymania (prędkość zero), ale będzie pamiętała o swoim rozkazie. Działanie bojowe zmienia się na Obrona, co zazwyczaj skutkuje działaniem Obrona pospieszna w następnych obliczaniach strat. Jednostka próbuje kontynuować natarcie w następnym *Assess Combat Time*.

Kiedy atakująca jednostka zużyje paliwo w trakcie natarcia, także przechodzi do obrony. W obu przypadkach operator JTLS jest o tym powiadamiany poprzez program MPP. Jednostka próbuje kontynuować natarcie na koniec każdego następnego *Assess Combat Time* po ustalonej wcześniej trasie natarcia.

Specjalne pola w rozkazie Atak (ATTACK WITH**,** PROTECT WITH**,** SCREEN WITH**).**

Inicjujące wartości tych pół są określone w bazie danych jako część charakterystyki jednostki. Ich zmiana w rozkazie Atak na stałe zmienia sposób działania jednostki. Natomiast, jeżeli w rozkazie Atak pola te nie zostaną określone, zostaną użyte domyślne wartości (Rozmieszczenie siły ognia jednostki). Zazwyczaj nie zmienia się tych wartości.

Jeżeli nacierająca jednostka sama nie jest atakowana przez przeciwnika, ma zastosowanie pole „ATTACK WITH". Jednostka po obliczeniu swojej siły bieżącą, jej część (odpowiednią część systemów walki) określoną tym polem przydziela do kierunku, w którym jest skierowana. Pozostała siła ognia jest dzielona równo pomiędzy pozostałe pięć kierunków.

Kiedy nacierająca jednostka jest atakowana przez przeciwnika, mają zastosowanie pola „PROTECT WITH" i „SCREEN WITH". Jednostka przydzieli część sił (systemów walki) „PROTECT WITH" do każdego kierunku (krawędzi heksa), z którego jest atakowana, a „SCREEN WITH" do każdego kierunku, z którego nie będzie atakowana. Pozostająca część sił (systemów walki) jest skierowana na kierunek natarcia.

Pole „Cancel Others". Rozkaz, który ma być wprowadzony w życie później, jednostka realizuje dopiero w przyszłości. Do tego czasu rozkaz jest przechowywany w pliku do wykonania. Jeżeli w rozkazie Atak pole to jest ustawione na TAK, wszystkie rozkazy tego samego typu (rozkazy Atak), z pliku do wykonania są kasowane. Pole to powinno być zawsze ustawione na NIE, chyba że rozkazy tego samego typu oczekują na wykonanie, a operator chce je skasować.

5.2. Obrona

Wydanie rozkazu Obrona skutkuje zaniechaniem jakiekolwiek przemieszczeń jednostki oraz jej przejściem do obrony w bieżącej lokalizacji. Jednostka przyjmuje tą postawę, gdy wchodzi do symulacji oraz gdy zakończy natarcie.

Jednostka broni się przed atakami przeciwnika dopóki jej zadanie nie zostanie zmienione, lub bieżąca siła nie spadnie poniżej progu THRESHOLD DELAY TO WITHDRAW (patrz rozdział Automatyczne zmiany prowadzonych działań bojowych). Wycofanie może nastąpić wzdłuż określonej trasy lub automatycznie – jak najdalej od nacisku przeciwnika. Efektami tego rozkazu może być:

- zmiana rozmieszczenia siły ognia i ukierunkowania jednostki;
- zmiana tempa zużycia zaopatrzenia;
- skasowanie wszelkich przemieszczeń.

Jednostka automatycznie przejdzie do obrony, gdy:

- zakończy przemieszczenie;
- zakończy natarcie i nie ma w heksie jednostek przeciwnika;
- zostanie przerzucona drogą lotniczą do nowej lokalizacji;
- zakończy desant;
- zostanie przeniesiona rozkazem Magic Move.

5.3. Działania opóźniające

Rozkaz ten zmusza jednostkę do opóźniania taktycznego. Jednostka unika zaangażowania w walkę, zmienia pozycje, gdy zostanie do tego zmuszona. Operator musi określić zbiór pozycji i warunki, pod jakimi jednostka je zmienia. Jednostka zmienia pozycję, jeżeli:

- ma bieżącą siłę równą lub niższą niż bieżąca siła określona dla tej lokalizacji;
- minął czas określony dla tej lokalizacji;
- jednostka jest w walce (nie w kontakcie) z obcymi jednostkami.

5.4. Wycofanie

Rozkaz ten stosowany jest zazwyczaj do zerwania kontaktu z przeciwnikiem. Pozwala na odzyskanie jednostki lub zaangażowanie jej w innym miejscu. **Walcząca jednostka nie może wykonywać rozkazu Przemieszczenie** i musi być przemieszczana rozkazami: Atak, Działania opóźniające, Wycofanie.

5.5. Przemieszczenie

Jednostka może wykonywać przemieszczenie w wyniku otrzymania rozkazu Przemieszczenie, który powoduje przemieszczenie administracyjne jednostki wzdłuż zaprojektowanej trasy. Walcząca jednostka nie może wykonywać przemieszczeń administracyjnych, więc jeżeli otrzyma rozkaz Przemieszczenie zignoruje go i poinformuje o tym operatora.

Wynikiem rozkazu Przemieszczenie może być zmiana:

- przełożonego i jednostki zaopatrującej,
- zużycia zaopatrzenia,
- ukierunkowania jednostki. Po zakończeniu przemieszczenia jednostka jest skierowana w stronę następnego heksa tak jak przy przechodzeniu z ostatniego heksa na trasie przemarszu. Rozkazem Obrona można zmienić ten kierunek.

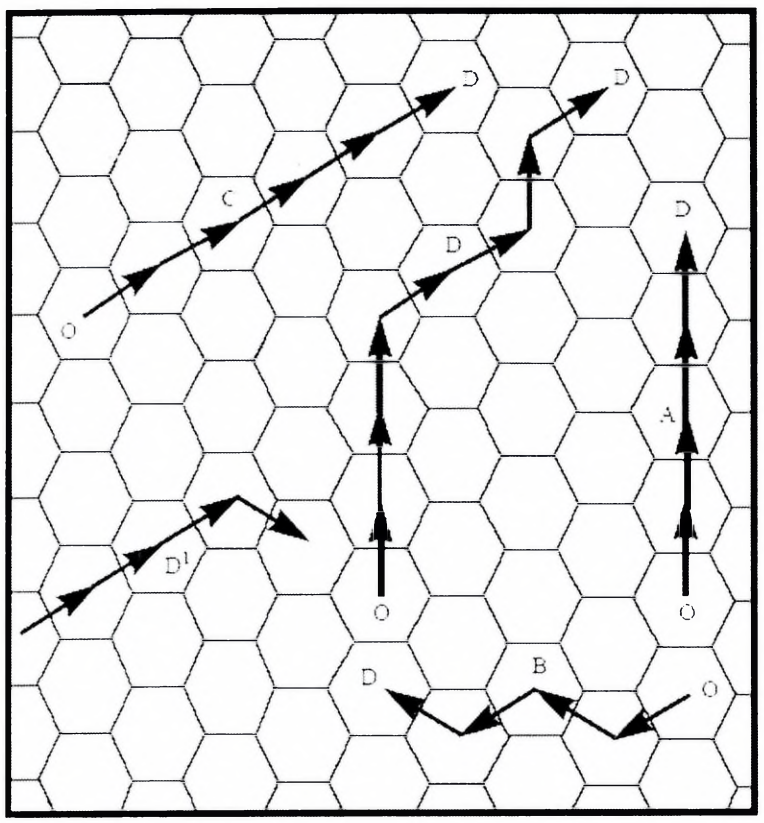
Co pewien czas jednostka zmienia lokalizację na mapie, a JTLS oblicza możliwości osiągania prędkości marszu. Po ukończeniu przemieszczenia jednostka zajmuje przydzieloną lokalizację, lub jeżeli przyjazna jednostka zajmuje dokładnie tą samą lokalizację, znajduje lokalizację unikalną. Przemieszczająca się jednostka wykonująca Atak, Przemieszczenie, Działania opóźniające lub Wycofanie, zmienia lokalizację na mapie przynajmniej co godzinę. Jeżeli jednostka osiągnie limit marszu 24 godzinnego przechodzi do obrony i kontynuuje marsz tak szybko, jak tylko jest to możliwe.

Jednostki z różnych stron konfliktu mogą przebywać w tym samym heksie, jednakże jednostka w innej postawie niż Atak próbuje ominąć heksy zajęte przez przeciwnika. Jeśli jest to niemożliwe kontynuuje przemieszczenie z wykorzystaniem zadanej optymalizacji. Przemieszczająca się jednostka, gdy tylko spotka przeciwnika i zostanie uwikłana w walkę, natychmiast przechodzi do Obrony. Jeżeli jednak jednostka nie zostanie uwikłana w walkę przez przeciwnika kontynuuje przemieszczenie.

Dla ARU rozkaz przemarszu określa jeden lub więcej punktów trasy (musi być określony przynajmniej koniec trasy), przez które ma przemaszerować, jednocześnie z wykorzystaniem algorytmów optymalizacji (optymalizacja czasu lub długości trasy). HRU zawsze przemieszcza się z optymalizacją czasu. Do optymalizacji czasu wykorzystano algorytm Dijktry[40] natomiast Rysunek 24 przedstawia algorytm optymalizacji drogi.

---

[40] Patrz: Analyst's Guide..., wyd.cyt., str. 299.



Rysunek 24. Optymalizacja drogi.
/źródło: tamże, str. 301/

Czas przemieszczenia

W przemieszczaniu oblicza się przybliżony (szacunkowy) czas przemieszczenia oraz czas trwania przemieszczenia. Przybliżony (szacunkowy) czas przemieszczenia jest używany w algorytmie optymalizacji czasu do rankingu możliwych tras. Czas trwania przemieszczenia jest potrzebny do określenia czy jednostka może maszerować do następnego heksa.

Przybliżony (szacunkowy) czas przemieszczenia uwzględnia tylko odległość, przejezdność terenu (*Speed terrain*) i przeszkody terenowe (także pola minowe) oraz opóźnienia spowodowane skażeniami nuklearnymi lub chemicznymi. Czas trwania przemieszczenia uwzględnia poza wymienionymi następujące czynniki:

- opóźnienia związane z postawą,
- zatory,
- opóźnienia spowodowane przez skryte przemieszczanie lub też przez szukanie ukrytych jednostek,
- opóźnienia jednostki wykonującej przemieszczenie administracyjne, która dozna strat spowodowanych ogniem pośrednim.

Przemieszczająca się jednostka jest spowolniona zarówno ostrzałem artylerii jak i atakami lotniczymi. Wielkość opóźnienia opisana jest przez trzy parametry SURVIVABILITY PROTOTYPE - STRIKE TYPE.

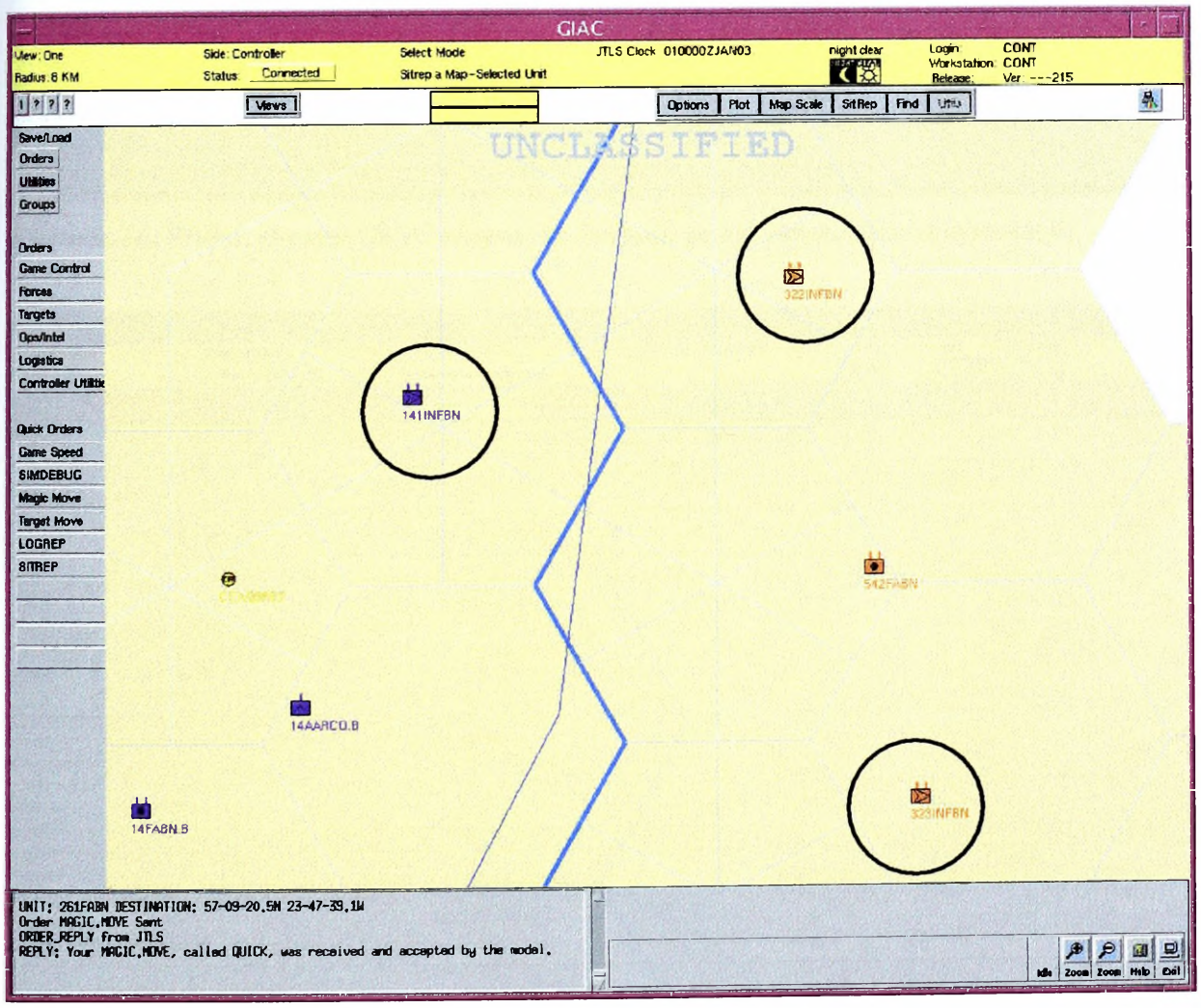
Każda jednostka, w prototypie, na którym została oparta (TUP), ma określoną liczbę godzin, jaką może się przemieszczać w czasie doby (parametr UP.MAX.MOVE.HOURS.PER.DAY) oraz średnią dobową prędkość (TUP.AVERAGE.SPEED). Jeżeli TUP AVERAGE SPEED wynosi 240km na dobę, a TUP MAX MOVE HOURS PER DAY 20 godzin, to jednostka może maksymalnie pokonać w ciągu doby 200km. Przy wielu zatorach lub w trudnym terenie przemieszczenie się przez jeden heks może zabrać kilkanaście godzin i dlatego jednostka lądowa ma uaktualnianą pozycję na mapie co najmniej raz na godzinę.

6. PRZYGOTOWANIE EKSPERYMENTU SYMULACYJNEGO

W trakcie przygotowania do eksperymentów wybrano scenariusz, przeprowadzono serię wstępnych eksperymentów oraz ustalono istotne informacje o jednostkach.

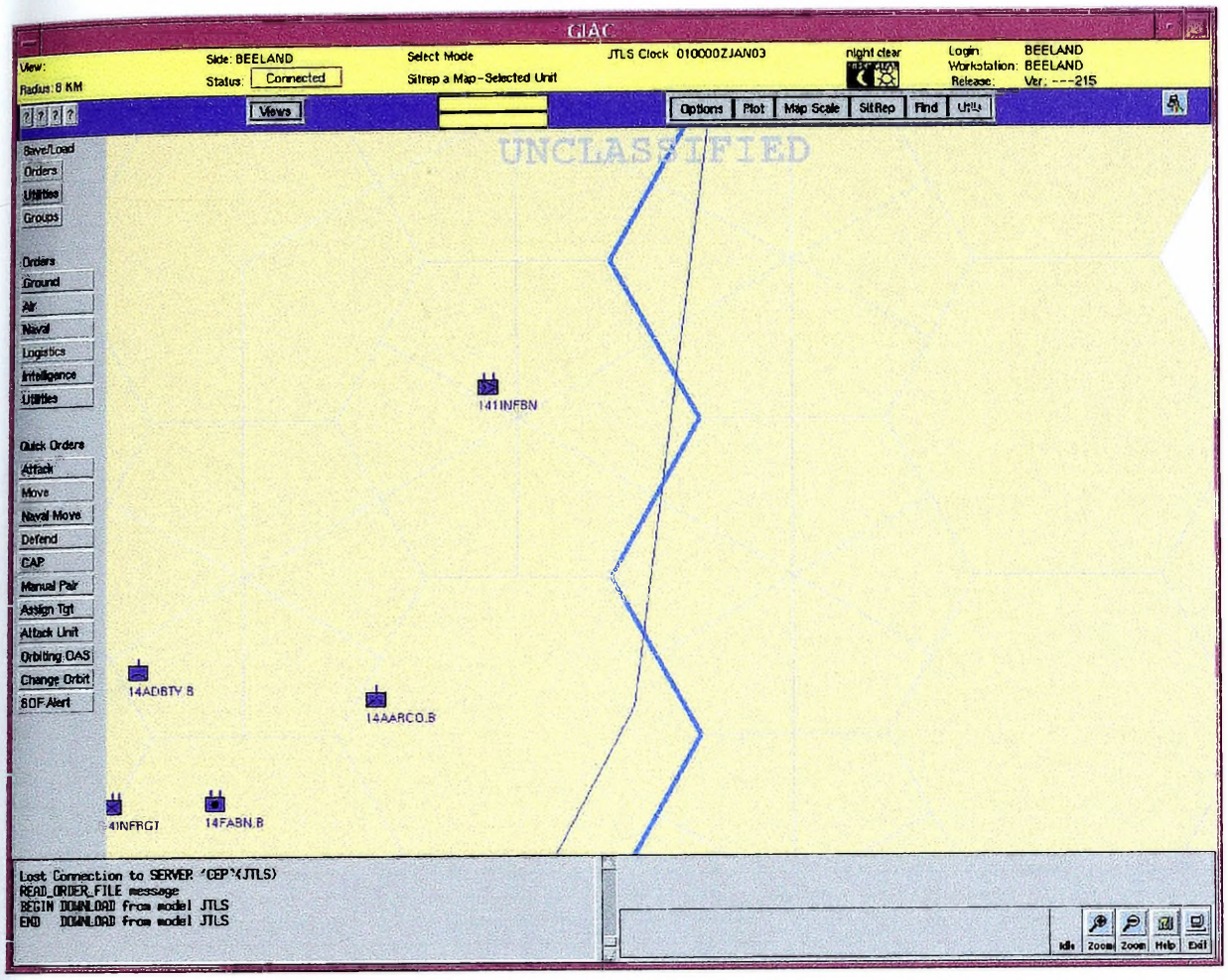
6.1. Wybór scenariusza

Na potrzeby eksperymentu użyto scenariusza zawartego w Standard Database SDB v.2.7 z hipotetycznym kontynentem Atlantis i czteroma państwami: Ayland, Beeland, Ceeland i Deeland. Do eksperymentów wytypowano jednostki należące do stron Beeland (batalion 141 INFBN) i Ceeland (bataliony: 322 INFBN i 323 INFBN). Patrz Rysunek 25.

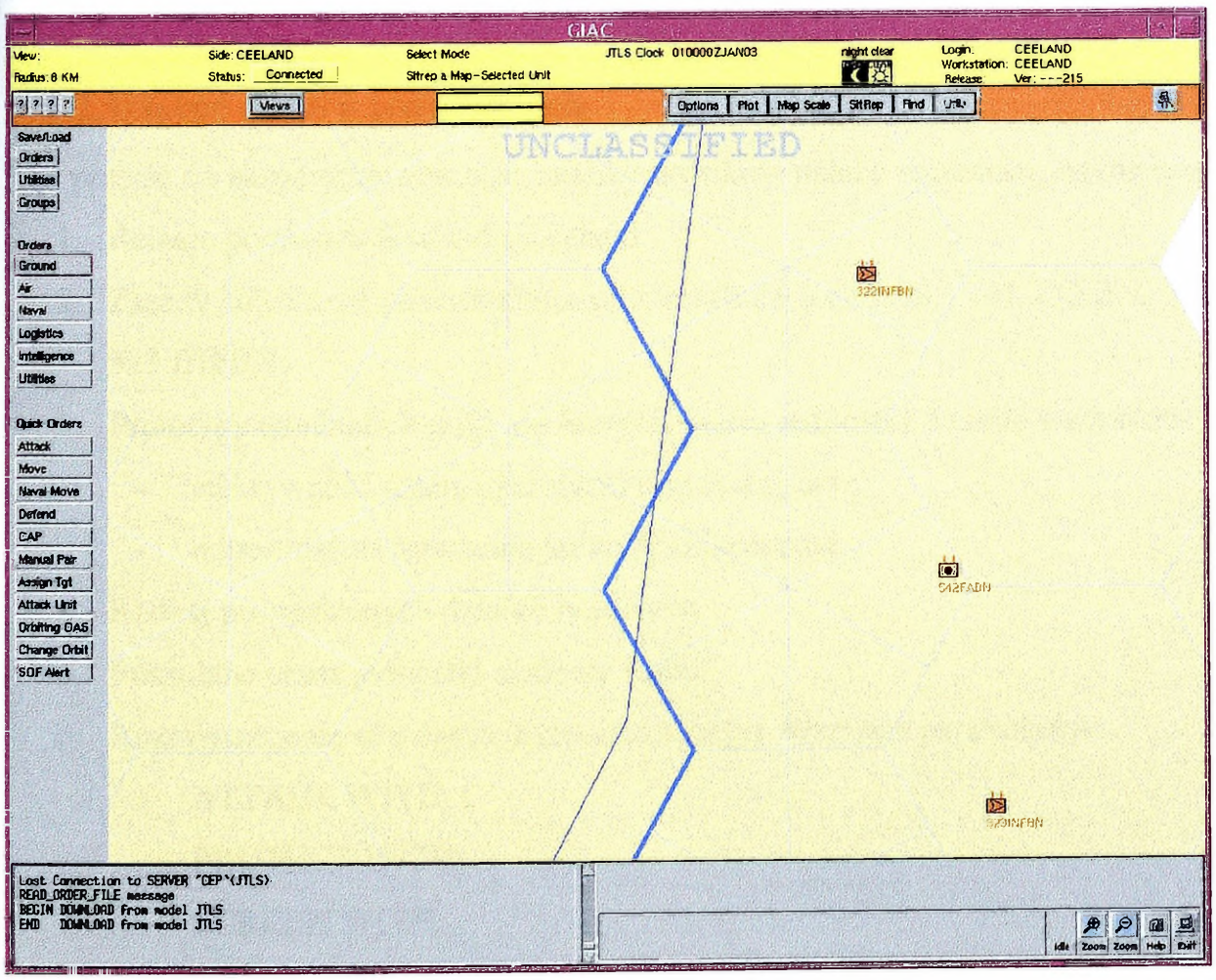


Rysunek 25. Widok ekranu GIAC kontrolera przed rozpoczęciem symulacji.

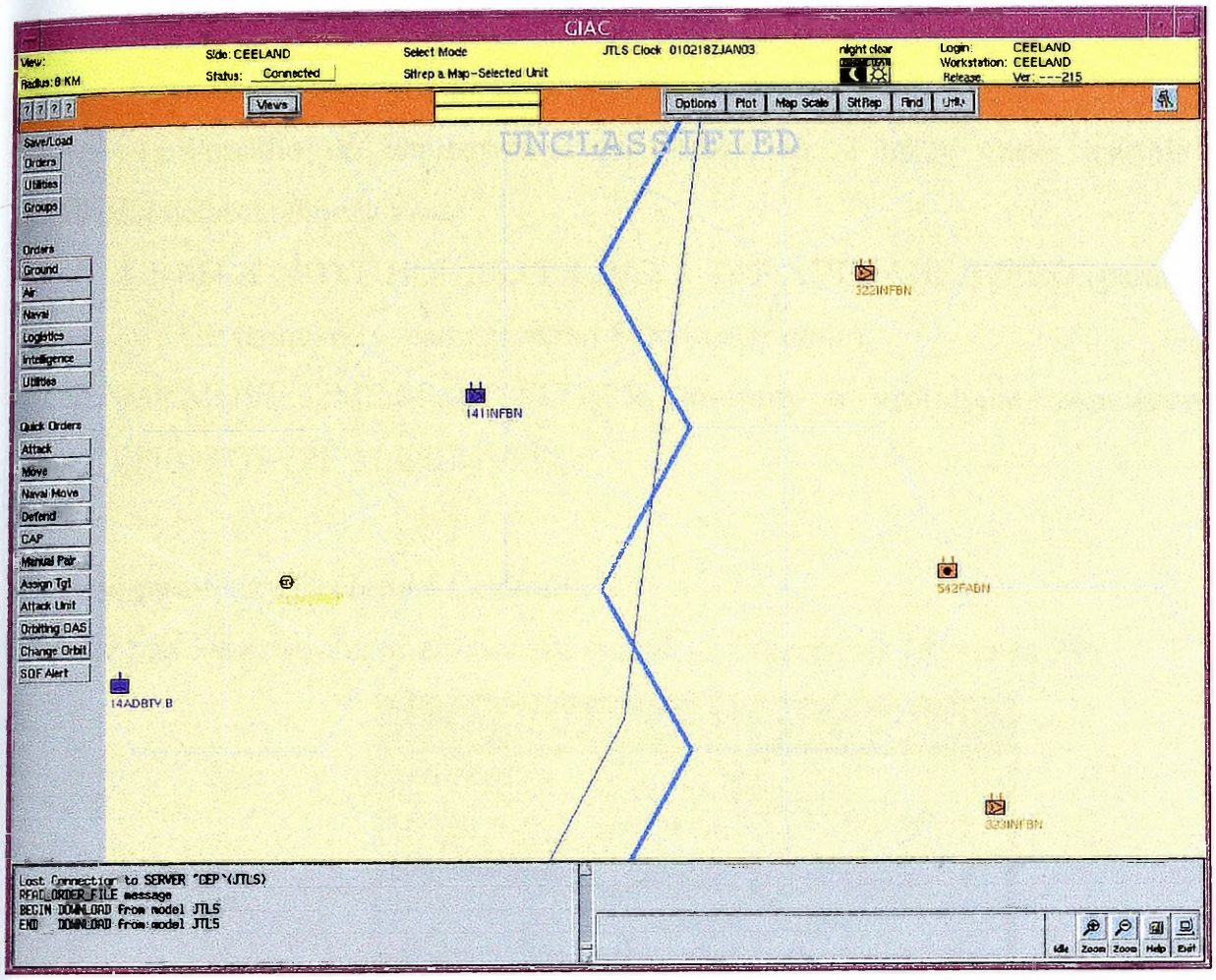
Sytuację wyjściową przed rozpoczęciem symulacji, widzianą przez strony, przedstawia Rysunek 26 i Rysunek 27. Obydwie strony nic nie wiedzą o stronie przeciwnej. Rysunek 28 przedstawia sytuację po rozkazie rozpoznania na korzyść Ceeland, strona nadal nie widzi poprawnie wszystkich danych o jednostkach Beeland.



Rysunek 26. Widok ekranu GIAC operatora Beeland przed rozpoczęciem symulacji.



Rysunek 27. Widok ekranu GIAC operatora Ceeland przed rozpoczęciem symulacji.



Rysunek 28. Widok ekranu GIAC operatora Ceeland po rozkazie rozpoznania.

6.2. Istotne dane o jednostkach

Aby przejść do eksperymentów oraz analizy wyników należy wcześniej ustalić (ustawić):

1. Relacje pomiędzy Beeland i Ceeland.
2. Zasady użycia sił powierzchnia-powierzchnia jednostek: 141 INFBN, 322 INFBN i 323 INFBN.
3. Prototypy działania frakcji, do których należą jednostki. Przede wszystkim:
   - efektywność rażenia jednostki niszczącej oraz
   - odporność na uderzenia jednostki niszczonej.
4. Rodzaj prowadzonych działań bojowych.
5. Posiadane przez jednostki systemy walki.
6. Rozmieszczenie siły ognia (ukierunkowanie). Wartości parametrów:
   - ATTACK WITH;
   - PROTECT WITH;
   - SCREEN WITH;
   - COVER WITH.

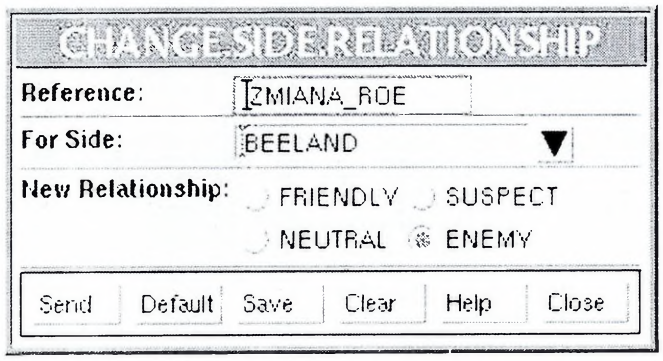
7. Wartości progowe bieżącej siły jednostek.
8. Wielkość współczynnika efektywności jednostek.

Ponadto do analizowania przemieszczeń, a także czasu trwania i osiąganej prędkości natarcia należy znać:

1. UP.MAX.MOVE.HOURS.PER.DAY i TUP.AVERAGE.SPEED (parametry zapisane w TUP jednostki – patrz rozdział Przemieszczenie);
2. MP.MOVE.TIME.MULT.ATTACK zapisany w prototypie manewrowości frakcji (PROTOTYPE MANEUVER).

Relacje pomiędzy Beeland i Ceeland.

Relacje pomiędzy stronami zostały zmienione na Przeciwnik (Rysunek 29).



Rysunek 29. Formularz rozkazu do zmiany relacji.

Zasady użycia sił powierzchnia-powierzchnia jednostek

Zasady te nie zostały zmienione, pozostawiono domyślne *HOLD FIRE*. Dla jednostek atakujących, po otrzymaniu rozkazu, zostają one automatycznie zmieniane na *FIRE*, broniąca się jednostka nie ma zabronionego otwarcia ognia, więc będzie się broniła.

Prototypy działania frakcji

Jednostka 141 INFBN należy do frakcji BLN.ARMY (OBB), natomiast jednostki 322 INFBN i 323 INFBN do frakcji CLN. ARMY (OKA). Obie te frakcje korzystają z tych samych prototypów efektywności rażenia jednostki niszczącej (patrz Załącznik 6. Prototyp BLOCK3_FLP) oraz odporności na uderzenia jednostki niszczonej (patrz Załącznik 7. Prototyp BLOCK3_SP). Oznacza to, że jednostki mają taką samą skutecznością niszczenia przeciwnika oraz odporności na zniszczenia.

Prowadzone działania bojowe

Batalion 141 INFBN broni się (posiada trasę wycofania się), bataliony 322 INFBN i 323 INFBN atakują.

Współczynniki Lanchestera

Znając prototypy działania frakcji oraz rodzaj prowadzonych przez jednostki działań, kontroler ćwiczenia może ustalić wykorzystywane współczynniki Lanchestera (patrz rozdział Model walki lądowej). Jednostki 322 INFBN i 323 INFBN niszcząc przeciwnika korzystają z tabeli FWL 210, a 141 INFBN z tabeli 216. Wartości współczynników dla trzech wybranych systemów walki (AMPHIB-VEH, HV-MORTARS, INFANTRY) zawiera Załącznik 8. Wartości FWL.

Posiadane systemy walki

Jednostka 141 INFBN oparta jest o prototyp LT.INF.BN.B (patrz Załącznik 2), natomiast jednostki 322 INFBN i 323 INFBN o prototyp LT.INF.BN.C (patrz Załącznik 5).

lp.	System walki	141 INFBN		322 INFBN (323 INFBN)	
		TOE	Score	TOE	Score
1.	AMPHIB-VEH (BRDM2-BTR60)	47,00	47,00	47,00	23,70
2.	C3I (C3I)	1,00	1,00	1,00	1,00
3.	CREW-WEAPONS (MG-AGL)	93,00	6,22	93,00	6,22
4.	HV-MORTARS (120-160MORT)	8,00	43,95	8,00	43,95
5.	INFANTRY (INFANTRY-TRP)	619,00	2,80	619,00	2,80
6.	LAW (RPG7-RPG18)	19,00	13,72	19,00	13,72
7.	MAW (AT7-DRAGON)	13,00	14,30	13,00	14,30
8.	OTHER-TROOPS (SUPPORT-TRPS)	170,00	0,96	170,00	0,96
9.	RCL-RIFLE (SPG9-B10)	2,00	19,64	2,00	19,64
10.	TRUCK-CARGO (8TON-CARGO)	15,00	7,20	15,00	7,20
11.	TRUCK-TANKER (5000GL-TANKR)	2,00	9,23	2,00	9,23
12.	TRUCK-UTILTY (TRK-UTILITY)	24,00	1,34	24,00	1,34

Tabela 7. Zestawienie systemów walki widzianych przez kontrolera ćwiczenia (w nawiasach operatorów stron).

Jak wynika z zestawienia systemów walki (Tabela 7) wszystkie trzy jednostki mają jednakową ilość tych samych systemów walki. Jedynie system walki AMPHIB-VEH ma inną[41] „wartość" dla jednostek należących do Ceeland niż dla 141 INFBN. **Dla potrzeb eksperymentu można przyjąć, że jednostki są tak samo uzbrojone.**

Rozmieszczenie siły ognia

Dane o rozmieszczeniu siły ognia dla jednostki 141 INFBN zawiera Załącznik 1, jednostki 322 INFBN – Załącznik 3, a 323 INFBN – Załącznik 4.

lp.	Parametr	141 INFBN	322 INFBN	323 INFBN
1.	ATTACK WITH	0,65	0,65	0,65
2.	PROTECT WITH	0,20	0,20	0,20
3.	SCREEN WITH	0,06	0,06	0,06
4.	COVER WITH	0,06	0,06	0,06
5.	TUP PERCENT ALLOWED TO REORIENT	0,63	0,63	0,63

Tabela 8. Zestawienie rozmieszczenia siły ognia.

Z zestawienia (Tabela 8) wynika, że wszystkie trzy jednostki mają takie same wartości parametrów określających rozmieszczenie siły ognia (więcej o tym w rozdziale Analiza rozmieszczenia i stosunku sił). Zwraca uwagę bardzo duża wartość parametru TUP PERCENT ALLOWED TO REORIENT opisanego w rozdziale Rozmieszczenie siły ognia jednostki. Wybrane do eksperymentu jednostki, mogą przenieść z jednego kierunku na inny, aż 63% posiadanych sił na zakończenie każdego *Assess Combat Time*. Praktycznie oznacza to, że dana jednostka osiąga pożądane rozmieszczenie siły ognia na zakończenie pierwszego *Assess Combat Time*.

Wartości progowe bieżącej siły jednostki

Dane o wartościach progowych bieżącej siły jednostki dla 141 INFBN zawiera Załącznik 2, a dla jednostek: 322 INFBN i 323 INFBN – Załącznik 5.

[41] W trakcie eksperymentów, stwierdzono, jak duże znaczenie dla bieżącej siły jednostek 322 INFBN i 323 INFBN miała ta zmiana wartości. Jednostki pomimo strat tego systemu walki wolniej zmieniały bieżącą siłę.

lp.	Parametr	141 INFBN	322 INFBN (323 INFBN)
1.	z Atak do Obrona	0,5	0,5
2.	z Obrona do Działania opóźniające	0,4	0,4
3.	z Działań opóźniających do Wycofanie	0,35	0,35
4.	jednostka niezdolna	0,25	0,25
5.	wymazanie jednostki	0,15	0,15

Tabela 9. Zestawienie wartości progowych bieżącej siły jednostek.

W porównaniu z teoretycznymi wartościami progowych bieżącej siły jednostki, opisanymi w rozdziale Automatyczne zmiany prowadzonych działań bojowych, zwracają uwagę obniżone wartości dwóch pierwszych parametrów. W praktyce oznacza to, że jednostki te dłużej atakują (aż do straty 50% bieżącej siły) oraz dłużej się bronią (przechodzą do Działań opóźniających mając tylko 40% bieżącej siły).

Współczynnik efektywności jednostki

Współczynnik efektywności jednostki dla jednostki 141 INFBN zawiera Załącznik 2, jednostki 322 INFBN –Załącznik 3, a 323 INFBN – Załącznik 4.

lp.	Parametr	141 INFBN	322 INFBN	323 INFBN
1.	Współczynnik efektywności	0,800000	0,800000	0,800000
2.	Współczynnik PSYOP	1,000000	1,000000	1,000000
3.	Współczynnik efektywności łączony	0,800000	0,800000	0,800000

Tabela 10. Zestawienie współczynników efektywności jednostek.

Wartości współczynników efektywności są identyczne, dla potrzeb eksperymentu zostaną zmienione dla strony nacierającej.

Parametry związane z przemieszczeniami

Formularze OPM zawierają wyliczoną wartość średniej prędkości w otwartym terenie (dla wszystkich jednostek 41,67 km/godz.). Parametr UP.MAX.MOVE.HOURS.PER.DAY w połączeniu z mnożnikiem – parametrem MP.MOVE.TIME.MULT.ATTACK określają maksymalny czas trwania natarcia. Wartość parametru MP.MOVE.TIME.MULT.ATTACK dla jednostek jest jednakowy, ponieważ obie frakcje korzystają z tego samego prototypu manewrowości BLOCK2_MP (Załącznik 9. Prototyp BLOCK2_MP).

lp.	Parametr	141 INFBN	322 INFBN (323 INFBN)
1.	UP.MAX.MOVE.HOURS.PER.DAY	20	20
2.	TUP.AVERAGE.SPEED	1000 (km/day)	1000 (km/day)
3.	MP.MOVE.TIME.MULT.ATTACK	2,5	2,5

Tabela 11. Zestawienie parametrów związanych z przemieszczeniami.

Z zestawienia (Tabela 11) wynika, że jednostki mogą prowadzić natarcie (przemieszczenie) 24 godziny na dobę.

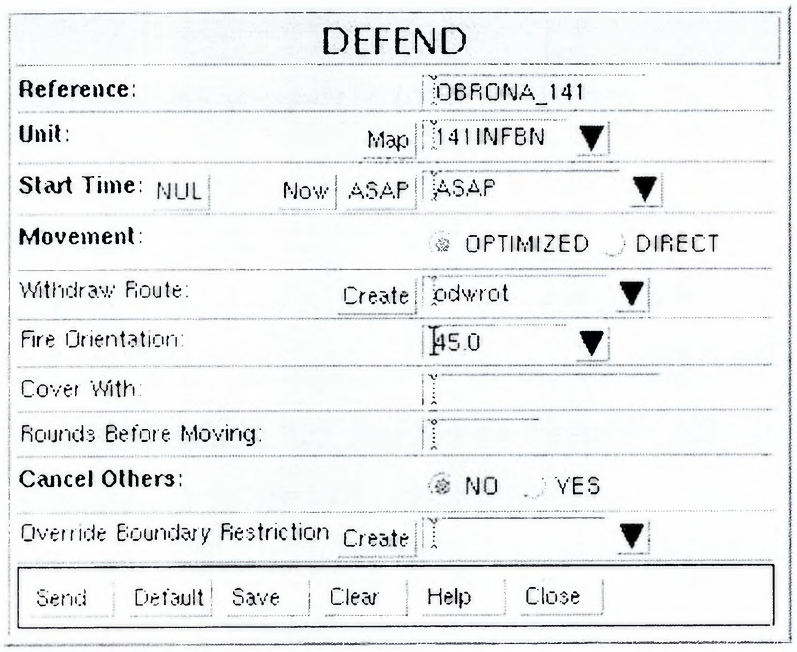
6.3. Wstępne eksperymenty

Batalionami należącymi do Ceeland: 322 INFBN i 323 INFBN zaatakowano batalion 141 INFBN ze strony Beeland. Jednostki te oddalone są od siebie o kilkanaście kilometrów (patrz Rysunek 25). Operator strony Beeland wydał 141 INFBN rozkaz do obrony wraz ze trasą wycofania (Rysunek 30), a operator strony Ceeland wydał batalionom rozkazy do natarcia (Rysunek 31) o godz. 22:45 1 stycznia (012245JAN03). Jednostki zameldowały o przyjęciu rozkazu i podały przybliżony czas dotarcia do atakowanego batalionu (Rysunek 32). Na drodze natarcia znalazła się rzeka zdefiniowana w systemie jako „duża", co znacznie spowolniło proces przemieszczenia. Powtórzono eksperymenty z wydanymi rozkazami z aktywną opcją „*Move to Contact*". Czasy przemarszu (Tabela 12), uzyskane empirycznie, okazały się znaczące i spowodowały konieczność zmiany położenia jednostek nacierających (przeniesienie ich za barierę terenową jaką jest rzeka).

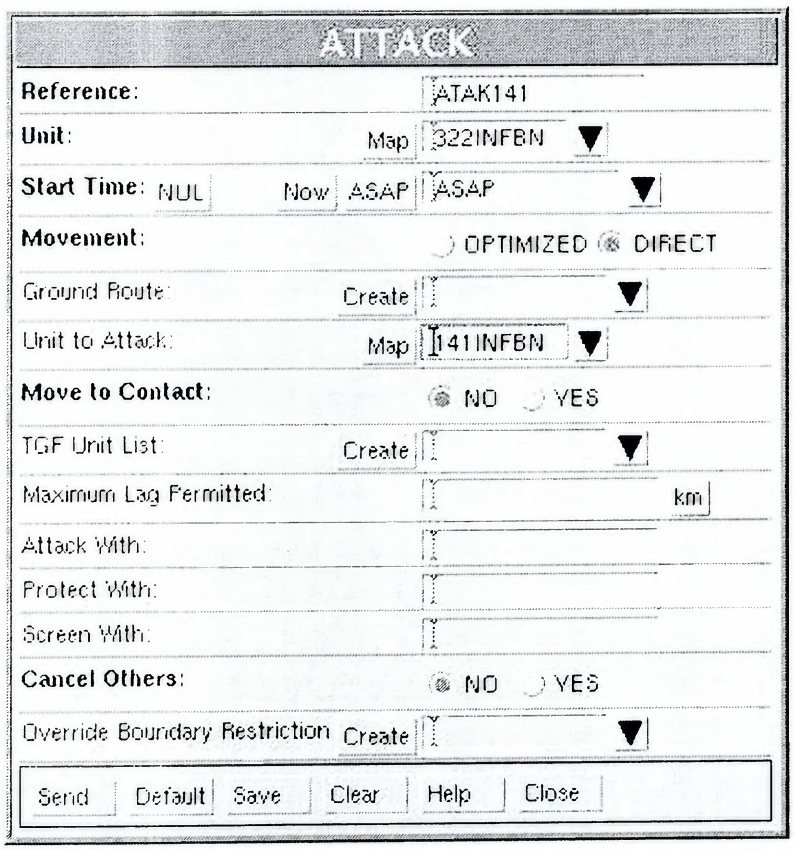
W wyniku natarcia jednostki 322 INFBN i 323 INFBN nie były w stanie przełamać obrony 141 INFBN.

	Attack		Move to Contact	
	Czas dotarcia	Czas trwania	Czas dotarcia	Czas trwania
322 INFBN	020630JAN03	7:45	020730JAN03	8:45
323 INFBN	021230JAN03	13:45	021000JAN03	11:15

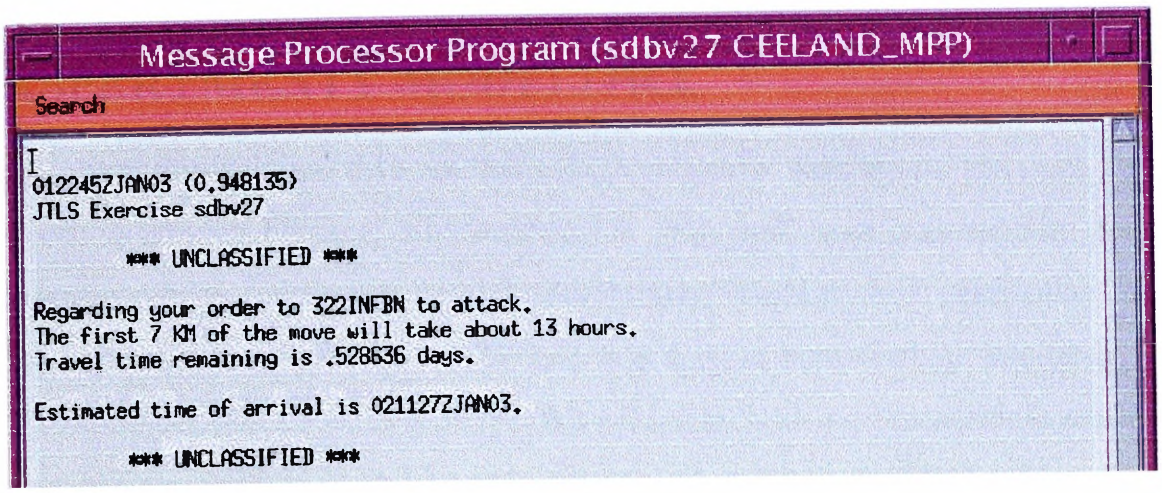
Tabela 12. Czasy dotarcia jednostek do batalionu 141 INFBN.



Rysunek 30. Formularz rozkazu do obrony.



Rysunek 31. Formularz rozkazu do natarcia.

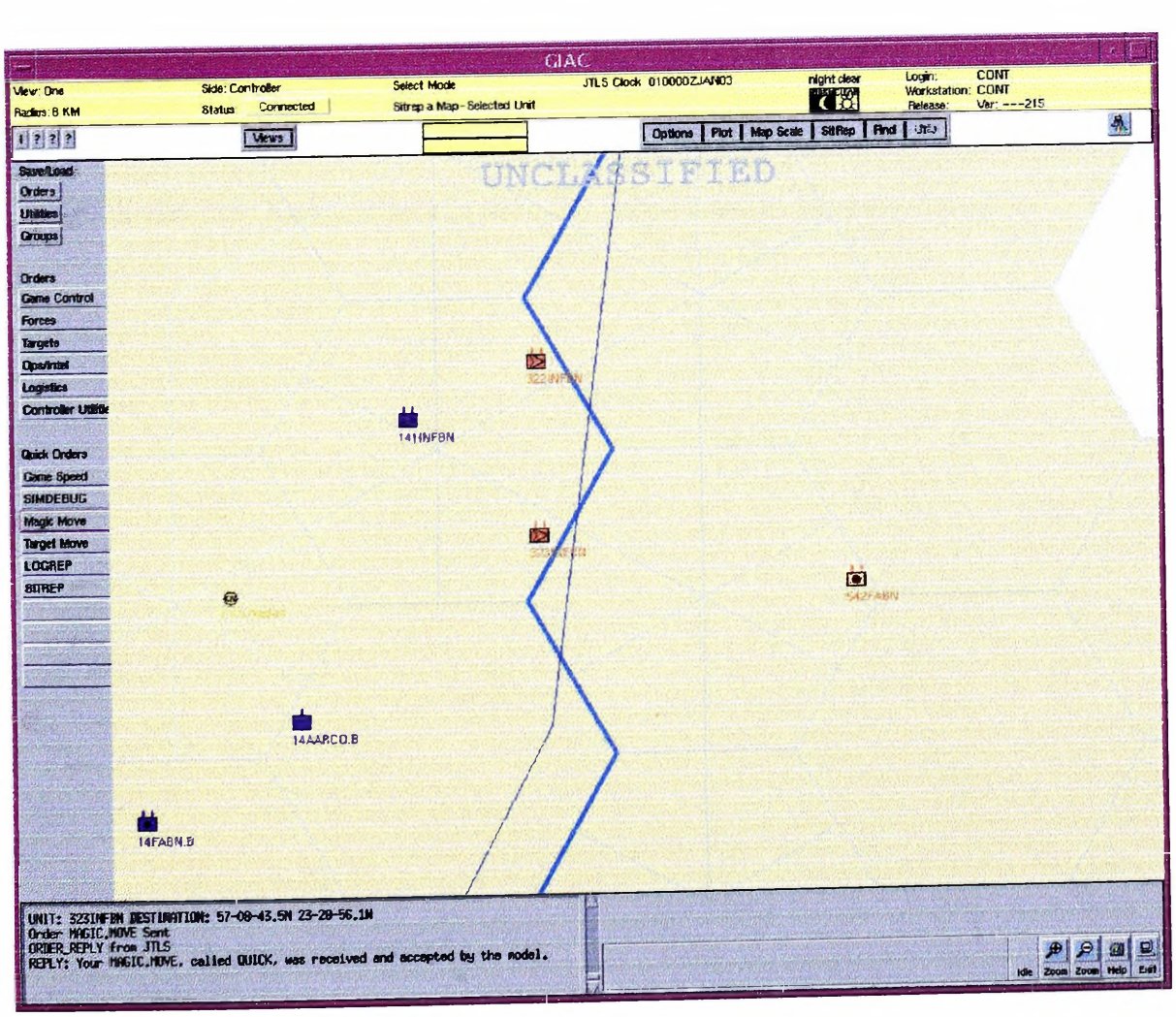


Rysunek 32. Batalion 322INFBN melduje przyjęcie rozkazu do natarcia.

6.4. Dopasowanie scenariusza

Przed przystąpieniem do eksperymentów zespół autorski postanowił:

1. Przenieść rozkazem kontrolera – „Magic move" jednostki 322 INFBN i 323 INFBN za barierę terenową (rzekę). Umieścić 322 INFBN na kierunku NE od 141 INFBN, a 323 INFBN na kierunku NE od 141 INFBN (Rysunek 33).
2. Postawić rozkaz do obrony batalionowi 141 INFBN na kierunku NE.



Rysunek 33. Sytuacja wyjściowa do eksperymentów.

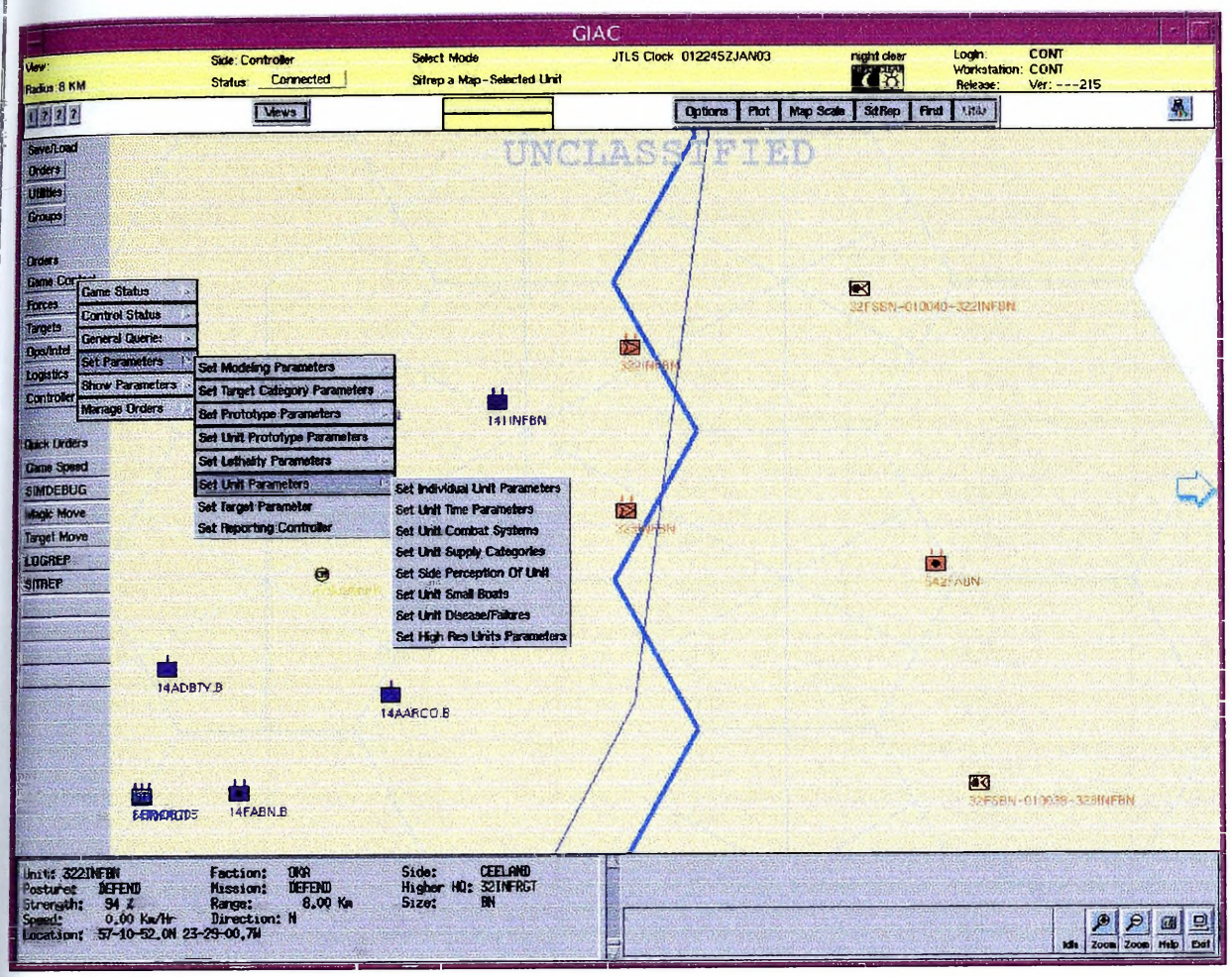
7. EKSPERYMENTY MODELOWE

Przeprowadzono dwa rodzaje eksperymentów natarcia na broniącą się jednostkę. Obserwowano zmiany bieżącej siły walczących jednostek oraz czas zmiany prowadzonych działań bojowych, w pierwszym modelu zmieniając współczynnik (mnożnik) efektywności jednostek nacierających (0,8 - 1,0 - 1,2 - 1,4), a w drugim zmniejszając inicjującą bieżącą siłę jednostki broniącej (80% - 65% - 50%). We wszystkich eksperymentach wydano rozkazy o tej samej godzinie: 010055ZJAN03 (godz. 00:55), tak więc część walki odbywała się w nocy, a część w dzień. Teren działań pozostawał stały: górzysty z dobrymi drogami.

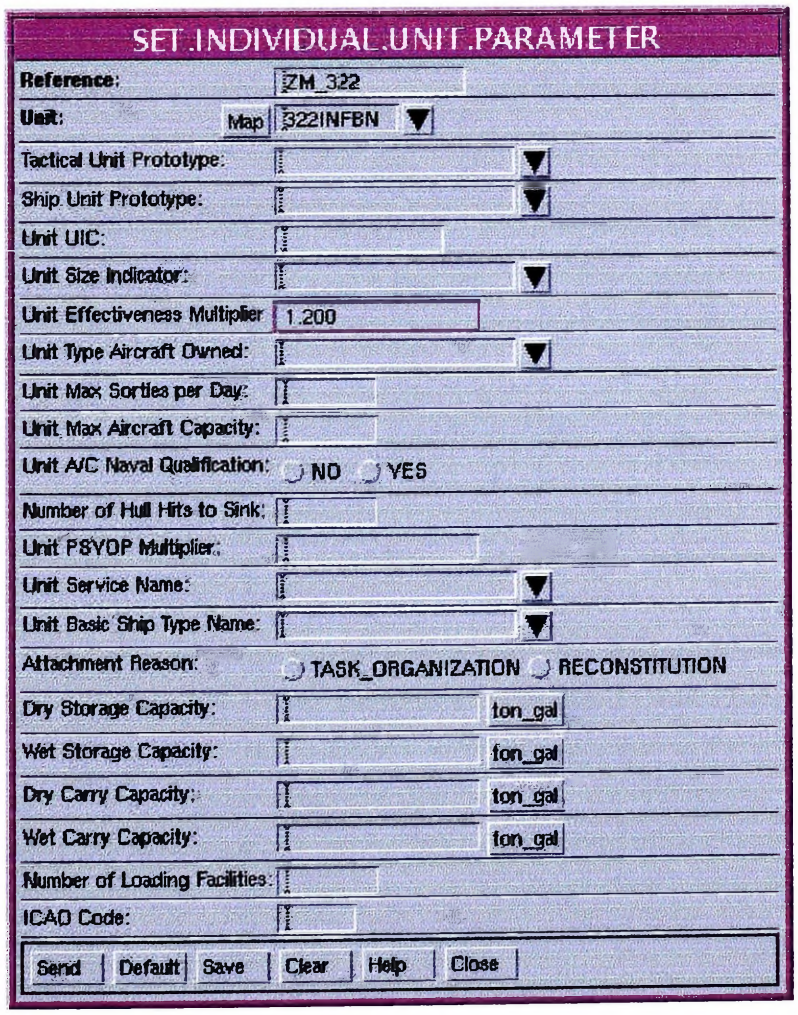
Po jednym przykładzie, w obu rodzajach eksperymentów, obserwowano zmiany posiadanych systemów walki (raporty logistyczne z jednostek umieszczono w załącznikach, a na wykresach przedstawiono zmianę ilości trzech, podstawowych systemów walki).

7.1. Natarcie/obrona ze zmienianym współczynnikiem efektywności

Kontroler ćwiczenia może zmienić parametry jednostki, m.in. współczynnik (mnożnik) efektywności wybierając z menu: Game Control/ Set Parameters/ Set Unit Parameters/ Set Individual Unit Parameters (Rysunek 34). W eksperymentach zmieniano ten parametr od 0,8 do 1,4. Rysunek 35 przedstawia zmianę współczynnika efektywności jednostki 322 INFBN na 1,2. Współczynnik efektywności jednostki 141 INFBN zostawiono stały, w wysokości 0,8. Kolejne tabele przedstawiają wyniki eksperymentów.



Rysunek 34. Menu kontrolera umożliwiające zmianę współczynnika efektywności jednostki.



Rysunek 35. Formularz zmiany parametrów jednostki.

Eksperyment 1. Współczynnik efektywności batalionów 322 INFBN i 323 INFBN wynosi 0,8.

Godzina walki	Czas	141 INFBN	322 INFBN	323 INFBN
1.	00:55	94%	94%	94%
2.	02:03	92%	93%	93%
3.	03:03	90%	91%	92%
4.	04:03	88%	90%	90%
5.	05:03	86%	89%	89%
6.	06:03	82%	87%	87%
7.	07:03	79%	85%	85%
8.	08:03	75%	83%	83%
9.	09:03	72%	81%	81%
10.	10:03	69%	80%	80%
11.	11:03	66%	78%	78%
12.	12:03	63%	77%	77%
13.	13:03	60%	75%	76%
14.	14:03	58%	74%	74%
15.	15:03	55%	73%	73%
16.	16:03	53%	72%	72%
17.	17:03	50%	71%	71%
18.	18:03	49%	70%	71%
19.	19:03	48%	70%	70%
20.	20:03	47%	69%	69%
21.	21:03	46%	69%	69%
22.	22:03	45%	69%	69%
23.	23:03	44%	68%	69%
24.	00:03	43%	68%	68%
25.	01:03	43%	68%	68%
26.	02:03	42%	67%	68%
27.	03:03	41%	67%	67%
28.	04:03	40%	66%	67%
29.	05:03	39%	66%	66%

Tabela 13. Zmiana bieżącej siły jednostek w 1 eksperymencie.

Eksperyment 2. Współczynnik efektywności batalionów 322 INFBN i 323 INFBN wynosi 1,0.

Godzina walki	Czas	141 INFBN	322 INFBN	323 INFBN
1.	00:55	00:55	94%	94%
2.	02:03	02:03	91%	93%
3.	03:03	03:03	89%	91%
4.	04:03	04:03	86%	90%
5.	05:03	05:03	84%	89%
6.	06:03	06:03	79%	87%
7.	07:03	07:03	75%	85%
8.	08:03	08:03	71%	83%
9.	09:03	09:03	67%	82%
10.	10:03	10:03	63%	80%
11.	11:03	11:03	59%	79%
12.	12:03	12:03	56%	77%
13.	13:03	13:03	53%	76%
14.	14:03	14:03	49%	75%
15.	15:03	15:03	46%	74%
16.	16:03	16:03	43%	73%
17.	17:03	17:03	40%	73%
18.	18:03	18:03	39%	72%
19.	19:03	19:03	38%	72%
20.	20:03	20:03	38%	72%
21.	21:03	21:03	38%	72%
22.	21:23	21:23	38%	72%

Tabela 14. Zmiana bieżącej siły jednostek w 2 eksperymencie.

Eksperyment 3. Współczynnik efektywności batalionów 322 INFBN i 323 INFBN wynosi 1,2.

Godzina walki	Czas	141 INFBN	322 INFBN	323 INFBN
1.	00:55	94%	94%	94%
2.	02:03	91%	92%	93%
3.	03:03	88%	91%	91%
4.	04:03	85%	90%	90%
5.	05:03	82%	89%	89%
6.	06:03	77%	87%	87%
7.	07:03	71%	85%	85%
8.	08:03	66%	83%	83%

Godzina walki	Czas	141 INFBN	322 INFBN	323 INFBN
9.	09:03	62%	81%	81%
10.	10:03	57%	80%	80%
11.	11:03	53%	78%	78%
12.	12:03	49%	77%	77%
13.	13:03	45%	76%	76%
14.	14:03	42%	75%	75%
15.	15:03	37%	74%	74%
16.	16:03	34%	74%	74%
17.	17:03	31%	74%	74%
18.	18:03	31%	74%	74%
19.	19:03	31%	74%	74%
20.	19:40	31%	74%	74%

Tabela 15. Zmiana bieżącej siły jednostek w 3 eksperymencie.

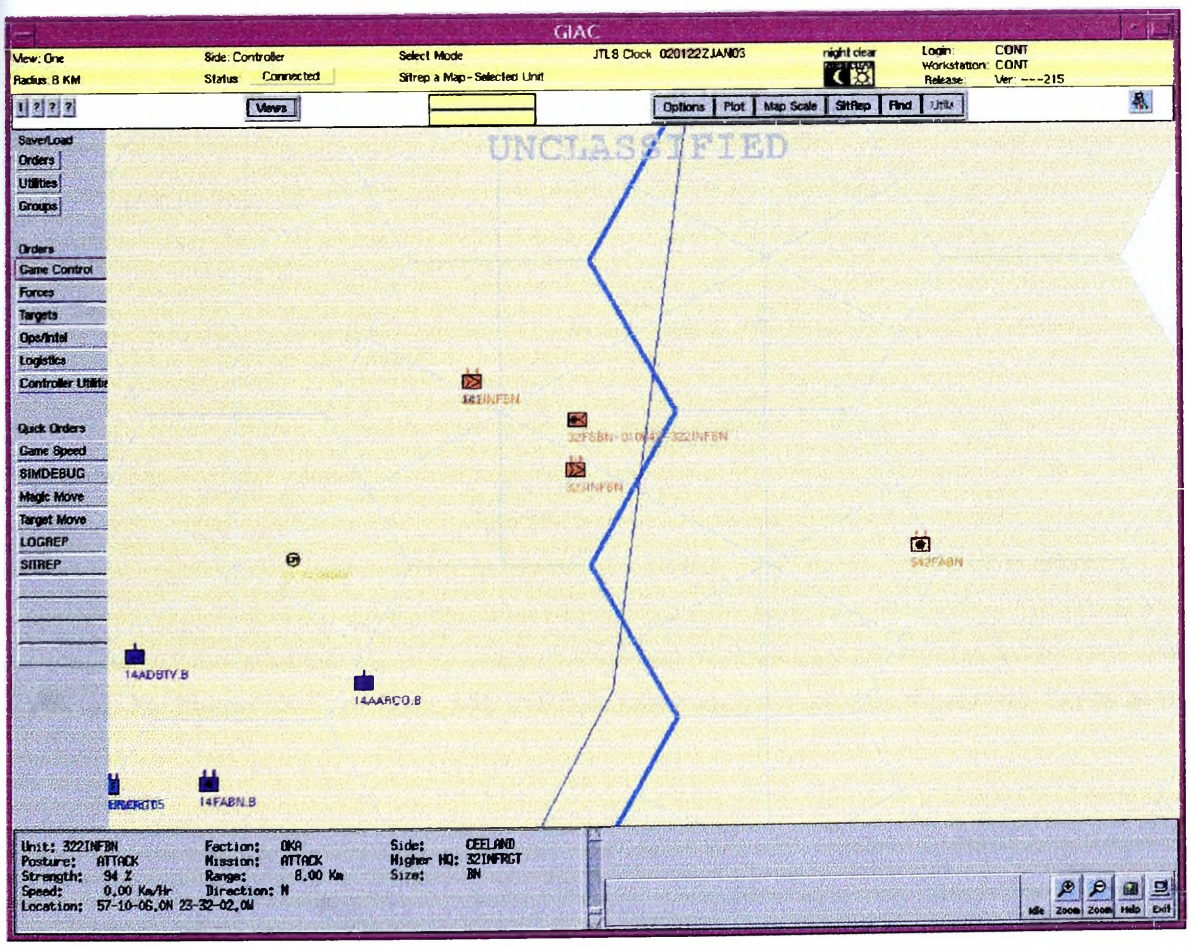
Eksperyment 4. Współczynnik efektywności batalionów 322 INFBN i 323 INFBN wynosi 1,4.

Godzina walki	Czas	141 INFBN	322 INFBN	323 INFBN
1.	00:55	94%	94%	94%
2.	02:03	90%	93%	93%
3.	03:03	87%	91%	92%
4.	04:03	83%	90%	90%
5.	05:03	80%	90%	90%
6.	06:03	74%	88%	88%
7.	07:03	68%	86%	86%
8.	08:03	62%	84%	84%
9.	09:03	56%	83%	83%
10.	10:03	51%	81%	82%
11.	11:03	46%	80%	80%
12.	12:03	42%	80%	80%
13.	13:03	37%	79%	79%
14.	14:03	33%	78%	78%
15.	15:03	29%	78%	78%
16.	16:03	29%	78%	78%

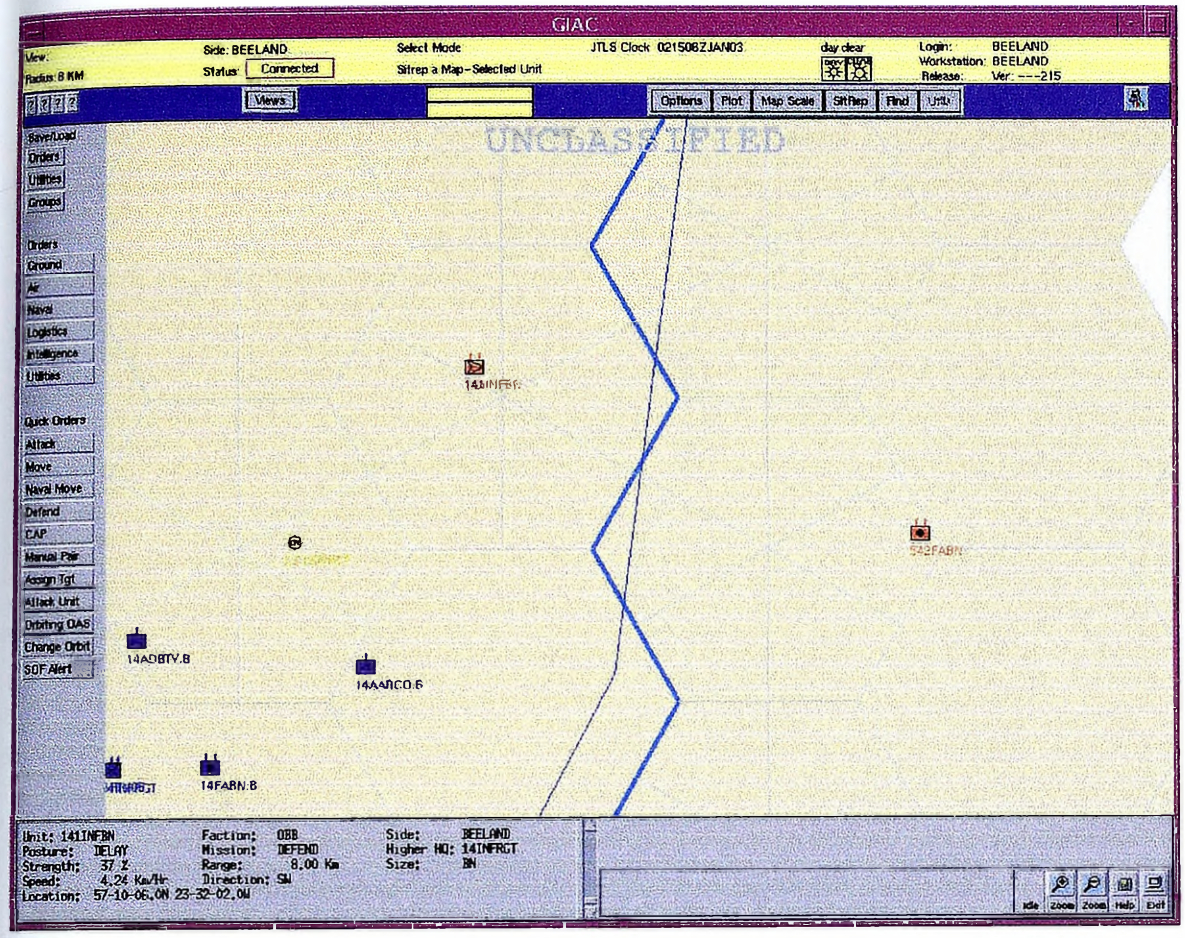
Tabela 16. Zmiana bieżącej siły jednostek w 4 eksperymencie.

Poniższe ekrany dotyczą eksperymentu 3 (współczynnik efektywności nacierających jednostek = 1,2).

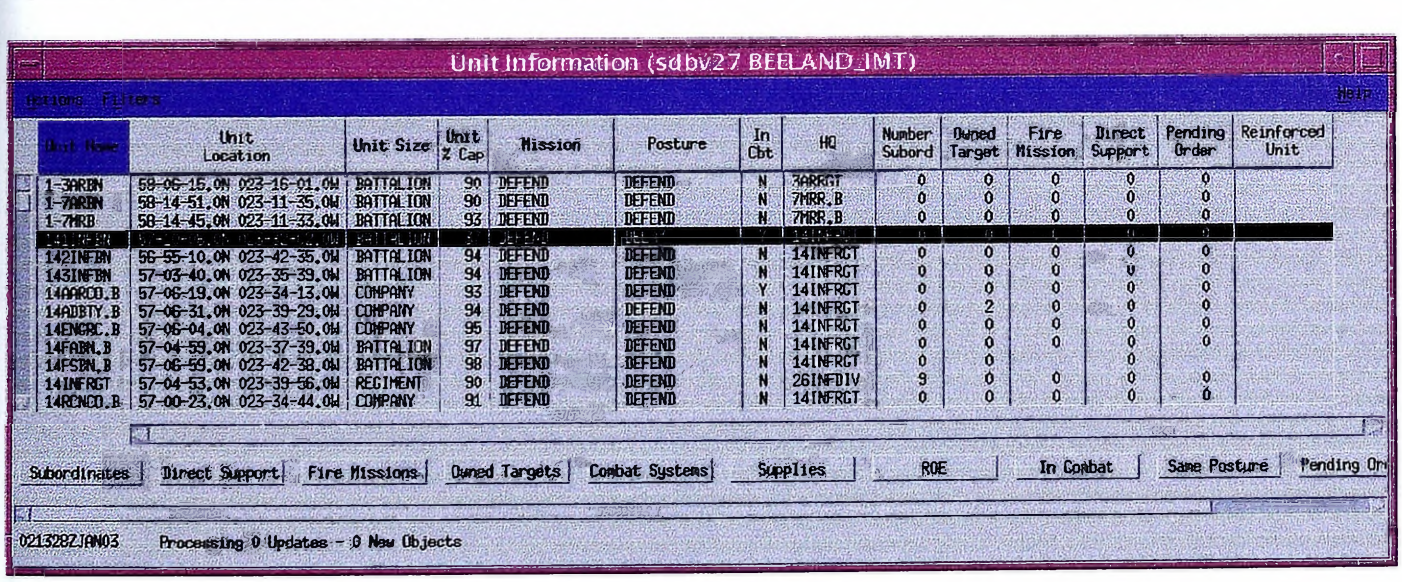
- Rysunek 36. Bataliony 322 INFBN i 323 INFBN nacierają na 141 INFBN. Batalion 322 INFBN, będący bliżej atakowanej jednostki osiągnął jej lokalizację, 323 INFBN przybliżył się do 141 INFBN.
- Rysunek 37. Batalion 141 INFBN po 15 godzinach walki posiada 37% bieżącej siły i automatycznie przechodzi z Obrony do Działań opóźniających (wartość progowa zmiany z Obrony do Działań opóźniających wynosi 0,4 czyli 40%). Operator jest o tym powiadamiany w programie IMT (Rysunek 38).
- Rysunek 39. Batalion 141 INFBN po 16 godzinach walki posiada 34% bieżącej siły i automatycznie przechodzi z Działań opóźniających do Wycofania (wartość progowa zmiany z Działań opóźniających do Wycofania wynosi 0,35 czyli 35%).
- Rysunek 40. Batalion 141 INFBN po 17 godzinach walki (prowadząc Wycofanie) zmienia lokalizację, prędkość przemieszczenia 5,24 km/godz.
- Rysunek 41. Batalion 141 INFBN po ukończeniu trasy do Wycofania przechodzi do Obrony, mimo że posiada tylko 31% bieżącej siły.



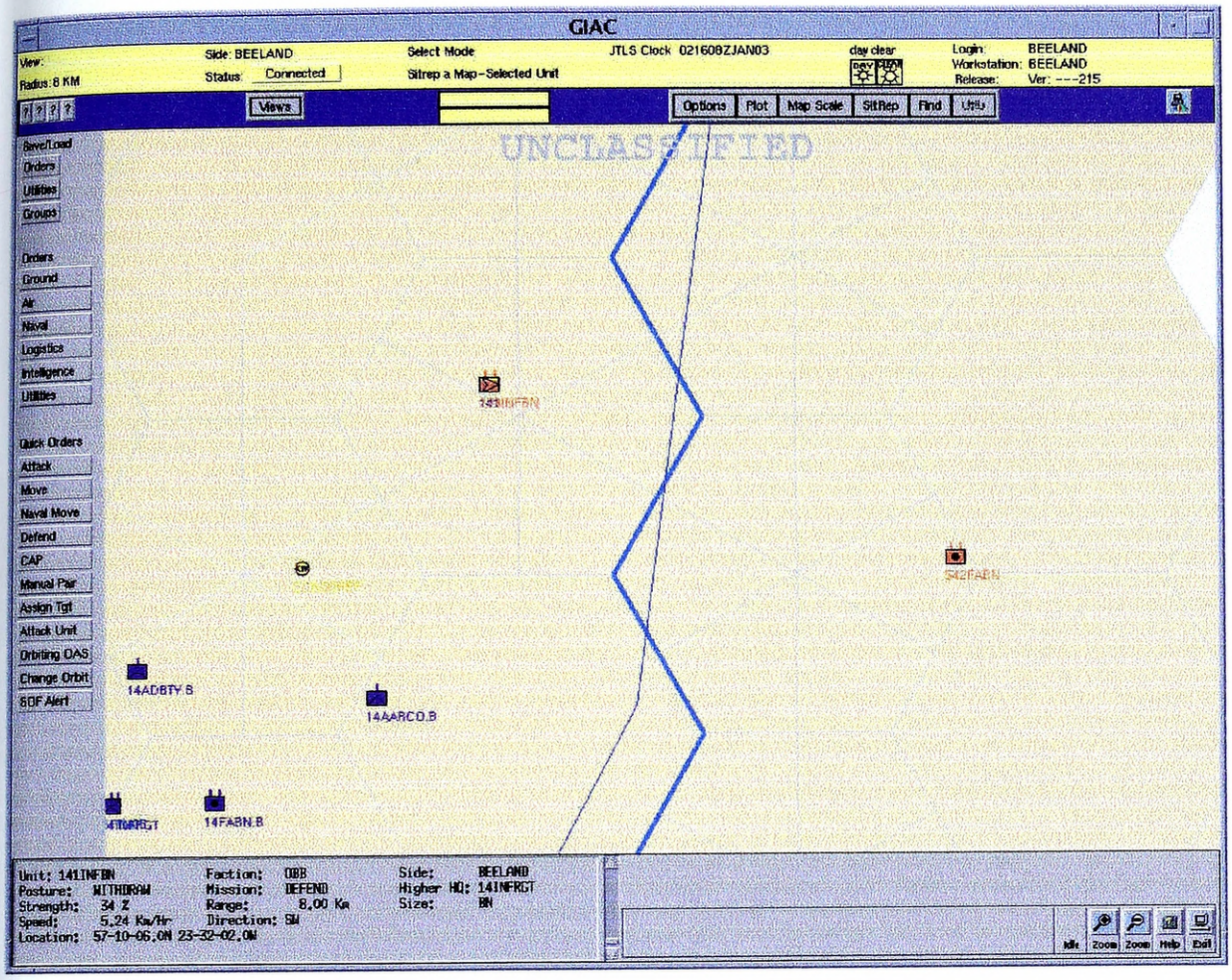
Rysunek 36. Batalion 322 INFBN osiągnęła lokalizację 141 INFBN.



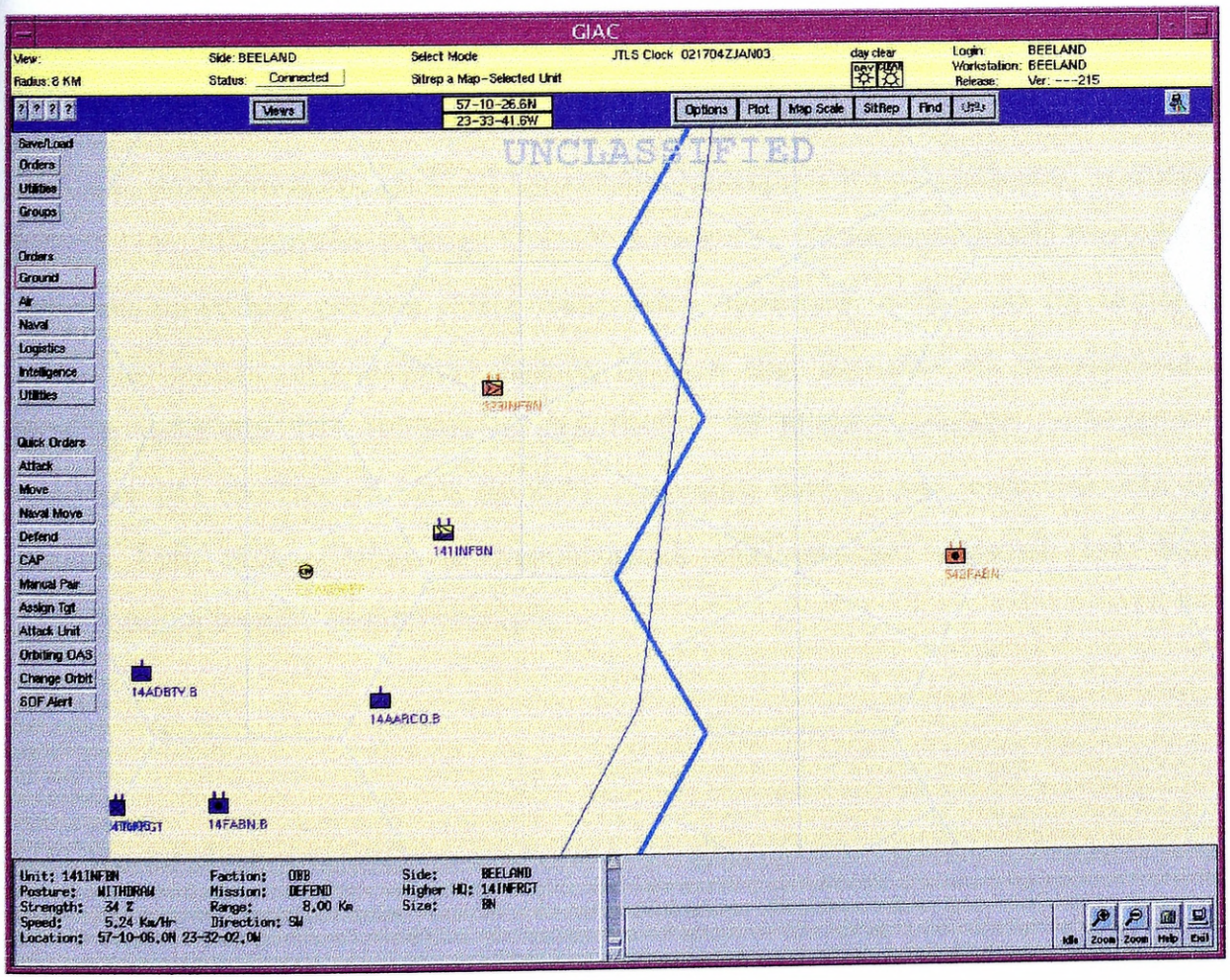
Rysunek 37. Batalion 141 INFBN przechodzi automatycznie z Obrony do Działań opóźniających.



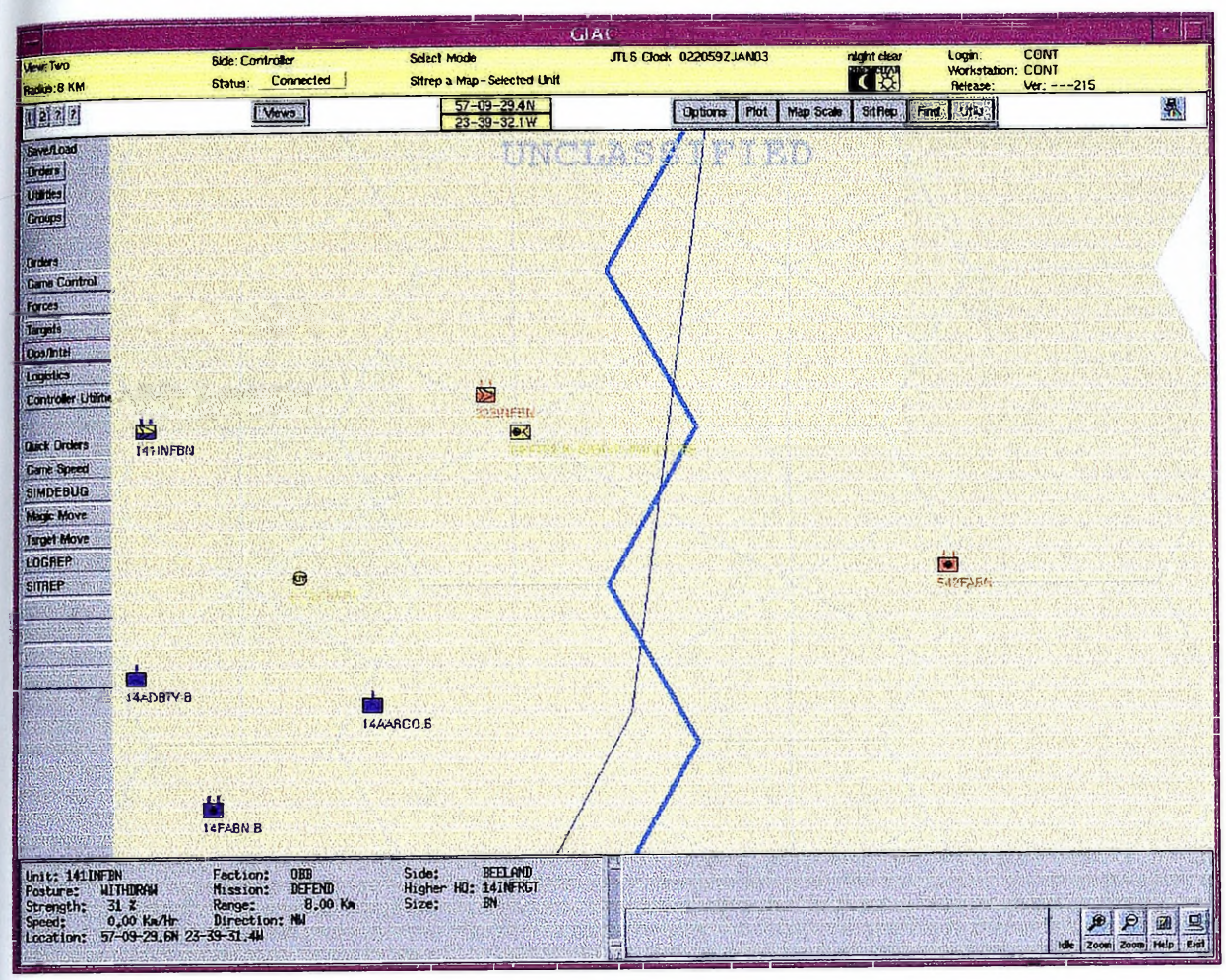
Rysunek 38. Ekran IMT, zadanie 141 INFBN: Obrona, prowadzone działanie: Wycofanie.



Rysunek 39. Batalion 141 INFBN przechodzi automatycznie z Działań opóźniających do Wycofania (prędkość przemieszczania 5,24km/godz.).



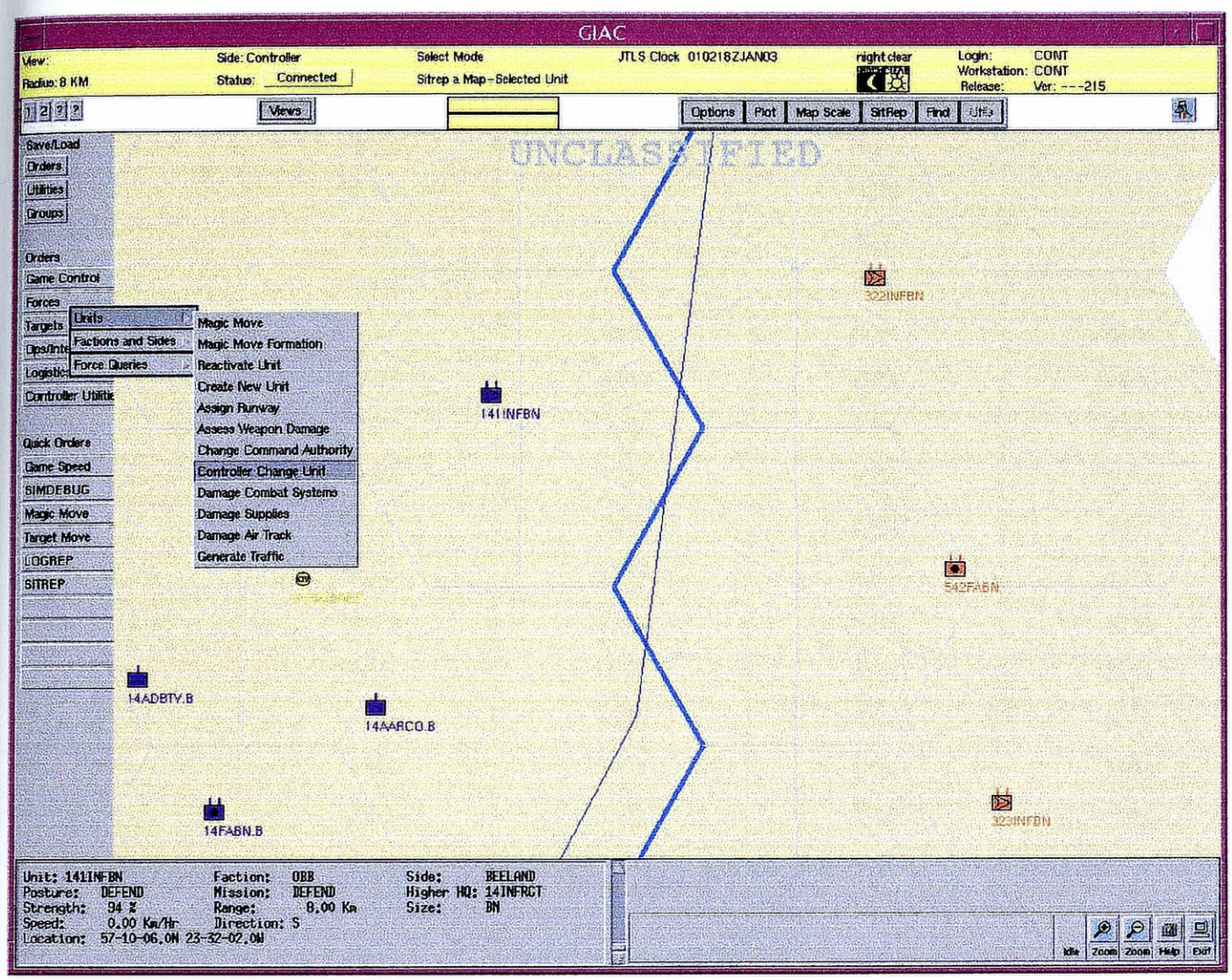
Rysunek 40. Batalion 141 INFBN wycofując się zmienia lokalizację.



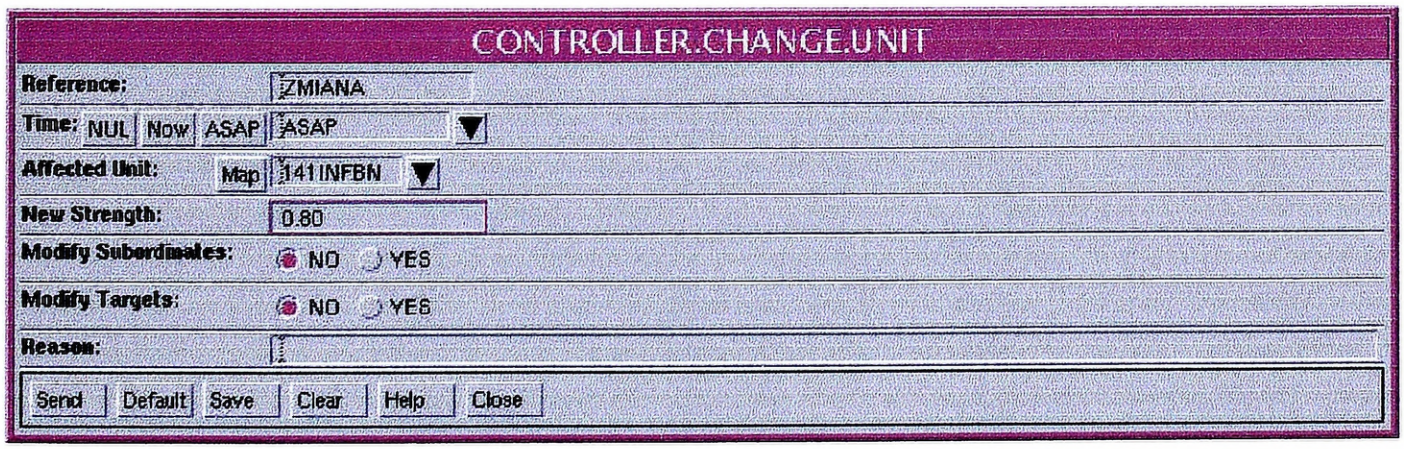
Rysunek 41. Batalion 141 INFBN po ukończeniu trasy do Wycofania przechodzi do Obrony.

7.2. Natarcie/obrona ze zmienianą bieżącą siłą broniących się

Kontroler ćwiczenia może zmienić parametry jednostki, m.in. bieżącą siłę jednostki (*unit strength*), co skutkuje zmianą ukompletowania jednostki, wybierając z menu: Forces/ Units/ Controller Change Unit (Rysunek 42). Ustawienie nowej wartości bieżącej siły jednostki powoduje zmianę ilości wszystkich systemów walki, do tej samej procentowej ilości, tak jednak, aby uzyskać żądaną bieżącą siłę. Rysunek 43 przedstawia zmianę siły bieżącej jednostki 141 INFBN na 0,8 (80%). W eksperymentach zmieniano bieżącą siłę batalionu 141 INFBN od 50% do 80%, natomiast bieżąca siła jednostek 322 INFBN i 323 INFBN było stałe (94%), a współczynnik efektywności wynosił 1,0. Kolejne tabele przedstawiają wyniki eksperymentów.



Rysunek 42. Menu kontrolera umożliwiające zmianę bieżącej siły jednostki.



Rysunek 43. Formularz zmiany bieżącej siły jednostki.

Eksperyment 5. Bieżąca siła jednostki 141 INFBN wynosi 0,8 (80%).

Godzina walki	Czas	141 INFBN	322 INFBN	323 INFBN
1.	00:55	80%	94%	94%
2.	02:03	77%	93%	93%
3.	03:03	74%	92%	92%
4.	04:03	72%	91%	91%
5.	05:03	70%	90%	90%
6.	06:03	65%	88%	88%
7.	07:03	61%	87%	87%
8.	08:03	57%	85%	85%
9.	09:03	53%	84%	84%
10.	10:03	49%	83%	83%
11.	11:03	45%	82%	82%
12.	12:03	43%	81%	81%
13.	13:03	39%	80%	80%
14.	14:03	36%	79%	79%
15.	15:03	36%	79%	79%

Tabela 17. Zmiana bieżącej siły jednostek w 5 eksperymencie.

Eksperyment 6. Bieżąca siła jednostki 141 INFBN wynosi 0,65 (65%).

Godzina walki	Czas	141 INFBN	322 INFBN	323 INFBN
1.	00:55	65%	94%	94%
2.	02:03	62%	93%	93%
3.	03:03	60%	92%	92%
4.	04:03	57%	92%	92%
5.	05:03	55%	91%	91%
6.	06:03	51%	90%	90%
7.	07:03	47%	88%	88%
8.	08:03	43%	87%	87%
9.	09:03	39%	86%	86%
10.	10:03	35%	85%	86%
11.	11:03	35%	85%	85%
12.	12:03	36%	86%	86%

Tabela 18. Zmiana bieżącej siły jednostek w 6 eksperymencie.

Eksperyment 7. Bieżąca siła jednostki 141 INFBN wynosi 0,5 (50%).

Godzina walki	Czas	141 INFBN	322 INFBN	323 INFBN
1.	00:55	50%	94%	94%
2.	02:03	47%	93%	93%
3.	03:03	45%	93%	93%
4.	04:03	43%	92%	93%
5.	05:03	41%	92%	92%
6.	06:03	37%	91%	91%
7.	07:03	33%	90%	90%
8.	08:03	29%	90%	90%
9.	09:03	29%	90%	90%

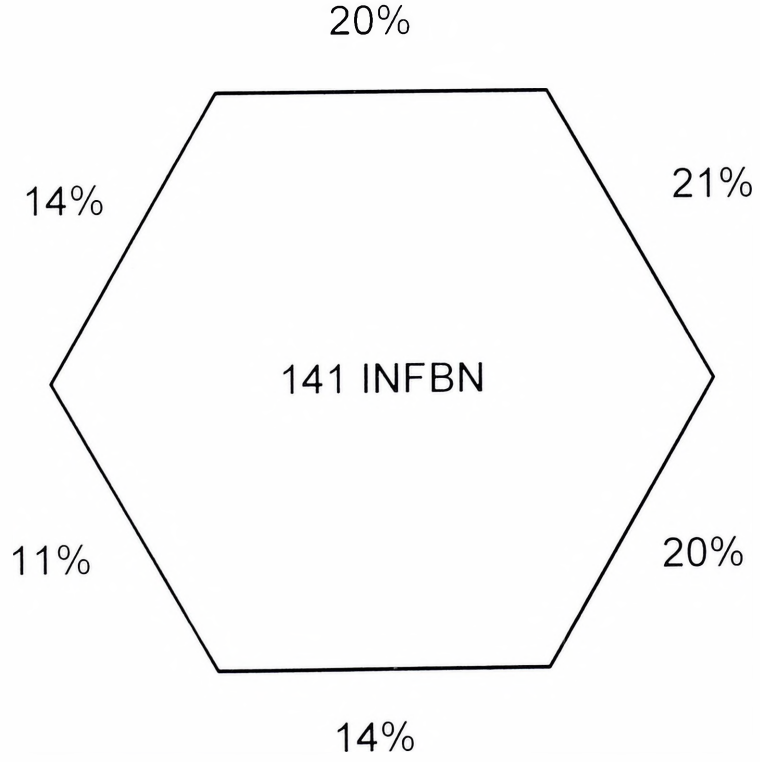
Tabela 19. Zmiana bieżącej siły jednostek w 7 eksperymencie.

8. ANALIZA WYNIKÓW EKSPERYMENTÓW SYMULACYJNYCH

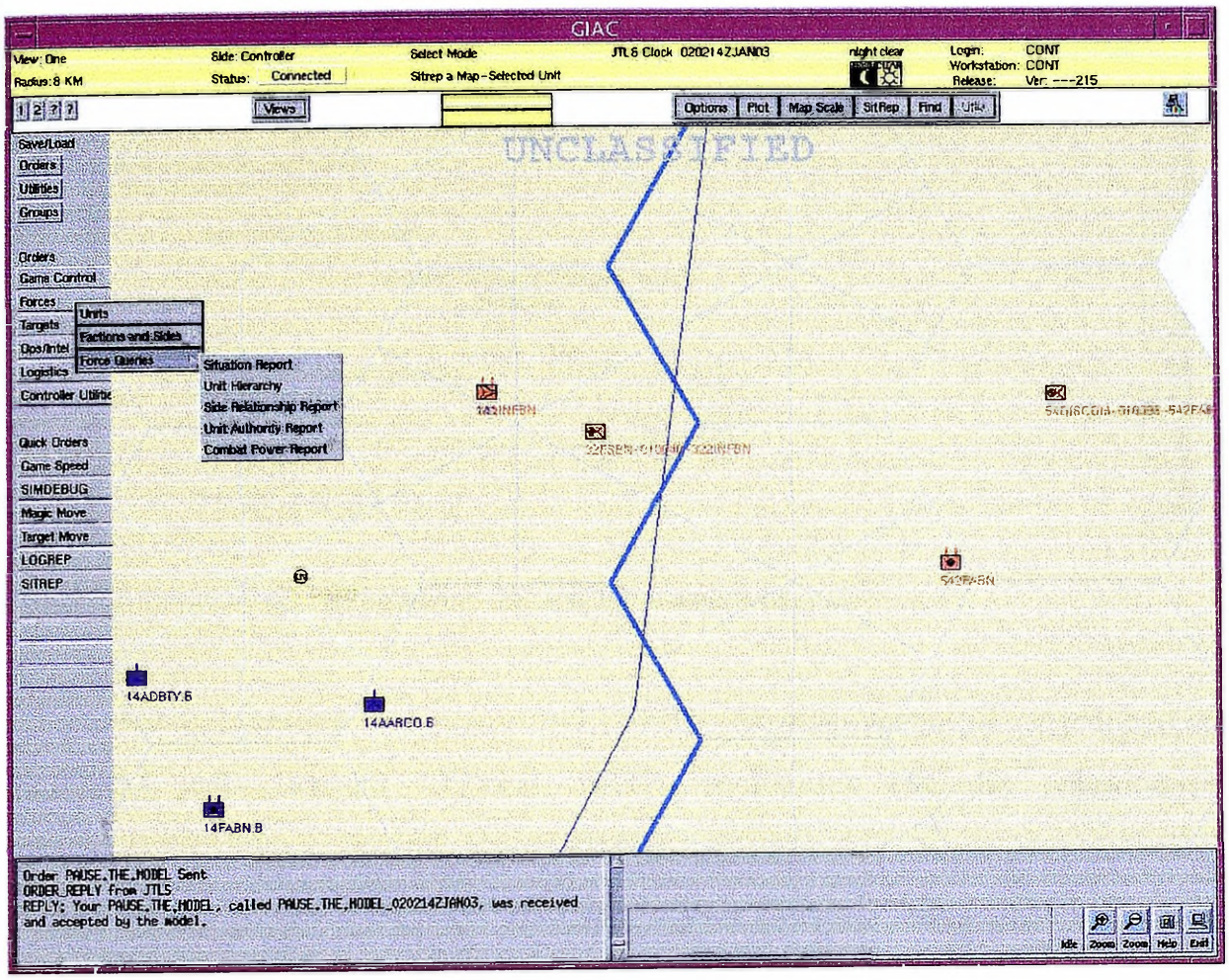
W podrozdziałach osobno poddano analizie przeprowadzone eksperymenty modelowe, wypływające wnioski i postulaty zebrano razem.

8.1. Analiza rozmieszczenia i stosunku sił

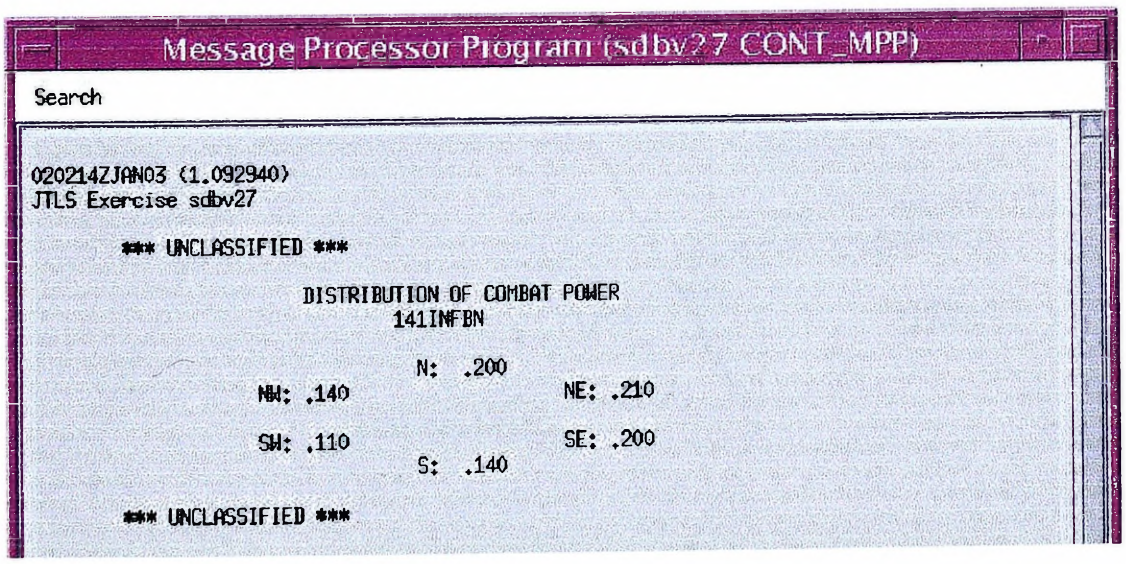
Parametr TUP DIR DEFAULT COMBAT POWER ORIENTATION (patrz Załącznik 2) dla jednostki 141 INFBN wynosi: kierunek 1 - 0,21, kierunek 2 i 6 - 0,20, kierunek 3 i 5 - 0,14, kierunek 4 - 0,11 (Rysunek 44). Batalionowi postawiono rozkaz do obrony na kierunku NE. Bardzo wysoka wartość parametru TUP PERCENT ALLOWED TO REORIENT zapewnia osiągnięcie pożądanego rozmieszczenie siły ognia już na zakończenie pierwszego *Assess Combat Time*. Kontroler ćwiczenia, w trakcie symulacji, może sprawdzić bieżące rozmieszczenie siły ognia jednostki wybierając: Forces/ Force Queries/ Combat Power Defend (Rysunek 45). Odpowiedź przychodzi poprzez program MPP (Rysunek 46).



Rysunek 44. Domyślne rozmieszczenie siły ognia 141 INFBN skierowanego w kierunku NE.
/źródło: opracowanie własne/

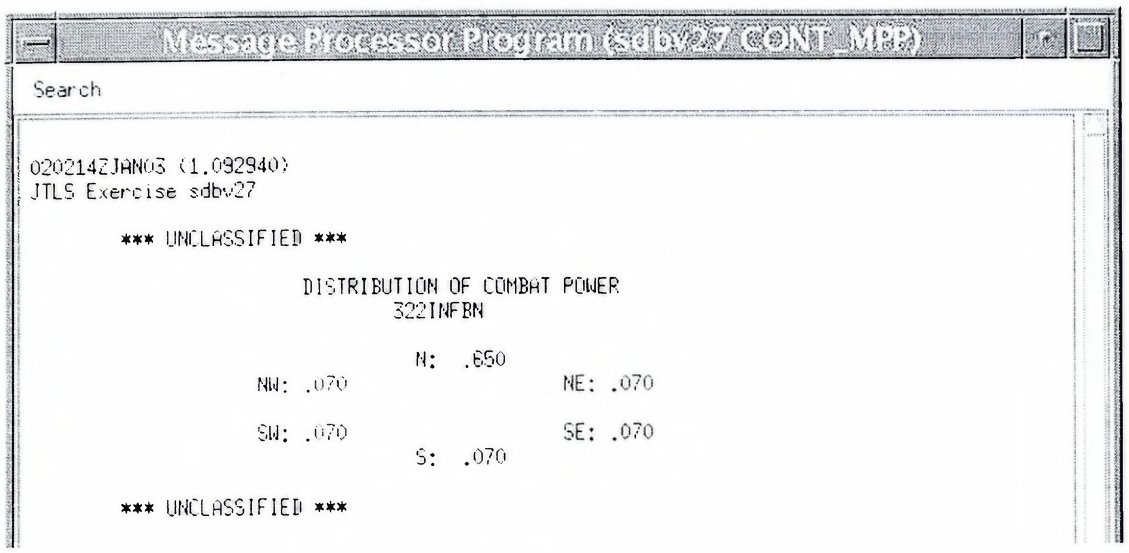


Rysunek 45. Menu kontrolera umożliwiające sprawdzenie rozmieszczenie siły ognia jednostek.



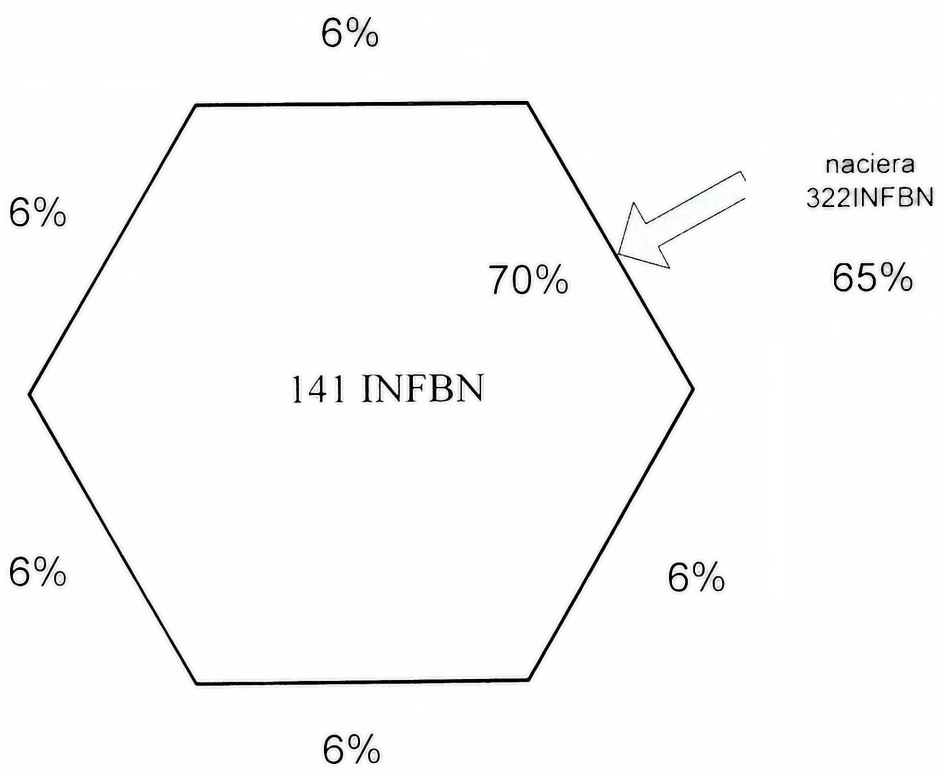
Rysunek 46. Domyślne rozmieszczenie sił batalionu 141 INFBN w obronie.

Kiedy nacierająca jednostka sama nie jest atakowana, uwzględniany jest tylko parametr ATTACK WITH wynoszący 65%, pozostałe kierunki są osłaniane z siłą (100% - 65%) / 5 = 7% (Rysunek 47).



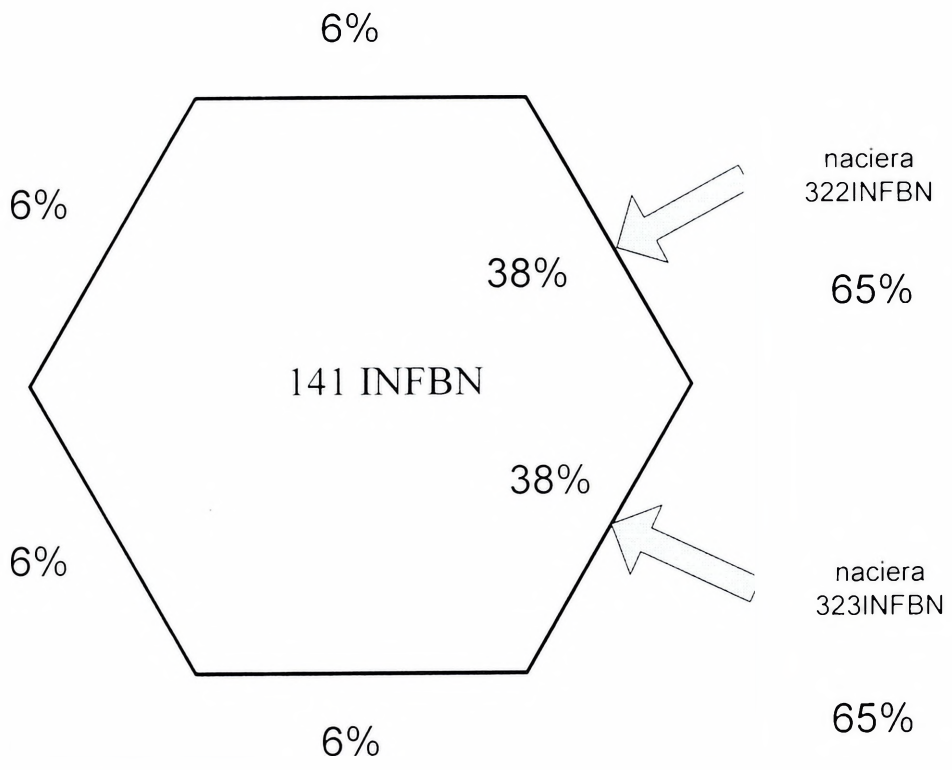
Rysunek 47. Rozmieszczenie sił batalionu 322 INFBN w natarciu.

Kiedy broniący się batalion 141 INFBN jest atakowany tylko z jednego kierunku, uwzględniany jest parametr COVER WITH wynoszący 6% dla ochranianych (nie atakowanych) kierunków. Do atakowanej krawędzi zostaną skierowane pozostałe siły 100% - 5 * 6% = 70% (Rysunek 48). W tym przypadku broniąca się jednostka jest w stanie przeciwstawić przeciwnikowi większe siły od tych, z którymi on atakuje (o ile oczywiście posiadają tą samą bieżącą siłę).

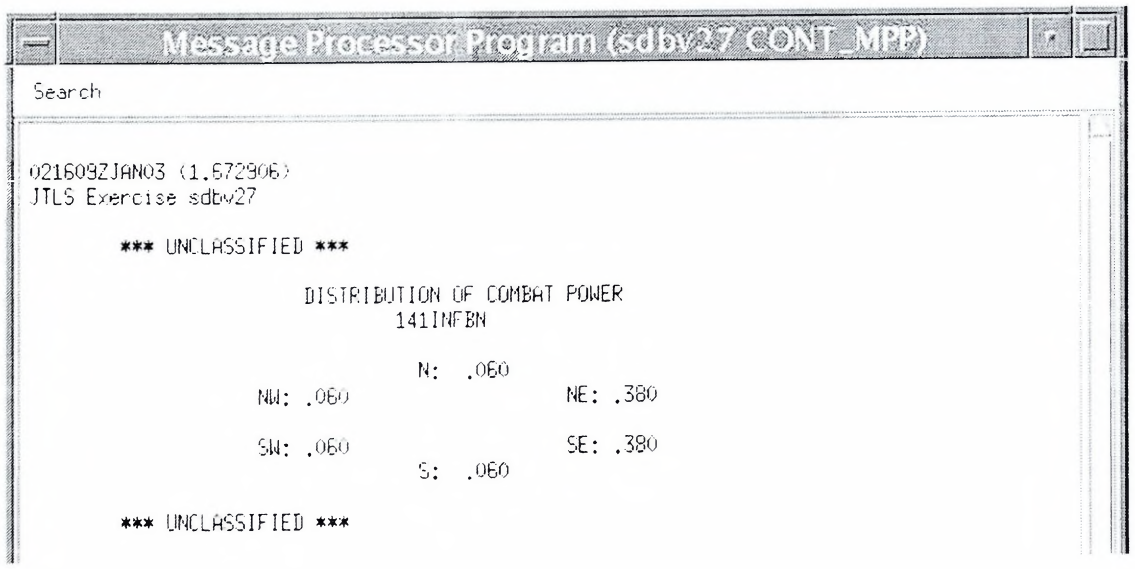


Rysunek 48. Rozmieszczenie siły ognia 141 INFBN w obronie i 322 INFBN w natarciu.
/źródło: opracowanie własne/

Kiedy broniący się batalion 141 INFBN jest atakowany z dwóch kierunków do atakowanych krawędzi zostaną skierowane siły: (100% - 4 * 6%) / 2 = 38% (Rysunek 49 i Rysunek 50).



Rysunek 49. Rozmieszczenie siły ognia 141 INFBN w obronie oraz 322 INFBN i 323 INFBN w natarciu.
/źródło: opracowanie własne/



Rysunek 50. Rozmieszczenie sił batalionu 141 INFBN atakowanego przez dwie jednostki.

Stosunek sił

JTLS nie oblicza stosunku sił przeciwników, dlatego też, po przyjęciu kilku uproszczeń, stosunki dla poszczególnych eksperymentów zostały policzone przez zespół

autorski. Jak już napisano w rozdziale Istotne dane o jednostkach, jednostki są tak samo uzbrojone, mają te same parametry, a nawet posługują się tymi samymi prototypami działania. Współczynnik efektywności atakujących prawie bezpośrednio przekłada się na wielkość zadawanych strat u przeciwnika, a zmiana bieżącej siły broniących się obniża ilość posiadanych systemów walki dokładnie o żądaną wielkość.

	siła bieżąca 141 INFBN	siła bieżąca 322 INFBN (323 INFBN)	współczynnik efektywności 141 INFBN	współczynnik efektywności 322 INFBN (323 INFBN)	**przybliżony stosunek sił**
Eksperyment 1	94%	94%	0,8	0,8	**1:2**
Eksperyment 2	94%	94%	0,8	1,0	**1:2,5**
Eksperyment 3	94%	94%	0,8	1,2	**1:3**
Eksperyment 4	94%	94%	0,8	1,4	**1:3,5**
Eksperyment 5	80%	94%	0,8	1,0	**1:2,9**
Eksperyment 6	65%	94%	0,8	1,0	**1:3,5**
Eksperyment 7	50%	94%	0,8	1,0	**1:4,75**

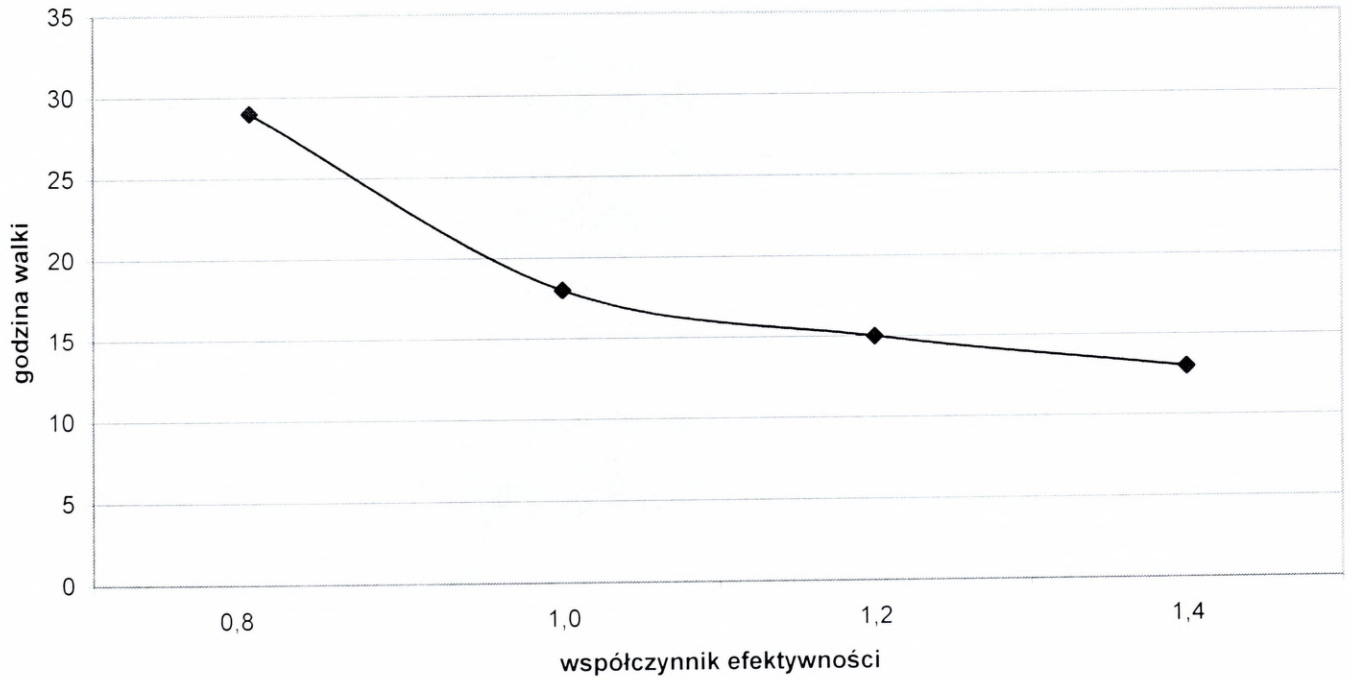
Tabela 20. Stosunek sił walczących jednostek (przybliżony).

8.2. Analiza wyników natarcie/obrona ze zmienianym współczynnikiem efektywności

Poniżej przedstawiono zestawienie czasu zmiany działań bojowych przez 141 INFBN z Obrony poprzez Działania opóźniające do Wycofania (Tabela 21) w eksperymentach 1 - 5. Z zestawienia tego wynika, że w pierwszym eksperymencie użyto zbyt słabych sił do przełamania obrony (stosunek sił 1:2), w drugim broniąca się jednostka została zmuszona do Działań opóźniających, lecz nie do Wycofania (stosunek sił 1:2,5). Skuteczny atak odbył się w eksperymencie 3 i 4 (stosunek sił 1:3-3,5). Z powodu niewielkiej różnicy wartości progowych wymuszających automatyczne przejście 141 INFBN z Obrony do Działań opóźniających oraz z Działań opóźniających do Wycofania, zmiana tych stanów następowały w kolejnej godzinie walki.

	Godzina przejścia z Obrony do Działań opóźniających	Godzina przejścia z Działań opóźniających do Wycofania
Eksperyment 1 wsp. (0,8)	29	-
Eksperyment 2 wsp. (1,0)	18	-
Eksperyment 3 wsp. (1,2)	15	16
Eksperyment 4 wsp. (1,4)	13	14

Tabela 21. Zestawienie czasu zmiany rodzaju działań bojowych przez 141 INFBN (zmieniany współczynnik efektywności atakujących).

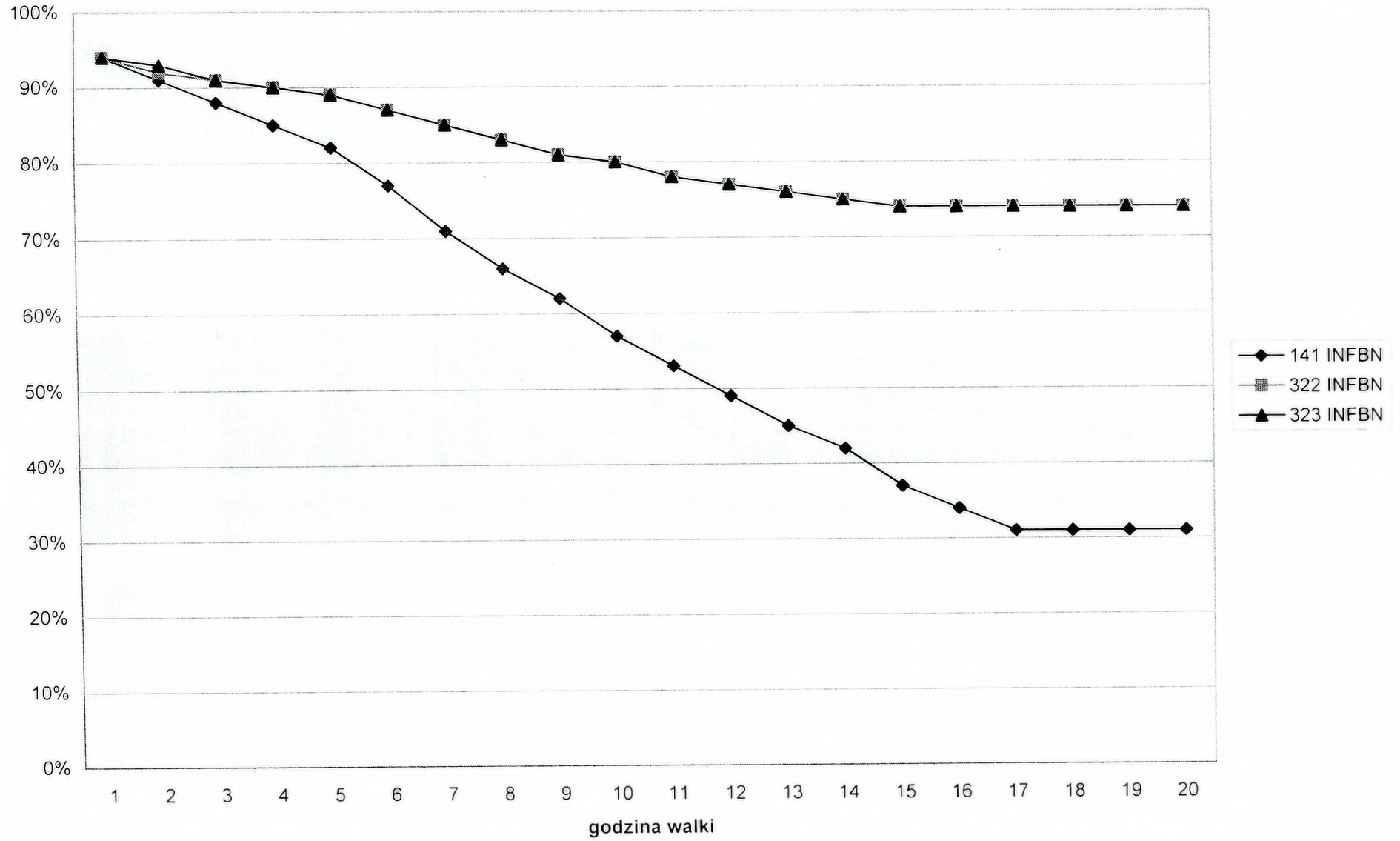


Rysunek 51. Wpływ współczynnika efektywności jednostek 322 INFBN i 323 INFBN na czas przejścia 141 INFBN do Działań opóźniających.

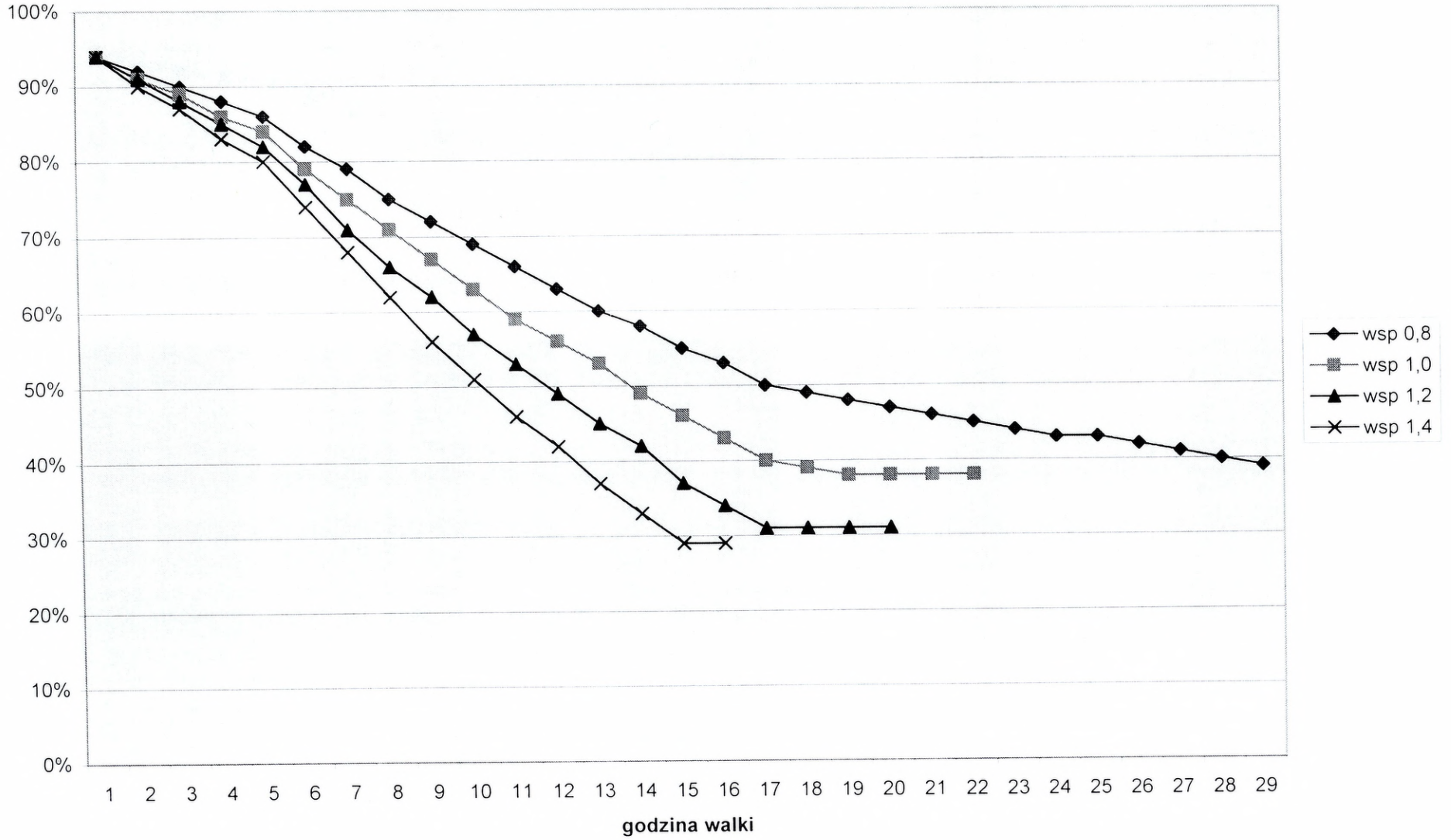
Na kolejnych wykresach przedstawiono:

- zmianę bieżącej siły walczących jednostek w eksperymencie 3 (Rysunek 52);
- zestawienie bieżącej siły batalionu 141 INFBN w eksperymentach 1-4 (Rysunek 53);
- zestawienie bieżącej siły batalionu 322 INFBN[42] w eksperymentach 1-4 (Rysunek 53).

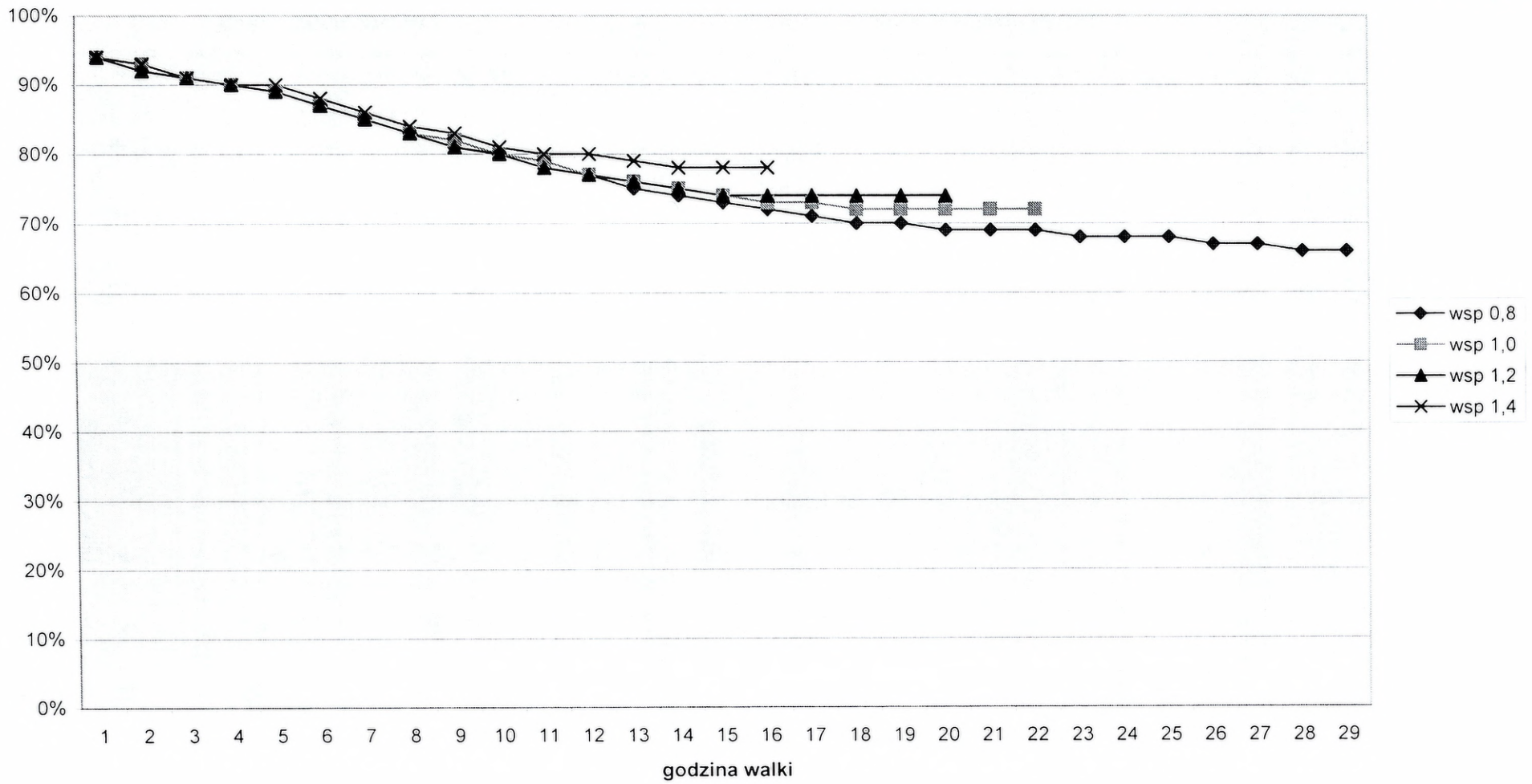
[42] Z powodu bardzo zbliżonych wyników zrezygnowano z przedstawiania 323 INFBN.



Rysunek 52. Zmiany bieżącej siły jednostek w eksperymencie 3. Współczynnik efektywności = 1,2.



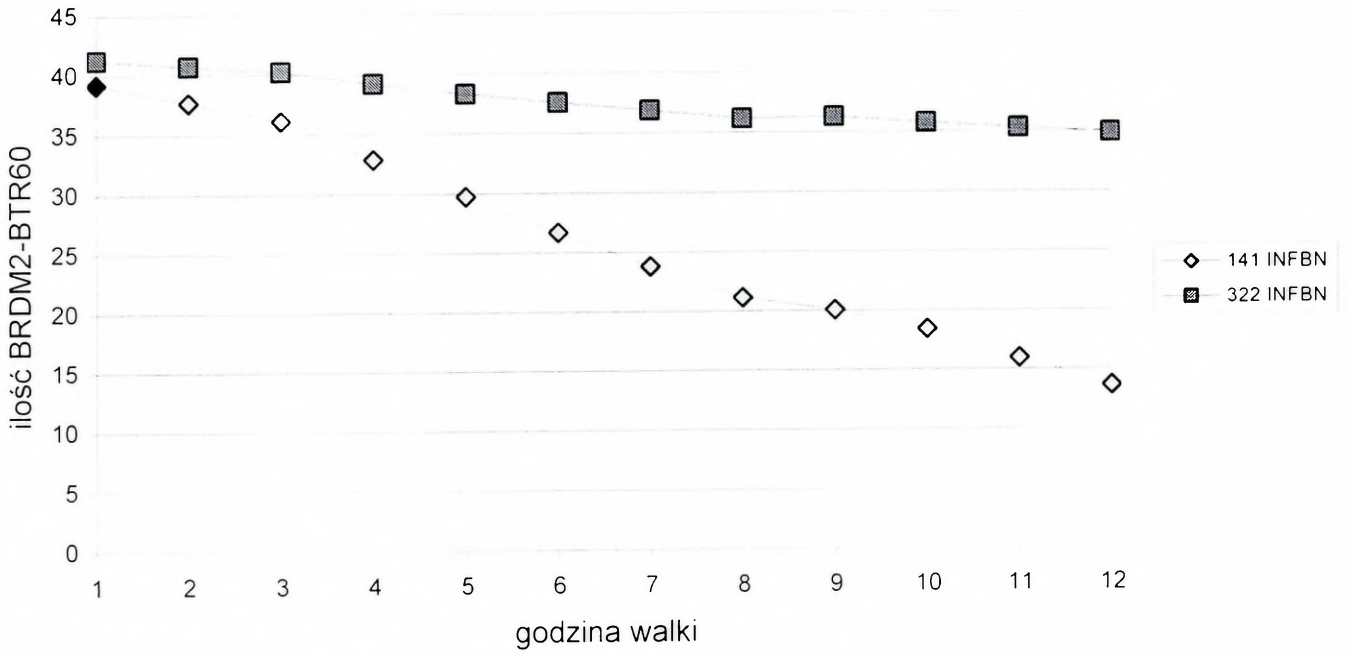
Rysunek 53. Zestawienie zmian bieżącej siły batalionu 141 INFBN w eksperymentach 1 - 4.



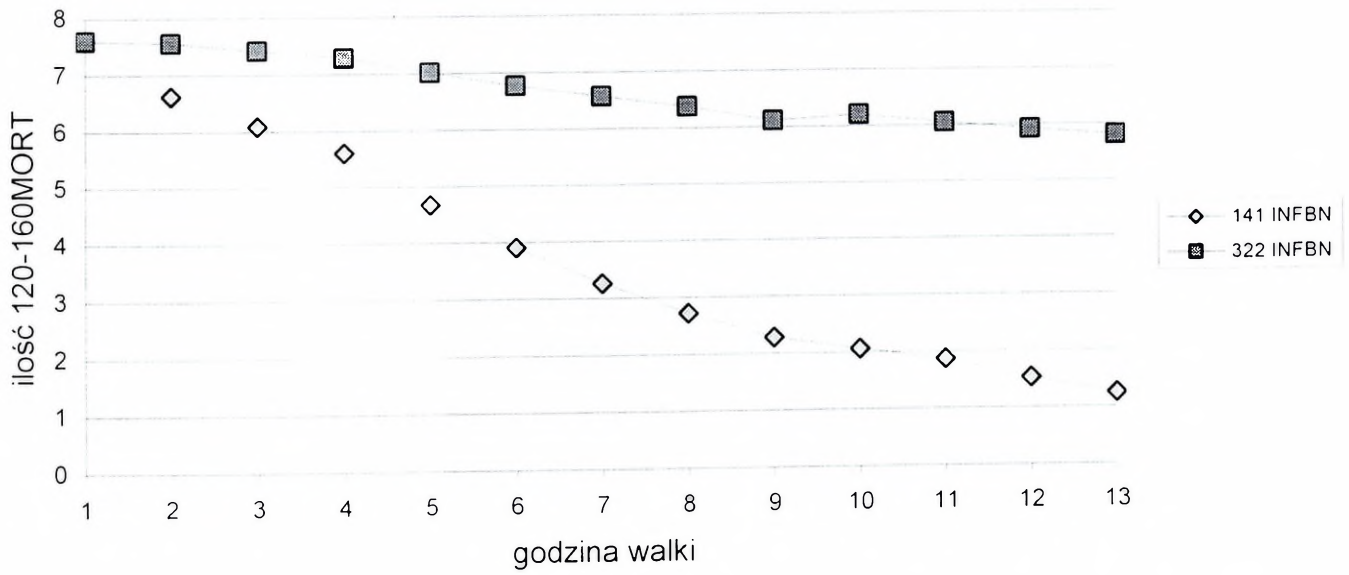
Rysunek 54. Zestawienie zmian bieżącej siły batalionu 322 INFBN w eksperymentach 1 - 4.

Dla wybranego eksperymentu (4, bataliony 322 INFBN i 323 INFBN ze współczynnikiem efektywności 1,4) zebrano raporty logistyczne (Załącznik 10. Ilość systemów walki w 4 eksperymencie.), mówiące o zmianie ilości systemów walki, a na wykresach poniżej przedstawiono zestawienia ilościowe i procentowe trzech najważniejszych dla jednostek systemów (zrezygnowano z przedstawiania 323 INFBN, z powodu bardzo zbliżonych wyników):

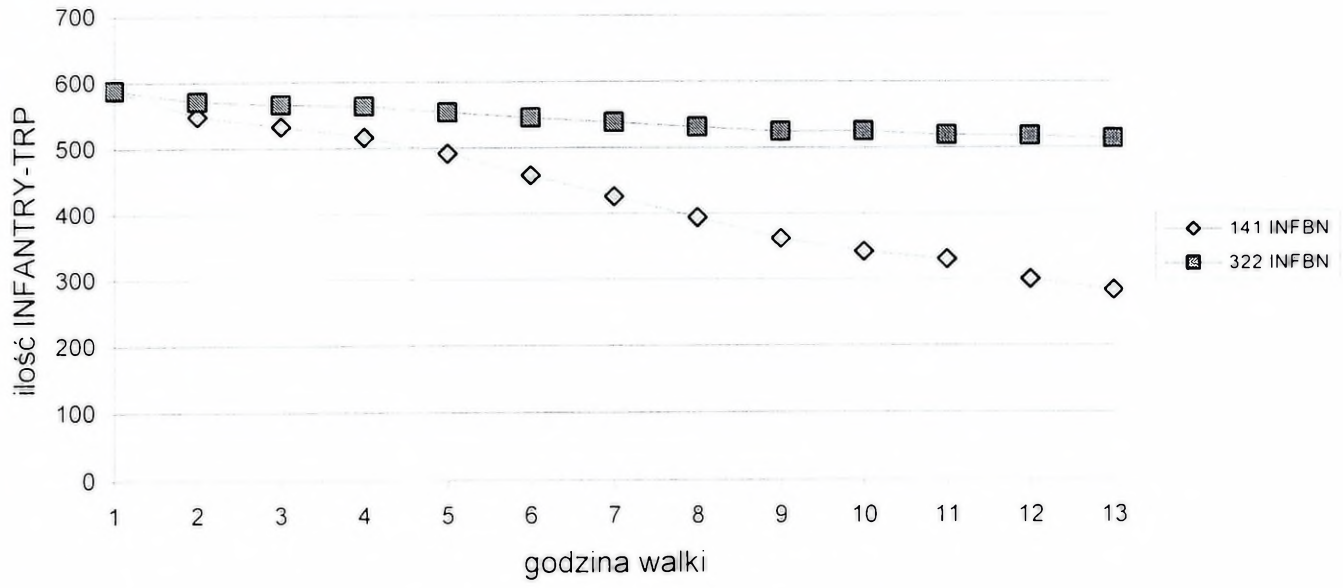
- AMPHIB-VEH (BRDM2-BTR60);
- HV-MORTARS (120-160MORT);
- INFANTRY (INFANTRY-TRP).



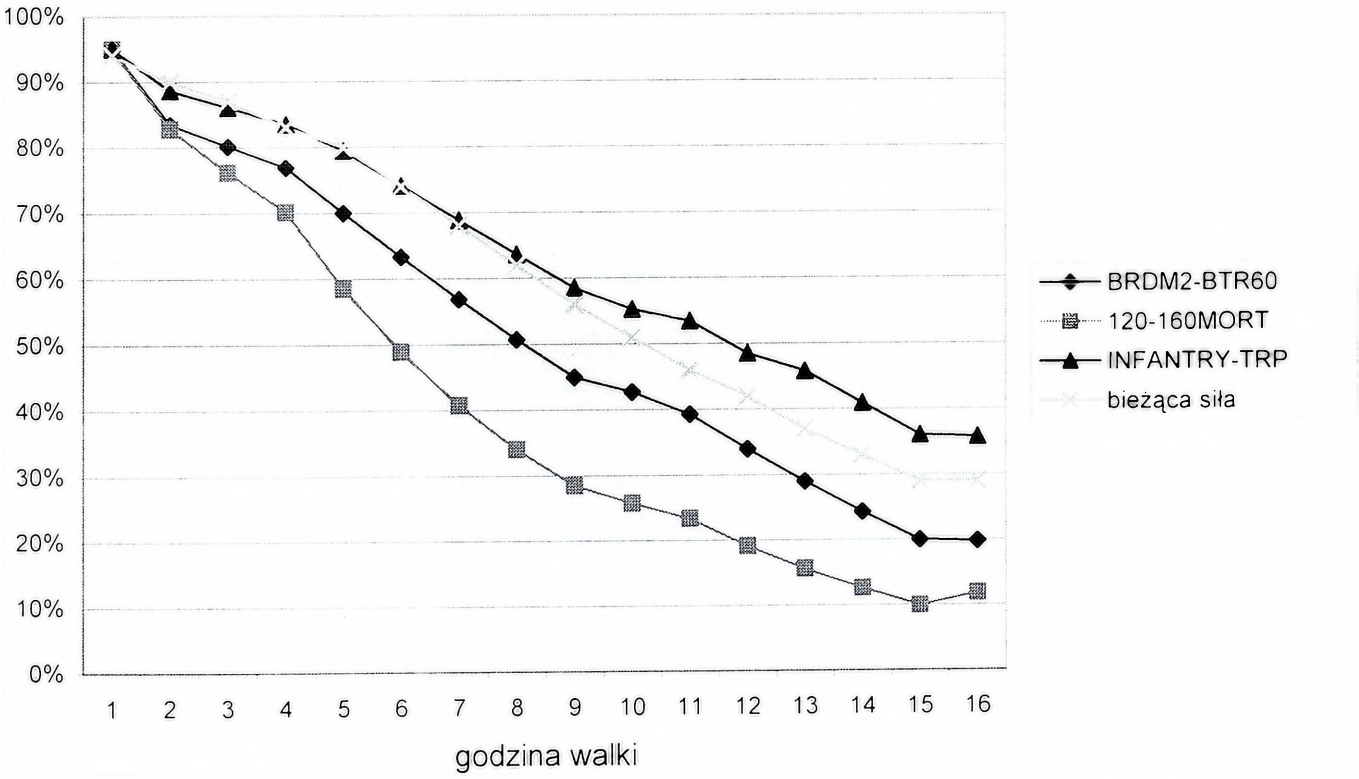
Rysunek 55. Zestawienie ilości AMPHIB-VEH (BRDM2-BTR60) w 4 eksperymencie.



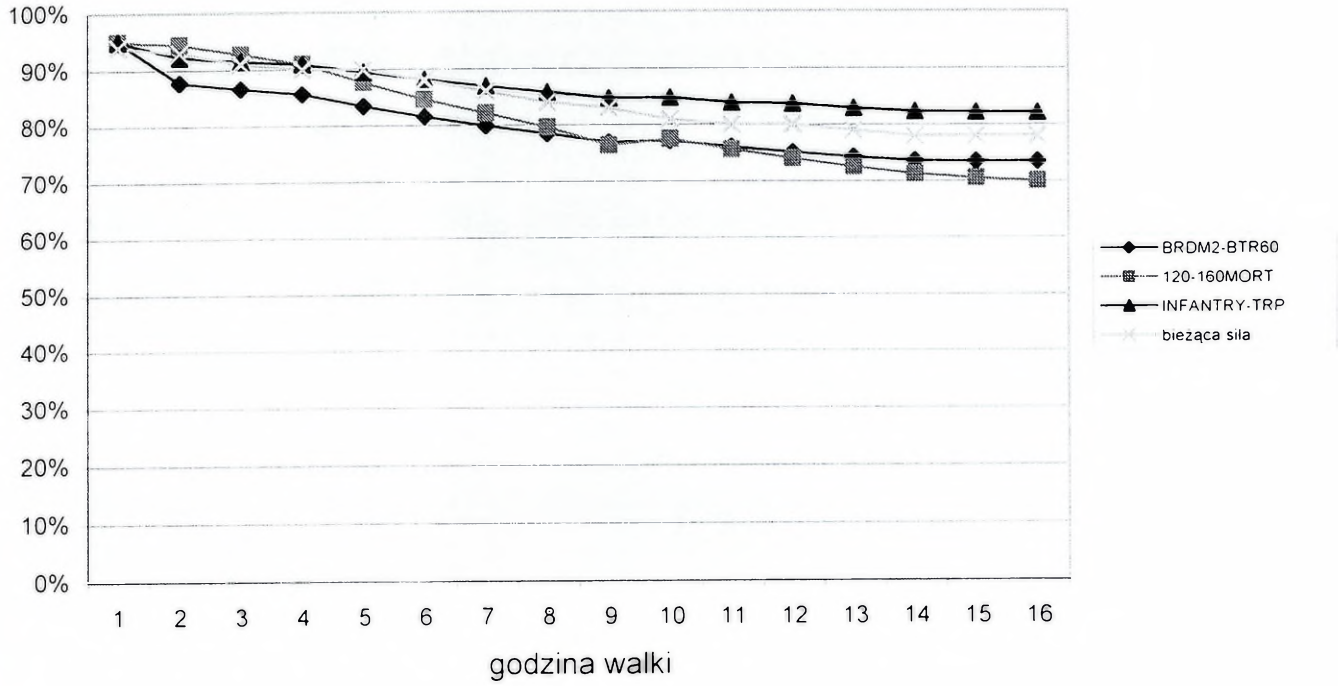
Rysunek 56. Zestawienie ilości HV-MORTARS (120-160MORT) w 4 eksperymencie.



Rysunek 57. Zestawienie ilości INFANTRY (INFANTRY-TRP) w 4 eksperymencie.



Rysunek 58. Zestawienie procentowej ilości systemów walki 141 INFBN i jej bieżącej siły w 4 eksperymencie.



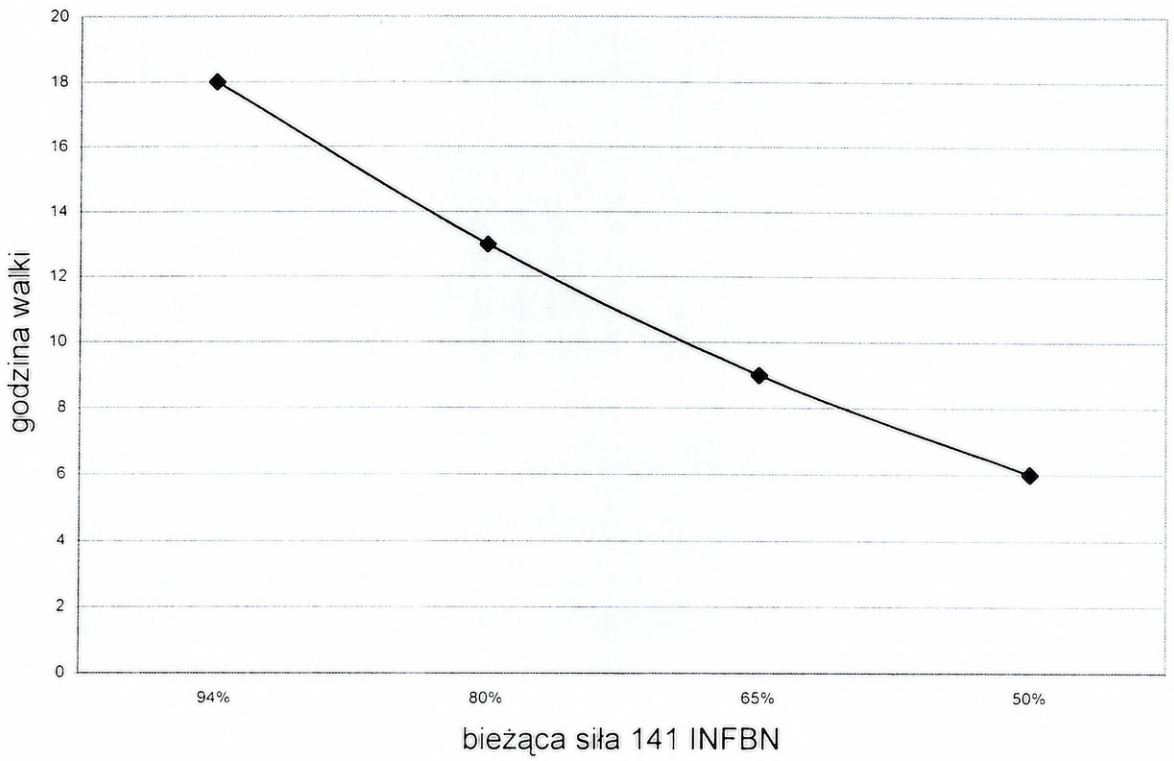
Rysunek 59. Zestawienie procentowej ilości systemów walki 322 INFBN i jej bieżącej siły w 4 eksperymencie.

8.3. Analiza wyników natarcie/obrona ze zmienianą bieżącą siłą broniących się

Poniżej przedstawiono zestawienie (Tabela 4) oraz zobrazowanie graficzne (Rysunek 60) czasu zmiany działań bojowych przez 141 INFBN z Obrony do Działań opóźniających w eksperymentach: 2, 5 - 7.

	Godzina przejścia z Obrony do Działań opóźniających	Godzina przejścia z Działań opóźniających do Wycofania
Eksperyment 2 (94%)	18	-
Eksperyment 5 (80%)	13	-
Eksperyment 6 (65%)	9	-
Eksperyment 7 (50%)	6	7

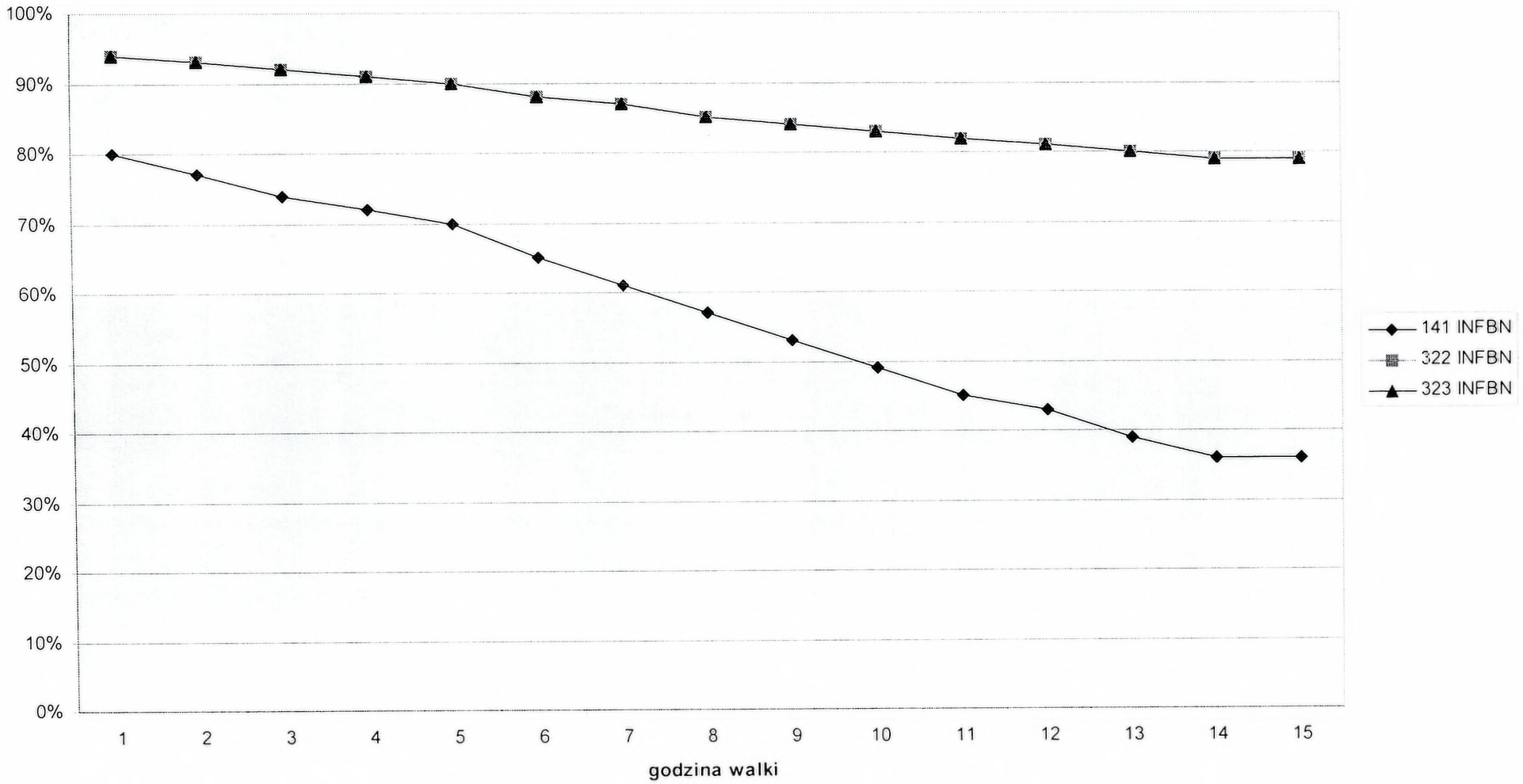
Tabela 22. Zestawienie czasu zmiany rodzaju działań bojowych przez 141 INFBN (zmieniana bieżąca siła broniących się).



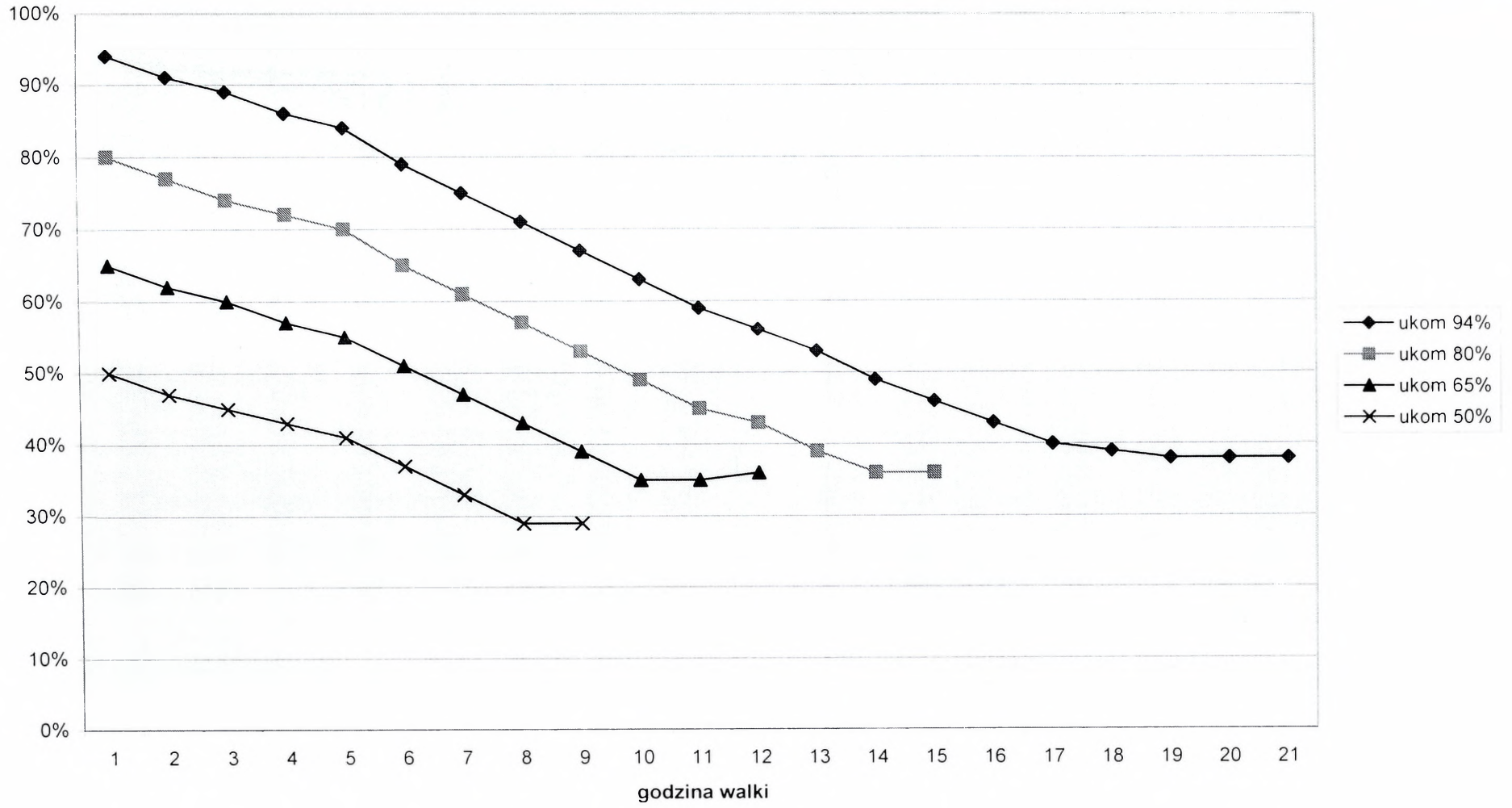
Rysunek 60. Wpływ siły bieżącej jednostki 141 INFBN na czas przejścia do Działań opóźniających.

Na kolejnych wykresach przedstawiono:

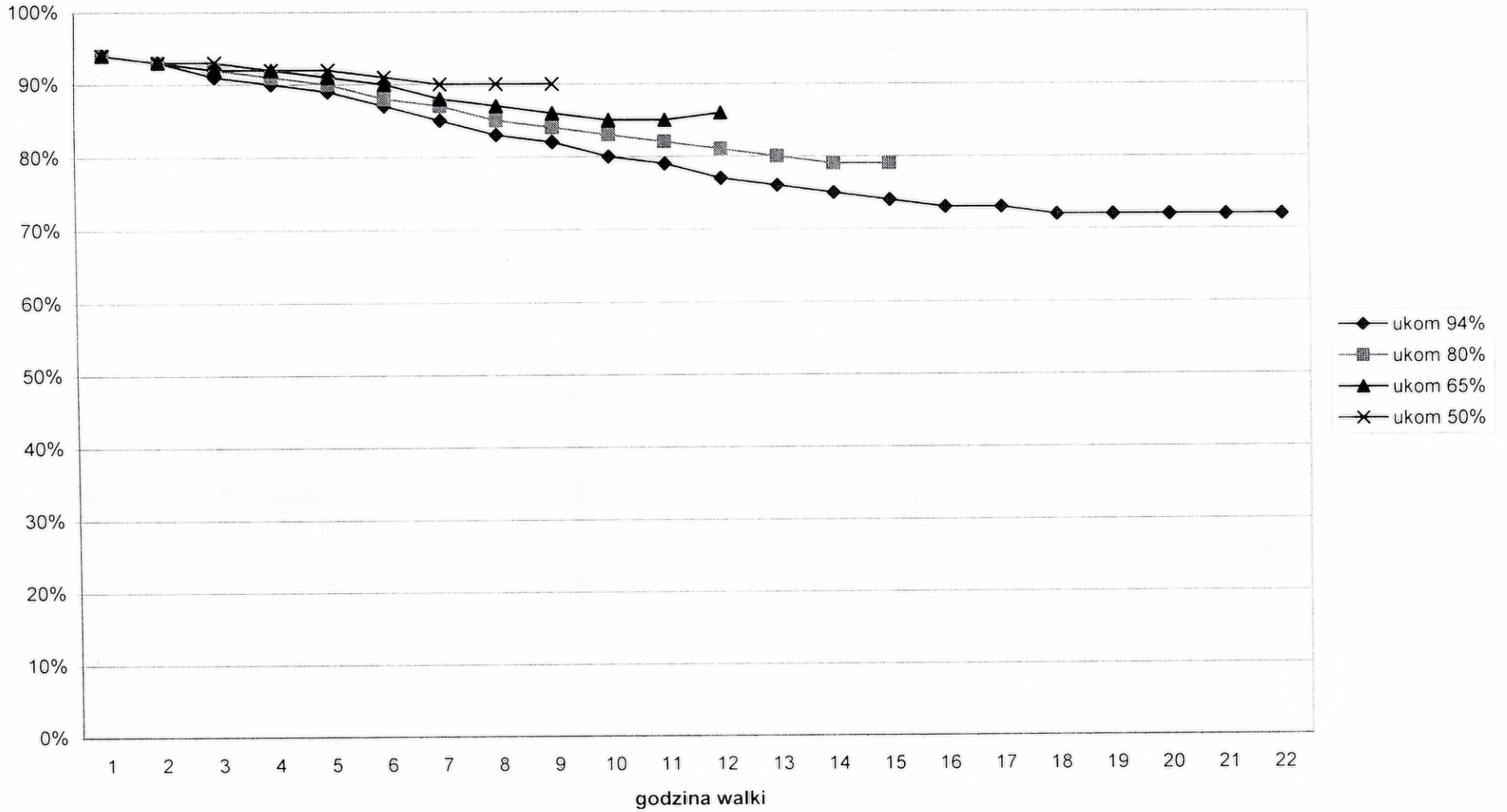
- zmianę bieżącej siły walczących jednostek w eksperymencie 5 (Rysunek 61);
- zestawienie bieżącej siły batalionu 141 INFBN w eksperymentach 2, 5-7 (Rysunek 62);
- zestawienie bieżącej siły batalionu 322 INFBN w eksperymentach 2, 5-7 (Rysunek 63).



Rysunek 61. Zmiany bieżącej siły jednostek w eksperymencie 5. Bieżąca siła 141 INFBN = 80%.



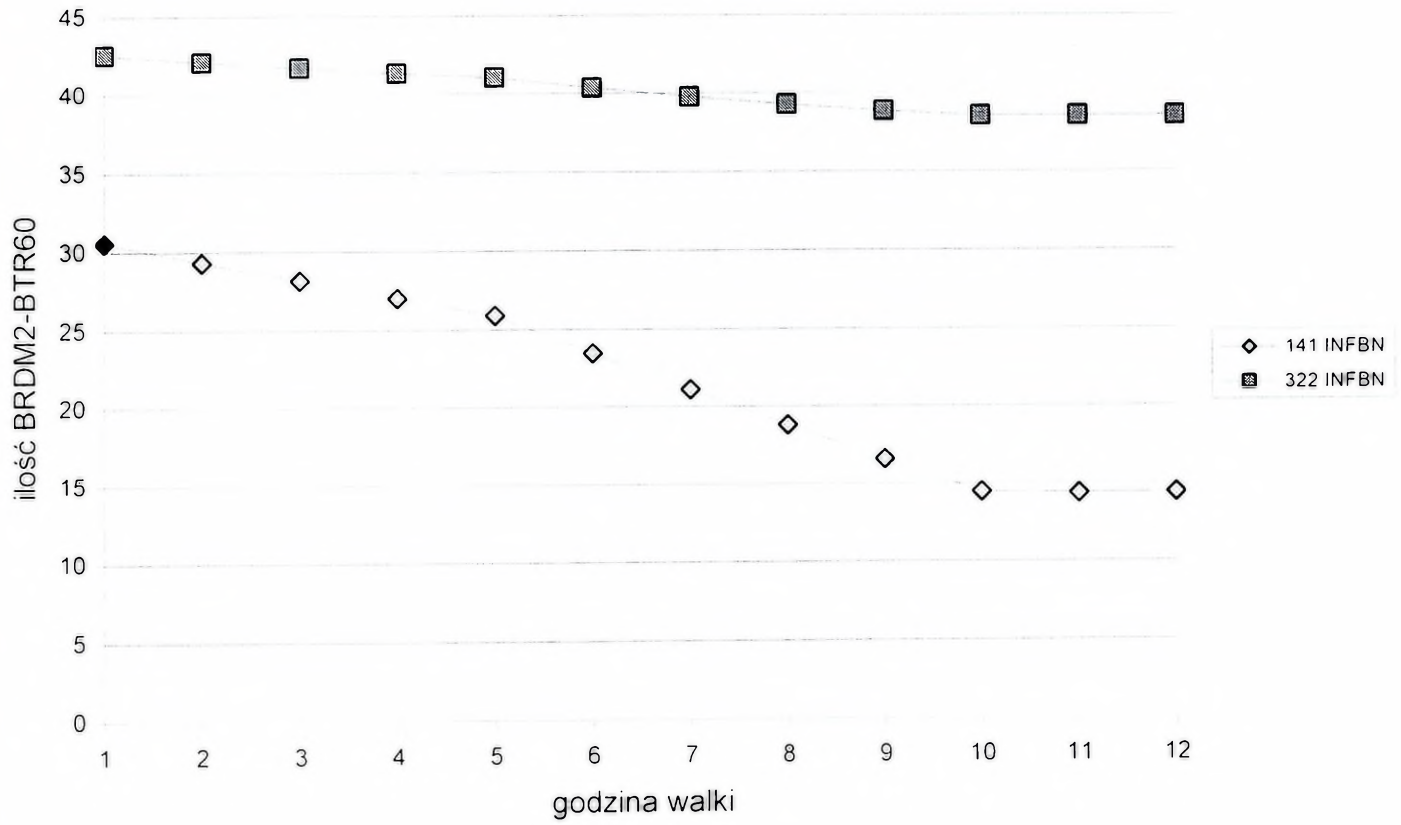
Rysunek 62. Zestawienie zmian bieżącej siły batalionu 141 INFBN w eksperymentach 2, 5 - 7.



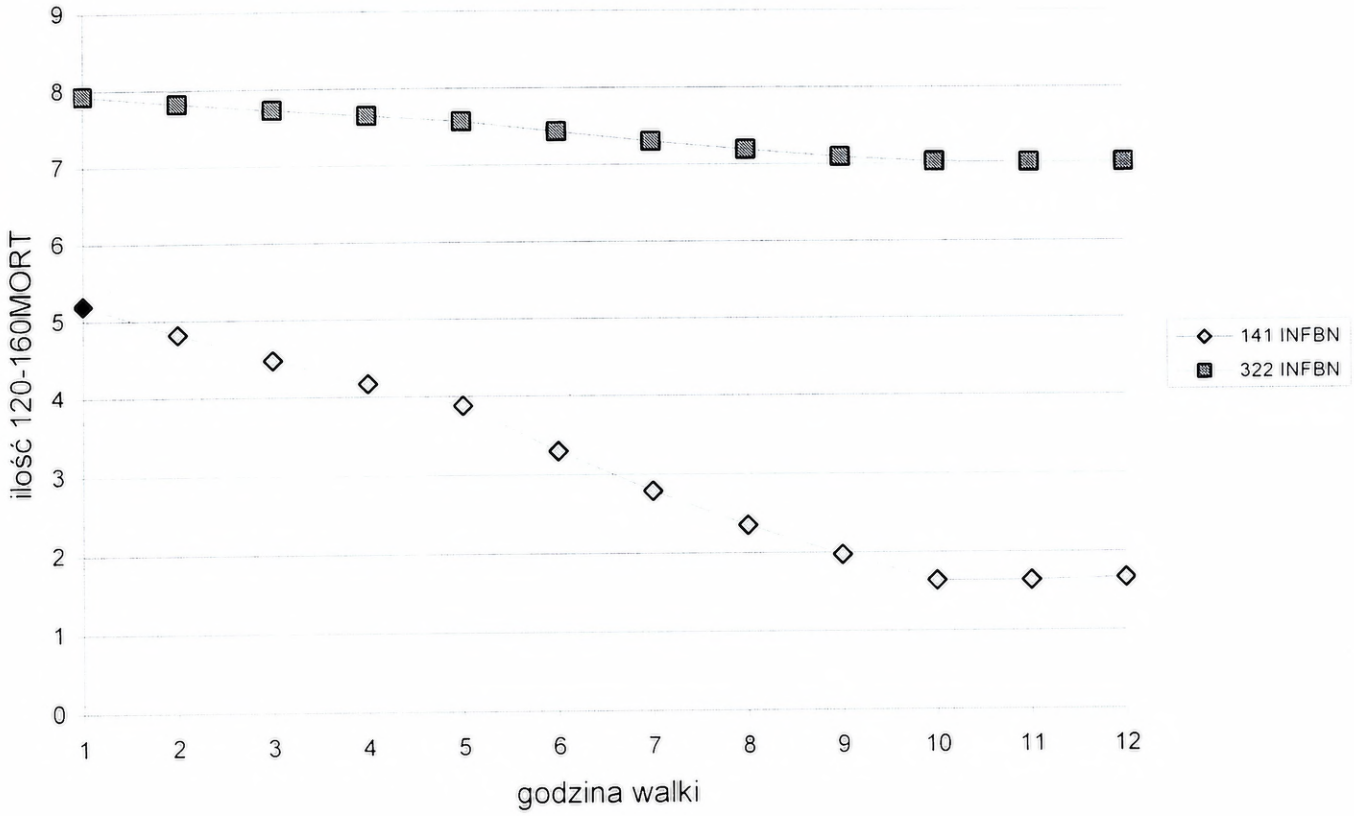
Rysunek 63. Zestawienie zmian bieżącej siły batalionu 322 INFBN w eksperymentach 2, 5 - 7.

Dla wybranego eksperymentu (6, batalion 141 INFBN z bieżącą siłą 65%) zebrano raporty logistyczne (Załącznik 11. Ilość systemów walki w 6 eksperymencie.), mówiące o zmianie ilości systemów walki, a na wykresach poniżej przedstawiono zestawienia ilościowe oraz procentowe trzech najważniejszych dla jednostek systemów:

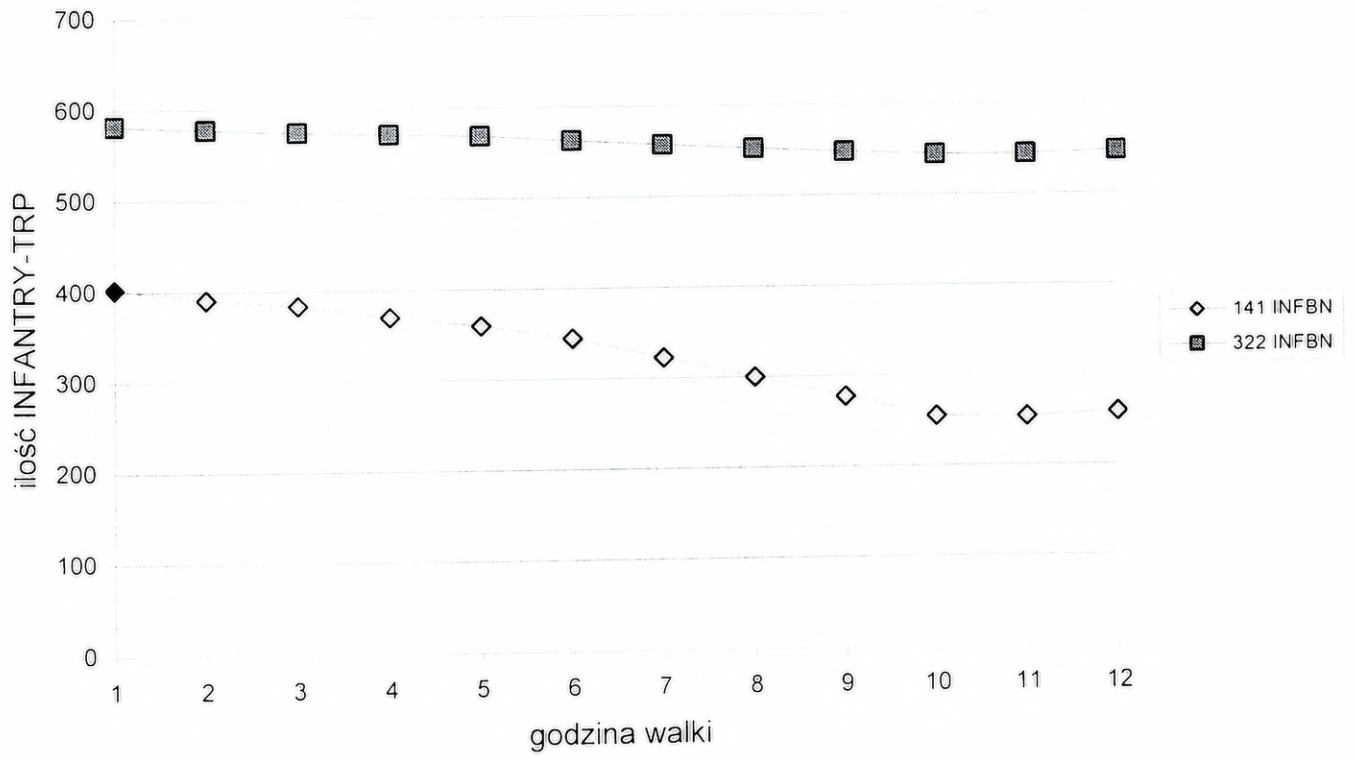
- AMPHIB-VEH (BRDM2-BTR60);
- HV-MORTARS (120-160MORT);
- INFANTRY (INFANTRY-TRP).



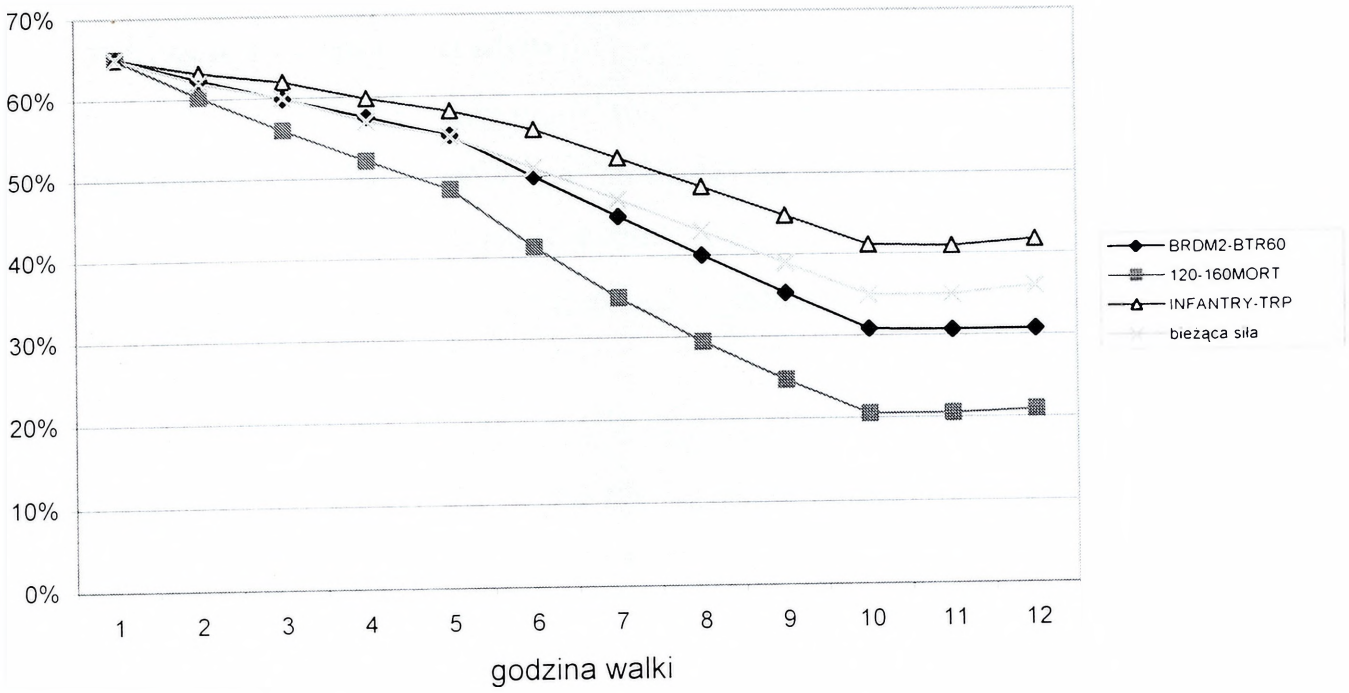
Rysunek 64. Zestawienie ilości AMPHIB-VEH (BRDM2-BTR60) w 6 eksperymencie.



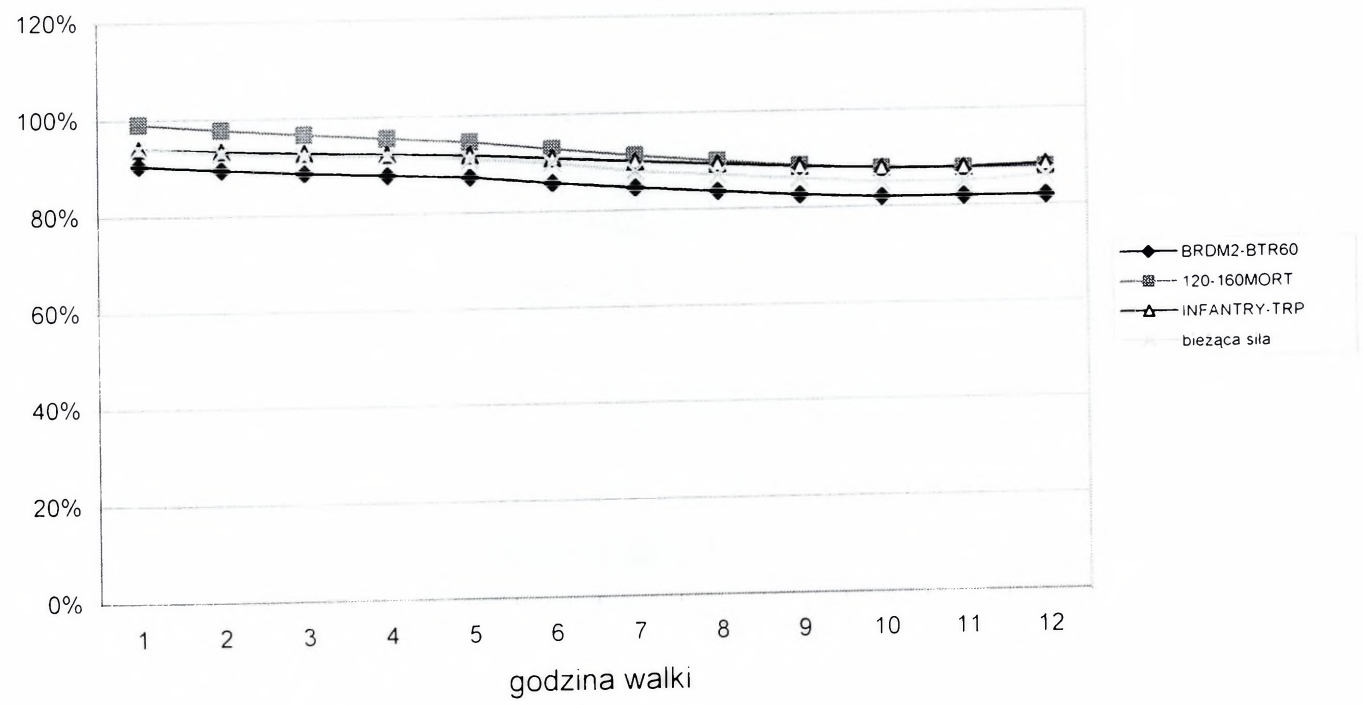
Rysunek 65. Zestawienie ilości HV-MORTARS (120-160MORT) w 6 eksperymencie.



Rysunek 66. Zestawienie ilości INFANTRY (INFANTRY-TRP) w 6 eksperymencie.



Rysunek 67. Zestawienie procentowej ilości systemów walki 141 INFBN i jej bieżącej siły w 6 eksperymencie.



Rysunek 68. Zestawienie procentowej ilości systemów walki 322 INFBN i jej bieżącej siły w 6 eksperymencie.

8.4. Wnioski z eksperymentów

Przeprowadzono dwa eksperymenty modelowe:

1. Natarcie dwóch batalionów, na broniącą się batalion, ze zmianą współczynnika efektywności Lanchestera atakujących.
2. Natarcie dwóch batalionów, na broniącą się batalion, ze zmianą bieżącej siły broniącej jednostki.

Pierwszy model eksperymentów odpowiada zwiększonej skuteczności systemów walki atakujących, mogącą być przyczyną np. lepszego wyszkolenia żołnierzy.

Współczynnik efektywności równań Lanchestera jednostek nacierających znacząco wpływa na wielkość strat powodowanych u broniących się, a tym samym na czas przejścia 141 INFBN z Obrony do Działań opóźniających i Wycofania. Straty nacierających (322 INFBN i 323 INFBN) zmniejszają się wraz z upływem czasu, jako pochodna mniejszej ilości systemów walki batalionu 141 INFBN. Zwiększanie współczynnika efektywności powoduje wzrost strat broniącego się batalionu wraz z upływem czasu walki, coraz większe różnice bieżącej siły 141 INFBN w kolejnych godzinach walki (Rysunek 53). Dynamika strat u nacierających zmniejsza się wraz z upływem czasu, ponieważ batalion 141 INFBN posiada coraz mniej systemów walki powodujących straty (Rysunek 54).

Zmiana współczynnika efektywności jest bardzo skuteczna i prosta dla kontrolera ćwiczenia, powinna odbywać się jednak z umiarem z powodu trudności wytłumaczenia ćwiczącym wyników walki.

Drugi model eksperymentów odpowiada sytuacji, gdy broniący się, nie są w pełni ukompletowani lub ponieśli wcześniej straty.

Zmniejszanie siły bieżącej jednostki 141 INFBN skutkuje szybszą zmianą prowadzonych działań bojowych (Rysunek 51 i Rysunek 60), słabsza jednostka szybciej się wycofuje i unika tym samym zniszczenia. Nacierający ponoszą mniejsze straty (Rysunek 63), natomiast dynamika strat broniących się, w kolejnych eksperymentach, jest w przybliżeniu stała (Rysunek 62).

W rzeczywistej symulacji efekt zmniejszenia bieżącej siły przeciwnika będzie osiągany poprzez ostrzał artylerii lub działania lotnictwa.

Zespół badawczy, we wszystkich eksperymentach, został zaskoczony pomiarami ponoszonych strat przez walczące jednostki. Wydawało się, że jednostka broniąca się powinna ponosić mniejsze straty, a większe zadawać. Przypuszczenie to było potwierdzone

wartościami współczynników Lanchestera (Załącznik 8. Wartości FWL). Przykładowo broniący się AMPHIB-VEH (BRDM2-BTR60) posiada współczynnik zniszczenia tego samego, nacierającego systemu, w wysokości: 0,0594139, natomiast współczynnik nacierającego dla broniącego się wynosi: 0,0237655.

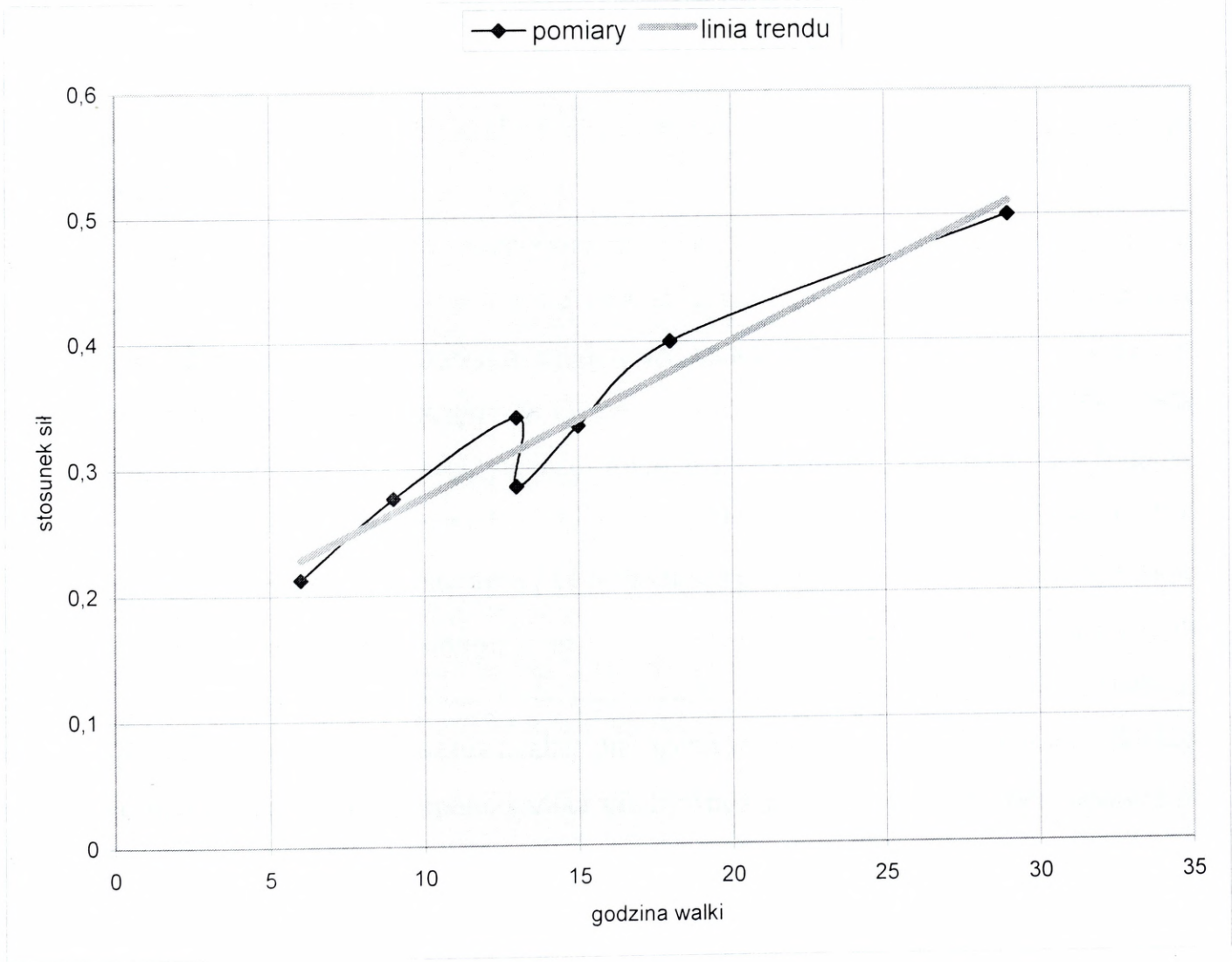
Dopiero po szczegółowej analizie dokumentacji, w zwłaszcza Analyst's Guide JTLS v.2.7, znaleziono pojedyncze zdanie wyjaśniające te wyniki. Punkt 10 na stronie 341 stwierdza, że jeżeli broniąca się jednostka, znajdzie się w odległości określonej parametrem *DECISIVELY ENGAGED*[43] od jednostki nacierającej, to będzie ponosiła straty jakby prowadziła działanie bojowe Atak. Praktycznie oznacza to, że jednostki nacierające, pomimo atakowania jednostki w Obronie, korzystają z innej tabeli FWL, niż wynika to z prowadzonych działań (jednostka broniąca się nie zmienia tabeli). Wartości współczynników Lanchestera, dla strony nacierającej, wzrastają prawie o 100 procent, przykładowy współczynnik AMPHIB-VEH (BRDM2-BTR60) nacierającego wzrasta z 0,0237655 do 0,0396092.

Autorzy obliczyli przybliżone stosunki sił w przeprowadzonych eksperymentach, co było możliwe dzięki identycznemu uzbrojeniu jednostek i wykorzystywaniu tych samych prototypów działania (rozdział Analiza rozmieszczenia i stosunku sił). Pozwoliło to na porównanie godzin walki, kiedy 141 INFBN przechodzi z Obrony do Działań opóźniających w zależności od stosunku sił jednostek (Tabela 23). Po uwzględnieniu, że pomiary (bieżąca siła jednostki, rodzaj prowadzonych działań), następują co jedną godzinę, można przyjąć, że wyniki walki w JTLS, w sposób prawie liniowy zależą od stosunku sił jednostek walczących (patrz linia trendu na Rysunek 69).

[43] Jest to jeden z parametrów modelowania, w SDB v.2.7 wynosi 0,4km.

	Stosunek sił	Godzina przejścia z Obrony do Działań opóźniających
Eksperyment 1	1:2	29
Eksperyment 2	1:2,5	18
Eksperyment 3	1:3	15
Eksperyment 4	1:3,5	13
Eksperyment 5	1:2,9	13
Eksperyment 6	1:3,5	9
Eksperyment 7	1:4,75	6

Tabela 23. Wpływ stosunku sił na przejście 141 INFBN z Obrony do Działań opóźniających.



Rysunek 69. Przejście 141 INFBN z Obrony do Działań opóźniających w zależności od stosunku sił.

W trakcie prowadzenia eksperymentów stwierdzono, że od momentu gdy jednostka nacierająca i broniąca się są w bezpośredniej styczności (na mapie GIAC zajmują tą samą lokalizację), wydaje się, że system niepoprawnie wskazuje rozmieszczenie sił jednostek (niezgodnie z teorią) np. raport w MPP o jednostce broniącej się wykazuje, że wraca ona do ustawień sprzed rozpoczęcia walki. Być może związane jest to ze wspomnianym parametrem *DECISIVELY ENGAGED*, ale bez konsultacji z projektamtami systemu firmy ROLANDS, działanie tego nie da się wpełni zinterpretować.

Ponadto, pomimo że jednostki nacierające dostały rozkaz *Atak* na jednostkę broniącą się, po zmuszeniu jej do wycofania, nie podążają za nią. Jeżeli w rozkazie *Atak*, wskazano konkretną jednostkę do zniszczenia, jednostka nacierająca traktuje jej lokalizację jako koniec marszruty (po wycofaniu się przeciwnika prowadzi działanie bojowe *Atak*, prędkość 0 km/godz.).

Powodowane (ponoszone) straty są naliczane bez uwzględnienia godziny prowadzonych działań. W trakcie całego boju są one prawie liniowe, podejście takie nie uwzględnia dużych strat nacierających (małych broniących się) ponoszonych w praktyce w pierwszych godzinach walki oraz małych strat nacierających (dużych broniących się) pod koniec starcia.

Z przeprowadzonych eksperymentów wynika, że możliwe jest wykonanie odpowiednich zestawień danych w formie tabelarycznej lub graficznej przedstawiających skuteczność obrony i ataku typowych modeli jednostek funkcjonujących w dokumencie „***Jednolite tło strategiczno-operacyjne do ćwiczeń i treningów w SZ RP na lata 2005-2006***" w zależności od współczynnika efektywności równań Lanchestera. Posiadanie takich danych (zestawień), może w znaczący sposób wpłynąć na efektywność pracy kontrolerów podczas prowadzenia ćwiczeń CAX z systemem JTLS. Kontroler śledząc na bieżąco rozwój sytuacji operacyjno taktycznej, poprzez manipulacją ww. współczynnikiem efektywności nie dopuści do zmiany założonego scenariusza ćwiczenia, odpowiednio wzmacniając lub osłabiając wybraną jednostkę, w sposób niezauważalny dla operatora wydającego rozkazy tej jednostce. Zaznaczyć należy, że zmiana współczynnika efektywności nie wpływa na stan posiadanych przez jednostkę systemów walki, stanu osobowego oraz zapasów niezbędnych do prowadzenia działań bojowych.

Nasuwają się ponadto następujące postulaty.

Wartość bieżącej siły jednostki (*unit strength*) widzianej przez operatora systemu JTLS, nigdy nie powinna być mylona z potencjałem jednostki, ani jej ukompletowaniem.

Wartość bieżącej siły jednostki (patrz rozdział Bieżąca siła jednostki), widziana przez operatora na ekranie programu GIAC, jest wartością przybliżoną (całkowitą). Jej dokładną wartość można zobaczyć w programie IMT lub w raportach logistycznych.

Operator stacji JTLS musi na bieżąco nadzorować podległe mu jednostki jednocześnie w programach: GIAC, MPP i IMT i w zależności od rozwoju sytuacji meldować o tym decydentom lub modyfikować prowadzone działania. Próba boju spotkaniowego, bez korekcji wydanych rozkazów, zakończyła się „minięciem" nacierających jednostek (jednostki zamieniły się lokalizacją, nie powodując, ani nie ponosząc strat). Jednostka nacierająca na kierunku, mimo wykrycia jednostki przeciwnika, „przejeżdża" przez nią (może znaleźć się na jej tyłach).

Zespół wykrył, że przy dużym przyspieszeniu symulacji, system JTLS błędnie modeluje niektóre działania związane np. z przemieszczeniami (straty walczących jednostek obliczane są poprawnie). Duże przyspieszenia mogą być używane w „shadow game" do testowania poprawności wydanych rozkazów, ale nie do obliczania dokładnych wyników działań bojowych.

ZAKOŃCZENIE

Przedstawiane opracowanie zawiera syntezę problemów, które autorzy poddali analizie problemowej w aspekcie sprawdzenia i zapewnienia adekwatności symulacyjnego modelu walki JTLS do rzeczywistych procesów walki w uwarunkowaniach sił zbrojnych RP- z jednej strony oraz w aspekcie zadośćuczynienia oczekiwaniom uczestników ćwiczeń wspomaganych komputerowo - z drugiej strony. Wnioski dotyczą syntezy modelu symulacyjnego JTLS realizującego prowadzenie walki wojsk lądowych na podstawie analizy wyników opracowanych eksperymentów symulacyjnych. Po przedstawieniu teorii dotyczącej modelowania systemów dokonano ich syntezy w aspekcie koncepcyjno - projektowym. Pozyskana wiedza umożliwiła autorom dokonać analizy modeli cząstkowych symulacyjnego modelu walki JTLS, gdyż jądrem modelu symulacyjnego jest jednak matematyczny model walki. Dlatego niezbędna stała się głębsza refleksja tego problemu i dokonanie jej syntezy. W efekcie po przedstawieniu podstawowej teorii matematycznych modeli walki, specyfiki oraz funkcjonalności JTLS, możliwa stała się realizacja eksperymentów symulacyjnych ukierunkowanych na badanie zachowania się modelu. Sam problem adekwatności modelu oraz kalibrowania jego parametrów jest interesujący poznawczo, znaczący teoretycznie i niosący nowe wyzwania w tej dziedzinie. Autorzy pracy wyrażają przekonanie efekty ich pracy będą wykorzystane w dostosowania systemu JTLS do prowadzenia ćwiczeń dowódczo-sztabowych prowadzonych w Centrum Symulacji i Komputerowych Gier Wojennych AON.

Bibliografia

1. Ackoff R. L., Decyzje optymalne w badaniach stosowanych,PWN, 1969
2. Aggregated Combat Models, Operations Research Department Naval Postgraduate School Monterey, California 2000
3. Analyst's Guide JTLS v.2.7, 2004
4. Averill M. Law, W. David Kelton, Simulation Modeling & Analysis, McGraw-Hill, 1982
5. Bojarski Wł., Podstawy analizy i inżynierii systemów PWN,1984
6. Cempel Cz., Teoria i inżynieria systemów, http://www.pbn.pl/Delphi/Program/CASE.htm
7. Findeisen Wł. (red), Analiza systemowa – podstawy i metodologia, PWN, 1985
8. Fishman G., Symulacja komputerowa. Pojęcia i metody, PWE, 1981
9. Gutenbaum J., Modelowanie matematyczne systemów, PWN, 1987
10. JTLS Executive Overview, Defense Information Systems Agency, 2002
11. Kalinski K, Pietrzak G., Boryn P., Symulacyjny system walki JTLS, Warszawa 2003
12. Kaliński K. i inni: Opracowanie eksperymentu symulacyjnego – realizacja epizodu *taktycznego*, AON 2004
13. Kaliński K., Pietrzak G., Boryn P.: Symulacyjny system walki *JTLS*, AON 2003
14. Kłodziński E., Metody symulacyjne badania systemów. Wprowadzenie do badań systemów metodą symulacji cyfrowej, WAT,1984
15. Kłodziński E., Symulacyjne metody badania systemów, PWN, 2002
16. Kłodziński E., Symulacyjne metody badania systemów, Zeszyt 1 – 5, WAT, 1983.
17. Knetki J., Wieleba R., Wocial J., Analiza porównawcza modeli i systemów symulacyjnych w aspekcie ich funkcjonalności na potrzeby ćwiczeń typu CAX, AON, 2004
18. Knetki J., Wieleba R., Wocial J.,Model informatycznego wspomagania zespołu autorskiego ćwiczeń dowódczo sztabowych w AON – Technologie informatyczne, AON, 2003
19. Kurowski W. Modelowanie obiektów technicznych. Płock, 2001
20. Mańczak K., Technika planowania eksperymentu, WNT, 1976

21. Pisecki St., Chojnacki A., Teoria badań operacji. Planowanie operacji wojennych, WAT, 1973

22. Players Guide JTLS v.2.7, 2004

23. Rajski J., Tyszer J., Modelowanie i symulacja cyfrowa, Wyd. Politechniki Poznańskiej, 1986

24. Ratajczak M., Wieleba R., Wocial J., Symulacyjny model walki szczebla taktycznego. Synteza symulacyjnych systemów walki, AON, 2002

25. Ratajczak M., Wieleba R., Wocial J.: Symulacyjny model walki na szczeblu taktycznym. Synteza koncepcji symulacyjnego modelu walki. AON 2002

26. Sienkiewicz P., Analiza systemowa. Podstawy i zastosowania, Wyd. Bellona, 1994

27. Sienkiewicz P., Inżynieria systemów. Wybrane zastosowania wojskowe, Wyd. MON,1983

28. Wieleba R., Wocial J., Symulacyjny model walki szczebla taktycznego. Użytkowanie symulacyjnych systemów walki, AON, 2003

29. Wójcicki R., Teorie w nauce. Wstęp do logiki, metodologii i filozofii nauki, PAN, Instytut Filozofii i Socjologii, 1991

30. Zeigler B.: Teoria modelowania i symulacji

31. Żółtowski B: Badania dynamiki maszyn, ATR, 2002

Załącznik 1. Dane jednostki 141 INFBN

Unit 141.INFANTRY.BATTALION_BLN (141INFBN) Data

Unit Identification Code: 141INFBN
Unit Service Name: ARMY
Unit Type: GROUND

Faction: BLN.ARMY
Higher Headquarters: 14INFRGT
Unit Size: BATTALION
Unit Prototype: LT.INF.BN.B (Index 373) UNITS USING THIS TUP

Unit Is Scheduled To Arrive In Theater At: 010000ZJAN03 (D+ 0. Days)
Location: 57-10-06.0N 23-32-02.0W (57.168333 -23.533889)
Facing: S

Unit's Speed Capability Is: 41.666667 Km/Hour
Unit's Radius Is: 1.910000 Km

Unit's Fraction Of Combat Strength To Attack With Is: .650000
Unit's Fraction Of Combat Strength To Protect With Is: .200000
Unit's Fraction Of Combat Strength To Screen With Is: .060000
Unit's Fraction Of Combat Strength To Cover With Is: .060000

Unit's Effectiveness Multiplier: .800000
Unit's PSYOPs Results Multiplier: 1.000000
Unit's Combined Effectiveness Multiplier: .800000
Unit's ICAO Code: Not Applicable

Unit Is Normally Supported By : 14FSBN.B

Other Authorized Support Units Are:	Supply_Category:	Support_Unit:
	NONE	

Unit First Requisitions At: 011128ZJAN03
Unit Computes Consumption and Requisitions Every: 6.1920 Hours
Unit Caliber Is: HVY.MORTAR
Based On Combat System TOE and Supply Basic Load, This Unit Can Fire:
HVY.MORTAR.XIRD

Unit's Subordinates (Chain Of Command): NONE

141INFBN Inherits The Following Prototypes From Faction BLN.ARMY

Air Control Prototype (ACP 2): BLOCK2_ACP
Combat System Prototype (CSP 1): ATLANTS_MIL_CSP
Command Control Prototype (CCP 2): BLOCK2_CCP
Communications Prototype (CP 2): BLOCK2_CP
Fire Lethality Prototype (FLP 3): BLOCK3_FLP
Intelligence Information Prototype (IIP 2): BLOCK2_IIP
Maneuver Prototype (MP 2): BLOCK2_MP
Mobility Countermobility Prototype (MCP 2): BLOCK2_MCP
Survivability Prototype (SP 3): BLOCK3_SP
Sustainment Logistics Prototype (SLP 2): BLOCK2_SLP

Załącznik 2. Prototyp jednostki 141 INFBN

Tactical Unit Prototype LT.INF.BN.B (Type 373) Data

TUP Combat System Data
TUP CCP Area Ratios
TUP Supply Category Data
TUP Owned Target Data

Graphics Symbol:	14, INFANTRY.MOTORIZED
Caliber Of Artillery That Can Be Fired:	HVY.MORTAR
Average Speed Over Open Terrain:	41.67 Km/Hr
Is Unit Bridge Operational Capable:	NO
Radius, For Area Weapon Assessment:	1910.00 Meters
Range Of Organic Ground Intel Assets:	15.00 Km
Range Of Organic Air Intel Assets:	0. Km
Mean Time Between Organic Ground Intel Reports:	5.04 Hours
Mean Time Between Organic Air Intel Reports:	0. Hours
Attack To Defend Threshold:	.5000000
Defend To Delay Threshold:	.4000000
Delay To Withdraw Threshold:	.3500000
Incapable Threshold:	.2500000
Wiped Out Threshold:	.1500000
Mean Time To Repair A Runway:	0. Hours
Maximum Number Of Simultaneous Runway Repairs:	0
Maximum Numbers Of Hours Per Day Unit Can Move:	20.00 Hours
Number Small Boats Available:	47.00 Boats
Small Boat Type Used:	BTR70
Capacity To Store Dry Supplies:	3370.91 Tons
Capacity To Store Wet Supplies:	148560.00 Gallons
Capacity To Carry Dry Supplies:	3370.91 Tons
Capacity To Carry Wet Supplies:	148560.00 Gallons
Number of Loading Facilities:	4

Default Distribution Of Combat Power (Dir 1 Is Orientation):

Dir 1: .21000

Dir 6: .20000 Dir 2: .20000

Dir 5: .14000 Dir 3: .14000

Dir 4: .11000

Combat Power Able To Reorient Per Combat Assessment Is: .63000

A Unit Using TUP LT.INF.BN.B Has The Following TOE And SCORE Values:

Combat System	TOE	SCORE
AIRCRAFT	0.	56.31
AMPHIB-VEH	47.00	47.00
APC	0.	4.60

ARMR-GUN-SYS	0.	46.07
ATGM-AFV	0.	27.07
BRIDGING-EQP	0.	3.00
C3I	1.00	1.00
CHEM-REL-EQP	0.	2.59
COMD-SIG-VEH	0.	6.66
CREW-WEAPONS	93.00	6.22
ELDERLY-CIVILNS	0.	0.
ENGINEER-EQP	0.	3.07
HAW-ATGM	0.	20.71
HV-HOWTZ-GUN	0.	65.27
HV-MORTARS	8.00	43.95
HV-SP-HOWTZ	0.	61.35
HVY-EQP-TRAN	0.	3.00
IFV	0.	37.17
IFV-W-ATGM	0.	57.15
INFANTRY	619.00	2.80
INFANTS 0-5YO	0.	.15
LAV	0.	34.83
LAW	19.00	13.72
LR-MLRS	0.	90.61
LT-HOWTZ-GUN	0.	36.23
LT-MORTARS	0.	19.98
LT-SP-HOWTZ	0.	40.29
MAW	13.00	14.30
MD-HOWTZ-GUN	0.	47.53
MEN.15.UP	0.	.40
OTHER-EQUIP	0.	2.80
OTHER-TROOPS	170.00	.96
RCL-RIFLE	2.00	19.64
SPE1-SPT-EQP	0.	3.00
SR-MRL	0.	63.86
TANKS-1	0.	78.86
TANKS-2	0.	64.71
TANKS-3	0.	40.92
TRUCK-CARGO	15.00	7.20
TRUCK-TANKER	2.00	9.23
TRUCK-UTILTY	24.00	1.34
WOMEN.15.UP	0.	.30
YOUTH 6-14YO	0.	.25

The TUP LT.INF.BN.B Has The Following Area Ratios:

C2 Prototype	Area Ratio
BLOCK1 CCP	.79975
BLOCK2 CCP	.66954
BLOCK3 CCP	.73645

Załącznik 3. Dane jednostki 322 INFBN

Unit 322.INFBN(AMFV)_CLN (322INFBN) Data

```
Unit Identification Code: 322INFBN
Unit Service Name:        ARMY
Unit Type:                GROUND

Faction:                  CLN.ARMY
Higher Headquarters:      32INFRGT
Unit Size:                BATTALION
Unit Prototype:           LT.INF.BN.C (Index 374) UNITS USING THIS TUP

Unit Is Scheduled To Arrive In Theater At: 010000ZJAN03 (D+ 0. Days)
Location:   57-11-44.0N   23-23-43.0W ( 57.195556 -23.395278)
Facing:     NE

Unit's Speed Capability Is:                              41.666667 Km/Hour
Unit's Radius Is:                                         1.910000 Km

Unit's Fraction Of Combat Strength To Attack With Is:      .650000
Unit's Fraction Of Combat Strength To Protect With Is:     .200000
Unit's Fraction Of Combat Strength To Screen With Is:      .060000
Unit's Fraction Of Combat Strength To Cover With Is:       .060000

Unit's Effectiveness Multiplier:                           .800000
Unit's PSYOPs Results Multiplier:                         1.000000
Unit's Combined Effectiveness Multiplier:                  .800000
Unit's ICAO Code:                                      Not Applicable

Unit Is Normally Supported By     :        32FSBN
-------------------------------------|-----------------------------------
Other Authorized Support Units Are:  | Supply_Category:    Support_Unit:
                                     |
                                     |   NONE

Unit First Requisitions At:      010946ZJAN03
Unit Computes Consumption and Requisitions Every:       6.4128 Hours

Unit Caliber Is:  HVY.MORTAR
Based On Combat System TOE and Supply Basic Load, This Unit Can Fire:

     HVY.MORTAR.X1RD

Unit's Subordinates (Chain Of Command): NONE
```

322INFBN Inherits The Following Prototypes From Faction CLN.ARMY

```
Air Control Prototype                  (ACP  2): BLOCK2_ACP
Combat System Prototype                (CSP  1): ATLANTS_MIL_CSP
Command Control Prototype              (CCP  2): BLOCK2_CCP
Communications Prototype                (CP  2): BLOCK2_CP
Fire Lethality Prototype               (FLP  3): BLOCK3_FLP
Intelligence Information Prototype     (IIP  2): BLOCK2_IIP
Maneuver Prototype                      (MP  2): BLOCK2_MP
Mobility Countermobility Prototype     (MCP  2): BLOCK2_MCP
Survivability Prototype                 (SP  3): BLOCK3_SP
Sustainment Logistics Prototype        (SLP  2): BLOCK2_SLP
```

Załącznik 4. Dane jednostki 323 INFBN

Unit 323.INFBN(AMFV)_CLN (323INFBN) Data

Unit Identification Code: 323INFBN
Unit Service Name: ARMY
Unit Type: GROUND

Faction: CLN.ARMY
Higher Headquarters: 32INFRGT
Unit Size: BATTALION
Unit Prototype: LT.INF.BN.C (Index 374) UNITS USING THIS TUP

Unit Is Scheduled To Arrive In Theater At: 010000ZJAN03 (D+ 0. Days)
Location: 57-05-31.0N 23-20-27.0W (57.091944 -23.340833)
Facing: NE

Unit's Speed Capability Is:	41.666667 Km/Hour
Unit's Radius Is:	1.910000 Km
Unit's Fraction Of Combat Strength To Attack With Is:	.650000
Unit's Fraction Of Combat Strength To Protect With Is:	.200000
Unit's Fraction Of Combat Strength To Screen With Is:	.060000
Unit's Fraction Of Combat Strength To Cover With Is:	.060000
Unit's Effectiveness Multiplier:	.800000
Unit's PSYOPs Results Multiplier:	1.000000
Unit's Combined Effectiveness Multiplier:	.800000
Unit's ICAO Code:	Not Applicable

Unit Is Normally Supported By : 32FSBN

Other Authorized Support Units Are:	Supply_Category:	Support_Unit:
	NONE	

Unit First Requisitions At: 010946ZJAN03
Unit Computes Consumption and Requisitions Every: 6.4128 Hours

Unit Caliber Is: HVY.MORTAR
Based On Combat System TOE and Supply Basic Load, This Unit Can Fire:

HVY.MORTAR.X1RD

Unit's Subordinates (Chain Of Command): NONE

323INFBN Inherits The Following Prototypes From Faction CLN.ARMY

Air Control Prototype	(ACP	2):	BLOCK2_ACP
Combat System Prototype	(CSP	1):	ATLANTS_MIL_CSP
Command Control Prototype	(CCP	2):	BLOCK2_CCP
Communications Prototype	(CP	2):	BLOCK2_CP
Fire Lethality Prototype	(FLP	3):	BLOCK3_FLP
Intelligence Information Prototype	(IIP	2):	BLOCK2_IIP
Maneuver Prototype	(MP	2):	BLOCK2_MP
Mobility Countermobility Prototype	(MCP	2):	BLOCK2_MCP
Survivability Prototype	(SP	3):	BLOCK3_SP
Sustainment Logistics Prototype	(SLP	2):	BLOCK2_SLP

Załącznik 5. Prototyp jednostek 322 INFBN i 323 INFBN

Tactical Unit Prototype LT.INF.BN.C (Type 374) Data

TUP Combat System Data
TUP CCP Area Ratios
TUP Supply Category Data
TUP Owned Target Data

Graphics Symbol:	14, INFANTRY.MOTORIZED
Caliber Of Artillery That Can Be Fired:	HVY.MORTAR
Average Speed Over Open Terrain:	41.67 Km/Hr
Is Unit Bridge Operational Capable:	NO
Radius, For Area Weapon Assessment:	1910.00 Meters
Range Of Organic Ground Intel Assets:	15.00 Km
Range Of Organic Air Intel Assets:	0. Km
Mean Time Between Organic Ground Intel Reports:	5.04 Hours
Mean Time Between Organic Air Intel Reports:	0. Hours
Attack To Defend Threshold:	.5000000
Defend To Delay Threshold:	.4000000
Delay To Withdraw Threshold:	.3500000
Incapable Threshold:	.2500000
Wiped Out Threshold:	.1500000
Mean Time To Repair A Runway:	0. Hours
Maximum Number Of Simultaneous Runway Repairs:	0
Maximum Numbers Of Hours Per Day Unit Can Move:	20.00 Hours
Number Small Boats Available:	47.00 Boats
Small Boat Type Used:	BTR70
Capacity To Store Dry Supplies:	3370.91 Tons
Capacity To Store Wet Supplies:	148560.00 Gallons
Capacity To Carry Dry Supplies:	3370.91 Tons
Capacity To Carry Wet Supplies:	148560.00 Gallons
Number of Loading Facilities:	4

Default Distribution Of Combat Power (Dir 1 Is Orientation):

	Dir 1: .21000	
Dir 6: .20000		Dir 2: .20000
Dir 5: .14000		Dir 3: .14000
	Dir 4: .11000	

Combat Power Able To Reorient Per Combat Assessment Is: .63000

A Unit Using TUP LT.INF.BN.C Has The Following TOE And SCORE Values:

Combat System	TOE	SCORE
AIRCRAFT	0.	56.31
AMPHIB-VEH	47.00	23.70

APC	0.	4.60
ARMR-GUN-SYS	0.	46.07
ATGM-AFV	0.	27.07
BRIDGING-EQP	0.	3.00
C3I	1.00	1.00
CHEM-REL-EQP	0.	2.59
COMD-SIG-VEH	0.	6.66
CREW-WEAPONS	93.00	6.22
ELDERLY-CIVILNS	0.	0.
ENGINEER-EQP	0.	3.07
HAW-ATGM	0.	20.71
HV-HOWTZ-GUN	0.	65.27
HV-MORTARS	8.00	43.95
HV-SP-HOWTZ	0.	61.35
HVY-EQP-TRAN	0.	3.00
IFV	0.	37.17
IFV-W-ATGM	0.	57.15
INFANTRY	619.00	2.80
INFANTS 0-5YO	0.	.15
LAV	0.	34.83
LAW	19.00	13.72
LR-MLRS	0.	90.61
LT-HOWTZ-GUN	0.	36.23
LT-MORTARS	0.	19.98
LT-SP-HOWTZ	0.	40.29
MAW	13.00	14.30
MD-HOWTZ-GUN	0.	47.53
MEN.15.UP	0.	.40
OTHER-EQUIP	0.	2.80
OTHER-TROOPS	170.00	.96
RCL-RIFLE	2.00	19.64
SPE1-SPT-EQP	0.	3.00
SR-MRL	0.	63.86
TANKS-1	0.	78.86
TANKS-2	0.	64.71
TANKS-3	0.	40.92
TRUCK-CARGO	15.00	7.20
TRUCK-TANKER	2.00	9.23
TRUCK-UTILTY	24.00	1.34
WOMEN.15.UP	0.	.30
YOUTH 6-14YO	0.	.25

The TUP LT.INF.BN.C Has The Following Area Ratios:

C2 Prototype	Area Ratio
BLOCK1 CCP	.79975
BLOCK2 CCP	.66954
BLOCK3 CCP	.73645

Załącznik 6. Prototyp BLOCK3_FLP

Fire Lethality Prototype BLOCK3_FLP (Index 3) Data

Unit Strength Below Which Armed Recce From A Squadron Using This FLP Will Ignore The Unit:	.2000
Target Strength Below Which Armed Recce From A Squadron Using This FLP Will Ignore The Target:	.2000
Multiplier Used To Calculate a Fire Mission Target Area If An Artillery/Missile Order Does Not Specify A Radius (meters)	1.7500
Minimum Fire Mission Radius For Multi-Round Missions	55.0000
Weapon Delivery Capability Factor:	AVGCOMP-AVG

The Following Factions Use Fire Lethality Prototype BLOCK3_FLP

ALN.AIRFORCE ALN.ARMY ALN.CG.LND ALN.CG.NAV ALN.CIVILIANS
ALN.MER-MAR.LND ALN.MER-MAR.NAV ALN.OIL.NAV ALN.SOF ALN.TERRORISTS
BLN.AIRFORCE BLN.ARMY BLN.CIVILIANS BLN.SOF BLN.TERRORISTS
CLN.AIRFORCE CLN.ARMY CLN.CIVILIANS CLN.NAVY CLN.NVY.LND
CLN.SOF CLN.TERRORISTS DLN.AIRFORCE DLN.ARMY DLN.CIVILIANS
DLN.NAVY DLN.NVY.LND DLN.SOF DLN.TERRORISTS NGO.PVO.DFFAS
NGO.PVO.MAIN NGO.PVO.REDCRSS NONAL.CIVIL.NAV NONAL.CIVILIANS US.CIV

Załącznik 7. Prototyp BLOCK3_SP

Survivability Prototype BLOCK3_SP (Index 3) Data

The Fraction Of Personnel Immediately Killed By A Chemical Attack Is:
.05
The Fraction Of Personnel Killed Due To Long Term Chemical Contamination
Exposure Is: .02 Per Hour

The Fraction Of Personnel Immediately Killed By A Nuclear Attack Is:
.10
The Fraction Of Personnel Killed Due To Long Term Nuclear Contamination
Exposure Is: .02 Per Hour

The PSYOP Maximum Leaflets Per Person Value Is:	2.0000
The PSYOP Broadcast Effects Floor Value Is:	.3000
The PSYOP Most Vulnerable Level Is:	.7000
The Full Strength Psyop Effect Is:	.7500
The Full Psyop Effect Level Is:	.3000

The Following Factions Access Survivability Prototype BLOCK3_SP

ALN.AIRFORCE ALN.ARMY ALN.CG.LND ALN.CG.NAV
ALN.CIVILIANS
ALN.MER-MAR.LND ALN.MER-MAR.NAV ALN.OIL.NAV ALN.SOF
ALN.TERRORISTS
BLN.AIRFORCE BLN.ARMY BLN.CIVILIANS BLN.SOF
BLN.TERRORISTS
CLN.AIRFORCE CLN.ARMY CLN.CIVILIANS CLN.NAVY
CLN.NVY.LND
CLN.SOF CLN.TERRORISTS DLN.AIRFORCE DLN.ARMY
DLN.CIVILIANS
DLN.NAVY DLN.NVY.LND DLN.SOF DLN.TERRORISTS
NGO.PVO.DFFAS
NGO.PVO.MAIN NGO.PVO.REDCRSS NONAL.CIVIL.NAV NONAL.CIVILIANS US.CIV

Załącznik 8. Wartości FWL

Wartość FWL dla INFANTRY należącego do 141 INFBN w obronie, niszczącego systemy walki 322 INFBN (323 INFBN) w natarciu

Subject: FWL Attrition Coefficient, FWL_0216

For Lanchester case 216 with INFANTRY (System 20) as the attritor, the following are the victim systems vs FWL coefficient assignments:

System	1	AIRCRAFT	Coefficient	.0049368
System	2	AMPHIB-VEH	Coefficient	.0025990
System	3	APC	Coefficient	.0026255
System	4	ARMR-GUN-SYS	Coefficient	.0022362
System	5	ATGM-AFV	Coefficient	.0017985
System	6	BRIDGING-EQP	Coefficient	.0043609
System	7	C3I	Coefficient	.0003405
System	8	CHEM-REL-EQP	Coefficient	.0045246
System	9	COMD-SIG-VEH	Coefficient	.0021883
System	10	CREW-WEAPONS	Coefficient	.0043500
System	11	ELDERLY-CIVI	Coefficient	0.
System	12	ENGINEER-EQP	Coefficient	.0034072
System	13	HAW-ATGM	Coefficient	.0033356
System	14	HV-HOWTZ-GUN	Coefficient	.0038044
System	15	HV-MORTARS	Coefficient	.0019764
System	16	HV-SP-HOWTZ	Coefficient	.0014973
System	17	HVY-EQP-TRAN	Coefficient	.0046146
System	18	IFV	Coefficient	.0016991
System	19	IFV-W-ATGM	Coefficient	.0012799
System	20	INFANTRY	Coefficient	.0205942
System	21	INFANTS_0-5Y	Coefficient	0.
System	22	LAV	Coefficient	.0019259
System	23	LAW	Coefficient	.0053608
System	24	LR-MLRS	Coefficient	.0031964
System	25	LT-HOWTZ-GUN	Coefficient	.0035118
System	26	LT-MORTARS	Coefficient	.0022353
System	27	LT-SP-HOWTZ	Coefficient	.0015326
System	28	MAW	Coefficient	.0057883
System	29	MD-HOWTZ-GUN	Coefficient	.0036093
System	30	MEN.15.UP	Coefficient	0.
System	31	OTHER-EQUIP	Coefficient	.0028612
System	32	OTHER-TROOPS	Coefficient	.0203212
System	33	RCL-RIFLE	Coefficient	.0055335
System	34	SPE1-SPT-EQP	Coefficient	.0046146
System	35	SR-MRL	Coefficient	.0036921
System	36	TANKS-1	Coefficient	.0004678
System	37	TANKS-2	Coefficient	.0010036
System	38	TANKS-3	Coefficient	.0012738
System	39	TRUCK-CARGO	Coefficient	.0052638
System	40	TRUCK-TANKER	Coefficient	.0051842

System	41	TRUCK-UTILTY	Coefficient	.0047197
System	42	WOMEN.15.UP	Coefficient	0.
System	43	YOUTH_6-14YO	Coefficient	0.

Wartość FWL dla HV-MORTARS należącego do 141 INFBN w obronie, niszczącego systemy walki 322 INFBN (323 INFBN) w natarciu

Subject: FWL Attrition Coefficient, FWL_0216
For Lanchester case 216 with HV-MORTARS (System 15) as the attritor,the following are the victim systems vs FWL coefficient assignments:

System	1	AIRCRAFT	Coefficient	.0218130
System	2	AMPHIB-VEH	Coefficient	.0057636
System	3	APC	Coefficient	.0032347
System	4	ARMR-GUN-SYS	Coefficient	.0030294
System	5	ATGM-AFV	Coefficient	.0047842
System	6	BRIDGING-EQP	Coefficient	.0047680
System	7	C3I	Coefficient	.0090493
System	8	CHEM-REL-EQP	Coefficient	.0217784
System	9	COMD-SIG-VEH	Coefficient	.0178362
System	10	CREW-WEAPONS	Coefficient	.0022814
System	11	ELDERLY-CIVI	Coefficient	0.
System	12	ENGINEER-EQP	Coefficient	.0038721
System	13	HAW-ATGM	Coefficient	.0169659
System	14	HV-HOWTZ-GUN	Coefficient	.0178773
System	15	HV-MORTARS	Coefficient	.0159380
System	16	HV-SP-HOWTZ	Coefficient	.0054799
System	17	HVY-EQP-TRAN	Coefficient	.0054391
System	18	IFV	Coefficient	.0022160
System	19	IFV-W-ATGM	Coefficient	.0016694
System	20	INFANTRY	Coefficient	.0043450
System	21	INFANTS_0-5Y	Coefficient	0.
System	22	LAV	Coefficient	.0038906
System	23	LAW	Coefficient	.0040485
System	24	LR-MLRS	Coefficient	.0148400
System	25	LT-HOWTZ-GUN	Coefficient	.0262228
System	26	LT-MORTARS	Coefficient	.0225135
System	27	LT-SP-HOWTZ	Coefficient	.0092883
System	28	MAW	Coefficient	.0124428
System	29	MD-HOWTZ-GUN	Coefficient	.0169553
System	30	MEN.15.UP	Coefficient	0.
System	31	OTHER-EQUIP	Coefficient	.0080436
System	32	OTHER-TROOPS	Coefficient	.0047732
System	33	RCL-RIFLE	Coefficient	.0200124
System	34	SPE1-SPT-EQP	Coefficient	.0108782
System	35	SR-MRL	Coefficient	.0284219
System	36	TANKS-1	Coefficient	.0003051

System	37	TANKS-2	Coefficient	.0007199
System	38	TANKS-3	Coefficient	.0009969
System	39	TRUCK-CARGO	Coefficient	.0032753
System	40	TRUCK-TANKER	Coefficient	.0183238
System	41	TRUCK-UTILTY	Coefficient	.0073422
System	42	WOMEN.15.UP	Coefficient	0.
System	43	YOUTH_6-14YO	Coefficient	0.

Wartość FWL dla AMPHIB-VEH należącego do 141 INFBN w obronie, niszczącego systemy walki 322 INFBN (323 INFBN) w natarciu

Subject: FWL Attrition Coefficient, FWL_0216
For Lanchester case 216 with AMPHIB-VEH (System 2) as the attritor, the following are the victim systems vs FWL coefficient assignments:

System	1	AIRCRAFT	Coefficient	.1314374
System	2	AMPHIB-VEH	Coefficient	.0594139
System	3	APC	Coefficient	.0600201
System	4	ARMR-GUN-SYS	Coefficient	.0532709
System	5	ATGM-AFV	Coefficient	.0428403
System	6	BRIDGING-EQP	Coefficient	.0837465
System	7	C3I	Coefficient	.0055764
System	8	CHEM-REL-EQP	Coefficient	.1045581
System	9	COMD-SIG-VEH	Coefficient	.0507312
System	10	CREW-WEAPONS	Coefficient	.0860144
System	11	ELDERLY-CIVI	Coefficient	0.
System	12	ENGINEER-EQP	Coefficient	.0823969
System	13	HAW-ATGM	Coefficient	.0804643
System	14	HV-HOWTZ-GUN	Coefficient	.0732583
System	15	HV-MORTARS	Coefficient	.0414243
System	16	HV-SP-HOWTZ	Coefficient	.0328172
System	17	HVY-EQP-TRAN	Coefficient	.1229049
System	18	IFV	Coefficient	.0275541
System	19	IFV-W-ATGM	Coefficient	.0156132
System	20	INFANTRY	Coefficient	.4022257
System	21	INFANTS_0-5Y	Coefficient	0.
System	22	LAV	Coefficient	.0440432
System	23	LAW	Coefficient	.1047075
System	24	LR-MLRS	Coefficient	.0737196
System	25	LT-HOWTZ-GUN	Coefficient	.0701693
System	26	LT-MORTARS	Coefficient	.0481547
System	27	LT-SP-HOWTZ	Coefficient	.0350491
System	28	MAW	Coefficient	.1078321
System	29	MD-HOWTZ-GUN	Coefficient	.0694790
System	30	MEN.15.UP	Coefficient	0.
System	31	OTHER-EQUIP	Coefficient	.0658887
System	32	OTHER-TROOPS	Coefficient	.3388130
System	33	RCL-RIFLE	Coefficient	.1401639

System	34	SPE1-SPT-EQP	Coefficient	.1229049
System	35	SR-MRL	Coefficient	.0898341
System	36	TANKS-1	Coefficient	.0015178
System	37	TANKS-2	Coefficient	.0032558
System	38	TANKS-3	Coefficient	.0044038
System	39	TRUCK-CARGO	Coefficient	.1220617
System	40	TRUCK-TANKER	Coefficient	.1313587
System	41	TRUCK-UTILTY	Coefficient	.1256887
System	42	WOMEN.15.UP	Coefficient	0.
System	43	YOUTH_6-14YO	Coefficient	0.

Wartość FWL dla INFANTRY należącego do 322 INFBN (323 INFBN) w natarciu, niszczącego systemy walki 141 INFBN w obronie

Subject: FWL Attrition Coefficient, FWL_0210
For Lanchester case 210 with INFANTRY (System 20) as the attritor,
the following are the victim systems vs FWL coefficient assignments:

System	1	AIRCRAFT	Coefficient	.0019747
System	2	AMPHIB-VEH	Coefficient	.0010396
System	3	APC	Coefficient	.0010502
System	4	ARMR-GUN-SYS	Coefficient	.0008945
System	5	ATGM-AFV	Coefficient	.0007194
System	6	BRIDGING-EQP	Coefficient	.0017444
System	7	C3I	Coefficient	.0001362
System	8	CHEM-REL-EQP	Coefficient	.0018099
System	9	COMD-SIG-VEH	Coefficient	.0008753
System	10	CREW-WEAPONS	Coefficient	.0017400
System	11	ELDERLY-CIVI	Coefficient	0.
System	12	ENGINEER-EQP	Coefficient	.0013629
System	13	HAW-ATGM	Coefficient	.0013342
System	14	HV-HOWTZ-GUN	Coefficient	.0015218
System	15	HV-MORTARS	Coefficient	.0007906
System	16	HV-SP-HOWTZ	Coefficient	.0005989
System	17	HVY-EQP-TRAN	Coefficient	.0018459
System	18	IFV	Coefficient	.0006797
System	19	IFV-W-ATGM	Coefficient	.0005120
System	20	INFANTRY	Coefficient	.0082377
System	21	INFANTS_0-5Y	Coefficient	0.
System	22	LAV	Coefficient	.0007704
System	23	LAW	Coefficient	.0021443
System	24	LR-MLRS	Coefficient	.0012786
System	25	LT-HOWTZ-GUN	Coefficient	.0014047
System	26	LT-MORTARS	Coefficient	.0008941
System	27	LT-SP-HOWTZ	Coefficient	.0006130
System	28	MAW	Coefficient	.0023153
System	29	MD-HOWTZ-GUN	Coefficient	.0014437
System	30	MEN.15.UP	Coefficient	0.

System	31	OTHER-EQUIP	Coefficient	.0011445
System	32	OTHER-TROOPS	Coefficient	.0081285
System	33	RCL-RIFLE	Coefficient	.0022134
System	34	SPE1-SPT-EQP	Coefficient	.0018459
System	35	SR-MRL	Coefficient	.0014768
System	36	TANKS-1	Coefficient	.0001871
System	37	TANKS-2	Coefficient	.0004015
System	38	TANKS-3	Coefficient	.0005095
System	39	TRUCK-CARGO	Coefficient	.0021055
System	40	TRUCK-TANKER	Coefficient	.0020737
System	41	TRUCK-UTILTY	Coefficient	.0018879
System	42	WOMEN.15.UP	Coefficient	0.
System	43	YOUTH_6-14YO	Coefficient	0.

Wartość FWL dla HV-MORTARS należącego do 322 INFBN (323 INFBN) w natarciu, niszczącego systemy walki 141 INFBN w obronie

Subject: FWL Attrition Coefficient, FWL_0210
For Lanchester case 210 with HV-MORTARS (System 15) as the attritor,
the following are the victim systems vs FWL coefficient assignments:

System	1	AIRCRAFT	Coefficient	.0087252
System	2	AMPHIB-VEH	Coefficient	.0023054
System	3	APC	Coefficient	.0012939
System	4	ARMR-GUN-SYS	Coefficient	.0012118
System	5	ATGM-AFV	Coefficient	.0019137
System	6	BRIDGING-EQP	Coefficient	.0019072
System	7	C3I	Coefficient	.0036197
System	8	CHEM-REL-EQP	Coefficient	.0087113
System	9	COMD-SIG-VEH	Coefficient	.0071345
System	10	CREW-WEAPONS	Coefficient	.0009126
System	11	ELDERLY-CIVI	Coefficient	0.
System	12	ENGINEER-EQP	Coefficient	.0015488
System	13	HAW-ATGM	Coefficient	.0067864
System	14	HV-HOWTZ-GUN	Coefficient	.0071509
System	15	HV-MORTARS	Coefficient	.0063752
System	16	HV-SP-HOWTZ	Coefficient	.0021920
System	17	HVY-EQP-TRAN	Coefficient	.0021756
System	18	IFV	Coefficient	.0008864
System	19	IFV-W-ATGM	Coefficient	.0006678
System	20	INFANTRY	Coefficient	.0017380
System	21	INFANTS_0-5Y	Coefficient	0.
System	22	LAV	Coefficient	.0015562
System	23	LAW	Coefficient	.0016194
System	24	LR-MLRS	Coefficient	.0059360
System	25	LT-HOWTZ-GUN	Coefficient	.0104891
System	26	LT-MORTARS	Coefficient	.0090054
System	27	LT-SP-HOWTZ	Coefficient	.0037153
System	28	MAW	Coefficient	.0049771
System	29	MD-HOWTZ-GUN	Coefficient	.0067821

System	30	MEN.15.UP	Coefficient	0.
System	31	OTHER-EQUIP	Coefficient	.0032174
System	32	OTHER-TROOPS	Coefficient	.0019093
System	33	RCL-RIFLE	Coefficient	.0080050
System	34	SPE1-SPT-EQP	Coefficient	.0043513
System	35	SR-MRL	Coefficient	.0113688
System	36	TANKS-1	Coefficient	.0001220
System	37	TANKS-2	Coefficient	.0002879
System	38	TANKS-3	Coefficient	.0003988
System	39	TRUCK-CARGO	Coefficient	.0013101
System	40	TRUCK-TANKER	Coefficient	.0073295
System	41	TRUCK-UTILTY	Coefficient	.0029369
System	42	WOMEN.15.UP	Coefficient	0.
System	43	YOUTH_6-14YO	Coefficient	0.

Wartość FWL dla AMPHIB-VEH należącego do 322 INFBN (323 INFBN) w natarciu, niszczącego systemy walki 141 INFBN w obronie

Subject: FWL Attrition Coefficient, FWL_0210
For Lanchester case 210 with AMPHIB-VEH (System 2) as the attritor,
the following are the victim systems vs FWL coefficient assignments:

System	1	AIRCRAFT	Coefficient	.0525750
System	2	AMPHIB-VEH	Coefficient	.0237655
System	3	APC	Coefficient	.0240081
System	4	ARMR-GUN-SYS	Coefficient	.0213084
System	5	ATGM-AFV	Coefficient	.0171361
System	6	BRIDGING-EQP	Coefficient	.0334986
System	7	C3I	Coefficient	.0022306
System	8	CHEM-REL-EQP	Coefficient	.0418232
System	9	COMD-SIG-VEH	Coefficient	.0202925
System	10	CREW-WEAPONS	Coefficient	.0344058
System	11	ELDERLY-CIVI	Coefficient	0.
System	12	ENGINEER-EQP	Coefficient	.0329587
System	13	HAW-ATGM	Coefficient	.0321857
System	14	HV-HOWTZ-GUN	Coefficient	.0293033
System	15	HV-MORTARS	Coefficient	.0165697
System	16	HV-SP-HOWTZ	Coefficient	.0131269
System	17	HVY-EQP-TRAN	Coefficient	.0491620
System	18	IFV	Coefficient	.0110216
System	19	IFV-W-ATGM	Coefficient	.0062453
System	20	INFANTRY	Coefficient	.1608903
System	21	INFANTS_0-5Y	Coefficient	0.
System	22	LAV	Coefficient	.0176173
System	23	LAW	Coefficient	.0418830
System	24	LR-MLRS	Coefficient	.0294878
System	25	LT-HOWTZ-GUN	Coefficient	.0280677
System	26	LT-MORTARS	Coefficient	.0192619

System	27	LT-SP-HOWTZ	Coefficient	.0140196
System	28	MAW	Coefficient	.0431329
System	29	MD-HOWTZ-GUN	Coefficient	.0277916
System	30	MEN.15.UP	Coefficient	0.
System	31	OTHER-EQUIP	Coefficient	.0263555
System	32	OTHER-TROOPS	Coefficient	.1355252
System	33	RCL-RIFLE	Coefficient	.0560656
System	34	SPE1-SPT-EQP	Coefficient	.0491620
System	35	SR-MRL	Coefficient	.0359336
System	36	TANKS-1	Coefficient	.0006071
System	37	TANKS-2	Coefficient	.0013023
System	38	TANKS-3	Coefficient	.0017615
System	39	TRUCK-CARGO	Coefficient	.0488247
System	40	TRUCK-TANKER	Coefficient	.0525435
System	41	TRUCK-UTILTY	Coefficient	.0502755
System	42	WOMEN.15.UP	Coefficient	0.
System	43	YOUTH_6-14YO	Coefficient	0.

Załącznik 9. Prototyp BLOCK2_MP

Maneuver Prototype BLOCK2_MP (Index 2) Data

Movement Time Multiplier For An Attacking Unit:
2.5000
Movement Time Multiplier For A Delaying Unit:
1.7500
Movement Time Multiplier For A Withdrawing Unit:
1.5000
Movement Time Multiplier For A SOF Unit Operating Covertly:
1.4000
Movement Time Multiplier For A Unit In An Area Of Chemical Contamination:
2.0000
Movement Time Multiplier For A Unit In An Area Of Nuclear Contamination:
3.0000

A Defending Unit Is Assumed To Be In Hasty Defense Until It Has Been In Position For: 7.9992 Hours

Multiplier For The Detectability Of An Nonprepared SSM: .0500

The Arty Maximum Move Time Factor for Counter Battery Units is: 2.00

Terrain SOF Detection Multipliers

Terrain GOOD_ROAD: 1.4000
Terrain POOR_ROAD: 1.6000
Terrain OPEN: 1.8000
Terrain FOR_GOOD_RD: 2.8000
Terrain FOR_POOR_RD: 3.0000
Terrain FOREST: 3.2000
Terrain DSRT_GOOD_RD: 1.0000
Terrain DSRT_POOR_RD: 1.2000
Terrain DESERT: 1.4000
Terrain RUBBLED_CITY: 2.6000
Terrain CITY: 2.2000
Terrain MTN_GOOD_RD: 3.6000
Terrain MTN_POOR_RD: 3.8000
Terrain MOUNTAIN: 4.0000
Terrain OCEAN: 1.5000
Terrain SMALL_ISLAND: 2.0000

Terrain, Moving Unit Posture Ambush Probabilities

Ambush Probabilities For The Various Terrain Types And Moving Unit Postures Are:

TERRAIN TYPE	ATTACKING	MOVING	DELAYING	WITHDRAWING	AMPHIB_ASLT
GOOD_ROAD	.473	.851	.630	.693	.315
POOR_ROAD	.394	.656	.525	.578	.262

OPEN	.276	.459	.367	.404	.184
FOR_GOOD_RD	.662	.900	.882	.900	.441
FOR_POOR_RD	.551	.900	.735	.809	.367
FOREST	.386	.643	.515	.566	.257
DSRT_GOOD_RD	.378	.680	.504	.554	.252
DSRT_POOR_RD	.315	.525	.420	.462	.210
DESERT	.220	.367	.294	.323	.147
RUBBLED_CITY	.551	.900	.735	.809	.367
CITY	.473	.788	.630	.693	.315
MTN_GOOD_RD	.709	.900	.900	.900	.473
MTN_POOR_RD	.591	.900	.788	.866	.394
MOUNTAIN	.413	.689	.551	.606	.276
OCEAN	0.	0.	0.	0.	0.
SMALL_ISLAND	.591	.900	.788	.866	.394

The Following Factions Use Maneuver Prototype BLOCK2_MP

ALN.AIRFORCE	ALN.ARMY	ALN.CG.LND	ALN.CG.NAV
ALN.CIVILIANS	ALN.MER-MAR.LND	ALN.MER-MAR.NAV	
ALN.OIL.NAV			
ALN.SOF	ALN.TERRORISTS	BLN.AIRFORCE	BLN.ARMY
BLN.CIVILIANS	BLN.SOF	BLN.TERRORISTS	
CLN.AIRFORCE			
CLN.ARMY	CLN.CIVILIANS	CLN.NAVY	
CLN.NVY.LND			
CLN.SOF	CLN.TERRORISTS	DLN.AIRFORCE	DLN.ARMY
DLN.CIVILIANS	DLN.NAVY	DLN.NVY.LND	DLN.SOF
DLN.TERRORISTS	NGO.PVO.DFFAS	NGO.PVO.MAIN	
NGO.PVO.REDCRSS			
NONAL.CIVIL.NAV	NONAL.CIVILIANS	US.CIV	

Załącznik 10. Ilość systemów walki w 4 eksperymencie.

godz. walki: wybrane dane z raportów logistycznych 141 INFBN (ilość posiadanych systemów walki)

1.

Status of Combat Systems

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
141INFBN	BRDM2-BTR60	42.54	42.54	4.46	47.00	0.
141INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
141INFBN	MG-AGL	90.67	90.67	2.33	93.00	0.
141INFBN	120-160MORT	7.93	7.93	.07	8.00	0.
141INFBN	INFANTRY-TRP	581.86	581.86	37.14	619.00	0.
141INFBN	RPG7-RPG18	18.91	18.91	.10	19.00	0.
141INFBN	AT7-DRAGON	12.22	12.22	.78	13.00	0.
141INFBN	SUPPORT-TRPS	30.80	30.80	10.20	170.00	129.
141INFBN	SPG9-B10	1.97	1.97	.03	2.00	0.
141INFBN	8TON-CARGO	15.00	15.00	0.	15.00	0.
141INFBN	5000GL-TANKR	2.00	2.00	0.	2.00	0.
141INFBN	TRK-UTILITY	21.84	21.84	2.16	24.00	0.

2.

Status of Combat Systems

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
141INFBN	BRDM2-BTR60	39.21	39.21	5.77	47.00	0.
141INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
141INFBN	MG-AGL	86.50	86.50	4.39	93.00	0.
141INFBN	120-160MORT	6.62	6.62	.79	8.00	0.
141INFBN	INFANTRY-TRP	548.35	548.35	38.69	619.00	0.
141INFBN	RPG7-RPG18	17.32	17.32	1.20	19.00	0.
141INFBN	AT7-DRAGON	9.30	9.30	2.37	13.00	0.
141INFBN	SUPPORT-TRPS	33.52	33.52	10.55	170.00	120.
141INFBN	SPG9-B10	1.14	1.14	.40	2.00	0.
141INFBN	8TON-CARGO	14.79	14.79	.06	15.00	0.
141INFBN	5000GL-TANKR	1.93	1.93	.01	2.00	0.
141INFBN	TRK-UTILITY	21.59	21.59	2.20	24.00	0.

3.

Status of Combat Systems

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
141INFBN	BRDM2-BTR60	37.66	37.66	6.37	47.00	0.
141INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
141INFBN	MG-AGL	84.48	84.48	5.38	93.00	0.
141INFBN	120-160MORT	6.09	6.09	1.08	8.00	0.
141INFBN	INFANTRY-TRP	532.52	532.52	39.42	619.00	0.
141INFBN	RPG7-RPG18	16.58	16.58	1.72	19.00	0.
141INFBN	AT7-DRAGON	8.12	8.12	3.02	13.00	0.
141INFBN	SUPPORT-TRPS	37.39	37.39	10.88	170.00	114.
141INFBN	SPG9-B10	.87	.87	.52	2.00	0.

godz. walki	wybrane dane z raportów logistycznych 141 INFBN (ilość posiadanych systemów walki)						
	141INFBN	8TON-CARGO	14.69	14.69	.09	15.00	0.
	141INFBN	5000GL-TANKR	1.90	1.90	.02	2.00	0.
	141INFBN	TRK-UTILITY	21.47	21.47	2.22	24.00	0.
4.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	141INFBN	BRDM2-BTR60	36.13	36.13	6.97	47.00	0.
	141INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	141INFBN	MG-AGL	82.45	82.45	6.38	93.00	0.
	141INFBN	120-160MORT	5.61	5.61	1.34	8.00	0.
	141INFBN	INFANTRY-TRP	516.69	516.69	40.15	619.00	0.
	141INFBN	RPG7-RPG18	15.85	15.85	2.22	19.00	0.
	141INFBN	AT7-DRAGON	7.06	7.06	3.59	13.00	0.
	141INFBN	SUPPORT-TRPS	38.23	38.23	11.04	170.00	111.
	141INFBN	SPG9-B10	.66	.66	.62	2.00	0.
	141INFBN	8TON-CARGO	14.58	14.58	.12	15.00	0.
	141INFBN	5000GL-TANKR	1.87	1.87	.03	2.00	0.
	141INFBN	TRK-UTILITY	21.34	21.34	2.25	24.00	0.
5.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	141INFBN	BRDM2-BTR60	32.90	32.90	8.27	47.00	0.
	141INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	141INFBN	MG-AGL	78.11	78.11	8.53	93.00	0.
	141INFBN	120-160MORT	4.68	4.68	1.85	8.00	0.
	141INFBN	INFANTRY-TRP	491.66	491.66	42.18	619.00	0.
	141INFBN	RPG7-RPG18	14.33	14.33	3.28	19.00	0.
	141INFBN	AT7-DRAGON	5.05	5.05	4.68	13.00	0.
	141INFBN	SUPPORT-TRPS	43.85	43.85	11.57	170.00	99.
	141INFBN	SPG9-B10	.31	.31	.77	2.00	0.
	141INFBN	8TON-CARGO	14.36	14.36	.19	15.00	0.
	141INFBN	5000GL-TANKR	1.81	1.81	.04	2.00	0.
	141INFBN	TRK-UTILITY	21.04	21.04	2.32	24.00	0.
6.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	141INFBN	BRDM2-BTR60	29.74	29.74	9.52	47.00	0.
	141INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	141INFBN	MG-AGL	73.70	73.70	10.71	93.00	0.
	141INFBN	120-160MORT	3.91	3.91	2.26	8.00	0.
	141INFBN	INFANTRY-TRP	458.75	458.75	43.74	619.00	0.
	141INFBN	RPG7-RPG18	12.85	12.85	4.31	19.00	0.
	141INFBN	AT7-DRAGON	3.52	3.52	5.51	13.00	0.
	141INFBN	SUPPORT-TRPS	46.36	46.36	11.77	170.00	90.
	141INFBN	SPG9-B10	.14	.14	.85	2.00	0.
	141INFBN	8TON-CARGO	14.12	14.12	.26	15.00	0.

godz. walki	wybrane dane z raportów logistycznych 141 INFBN (ilość posiadanych systemów walki)						
	141INFBN	5000GL-TANKR	1.74	1.74	.05	2.00	0.
	141INFBN	TRK-UTILITY	20.72	20.72	2.40	24.00	0.
7.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	141INFBN	BRDM2-BTR60	26.72	26.72	10.71	47.00	0.
	141INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	141INFBN	MG-AGL	69.22	69.22	12.91	93.00	0.
	141INFBN	120-160MORT	3.26	3.26	2.61	8.00	0.
	141INFBN	INFANTRY-TRP	426.08	426.08	45.29	619.00	0.
	141INFBN	RPG7-RPG18	11.42	11.42	5.29	19.00	0.
	141INFBN	AT7-DRAGON	2.38	2.38	6.12	13.00	0.
	141INFBN	SUPPORT-TRPS	48.80	48.80	12.65	170.00	81.
	141INFBN	SPG9-B10	.06	.06	.88	2.00	0.
	141INFBN	8TON-CARGO	13.87	13.87	.33	15.00	0.
	141INFBN	5000GL-TANKR	1.66	1.66	.07	2.00	0.
	141INFBN	TRK-UTILITY	20.38	20.38	2.48	24.00	0.
8.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	141INFBN	BRDM2-BTR60	23.83	23.83	11.84	47.00	0.
	141INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	141INFBN	MG-AGL	64.69	64.69	15.14	93.00	0.
	141INFBN	120-160MORT	2.72	2.72	2.90	8.00	0.
	141INFBN	INFANTRY-TRP	393.80	393.80	46.82	619.00	0.
	141INFBN	RPG7-RPG18	10.06	10.06	6.23	19.00	0.
	141INFBN	AT7-DRAGON	1.57	1.57	6.55	13.00	0.
	141INFBN	SUPPORT-TRPS	53.16	53.16	12.86	170.00	72.
	141INFBN	SPG9-B10	.02	.02	.89	2.00	0.
	141INFBN	8TON-CARGO	13.60	13.60	.41	15.00	0.
	141INFBN	5000GL-TANKR	1.59	1.59	.08	2.00	0.
	141INFBN	TRK-UTILITY	20.02	20.02	2.57	24.00	0.
9.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	141INFBN	BRDM2-BTR60	21.14	21.14	12.89	47.00	0.
	141INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	141INFBN	MG-AGL	60.19	60.19	17.34	93.00	0.
	141INFBN	120-160MORT	2.28	2.28	3.13	8.00	0.
	141INFBN	INFANTRY-TRP	362.20	362.20	48.22	619.00	0.
	141INFBN	RPG7-RPG18	8.79	8.79	7.10	19.00	0.
	141INFBN	AT7-DRAGON	1.01	1.01	6.83	13.00	0.
	141INFBN	SUPPORT-TRPS	55.39	55.39	13.60	170.00	66.
	141INFBN	SPG9-B10	.01	.01	.89	2.00	0.
	141INFBN	8TON-CARGO	13.32	13.32	.49	15.00	0.
	141INFBN	5000GL-TANKR	1.51	1.51	.10	2.00	0.

godz. walki	wybrane dane z raportów logistycznych 141 INFBN (ilość posiadanych systemów walki)						
	141INFBN	TRK-UTILITY	19.64	19.64	2.67	24.00	0.
10.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	141INFBN	BRDM2-BTR60	21.07	21.07	12.92	47.00	0.
	141INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	141INFBN	MG-AGL	60.12	60.12	17.38	93.00	0.
	141INFBN	120-160MORT	2.26	2.26	3.14	8.00	0.
	141INFBN	INFANTRY-TRP	362.03	362.03	48.32	619.00	0.
	141INFBN	RPG7-RPG18	8.77	8.77	7.11	19.00	0.
	141INFBN	AT7-DRAGON	1.00	1.00	6.84	13.00	0.
	141INFBN	SUPPORT-TRPS	55.40	55.40	13.09	170.00	66.
	141INFBN	SPG9-B10	.01	.01	.89	2.00	0.
	141INFBN	8TON-CARGO	13.32	13.32	.49	15.00	0.
	141INFBN	5000GL-TANKR	1.51	1.51	.10	2.00	0.
	141INFBN	TRK-UTILITY	19.64	19.64	2.67	24.00	0.
11.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	141INFBN	BRDM2-BTR60	18.44	18.44	13.94	47.00	0.
	141INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	141INFBN	MG-AGL	55.53	55.53	19.62	93.00	0.
	141INFBN	120-160MORT	1.87	1.87	3.34	8.00	0.
	141INFBN	INFANTRY-TRP	330.83	330.83	49.79	619.00	0.
	141INFBN	RPG7-RPG18	7.56	7.56	7.94	19.00	0.
	141INFBN	AT7-DRAGON	.63	.63	7.02	13.00	0.
	141INFBN	SUPPORT-TRPS	59.52	59.52	13.66	170.00	57.
	141INFBN	SPG9-B10	.01	.01	.89	2.00	0.
	141INFBN	8TON-CARGO	13.02	13.02	.58	15.00	0.
	141INFBN	5000GL-TANKR	1.42	1.42	.12	2.00	0.
	141INFBN	TRK-UTILITY	19.23	19.23	2.78	24.00	0.
12.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	141INFBN	BRDM2-BTR60	15.96	15.96	14.91	47.00	0.
	141INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	141INFBN	MG-AGL	50.92	50.92	21.86	93.00	0.
	141INFBN	120-160MORT	1.53	1.53	3.51	8.00	0.
	141INFBN	INFANTRY-TRP	300.23	300.23	51.23	619.00	0.
	141INFBN	RPG7-RPG18	6.42	6.42	8.71	19.00	0.
	141INFBN	AT7-DRAGON	.39	.39	7.13	13.00	0.
	141INFBN	SUPPORT-TRPS	60.48	60.48	14.09	170.00	48.
	141INFBN	SPG9-B10	.01	.01	.89	2.00	0.
	141INFBN	8TON-CARGO	12.70	12.70	.67	15.00	0.
	141INFBN	5000GL-TANKR	1.34	1.34	.13	2.00	0.
	141INFBN	TRK-UTILITY	18.79	18.79	2.89	24.00	0.

godz. walki	wybrane dane z raportów logistycznych 141 INFBN (ilość posiadanych systemów walki)

13.

Status of Combat Systems

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
141INFBN	BRDM2-BTR60	13.63	13.63	15.81	47.00	0.
141INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
141INFBN	MG-AGL	46.39	46.39	24.05	93.00	0.
141INFBN	120-160MORT	1.25	1.25	3.66	8.00	0.
141INFBN	INFANTRY-TRP	283.58	283.58	53.60	619.00	0.
141INFBN	RPG7-RPG18	5.39	5.39	9.41	19.00	0.
141INFBN	AT7-DRAGON	.24	.24	7.18	13.00	0.
141INFBN	SUPPORT-TRPS	61.33	61.33	14.69	170.00	42.
141INFBN	SPG9-B10	.01	.01	.88	2.00	0.
141INFBN	8TON-CARGO	12.36	12.36	.77	15.00	0.
141INFBN	5000GL-TANKR	1.25	1.25	.15	2.00	0.
141INFBN	TRK-UTILITY	18.32	18.32	3.01	24.00	0.

14.

Status of Combat Systems

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
141INFBN	BRDM2-BTR60	11.44	11.44	16.65	47.00	0.
141INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
141INFBN	MG-AGL	41.87	41.87	26.24	93.00	0.
141INFBN	120-160MORT	1.01	1.01	3.78	8.00	0.
141INFBN	INFANTRY-TRP	253.18	253.18	55.03	619.00	0.
141INFBN	RPG7-RPG18	4.45	4.45	10.04	19.00	0.
141INFBN	AT7-DRAGON	.16	.16	7.21	13.00	0.
141INFBN	SUPPORT-TRPS	62.04	62.04	14.97	170.00	36.
141INFBN	SPG9-B10	.01	.01	.88	2.00	0.
141INFBN	8TON-CARGO	12.00	12.00	.87	15.00	0.
141INFBN	5000GL-TANKR	1.16	1.16	.17	2.00	0.
141INFBN	TRK-UTILITY	17.82	17.82	3.14	24.00	0.

15.

Status of Combat Systems

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
141INFBN	BRDM2-BTR60	9.39	9.39	17.44	47.00	0.
141INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
141INFBN	MG-AGL	37.33	37.33	28.43	93.00	0.
141INFBN	120-160MORT	.80	.80	3.88	8.00	0.
141INFBN	INFANTRY-TRP	223.43	223.43	56.42	619.00	0.
141INFBN	RPG7-RPG18	3.59	3.59	10.61	19.00	0.
141INFBN	AT7-DRAGON	.11	.11	7.21	13.00	0.
141INFBN	SUPPORT-TRPS	64.57	64.57	15.09	170.00	30.
141INFBN	SPG9-B10	.01	.01	.88	2.00	0.
141INFBN	8TON-CARGO	11.60	11.60	.98	15.00	0.
141INFBN	5000GL-TANKR	1.07	1.07	.18	2.00	0.
141INFBN	TRK-UTILITY	17.27	17.27	3.28	24.00	0.

16.

Status of Combat Systems

godz. walki	wybrane dane z raportów logistycznych 141 INFBN (ilość posiadanych systemów walki)

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
141INFBN	BRDM2-BTR60	9.31	9.31	17.43	47.00	0.
141INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
141INFBN	MG-AGL	37.18	37.18	28.41	93.00	0.
141INFBN	120-160MORT	.82	.82	3.85	8.00	0.
141INFBN	INFANTRY-TPP	221.46	221.46	56.44	619.00	0.
141INFBN	RPG7-RPG18	3.64	3.64	10.54	19.00	0.
141INFBN	AT7-DRAGON	.16	.16	7.16	13.00	0.
141INFBN	SUPPORT-TPPS	64.49	64.49	15.06	170.00	30.
141INFBN	SPG9-B10	.01	.01	.87	2.00	0.
141INFBN	8TON-CARGO	11.58	11.58	.98	15.00	0.
141INFBN	5000GL-TANKR	1.07	1.07	.18	2.00	0.
141INFBN	TRK-UTILITY	17.26	17.26	3.26	24.00	0.

godz. walki	wybrane dane z raportów logistycznych 322 INFBN (ilość posiadanych systemów walki)

1.

Status of Combat Systems

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
322INFBN	BRDM2-BTR60	42.54	42.54	4.46	47.00	0.
322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
322INFBN	MG-AGL	90.67	90.67	2.33	93.00	0.
322INFBN	120-160MORT	7.93	7.93	.07	8.00	0.
322INFBN	INFANTRY-TRP	581.86	581.86	37.14	619.00	0.
322INFBN	RPG7-RPG18	18.91	18.91	.10	19.00	0.
322INFBN	AT7-DRAGON	12.22	12.22	.78	13.00	0.
322INFBN	SUPPORT-TPPS	30.80	30.80	10.20	170.00	129.
322INFBN	SPG9-B10	1.97	1.97	.03	2.00	0.
322INFBN	8TON-CARGO	15.00	15.00	0.	15.00	0.
322INFBN	5000GL-TANKR	2.00	2.00	0.	2.00	0.
322INFBN	TRK-UTILITY	21.84	21.84	2.16	24.00	0.

2.

Status of Combat Systems

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
322INFBN	BRDM2-BTR60	41.23	41.23	4.96	47.00	0.
322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
322INFBN	MG-AGL	88.87	88.87	3.21	93.00	0.
322INFBN	120-160MORT	7.56	7.56	.27	8.00	0.
322INFBN	INFANTRY-TRP	570.74	570.74	37.59	619.00	0.
322INFBN	RPG7-RPG18	18.21	18.21	.58	19.00	0.
322INFBN	AT7-DRAGON	11.23	11.23	1.32	13.00	0.
322INFBN	SUPPORT-TPPS	32.74	32.74	10.18	170.00	126.
322INFBN	SPG9-B10	1.67	1.67	.16	2.00	0.
322INFBN	8TON-CARGO	14.94	14.94	.02	15.00	0.

godz. walki	wybrane dane z raportów logistycznych 322 INFBN (ilość posiadanych systemów walki)						
	322INFBN	5000GL-TANKR	1.98	1.98	.00	2.00	0.
	322INFBN	TRK-UTILITY	21.79	21.79	2.15	24.00	0.
3.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	322INFBN	BRDM2-BTR60	40.70	40.70	5.16	47.00	0.
	322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	322INFBN	MG-AGL	88.08	88.08	3.59	93.00	0.
	322INFBN	120-160MORT	7.42	7.42	.35	8.00	0.
	322INFBN	INFANTRY-TRP	566.02	566.02	37.78	619.00	0.
	322INFBN	RPG7-RPG18	17.91	17.91	.79	19.00	0.
	322INFBN	AT7-DRAGON	10.82	10.82	1.54	13.00	0.
	322INFBN	SUPPORT-TRPS	33.73	33.73	10.50	170.00	123.
	322INFBN	SPG9-B10	1.56	1.56	.21	2.00	0.
	322INFBN	8TON-CARGO	14.92	14.92	.02	15.00	0.
	322INFBN	5000GL-TANKR	1.97	1.97	.01	2.00	0.
	322INFBN	TRK-UTILITY	21.77	21.77	2.15	24.00	0.
4.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	322INFBN	BRDM2-BTR60	40.24	40.24	5.35	47.00	0.
	322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	322INFBN	MG-AGL	87.32	87.32	3.96	93.00	0.
	322INFBN	120-160MORT	7.28	7.28	.43	8.00	0.
	322INFBN	INFANTRY-TRP	563.07	563.07	38.06	619.00	0.
	322INFBN	RPG7-RPG18	17.62	17.62	.99	19.00	0.
	322INFBN	AT7-DRAGON	10.43	10.43	1.74	13.00	0.
	322INFBN	SUPPORT-TRPS	33.72	33.72	10.48	170.00	123.
	322INFBN	SPG9-B10	1.46	1.46	.26	2.00	0.
	322INFBN	8TON-CARGO	14.90	14.90	.03	15.00	0.
	322INFBN	5000GL-TANKR	1.98	1.98	.01	2.00	0.
	322INFBN	TRK-UTILITY	21.74	21.74	2.15	24.00	0.
5.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	322INFBN	BRDM2-BTR60	39.21	39.21	5.75	47.00	0.
	322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	322INFBN	MG-AGL	85.75	85.75	4.73	93.00	0.
	322INFBN	120-160MORT	7.01	7.01	.57	8.00	0.
	322INFBN	INFANTRY-TRP	554.05	554.05	38.45	619.00	0.
	322INFBN	RPG7-RPG18	17.04	17.04	1.39	19.00	0.
	322INFBN	AT7-DRAGON	9.66	9.66	2.16	13.00	0.
	322INFBN	SUPPORT-TRPS	34.66	34.66	10.63	170.00	120.
	322INFBN	SPG9-B10	1.26	1.26	.35	2.00	0.
	322INFBN	8TON-CARGO	14.85	14.85	.05	15.00	0.
	322INFBN	5000GL-TANKR	1.96	1.96	.01	2.00	0.

godz. walki	wybrane dane z raportów logistycznych 322 INFBN (ilość posiadanych systemów walki)						
	322INFBN	TRK-UTILITY	21.70	21.70	2.15	24.00	0.
6.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	322INFBN	BRDM2-BTR60	38.32	38.32	6.10	47.00	0.
	322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	322INFBN	MG-AGL	84.28	84.28	5.45	93.00	0.
	322INFBN	120-160MORT	6.77	6.77	.70	8.00	0.
	322INFBN	INFANTRY-TRP	545.76	545.76	38.81	619.00	0.
	322INFBN	RPG7-RPG18	16.50	16.50	1.76	19.00	0.
	322INFBN	AT7-DRAGON	8.98	8.98	2.53	13.00	0.
	322INFBN	SUPPORT-TRPS	35.61	35.61	10.61	170.00	117.
	322INFBN	SPG9-B10	1.09	1.09	.42	2.00	0.
	322INFBN	8TON-CARGO	14.81	14.81	.06	15.00	0.
	322INFBN	5000GL-TANKR	1.95	1.95	.01	2.00	0.
	322INFBN	TRK-UTILITY	21.65	21.65	2.15	24.00	0.
7.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	322INFBN	BRDM2-BTR60	37.55	37.55	6.40	47.00	0.
	322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	322INFBN	MG-AGL	82.91	82.91	6.12	93.00	0.
	322INFBN	120-160MORT	6.57	6.57	.81	8.00	0.
	322INFBN	INFANTRY-TRP	538.17	538.17	39.14	619.00	0.
	322INFBN	RPG7-RPG18	16.01	16.01	2.11	19.00	0.
	322INFBN	AT7-DRAGON	8.38	8.38	2.85	13.00	0.
	322INFBN	SUPPORT-TRPS	36.56	36.56	10.76	170.00	114.
	322INFBN	SPG9-B10	.96	.96	.48	2.00	0.
	322INFBN	8TON-CARGO	14.77	14.77	.07	15.00	0.
	322INFBN	5000GL-TANKR	1.94	1.94	.02	2.00	0.
	322INFBN	TRK-UTILITY	21.62	21.62	2.14	24.00	0.
8.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	322INFBN	BRDM2-BTR60	36.87	36.87	6.65	47.00	0.
	322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	322INFBN	MG-AGL	81.63	81.63	6.74	93.00	0.
	322INFBN	120-160MORT	6.37	6.37	.91	8.00	0.
	322INFBN	INFANTRY-TRP	531.19	531.19	39.43	619.00	0.
	322INFBN	RPG7-RPG18	15.56	15.56	2.41	19.00	0.
	322INFBN	AT7-DRAGON	7.85	7.85	3.13	13.00	0.
	322INFBN	SUPPORT-TRPS	38.52	38.52	10.91	170.00	111.
	322INFBN	SPG9-B10	.85	.85	.53	2.00	0.
	322INFBN	8TON-CARGO	14.73	14.73	.08	15.00	0.
	322INFBN	5000GL-TANKR	1.93	1.93	.02	2.00	0.
	322INFBN	TRK-UTILITY	21.58	21.58	2.14	24.00	0.

godz. walki	wybrane dane z raportów logistycznych 322 INFBN (ilość posiadanych systemów walki)

9.

Status of Combat Systems

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
322INFBN	BRDM2-BTR60	36.15	36.15	6.93	47.00	0.
322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
322INFBN	MG-AGL	80.11	80.11	7.48	93.00	0.
322INFBN	120-160MORT	6.11	6.11	1.06	8.00	0.
322INFBN	INFANTRY-TPP	524.30	524.30	39.86	619.00	0.
322INFBN	RPG7-RPG18	15.06	15.06	2.75	19.00	0.
322INFBN	AT7-DRAGON	7.26	7.26	3.45	13.00	0.
322INFBN	SUPPORT-TPPS	39.89	39.89	10.42	170.00	111.
322INFBN	SPG9-B10	.74	.74	.57	2.00	0.
322INFBN	8TON-CARGO	14.69	14.69	.09	15.00	0.
322INFBN	5000GL-TANKR	1.91	1.91	.02	2.00	0.
322INFBN	TRK-UTILITY	21.54	21.54	2.13	24.00	0.

10.

Status of Combat Systems

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
322INFBN	BRDM2-BTR60	36.27	36.27	6.88	47.00	0.
322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
322INFBN	MG-AGL	80.46	80.46	7.30	93.00	0.
322INFBN	120-160MORT	6.20	6.20	1.00	8.00	0.
322INFBN	INFANTRY-TPP	524.83	524.83	39.69	619.00	0.
322INFBN	RPG7-RPG18	15.15	15.15	2.69	19.00	0.
322INFBN	AT7-DRAGON	7.40	7.40	3.38	13.00	0.
322INFBN	SUPPORT-TPPS	38.47	38.47	10.89	170.00	111.
322INFBN	SPG9-B10	.76	.76	.56	2.00	0.
322INFBN	8TON-CARGO	14.69	14.69	.09	15.00	0.
322INFBN	5000GL-TANKR	1.91	1.91	.02	2.00	0.
322INFBN	TRK-UTILITY	21.55	21.55	2.13	24.00	0.

11.

Status of Combat Systems

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
322INFBN	BRDM2-BTR60	35.75	35.75	7.07	47.00	0.
322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
322INFBN	MG-AGL	79.39	79.39	7.81	93.00	0.
322INFBN	120-160MORT	6.05	6.05	1.08	8.00	0.
322INFBN	INFANTRY-TPP	519.05	519.05	39.93	619.00	0.
322INFBN	RPG7-RPG18	14.78	14.78	2.94	19.00	0.
322INFBN	AT7-DRAGON	7.00	7.00	3.58	13.00	0.
322INFBN	SUPPORT-TPPS	39.43	39.43	11.04	170.00	108.
322INFBN	SPG9-B10	.69	.69	.60	2.00	0.
322INFBN	8TON-CARGO	14.66	14.66	.10	15.00	0.
322INFBN	5000GL-TANKR	1.90	1.90	.02	2.00	0.
322INFBN	TRK-UTILITY	21.52	21.52	2.13	24.00	0.

12.

Status of Combat Systems

godz. walki	wybrane dane z raportów logistycznych 322 INFBN (ilość posiadanych systemów walki)						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	322INFBN	BRDM2-BTR60	35.29	35.29	7.24	47.00	0.
	322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	322INFBN	MG-AGL	78.42	78.42	8.27	93.00	0.
	322INFBN	120-160MORT	5.92	5.92	1.15	8.00	0.
	322INFBN	INFANTRY-TRP	518.02	518.02	40.41	619.00	0.
	322INFBN	RPG7-RPG18	14.46	14.46	3.16	19.00	0.
	322INFBN	AT7-DRAGON	6.65	6.65	3.76	13.00	0.
	322INFBN	SUPPORT-TRPS	39.40	39.40	11.02	170.00	108.
	322INFBN	SPG9-B10	.63	.63	.62	2.00	0.
	322INFBN	8TON-CARGO	14.63	14.63	.11	15.00	0.
	322INFBN	5000GL-TANKR	1.90	1.90	.02	2.00	0.
	322INFBN	TRP-UTILITY	21.50	21.50	2.13	24.00	0.
13.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	322INFBN	BRDM2-BTR60	34.89	34.89	7.39	47.00	0.
	322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	322INFBN	MG-AGL	77.55	77.55	8.69	93.00	0.
	322INFBN	120-160MORT	5.80	5.80	1.22	8.00	0.
	322INFBN	INFANTRY-TRP	513.26	513.26	40.59	619.00	0.
	322INFBN	RPG7-RPG18	14.17	14.17	3.35	19.00	0.
	322INFBN	AT7-DRAGON	6.35	6.35	3.91	13.00	0.
	322INFBN	SUPPORT-TRPS	41.37	41.37	11.00	170.00	105.
	322INFBN	SPG9-B10	.58	.58	.64	2.00	0.
	322INFBN	8TON-CARGO	14.61	14.61	.11	15.00	0.
	322INFBN	5000GL-TANKR	1.89	1.89	.02	2.00	0.
	322INFBN	TRP-UTILITY	21.47	21.47	2.12	24.00	0.
14.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	322INFBN	BRDM2-BTR60	34.60	34.60	7.49	47.00	0.
	322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	322INFBN	MG-AGL	76.90	76.90	8.98	93.00	0.
	322INFBN	120-160MORT	5.70	5.70	1.27	8.00	0.
	322INFBN	INFANTRY-TRP	509.67	509.67	40.71	619.00	0.
	322INFBN	RPG7-RPG18	13.96	13.96	3.49	19.00	0.
	322INFBN	AT7-DRAGON	6.14	6.14	4.02	13.00	0.
	322INFBN	SUPPORT-TRPS	41.35	41.35	10.97	170.00	105.
	322INFBN	SPG9-B10	.54	.54	.65	2.00	0.
	322INFBN	8TON-CARGO	14.59	14.59	.12	15.00	0.
	322INFBN	5000GL-TANKR	1.88	1.88	.03	2.00	0.
	322INFBN	TRP-UTILITY	21.46	21.46	2.12	24.00	0.
15.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/	TOE	Not

godz. walki	wybrane dane z raportów logistycznych 322 INFBN (ilość posiadanych systemów walki)						
					Hosp		Available
	322INFBN	BRDM2-BTR60	34.53	34.53	7.50	47.00	0.
	322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	322INFBN	MG-AGL	76.78	76.78	9.01	93.00	0.
	322INFBN	120-160MORT	5.64	5.64	1.29	8.00	0.
	322INFBN	INFANTRY-TRP	508.69	508.69	40.71	619.00	0.
	322INFBN	RPG7-RPG18	13.93	13.93	3.50	19.00	0.
	322INFBN	AT7-DRAGON	6.12	6.12	4.02	13.00	0.
	322INFBN	SUPPORT-TRPS	41.37	41.37	10.94	170.00	105.
	322INFBN	SPG9-B10	.54	.54	.65	2.00	0.
	322INFBN	8TON-CARGO	14.59	14.59	.12	15.00	0.
	322INFBN	5000GL-TANKR	1.88	1.88	.03	2.00	0.
	322INFBN	TRK-UTILITY	21.45	21.45	2.12	24.00	0.
16.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	322INFBN	BRDM2-BTR60	34.53	34.53	7.48	47.00	0.
	322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	322INFBN	MG-AGL	76.81	76.81	8.97	93.00	0.
	322INFBN	120-160MORT	5.60	5.60	1.31	8.00	0.
	322INFBN	INFANTRY-TRP	508.40	508.40	40.67	619.00	0.
	322INFBN	RPG7-RPG18	13.96	13.96	3.47	19.00	0.
	322INFBN	AT7-DRAGON	6.14	6.14	3.99	13.00	0.
	322INFBN	SUPPORT-TRPS	41.39	41.39	10.92	170.00	105.
	322INFBN	SPG9-B10	.54	.54	.65	2.00	0.
	322INFBN	8TON-CARGO	14.59	14.59	.12	15.00	0.
	322INFBN	5000GL-TANKR	1.88	1.88	.03	2.00	0.
	322INFBN	TRK-UTILITY	21.45	21.45	2.12	24.00	0.

Załącznik 11. Ilość systemów walki w 6 eksperymencie.

godz. walki: wybrane dane z raportów logistycznych 141 INFBN (ilość posiadanych systemów walki)

1.

Status of Combat Systems

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
141INFBN	BRDM2-BTR60	30.55	30.55	9.26	47.00	0.
141INFBN	C3I	.65	.65	.32	1.00	0.
141INFBN	MG-AGL	60.45	60.45	17.44	93.00	0.
141INFBN	120-160MORT	5.20	5.20	1.57	8.00	0.
141INFBN	INFANTRY-TRP	402.35	402.35	135.87	619.00	0.
141INFBN	RPG7-RPG18	12.35	12.35	4.68	19.00	0.
141INFBN	AT7-DRAGON	8.45	8.45	2.85	13.00	0.
141INFBN	SUPPORT-TRPS	17.50	17.50	42.25	170.00	93.
141INFBN	SPG9-B10	1.30	1.30	.33	2.00	0.
141INFBN	8TON-CARGO	9.75	9.75	1.58	15.00	0.
141INFBN	5000GL-TANKR	1.30	1.30	.14	2.00	0.
141INFBN	TRK-UTILITY	15.60	15.60	4.03	24.00	0.

2.

Status of Combat Systems

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
141INFBN	BRDM2-BTR60	29.31	29.31	9.72	47.00	0.
141INFBN	C3I	.67	.67	.30	1.00	0.
141INFBN	MG-AGL	59.16	59.16	17.97	93.00	0.
141INFBN	120-160MORT	4.82	4.82	1.77	8.00	0.
141INFBN	INFANTRY-TRP	391.11	391.11	136.06	619.00	0.
141INFBN	RPG7-RPG18	11.87	11.87	4.99	19.00	0.
141INFBN	AT7-DRAGON	7.33	7.33	3.45	13.00	0.
141INFBN	SUPPORT-TRPS	19.67	19.67	42.00	170.00	90.
141INFBN	SPG9-B10	.97	.97	.48	2.00	0.
141INFBN	8TON-CARGO	9.71	9.71	1.56	15.00	0.
141INFBN	5000GL-TANKR	1.28	1.28	.14	2.00	0.
141INFBN	TRK-UTILITY	15.57	15.57	3.99	24.00	0.

3.

Status of Combat Systems

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
141INFBN	BRDM2-BTR60	28.16	28.16	10.15	47.00	0.
141INFBN	C3I	.69	.69	.28	1.00	0.
141INFBN	MG-AGL	57.89	57.89	18.55	93.00	0.
141INFBN	120-160MORT	4.48	4.48	1.95	8.00	0.
141INFBN	INFANTRY-TRP	380.82	380.82	136.39	619.00	0.
141INFBN	RPG7-RPG18	11.40	11.40	5.30	19.00	0.
141INFBN	AT7-DRAGON	6.41	6.41	3.94	13.00	0.
141INFBN	SUPPORT-TRPS	20.70	20.70	42.05	170.00	87.

godz. walki	wybrane dane z raportów logistycznych 141 INFBN (ilość posiadanych systemów walki)						
	141INFBN	SPG9-B10	.74	.74	.58	2.00	0.
	141INFBN	8TON-CARGO	9.66	9.66	1.57	15.00	0.
	141INFBN	5000GL-TANKR	1.26	1.26	.15	2.00	0.
	141INFBN	TRK-UTILITY	15.50	15.50	3.98	24.00	0.
4.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	141INFBN	BRDM2-BTR60	27.03	27.03	10.59	47.00	0.
	141INFBN	C3I	.70	.70	.27	1.00	0.
	141INFBN	MG-AGL	56.60	56.60	19.14	93.00	0.
	141INFBN	120-160MORT	4.17	4.17	2.11	8.00	0.
	141INFBN	INFANTRY-TRP	370.45	370.45	136.71	619.00	0.
	141INFBN	RPG7-RPG18	10.94	10.94	5.61	19.00	0.
	141INFBN	AT7-DRAGON	5.58	5.58	4.39	13.00	0.
	141INFBN	SUPPORT-TRPS	18.72	18.72	42.28	170.00	84.
	141INFBN	SPG9-B10	.56	.56	.66	2.00	0.
	141INFBN	8TON-CARGO	9.61	9.61	1.57	15.00	0.
	141INFBN	5000GL-TANKR	1.24	1.24	.15	2.00	0.
	141INFBN	TRK-UTILITY	15.43	15.43	3.97	24.00	0.
5.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	141INFBN	BRDM2-BTR60	25.91	25.91	11.01	47.00	0.
	141INFBN	C3I	.71	.71	.26	1.00	0.
	141INFBN	MG-AGL	55.29	55.29	19.73	93.00	0.
	141INFBN	120-160MORT	3.88	3.88	2.26	8.00	0.
	141INFBN	INFANTRY-TRP	359.99	359.99	137.05	619.00	0.
	141INFBN	RPG7-RPG18	10.48	10.48	5.92	19.00	0.
	141INFBN	AT7-DRAGON	4.83	4.83	4.79	13.00	0.
	141INFBN	SUPPORT-TRPS	21.75	21.75	42.33	170.00	78.
	141INFBN	SPG9-B10	.41	.41	.72	2.00	0.
	141INFBN	8TON-CARGO	9.55	9.55	1.57	15.00	0.
	141INFBN	5000GL-TANKR	1.22	1.22	.15	2.00	0.
	141INFBN	TRK-UTILITY	15.36	15.36	3.96	24.00	0.
6.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	141INFBN	BRDM2-BTR60	23.47	23.47	11.96	47.00	0.
	141INFBN	C3I	.72	.72	.25	1.00	0.
	141INFBN	MG-AGL	52.38	52.38	21.13	93.00	0.
	141INFBN	120-160MORT	3.30	3.30	2.58	8.00	0.
	141INFBN	INFANTRY-TRP	344.97	344.97	138.37	619.00	0.
	141INFBN	RPG7-RPG18	9.46	9.46	6.61	19.00	0.
	141INFBN	AT7-DRAGON	3.41	3.41	5.56	13.00	0.
	141INFBN	SUPPORT-TRPS	23.64	23.64	42.75	170.00	72.
	141INFBN	SPG9-B10	.19	.19	.82	2.00	0.

godz. walki	wybrane dane z raportów logistycznych 141 INFBN (ilość posiadanych systemów walki)						
	141INFBN	8TON-CARGO	9.41	9.41	1.60	15.00	0.
	141INFBN	5000GL-TANKR	1.17	1.17	.16	2.00	0.
	141INFBN	TRK-UTILITY	15.16	15.16	4.00	24.00	0.
7.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	141INFBN	BRDM2-BTR60	21.10	21.10	12.89	47.00	0.
	141INFBN	C3I	.73	.73	.24	1.00	0.
	141INFBN	MG-AGL	49.39	49.39	22.55	93.00	0.
	141INFBN	120-160MORT	2.79	2.79	2.84	8.00	0.
	141INFBN	INFANTRY-TRP	322.50	322.50	139.29	619.00	0.
	141INFBN	RPG7-RPG18	8.47	8.47	7.28	19.00	0.
	141INFBN	AT7-DRAGON	2.33	2.33	6.13	13.00	0.
	141INFBN	SUPPORT-TRPS	25.48	25.48	42.99	170.00	66.
	141INFBN	SPG9-B10	.08	.08	.87	2.00	0.
	141INFBN	8TON-CARGO	9.26	9.26	1.64	15.00	0.
	141INFBN	5000GL-TANKR	1.12	1.12	.17	2.00	0.
	141INFBN	TRK-UTILITY	14.94	14.94	4.04	24.00	0.
8.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	141INFBN	BRDM2-BTR60	18.81	18.81	13.78	47.00	0.
	141INFBN	C3I	.73	.73	.24	1.00	0.
	141INFBN	MG-AGL	46.33	46.33	24.01	93.00	0.
	141INFBN	120-160MORT	2.35	2.35	3.08	8.00	0.
	141INFBN	INFANTRY-TRP	299.87	299.87	140.21	619.00	0.
	141INFBN	RPG7-RPG18	7.52	7.52	7.93	19.00	0.
	141INFBN	AT7-DRAGON	1.55	1.55	6.54	13.00	0.
	141INFBN	SUPPORT-TRPS	29.27	29.27	43.24	170.00	57.
	141INFBN	SPG9-B10	.03	.03	.88	2.00	0.
	141INFBN	8TON-CARGO	9.10	9.10	1.67	15.00	0.
	141INFBN	5000GL-TANKR	1.07	1.07	.18	2.00	0.
	141INFBN	TRK-UTILITY	14.70	14.70	4.08	24.00	0.
9.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	141INFBN	BRDM2-BTR60	16.59	16.59	14.64	47.00	0.
	141INFBN	C3I	.74	.74	.23	1.00	0.
	141INFBN	MG-AGL	43.20	43.20	25.50	93.00	0.
	141INFBN	120-160MORT	1.97	1.97	3.28	8.00	0.
	141INFBN	INFANTRY-TRP	277.20	277.20	141.14	619.00	0.
	141INFBN	RPG7-RPG18	6.60	6.60	8.55	19.00	0.
	141INFBN	AT7-DRAGON	.99	.99	6.82	13.00	0.
	141INFBN	SUPPORT-TRPS	31.97	31.97	43.50	170.00	51.
	141INFBN	SPG9-B10	.01	.01	.89	2.00	0.
	141INFBN	8TON-CARGO	8.93	8.93	1.71	15.00	0.

godz. walki	wybrane dane z raportów logistycznych 141 INFBN (ilość posiadanych systemów walki)						
	141INFBN	5000GL-TANKR	1.02	1.02	.19	2.00	0.
	141INFBN	TRK-UTILITY	14.44	14.44	4.13	24.00	0.
10.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	141INFBN	BRDM2-BTR60	14.47	14.47	15.45	47.00	0.
	141INFBN	C3I	.75	.75	.22	1.00	0.
	141INFBN	MG-AGL	40.03	40.03	27.01	93.00	0.
	141INFBN	120-160MORT	1.64	1.64	3.45	8.00	0.
	141INFBN	INFANTRY-TPP	254.57	254.57	142.06	619.00	0.
	141INFBN	RPG7-RPG18	5.72	5.72	9.14	19.00	0.
	141INFBN	AT7-DRAGON	.62	.62	7.00	13.00	0.
	141INFBN	SUPPORT-TPPS	36.59	36.59	43.59	170.00	45.
	141INFBN	SPG9-B10	.01	.01	.89	2.00	0.
	141INFBN	8TON-CARGO	8.74	8.74	1.75	15.00	0.
	141INFBN	5000GL-TANKR	.96	.96	.20	2.00	0.
	141INFBN	TRK-UTILITY	14.16	14.16	4.18	24.00	0.
11.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	141INFBN	BRDM2-BTR60	14.38	14.38	15.46	47.00	0.
	141INFBN	C3I	.76	.76	.21	1.00	0.
	141INFBN	MG-AGL	39.97	39.97	26.95	93.00	0.
	141INFBN	120-160MORT	1.64	1.64	3.43	8.00	0.
	141INFBN	INFANTRY-TPP	253.18	253.18	141.94	619.00	0.
	141INFBN	RPG7-RPG18	5.75	5.75	9.09	19.00	0.
	141INFBN	AT7-DRAGON	.65	.65	6.97	13.00	0.
	141INFBN	SUPPORT-TPPS	36.68	36.68	43.46	170.00	45.
	141INFBN	SPG9-B10	.01	.01	.88	2.00	0.
	141INFBN	8TON-CARGO	8.75	8.75	1.74	15.00	0.
	141INFBN	5000GL-TANKR	.96	.96	.20	2.00	0.
	141INFBN	TRK-UTILITY	14.18	14.18	4.15	24.00	0.
12.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	141INFBN	BRDM2-BTR60	14.42	14.42	15.41	47.00	0.
	141INFBN	C3I	.77	.77	.20	1.00	0.
	141INFBN	MG-AGL	40.07	40.07	26.82	93.00	0.
	141INFBN	120-160MORT	1.67	1.67	3.40	8.00	0.
	141INFBN	INFANTRY-TPP	258.07	258.07	142.09	619.00	0.
	141INFBN	RPG7-RPG18	5.83	5.83	9.01	19.00	0.
	141INFBN	AT7-DRAGON	.70	.70	6.92	13.00	0.
	141INFBN	SUPPORT-TPPS	36.80	36.80	43.33	170.00	45.
	141INFBN	SPG9-B10	.02	.02	.88	2.00	0.
	141INFBN	8TON-CARGO	9.02	9.02	1.72	15.00	0.
	141INFBN	5000GL-TANKR	1.24	1.24	.20	2.00	0.
	141INFBN	TRK-UTILITY	14.22	14.22	4.11	24.00	0.

godz. walki	wybrane dane z raportów logistycznych 322 INFBN (ilość posiadanych systemów walki)

1.

Status of Combat Systems

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
322INFBN	BRDM2-BTR60	42.54	42.54	4.46	47.00	0.
322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
322INFBN	MG-AGL	90.67	90.67	2.33	93.00	0.
322INFBN	120-160MORT	7.93	7.93	.07	8.00	0.
322INFBN	INFANTRY-TRP	581.86	581.86	37.14	619.00	0.
322INFBN	RPG7-RPG18	18.91	18.91	.10	19.00	0.
322INFBN	AT7-DRAGON	12.22	12.22	.78	13.00	0.
322INFBN	SUPPORT-TRPS	30.80	30.80	10.20	170.00	129.
322INFBN	SPG9-B10	1.97	1.97	.03	2.00	0.
322INFBN	8TON-CARGO	15.00	15.00	0.	15.00	0.
322INFBN	5000GL-TANKR	2.00	2.00	0.	2.00	0.
322INFBN	TRK-UTILITY	21.84	21.84	2.16	24.00	0.

2.

Status of Combat Systems

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
322INFBN	BRDM2-BTR60	42.06	42.06	4.64	47.00	0.
322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
322INFBN	MG-AGL	90.00	90.00	2.65	93.00	0.
322INFBN	120-160MORT	7.82	7.82	.13	8.00	0.
322INFBN	INFANTRY-TRP	577.72	577.72	37.30	619.00	0.
322INFBN	RPG7-RPG18	18.64	18.64	.28	19.00	0.
322INFBN	AT7-DRAGON	11.84	11.84	.98	13.00	0.
322INFBN	SUPPORT-TRPS	30.77	30.77	10.20	170.00	129.
322INFBN	SPG9-B10	1.85	1.85	.08	2.00	0.
322INFBN	8TON-CARGO	14.98	14.98	.01	15.00	0.
322INFBN	5000GL-TANKR	1.99	1.99	.00	2.00	0.
322INFBN	TRK-UTILITY	21.82	21.82	2.16	24.00	0.

3.

Status of Combat Systems

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
322INFBN	BRDM2-BTR60	41.68	41.68	4.78	47.00	0.
322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
322INFBN	MG-AGL	89.45	89.45	2.91	93.00	0.
322INFBN	120-160MORT	7.73	7.73	.18	8.00	0.
322INFBN	INFANTRY-TRP	574.43	574.43	37.41	619.00	0.
322INFBN	RPG7-RPG18	18.42	18.42	.43	19.00	0.
322INFBN	AT7-DRAGON	11.54	11.54	1.14	13.00	0.
322INFBN	SUPPORT-TRPS	32.75	32.75	10.37	170.00	126.
322INFBN	SPG9-B10	1.76	1.76	.12	2.00	0.
322INFBN	8TON-CARGO	14.96	14.96	.01	15.00	0.
322INFBN	5000GL-TANKR	1.99	1.99	.00	2.00	0.
322INFBN	TRK-UTILITY	21.80	21.80	2.16	24.00	0.

4.

Status of Combat Systems

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/	TOE	Not

godz. walki	wybrane dane z raportów logistycznych 322 INFBN (ilość posiadanych systemów walki)

				Hosp		Available
322INFBN	BRDM2-BTR60	41.33	41.33	4.91	47.00	0.
322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
322INFBN	MG-AGL	88.92	88.92	3.17	93.00	0.
322INFBN	120-160MORT	7.65	7.65	.22	8.00	0.
322INFBN	INFANTRY-TRP	571.28	571.28	37.52	619.00	0.
322INFBN	RPG7-RPG18	18.22	18.22	.57	19.00	0.
322INFBN	AT7-DRAGON	11.26	11.26	1.30	13.00	0.
322INFBN	SUPPORT-TRPS	32.75	32.75	10.35	170.00	126.
322INFBN	SPG9-B10	1.68	1.68	.16	2.00	0.
322INFBN	8TON-CARGO	14.94	14.94	.02	15.00	0.
322INFBN	5000GL-TANKR	1.98	1.98	.00	2.00	0.
322INFBN	TRK-UTILITY	21.79	21.79	2.16	24.00	0.

5.

Status of Combat Systems

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
322INFBN	BRDM2-BTR60	41.04	41.04	5.04	47.00	0.
322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
322INFBN	MG-AGL	88.41	88.41	3.42	93.00	0.
322INFBN	120-160MORT	7.57	7.57	.26	8.00	0.
322INFBN	INFANTRY-TRP	568.98	568.98	37.67	619.00	0.
322INFBN	RPG7-RPG18	18.02	18.02	.71	19.00	0.
322INFBN	AT7-DRAGON	10.99	10.99	1.44	13.00	0.
322INFBN	SUPPORT-TRPS	32.75	32.75	10.32	170.00	126.
322INFBN	SPG9-B10	1.61	1.61	.19	2.00	0.
322INFBN	8TON-CARGO	14.94	14.94	.02	15.00	0.
322INFBN	5000GL-TANKR	1.99	1.99	.00	2.00	0.
322INFBN	TRK-UTILITY	21.78	21.78	2.15	24.00	0.

6.

Status of Combat Systems

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
322INFBN	BRDM2-BTR60	40.36	40.36	5.30	47.00	0.
322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
322INFBN	MG-AGL	87.35	87.35	3.93	93.00	0.
322INFBN	120-160MORT	7.43	7.43	.34	8.00	0.
322INFBN	INFANTRY-TRP	562.95	562.95	37.92	619.00	0.
322INFBN	RPG7-RPG18	17.62	17.62	.99	19.00	0.
322INFBN	AT7-DRAGON	10.44	10.44	1.74	13.00	0.
322INFBN	SUPPORT-TRPS	33.72	33.72	10.30	170.00	123.
322INFBN	SPG9-B10	1.46	1.46	.26	2.00	0.
322INFBN	8TON-CARGO	14.90	14.90	.03	15.00	0.
322INFBN	5000GL-TANKR	1.98	1.98	.01	2.00	0.
322INFBN	TRK-UTILITY	21.75	21.75	2.15	24.00	0.

7.

Status of Combat Systems

Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
322INFBN	BRDM2-BTR60	39.78	39.78	5.52	47.00	0.
322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.

godz. walki	wybrane dane z raportów logistycznych 322 INFBN (ilość posiadanych systemów walki)						
	322INFBN	MG-AGL	86.36	86.36	4.41	93.00	0.
	322INFBN	120-160MORT	7.30	7.30	.41	8.00	0.
	322INFBN	INFANTRY-TRP	557.43	557.43	38.15	619.00	0.
	322INFBN	RPG7-RPG18	17.24	17.24	1.25	19.00	0.
	322INFBN	AT7-DRAGON	9.96	9.96	2.00	13.00	0.
	322INFBN	SUPPORT-TRPS	34.70	34.70	10.62	170.00	120.
	322INFBN	SPG9-B10	1.33	1.33	.31	2.00	0.
	322INFBN	8TON-CARGO	14.87	14.87	.04	15.00	0.
	322INFBN	5000GL-TANKR	1.97	1.97	.01	2.00	0.
	322INFBN	TRK-UTILITY	21.72	21.72	2.15	24.00	0.
8.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	322INFBN	BRDM2-BTR60	39.28	39.28	5.71	47.00	0.
	322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	322INFBN	MG-AGL	85.45	85.45	4.86	93.00	0.
	322INFBN	120-160MORT	7.19	7.19	.47	8.00	0.
	322INFBN	INFANTRY-TRP	552.39	552.39	38.34	619.00	0.
	322INFBN	RPG7-RPG18	16.90	16.90	1.48	19.00	0.
	322INFBN	AT7-DRAGON	9.52	9.52	2.23	13.00	0.
	322INFBN	SUPPORT-TRPS	34.68	34.68	10.60	170.00	120.
	322INFBN	SPG9-B10	1.22	1.22	.36	2.00	0.
	322INFBN	8TON-CARGO	14.85	14.85	.05	15.00	0.
	322INFBN	5000GL-TANKR	1.96	1.96	.01	2.00	0.
	322INFBN	TRK-UTILITY	21.70	21.70	2.15	24.00	0.
9.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	322INFBN	BRDM2-BTR60	38.84	38.84	5.87	47.00	0.
	322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	322INFBN	MG-AGL	84.61	84.61	5.26	93.00	0.
	322INFBN	120-160MORT	7.09	7.09	.52	8.00	0.
	322INFBN	INFANTRY-TRP	547.82	547.82	38.52	619.00	0.
	322INFBN	RPG7-RPG18	16.59	16.59	1.70	19.00	0.
	322INFBN	AT7-DRAGON	9.13	9.13	2.44	13.00	0.
	322INFBN	SUPPORT-TRPS	34.66	34.66	10.75	170.00	117.
	322INFBN	SPG9-B10	1.13	1.13	.40	2.00	0.
	322INFBN	8TON-CARGO	14.82	14.82	.05	15.00	0.
	322INFBN	5000GL-TANKR	1.95	1.95	.01	2.00	0.
	322INFBN	TRK-UTILITY	21.68	21.68	2.14	24.00	0.
10.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	322INFBN	BRDM2-BTR60	38.53	38.53	5.98	47.00	0.
	322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	322INFBN	MG-AGL	83.97	83.97	5.56	93.00	0.
	322INFBN	120-160MORT	7.03	7.03	.56	8.00	0.

godz. walki	wybrane dane z raportów logistycznych 322 INFBN (ilość posiadanych systemów walki)						
	322INFBN	INFANTRY-TRP	544.40	544.40	38.64	619.00	0.
	322INFBN	RPG7-RPG18	16.36	16.36	1.85	19.00	0.
	322INFBN	AT7-DRAGON	8.85	8.85	2.59	13.00	0.
	322INFBN	SUPPORT-TRPS	34.65	34.65	10.72	170.00	117.
	322INFBN	SPG9-B10	1.07	1.07	.43	2.00	0.
	322INFBN	8TON-CARGO	14.80	14.80	.06	15.00	0.
	322INFBN	5000GL-TANKR	1.94	1.94	.01	2.00	0.
	322INFBN	TPK-UTILITY	21.66	21.66	2.14	24.00	0.
11.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	322INFBN	BRDM2-BTR60	38.51	38.51	5.98	47.00	0.
	322INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	322INFBN	MG-AGL	83.92	83.92	5.57	93.00	0.
	322INFBN	120-160MORT	7.02	7.02	.56	8.00	0.
	322INFBN	INFANTRY-TRP	544.01	544.01	38.61	619.00	0.
	322INFBN	RPG7-RPG18	16.35	16.35	1.86	19.00	0.
	322INFBN	AT7-DRAGON	8.83	8.83	2.59	13.00	0.
	322INFBN	SUPPORT-TRPS	34.68	34.68	10.70	170.00	117.
	322INFBN	SPG9-B10	1.06	1.06	.43	2.00	0.
	322INFBN	8TON-CARGO	14.80	14.80	.06	15.00	0.
	322INFBN	5000GL-TANKR	1.94	1.94	.01	2.00	0.
	322INFBN	TPK-UTILITY	21.66	21.66	2.14	24.00	0.
12.	Status of Combat Systems						
	Unit	Name	Manned	Operational	Maint/ Hosp	TOE	Not Available
	323INFBN	BRDM2-BTR60	38.55	38.55	5.95	47.00	0.
	323INFBN	C3I	.95	.95	.05	1.00	0.
	323INFBN	MG-AGL	83.90	83.90	5.56	93.00	0.
	323INFBN	120-160MORT	7.02	7.02	.56	8.00	0.
	323INFBN	INFANTRY-TRP	545.56	545.56	38.68	619.00	0.
	323INFBN	RPG7-RPG18	16.36	16.36	1.84	19.00	0.
	323INFBN	AT7-DRAGON	8.83	8.83	2.58	13.00	0.
	323INFBN	SUPPORT-TRPS	37.62	37.62	10.57	170.00	117.
	323INFBN	SPG9-B10	1.06	1.06	.43	2.00	0.
	323INFBN	8TON-CARGO	14.80	14.80	.06	15.00	0.
	323INFBN	5000GL-TANKR	1.94	1.94	.01	2.00	0.
	323INFBN	TPK-UTILITY	21.66	21.66	2.14	24.00	0.

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 59580
II
Akademii Obrony Narodowej

17,60
S/6428