



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ LOTNICTWA I OBRONY POWIETRZNEJ

Płk dr hab. inż. Bogdan ZDRODOWSKI
Mjr mgr inż. Włodzimierz KRZEMIŃSKI

SYMULACYJNE MODELE DZIAŁAŃ POWIETRZNYCH W DYDAKTYCE

4.44.2.0



57813

WARSZAWA

2004



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ LOTNICTWA I OBRONY POWIETRZNEJ



płk dr hab. inż. Bogdan Zdrodowski
mjr mgr inż. Włodzimierz Krzemiński

**SYMULACYJNE MODELE
DZIAŁAŃ POWIETRZNYCH
W DYDAKTYCE**

4.44.2

WARSZAWA

2004

Opracowanie recenzowane przez dr hab. Zbigniewa Groszka

Wstęp.....	4
1 Język modelowania symulacyjnego i ćwiczeń wspomaganym komputerowo	8
2 Ćwiczenia jako przedmiot zastosowań modeli symulacyjnych.....	15
2.1 Ćwiczenia realizowane w Siłach Powietrznych RP.....	16
2.1.1 Treningi i ćwiczenia prowadzone z dowództwami.....	17
2.1.2 Treningi i ćwiczenia prowadzone z udziałem wojsk	22
2.1.3 Inne rodzaje ćwiczeń	28
2.1.4 Wnioski	31
2.2 Ćwiczenia realizowane w Wydziale Lotnictwa i Obrony Powietrznej Akademii Obrony Narodowej.....	35
2.2.1 Ćwiczenie grupowe.....	35
2.2.2 Ćwiczenia dowódczo - sztabowe	36
2.2.3 Ćwiczenia audytoryjne	37
2.2.4 Ćwiczenia seminaryjne	37
2.2.5 Wnioski:	40
2.3 Komputerowe wspomaganie ćwiczeń.....	41
3 Symulacyjny model działań powietrznych	44
3.1 Budowa modelu.....	44
3.2 Obiekty elementarne	53
3.3 Zakres odzwierciedlanych decyzji stron	54
3.4 Odzwierciedlane stany i zdarzenia	56
4 Możliwe zastosowania symulatora w ćwiczeniach	62
4.1 Symulator jako narzędzie wspomagające ćwiczenie	62
4.1.1 Kierownictwo ćwiczenia	63
4.1.2 Koordynator	65
4.1.3 Stanowiska dedykowane	65
4.2 Obszary zastosowań	68
4.3 Przygotowanie symulatora do ćwiczenia	71
4.4 Ćwiczenie grupowe	81
4.4.1 Przebieg ćwiczenia grupowego z wykorzystaniem symulatora.....	81
4.4.2 Zastosowanie symulatora w ćwiczeniu grupowym.....	84
4.5 Trening sztabowy	87
4.6 Ćwiczenia dowódczo – sztabowe i kompleksowy trening systemu OP	88
4.7 Zastosowanie symulatora do prowadzenia ćwiczeń dowódczo – sztabowych w uczelniach wojskowych i ośrodkach szkolenia.....	90
4.8 Zastosowanie symulatora w innych zajęciach dydaktycznych.....	95
4.9 Omówienie ćwiczenia	96
Zakończenie.....	97
Literatura.....	99
Słownik wybranych pojęć modelowania symulacyjnego	101

Wstęp

Współczesne działania bojowe charakteryzują się wysoką manewrowością i są coraz bardziej złożone pod względem liczby realizujących je podmiotów, szybkości zmian sytuacji, probabilistycznego charakteru stron konfliktu, wymagań wszechstronnego zabezpieczenia działań, a co za tym się kryje złożonością organizacyjną. Przygotowanie dowództw do działań w tych warunkach wymaga ciągłej weryfikacji i doskonalenia wszelkich elementów sztuki operacyjnej i taktyki, a także doskonalenia metod i narzędzi dydaktycznych, prowadzących do efektywnego przygotowania do funkcjonowania w skomplikowanych warunkach.

Pomimo sukcesywnego wprowadzania nowych generacji uzbrojenia i środków bojowych o większej precyzji i sile rażenia - powodzenie w działaniach w istotnym stopniu zależy również od wyszkolenia kadr dowódczych. Przygotowanie to jest wieloetapowe, długotrwałe i kosztowne. Bardzo istotnym elementem przygotowania kadr dowódczych są ćwiczenia, traktowane jako najbardziej zaawansowana i skomplikowana forma kształcenia i szkolenia, zarówno indywidualnego, jak i grupowego. To właśnie ćwiczenia, jak żadna inna forma kształcenia i szkolenia, pozwalają przybliżyć realność ewentualnych działań, w tym wojennych. Pozwalają one również nie tylko kształcić i szkolić, ale również badać związki przyczynowo-skutkowe skomplikowanych relacji zachodzących podczas tych działań. W wymiarze powietrznym proces szkolenia operacyjno – taktycznego jest szczególnie złożony. Wynika to z dużej dynamiki działań bojowych i konieczności koordynacji dużej liczby podmiotów, umiejscowionych organizacyjnie w różnych rodzajach wojsk. Ta nakreślona sytuacja prowadzi do konstatacji o konieczności jak najszerszego wdrażania do szkolenia najnowocześniejszych

dostępnych technologii, technologii informatycznych.

Powszechnie wiadomo, że obecnie jednym z wyznaczników rozwoju cywilizacyjnego społeczeństwa jest powszechność dostępu i stosowania najnowszych technik komputerowych. Również siły zbroje, będące częścią społeczeństw wykorzystują najnowsze dostępne technologie w szkoleniu wojsk, a zwłaszcza w kształceniu operacyjno-taktycznym kadr dowódczo - sztabowych. Większość nowoczesnych sił zbrojnych stosuje z powodzeniem w szkoleniu i kształceniu różnego rodzaju symulatory, trenażery i wręcz poligony cybernetyczne, które per saldo są wielokrotnie tańsze i efektywniejsze od szkolenia tradycyjnego. Szczególnie kosztowne są ćwiczenia z udziałem wojsk i środków bojowych. Oczywiście tradycyjne szkolenie jest również niezbędne, ale stosowane z mniejszą częstotliwością - przynosi wymierne korzyści ekonomiczne i szkoleniowe.

Prowadzone w Akademii Obrony Narodowej wieloletnie badania w stosowaniu symulacyjnych modeli informatycznych wskazuje na możliwość i wręcz konieczność wdrożenia technologii informatycznych w kształceniu studentów, głównie w zakresie procedur związanych z planowaniem, organizowaniem i prowadzeniem działań bojowych (misji pokojowych) oraz dowodzenia wojskami. Technologie te umożliwiają w coraz większym stopniu przybliżenie realizmu sytuacji bojowej i środowiska działania wręcz poszczególnych jednostek, a także pozwalają na analizę zarówno ex ante, jak i ex post wielu skomplikowanych zdarzeń i procesów współczesnego pola walki.

Podstawą wspomagania współczesnych ćwiczeń są symulacyjne modele informatyczne, najlepiej by były one czasu rzeczywistego, odwzorowujące procesy wzajemnego oddziaływania odwzorowywanych stron, ale również procesy dowodzenia, wsparcia, zabezpieczenia bojowego i logistycznego. Oczywiście modele

symulacje, odwzorowujące procesy dynamiki pola walki (działań), z uwzględnieniem czasu, przestrzeni i uwarunkowań środowiska są najbardziej pożądane.

Modele symulacyjne generują zdarzenia, nowe sytuacje i zachowania wojsk zgodne algorytmami, uwzględniającymi poglądy o ich użyciu. Mogą odzwierciedlać również skutki podejmowanych decyzji ćwiczących dowództw i stwarzają im bazę informacyjną o warunkach i okolicznościach działań. W ćwiczeniach wykorzystujących modele symulacyjne czasu rzeczywistego ćwiczący muszą reagować na rozwój sytuacji, a każdy błąd, brak wyobraźni czy złe decyzje - przynoszą wymierne negatywne efekty. Model taki jest bezwzględnie obiektywny, przedstawia obraz sytuacji i skutki podejmowanych decyzji niezależnie od sympatii oceniającego.

Symulator operacyjno taktycznych działań powietrznych (symulator) zbudowany w AON wychodzi na przeciw tym potrzebom. Obok odwzorowania działań bojowych w wymiarze powietrznym, odzwierciedla również działania podległych wojsk, w tym sferę działań informacyjnych. Uwzględnia on zużycie dysponowanych zasobów bojowych i materiałowych, które w toku działań są zużywane oraz uwzględnia manewry zasobami logistycznymi. Dzięki tak szerokiemu odzwierciedlaniu zjawisk symulator pozwala rozgrywać kompleksowo wiele możliwych sytuacji powietrznego wymiaru działań.

Celem badań drugiego etapu jest rozpoznanie możliwych zastosowań w dydaktyce tworzonego symulacyjnego modelu operacyjno-taktycznych działań powietrznych. Uznaliśmy, że drogą do osiągnięcia tego celu będzie rozwiązanie następujących problemów:

1. W jakich formach zajęć dydaktycznych i jak można z powodzeniem zastosować konstruowany symulator?
2. Jak efektywnie stosować symulator w ćwiczeniach?

Wyniki przeprowadzonych badań ulokowaliśmy w treści czterech rozdziałów. W rozdziale pierwszym podano wyjaśnienia i wykładnię używanych w całości opracowania pojęć, terminów i kategorii z zakresu modelowania symulacyjnego i ćwiczeń wspomaganych komputerowo. W rozdziale drugim scharakteryzowano ćwiczenia jako przedmiot zastosowań modeli działań powietrznych, zarówno realizowanych w siłach powietrznych, jak i w Akademii Obrony Narodowej. Rozdział trzeci służy prezentacji skonstruowanego w AON informatycznego modelu działań powietrznych, w aspekcie jego możliwych zastosowań w ćwiczeniach. Rozdział czwarty zawiera zasadniczą część opracowania, wskazując na obszary zastosowań symulatora w ćwiczeniach, ale również w innych formach dydaktycznych. Całość zamyka zakończenie i słownik zastosowanych w pracy pojęć z zakresu modelowania.

1 Język modelowania symulacyjnego i ćwiczeń wspomaganych komputerowo

Ćwiczenia z użyciem komputerowej symulacji działań mają dość złożoną strukturę, obejmującą wiele elementów i przedsięwzięć, dotychczas nie stosowanych w ćwiczeniach prowadzonych tradycyjnie. W związku z tym uzasadnione jest zdefiniowanie specyfiki tych ćwiczeń.

Najczęściej spotykanym terminem stosowanym do określenia ćwiczeń wspomaganych komputerowo jest:

Computer Assisted Exercise (CAX), w którym kluczowym słowem jest angielski czasownik assist – formal help w znaczeniu formalnym pomagać¹, natomiast w znaczeniu nieformalnym asystować, towarzyszyć, wspomagać, być obecnym². W języku polskim termin Computer Assisted Exercise tłumaczony jest jako ćwiczenie wspomagane komputerowo. Termin CAX w różnych armiach znaczy to samo lub prawie to samo. W siłach powietrznych Francji pod tym terminem rozumie się ćwiczenie dowódczo-sztabowe bazujące na realistycznych, sytuacyjnych modelach odwzorowujących realnie istniejącą sytuację operacyjną, z udziałem dowódców, sztabów, systemu dowodzenia i kierowania, których celem jest:

- ćwiczenie dowództw w realizacji procesów decyzyjnych,
- ćwiczenie sztabów z zakresie stosowania procedur sztabowych,
- podnoszenie na wyższy poziom koordynacji pracy dowództw i obsad stanowisk dowodzenia.

¹ A. S. Hornby (red.), Oxford advanced learner's dictionary of current English (revised & updated). Oxford University Press 1980, Przedruk PWN 1988, s. 46.

² T. J. Grzebieniowski, A. Gałązka, Słownik wojskowy angielsko-polski, polsko-angielski, wyd. 1, Bellona, Warszawa 1996, s. 55.

Podobne rozumienie tego terminu prezentuje Bundeswehra, gdzie ćwiczenie CAX ujmuje się jako ćwiczenie dowódczo-sztabowe, w którym rezultaty procesów walki wytwarzane i obrazowane są przez komputerowe systemy symulacyjne.

Wspomaganie³ – jeśli coś wspomaga jakiś stan lub proces, to podtrzymuje go lub intensyfikuje. Jeśli coś wspomaga jakiś system, to pomaga mu funkcjonować.

Symulacja komputerowa⁴ – metoda wnioskowania o zachowaniu się obiektów rzeczywistych na podstawie obserwacji działania programów komputerowych symulujących to zachowanie (tzw. modeli symulujących). Program symuluje zachowanie się obiektu, gdy zbiór stanów, w których może znajdować się komputer sterowany przez ten program, odpowiada stanom obiektu, i gdy zmiana stanu w komputerze obrazuje zmianę odpowiedniego stanu w obiekcie. Rozróżnia się symulację ciągłą i dyskretną. Symulację ciągłą można realizować w komputerach analogowych (mechaniczne, elektromechaniczne lub pneumatyczne urządzenie, w którym przetwarzana informacja jest przedstawiana w analogowej, tj. ciągłej, postaci), w komputerach cyfrowych — tylko z pewnym przybliżeniem. Komputery analogowe mają mniejszą dokładność obliczeń. Symulację komputerową stosuje się, gdy bezpośrednio obserwowanie zachowania się obiektu jest niemożliwe (np. przy projektowaniu) lub trudne, gdy przeprowadzenie eksperymentów z obiektem wymaga kosztownych urządzeń, gdy metody matematyczne nie dają zadowalających wyników itp. Obiektami mogą być urządzenia mechaniczne, układy elektroniczne, obiekty astronomiczne, grupy społeczne, systemy ekonomiczne, organizmy żywe lub ich populacje,

³ M. Bańko (red.), Inny słownik języka polskiego, t. 3, Warszawa 2000, s. 1056.

⁴ Multimedialna Encyklopedia PWN, PWN, Warszawa 1999,

a także programy komputerowe (symulowane przez inne programy), automaty abstrakcyjne i in.; często stosuje się też technikę symulowania komputera (np. dopiero projektowanego) na innym komputerze.

Model systemu⁵ jest ilościową i jakościową reprezentacją statycznej i dynamicznej struktury systemu; pozwala przedstawić wpływ czynników istotnych z punktu widzenia prowadzonych badań na zachowanie się systemu.

Modelowanie⁶ to doświadczalna lub matematyczna metoda badania złożonych układów, zjawisk i procesów (technicznych, fizycznych, chemicznych, ekonomicznych itp.) na podstawie konstruowania modeli. Modelowanie doświadczalne opiera się na podobieństwie fizycznym, gdy badania przeprowadza się przy użyciu układów podobnych, ale w innej (najczęściej mniejszej) skali, lub na analogiach fizycznych, gdy badania przeprowadza się przy użyciu układów innych, ale rządzonych przez podobne prawa. Przykładem modelowania pierwszego typu są modelowe badania aerodynamiczne oraz hydrodynamiczne, wytrzymałościowe, a drugiego typu — modelowanie elektryczne przy użyciu maszyn analogowych. Modelowanie matematyczne polega na tworzeniu modeli matematycznych i wykorzystywaniu aparatu matematycznego do ich analizy. W związku z postępowaniem w technice komputerowej coraz większe zastosowanie w tej analizie znajdują komputery (symulacja komputerowa). Modelowanie jest stosowane w różnych dziedzinach nauki i techniki. Pozwala m.in. zastosować dostępne techniki pomiarowe, obniżyć koszty, rozwiązać problemy niemożliwe do rozwiązania innymi metodami.

⁵ P. Sienkiewicz, Inżynieria systemów kierowania, Warszawa 1988, s.47.

⁶ Multimedialna Encyklopedia PWN, PWN, Warszawa 1999,

Model⁷ [łac.],

1) Model nominalny — układ założeń przyjmowanych w danej nauce w celu ułatwienia (lub umożliwienia) rozwiązania danego problemu badawczego; model teoretyczny, określenie modelu nominalnego zbudowanego jako hipotetyczna konstrukcja myślowa, będąca uproszczonym obrazem badanego fragmentu rzeczywistości, w którym eliminuje się myślowo cechy, relacje lub inne elementy nieistotne dla danego celu; modele teoretyczne wprowadza się do nauki ze względu na ich przydatność przy budowaniu teorii naukowej.

2) Model realny — przedmiot lub układ (klasa) przedmiotów (zdarzeń, sytuacji itp.) spełniających założenia danej teorii (model realny teorii, zw. też jej realizacją lub interpretacją); układ przedmiotów (zdarzeń faktów itp.) dostatecznie podobny (izomorficzny, analogiczny) do układu badanego, ale prostszy i łatwiej dostępny badaniom (model realny układu — np. mapy, makiety, schematy); we współczesnej logice i matematyce istotną rolę odgrywa pojęcie modelu teorii aksjomatycznej, model języka sformalizowanego. Przez model języka rozumie się odwzorowanie danego zbioru zdań w postaci takiego układu (dziedziny), w którym wszystkie zdania tego zbioru są prawdziwe. Każdy język może mieć wiele modeli (odwzorowań, interpretacji). Posługiwanie się w nauce różnych rodzajów modeli (np. matematycznymi, logicznymi, ekonometrycznymi) polega przede wszystkim na ustalaniu izomorfizmu i analogii między układem badanym a jego modelem. Ważną rolę przy operowaniu modelem odgrywa też metoda idealizacji i konkretyzacji. Modele służą do zmniejszenia złożoności rozpatrywanych zjawisk w stopniu umożliwiającym ich poznanie (badanie) lub zmianę (projektowanie). Modele ułatwiają zrozumienie zjawisk przeszłych oraz umożliwiają

⁷ Multimedialna Encyklopedia PWN, PWN, Warszawa 1999

przewidywanie zjawisk przyszłych. Szczególne znaczenie dla współczesnej nauki (ze względu na uniwersalność języka matematycznego) mają modele matematyczne, czyli opisy obiektów w języku matematyki i logiki formalnej. Ocena przydatności naukowej i wartości poznawczej różnych modeli jest jednym z ważniejszych zagadnień szczegółowej metodologii nauk, zwłaszcza metodologii ekonomii politycznej i socjologii. Konstruowaniem i analizą modeli dla teorii aksjomatycznych zajmuje się tzw. teoria modeli. Teoria ta umożliwia zbadanie wielu problemów logiki matematycznej, jak np. niesprzeczność teorii, definiowalność pojęć. Badania teorii modeli okazały się również przydatne w innych dyscyplinach nauk., np. w cybernetyce, a współczesny rozwój teorii modeli pozwala zakładać możliwość rozszerzenia jej zastosowań na metodologię nauk empirycznych.

Symulator⁸[łac.], urządzenie pozwalające na odtwarzanie przebiegów rzeczywistych w warunkach sztucznie wytworzonych, służące do badań zjawisk i procesów (modelowanie) oraz do szkolenia i treningu pilotów, astronautów, kierowców samochodów, czołgistów, strzelców, operatorów radarowych i in. W symulatorze lotu pozoruje się warunki lotu samolotów. Jest to kabina z wyposażeniem nawigacyjnym, urządzeniami generującymi obraz widoczny przez szyby kabiny i urządzeniami imitującymi ruch samolotu. Nowoczesne symulatory lotu są zaopatrzone w komputery. W pamięci przeciętnego symulatora lotu znajduje się kilkaset różnych programów obejmujących m.in. zapalenie się silnika, awarię układu paliwowego lub hydraulicznego, blokadę podwozia, przy czym komputer imituje dynamiczny rozwój sytuacji, uwzględniając np. wiatr, śliskość pasa, bezwładność maszyny i in. czynniki mające wpływ na skuteczność

⁸ Multimedialna Encyklopedia PWN, PWN, Warszawa 1999,

decyzji pilota. W pamięci komputera są notowane wszystkie czynności pilota, co pozwala odtworzyć przebieg szkolenia i skorygować błędy. Szkolenie pilotów za pomocą symulatora lotu jest bezpieczne oraz tańsze i skuteczniejsze niż w samolotach. Symulatory kosmiczne obejmują: imitatory warunków lotu kosmicznego, urządzenia służące do treningu specjalistycznego i przyswojenia nawyków profesjonalnych związanych ze sterowaniem statkiem kosmicznym i jego podsystemami w różnych fazach lotu (nawigacja, łączność, zbliżanie i połączenie z innymi obiektami, lądowanie lub wodowanie itp.). Przykładami takich symulatorów są: wirówka przeciążeniowa, urządzenia katapultowe, kabiny dźwiękoszczelne, naziemne urządzenia do wywołania zmniejszonej grawitacji, imitatory szumu, komory radiacyjne, komory ciśnień i temperatur, urządzenia gimnastyczne, pulpity sterujące, imitatory nieba gwiazdowego, aerostaty automatyczne itp.

Imitacja⁹ – przedmiot wykonany na wzór innego mający naśladować, przypominać oryginał, wykonany zazwyczaj z gorszego tańszego materiału, kopia, podróbka, atrapa.

Z kolei **imitować**¹⁰ znaczy tyle, co naśladować kogoś lub coś, tworzyć coś na wzór kogoś lub czegoś, kopiować, podrabiać oryginał.

Oprócz już przytoczonych pojęć komputerowego wspomaganie ćwiczeń w polskiej leksyce wojskowej istnieje jeszcze takie pojęcie jak informatyczne wspomaganie ćwiczeń.

Informatyczne wspomaganie ćwiczeń¹¹ to całokształt przedsięwzięć realizowanych przez dowódców i sztaby w celu efektywnego wykorzystania środków automatyzacji podczas

⁹ B. Dunaj (red.), Słownik..., op. cit., s. 317.

¹⁰ Tamże, s. 317.

¹¹ Instrukcja o przygotowaniu i prowadzeniu ćwiczeń z dowództwami i sztabami w Siłach Zbrojnych RP, Szt. Gen. 1448/95, Warszawa 2004, s. 6.

przygotowania i prowadzenia ćwiczeń. Organizacja informatycznego wspomaganie ćwiczeń obejmuje:

- ✚ planowanie wykorzystania systemów informatycznych zautomatyzowanych systemów dowodzenia i innych środków automatyzacji,
- ✚ planowanie i organizowanie systemu informacyjnego kierownictwa i ćwiczących,
- ✚ określenie zakresu i trybu wykorzystania środków informatyki,
- ✚ rozwijanie systemu informatycznego wspomaganie ćwiczenia,
- ✚ przygotowanie, instalację i nadzorowanie eksploatacji baz danych oraz oprogramowanie,
- ✚ organizację pracy osób funkcyjnych i sztabów.

Cel¹² – kres, punkt, do którego skierowane jest jakieś działanie; przedmiot (rzecz, osoba) zamierzonych działań, punkt centralny jakiejś akcji.

Istota¹³ – istota rzeczy: właściwa treść, właściwy charakter czegoś, sedno sprawy.

Powyższa terminologia, wraz z jej interpretacją oraz wiedza z przestudiowanej literatury przedmiotu, upoważnia nas do sformułowania następująco istoty komputerowego wspomaganie ćwiczeń:

Istotą wspomaganie komputerowego ćwiczeń jest symulacja w realnym czasie funkcjonowania i działalności, zgodnie z wolą dowódców nieuczestniczących (bądź uczestniczących) w ograniczonym stopniu w ćwiczeniu, zgrupowań bojowych wojsk przeciwstawnych stron, na tle modelu ich środowiska działania oraz

¹² Multimedialny słownik wyrazów obcych, PWN, Warszawa 2000.

¹³ Multimedialny słownik poprawnej polszczyzny, PWN, Warszawa 2001.

założonej sytuacji operacyjno-taktycznej, zgodnie z obowiązującymi bądź perspektywicznymi poglądami na użycie sił zbrojnych.

Celem wspomagania komputerowego ćwiczeń jest maksymalnie, adekwatne do realnego pola walki, zobrazowanie rezultatów działań (symulacji) nieuczestniczących, bądź uczestniczących w ograniczonym stopniu w ćwiczeniu zgrupowań bojowych wojsk przeciwstawnych stron.

W podsumowaniu tego etapu badań usprawiedliwione będzie stwierdzenie, że wspomaganie komputerowe ćwiczeń generuje wirtualne, współczesne pole walki z wszystkimi jego atrybutami, na którym ćwiczące dowództwa i sztaby mogą doskonalić swe umiejętności i kreować jego nowe jakości.

2 Ćwiczenia jako przedmiot zastosowań modeli symulacyjnych

Podstawą większości klasyfikacji przedsięwzięć dydaktycznych i szkoleniowych jest przyjęcie ich formy lub metody za podstawowe kryterium podziału. Forma odzwierciedla odmienność organizacyjną przedsięwzięcia dydaktycznego w procesie kształcenia w szkole wyższej i szkolenia operacyjno-taktycznego w jednostkach wojskowych. Zgodnie z przyjętym kryterium wyróżnia się trzy podstawowe formy dydaktyczne:

- zajęcia,
- ćwiczenia,
- gry wojenne.

W projekcie dokumentu dyrektywnego Sztabu Generalnego WP „Zasady organizacji szkolenia dowództw w Siłach Zbrojnych RP na lata 2003-2006”¹ proponuje się, aby w Siłach Zbrojnych RP wyróżniać trójstopniowy podział ćwiczeń według:

- a) kryteriów ćwiczeń;
- b) form ćwiczeń;
- c) typ ćwiczeń.

Kryteria ćwiczeń utożsamiane są z:

- celami ćwiczenia;
- rozmachem działań;
- scenariuszem ćwiczenia;
- składem ćwiczących;
- liczbą ćwiczących szczebli dowodzenia;
- liczbą ćwiczących stron;
- miejscem prowadzenia ćwiczenia.

Wśród form ćwiczeń wyróżnia się tam:

- ćwiczenia dowódczo-sztabowe;
- ćwiczenia z wojskami;
- ćwiczenia studyjne.

Specyficzny, celowy układ różnych form tworzy program kształcenia w szkole wyższej i program szkolenia operacyjno-taktycznego w jednostkach, z całym bogactwem przypisanych im organizacyjnych możliwości oddziaływania dydaktycznego.

2.1 Ćwiczenia realizowane w Siłach Powietrznych RP

Uszczegóławiając, ćwiczenia wywodzące się z obszaru szkolenia operacyjno-taktycznego mogą występować jako:

- ćwiczenia z dowództwami
- ćwiczenia z wojskami;
- ćwiczenia studyjne.

2.1.1 Treningi i ćwiczenia prowadzone z dowództwami

Z dowództwami organizuje się i prowadzi następujące rodzaje ćwiczeń:

- grupowe,
- treningi sztabowe,
- dowódczo – sztabowe,
- gry taktyczne,
- gry wojenne.

2.1.1.1 Ćwiczenia grupowe

Ćwiczenia grupowe stosowane są w indywidualnym szkoleniu oficerów, przede wszystkim w szkołach (uczelniach) i ośrodkach szkolenia oraz w szkoleniu kursowym. W procesie szkolenia dowództw i oficerów jednostek SP ćwiczenia grupowe prowadzi się w postaci zajęć audytoryjnych (seminaryjnych) lub ćwiczeń epizodycznych.

Celem ich jest pogłębienie wiedzy teoretycznej oraz nauczanie i doskonalenie praktycznego rozwiązywania problemów operacyjno-taktycznych, a także wykonywania czynności dowódczych i sztabowych na określonym stanowisku służbowym. Ponadto ćwiczenia te pozwalają na indywidualne przygotowanie oficerów do prowadzenia poprawnych analiz i ocen, wyciągania logicznych wniosków oraz podejmowania optymalnych i uzasadnionych decyzji, a także organizowania współdziałania oraz zabezpieczenia obojowego i logistycznego działań bojowych.

Istotą ćwiczeń grupowych jest to, że wszyscy szkoleni występują jednocześnie, w jednej, określonej, najbardziej typowej dla rozpatrywanego zagadnienia roli, np. dowódcy, szefa sztabu, szefa konkretnego rodzaju wojsk (służby), szefa logistyki itp. Szkoleni rozwiązują te same zadania, na tle jednolitej w całym ćwiczeniu i dla

wszystkich ćwiczących - sytuacji operacyjno-taktycznej (taktycznej), stanowiącej z zasady jeden epizod operacji lub walki.

Treścią ćwiczeń grupowych jest organizacja i prowadzenie działań operacyjnych (taktycznych) w różnych rodzajach operacji (bitew) oraz walki.

Podczas ćwiczenia grupowego szkoleni kolejno rozwiązują poszczególne problemy i zagadnienia w zakresie organizacji i prowadzenia działań bojowych. Kierownik ćwiczenia może występować w roli przełożonego, podwładnego, sąsiada lub współdziałającego dowódcy w zależności od potrzeb ćwiczenia (poszczególnych zajęć).

W ćwiczeniu grupowym wykorzystuje się różnorodne metody szkolenia, głównie pracę nad dokumentami bojowymi i dyskusję. Ćwiczenia te z reguły prowadzi się w salach wykładowych lub gabinetach metodycznych. Niektóre epizody tych ćwiczeń mogą być również prowadzone w terenie.

2.1.1.2 Trening sztabowy

Trening sztabowy jest najbardziej powszechną i uniwersalną formą szkolenia, prowadzoną na wszystkich szczeblach dowodzenia. Stanowi podstawową formę przygotowania taktycznego (operacyjnego) oficerów dowództw, sztabów, szefostw rodzajów wojsk i służb oraz ich komórek organizacyjnych, do wykonania zadań na zajmowanych lub przewidywanych stanowiskach.

Celem tego rodzaju ćwiczeń jest doskonalenie indywidualnych umiejętności oficerów sztabu w dziedzinie organizacji i prowadzenia działań operacyjnych (taktycznych) oraz zgrywanie działalności całego sztabu (komórki) w toku wykonywanych zadań.

Istota treningów sztabowych polega na tym, że szkoleni pod

kierownictwem przełożonego wykonują czynności (zgodnie z zajmowanymi stanowiskami służbowymi), aż do osiągnięcia określonego stopnia ich opanowania.

Treścią treningów sztabowych jest najczęściej:

a) zbieranie, analizowanie i przygotowanie danych do wykorzystania przez dowódcę w czasie podejmowania decyzji;

b) przeprowadzanie niezbędnych kalkulacji operacyjnych (taktycznych) i wariantowanie sposobów użycia wojsk;

c) opracowywanie dokumentów planistyczno-mobilizacyjnych, operacyjnych i bojowych.

Ponadto treningi mogą służyć do wypracowania nowych wzorów dokumentów bojowych, w tym również określania ich przydatności, a także do nabycia umiejętności w posługiwaniu się technicznymi środkami łączności i dowodzenia, systemami informatycznymi itp.

2.1.1.3 Ćwiczenie dowódczo-sztabowe

Ćwiczenia dowódczo-sztabowe prowadzone są w ramach szkolenia dowództw i sztabów od szczebla oddziału wzwyż. Stosowane są również w uczelniach wojskowych, kształcąc umiejętności pracy indywidualnej i grupowej studentów wojskowych.

Celem tych ćwiczeń jest doskonalenie umiejętności dowódców i oficerów sztabów w działaniu zespołowym, rozwiązywaniu problemów operacyjnych i taktycznych oraz dowodzenia i zabezpieczenia działań. Są sprawdzianem stopnia przygotowania dowództw i sztabów do pracy w warunkach zbliżonych do rzeczywistych, w tym do ćwiczeń z wojskami.

Istota tych ćwiczeń polega na tym, że zespół ćwiczący stanowi etatowy organ dowodzenia wojskami, który usprawnia i doskonali swą pracę, przy czym każdy z ćwiczących pełni funkcję zgodnie z

zajmowanym stanowiskiem, a w przypadku ćwiczeń organizowanych w uczelniach wojskowych - rolę wyznaczoną na okres ich trwania.

Treścią ćwiczeń dowódczo-sztabowych jest rozwiązywanie problemów z zakresu organizacji i prowadzenia działań operacyjnych i taktycznych w różnych rodzajach operacji (bitew) oraz walk.

Ich tematyka obejmuje najczęściej działania kompleksowe, wynikające z przeznaczenia danego związku operacyjnego, operacyjno-taktycznego, taktycznego i oddziału, a także z charakteru współczesnego pola bitwy (walki),

Ćwiczenie prowadzi się w czasie realnym, tzn. czas astronomiczny jest zgodny z czasem operacyjnym; w wyznaczonych pomieszczeniach (sale, namioty, stanowiska dowodzenia itp.); na tle jednolitej dla wszystkich ćwiczących sytuacji operacyjno-taktycznej. Odstępstwa od wymienionych ustaleń możliwe są wyłącznie podczas organizowania i prowadzenia ćwiczeń o charakterze badawczym.

2.1.1.4 Gra taktyczna

Gry taktyczne są formą jednoczesnego szkolenia etatowych dowództw (zespołów dowodzenia) nie mniej niż dwóch szczebli dowodzenia, w realnych warunkach terenowych, z wykorzystaniem etatowych środków dowodzenia.

Celem ich jest pogłębienie u ćwiczących umiejętności i nawyków działania zespołowego, które składają się na działanie dowództw różnych szczebli, na rzecz racjonalnego dowodzenia podległymi elementami ugrupowania bojowego, w ciągle zmieniającej się sytuacji taktycznej.

Istota gier taktycznych polega na tym, że ćwiczącymi zespołami są etatowe organy dowodzenia. W zależności od ćwiczonej problematyki uczestniczą w nich wybrane elementy dowodzenia

szczebla operacyjnego, w tym polowe i ruchome.

Treścią gier taktycznych jest poszukiwanie racjonalnych sposobów walki oraz rozpatrywanie perspektywicznych koncepcji użycia wojsk, kształtowanie wyobraźni taktycznej i zdolności przewidywania zmian sytuacji w toku działań taktycznych.

Jedną z odmian gry taktycznej jest trening systemu dowodzenia (zmian bojowych SD), który jest formą praktycznego przygotowania i doskonalenia zespołów dowódczych i stanów osobowych stanowisk dowodzenia wszystkich szczebli sił powietrznych. Przede wszystkim przygotowuje on praktycznie do wykonywania obowiązków osób funkcyjnych w czasie kierowania podległymi siłami w działaniach realnych. Prowadzony jest on na stanowiskach dowodzenia z użyciem urządzeń imitujących sytuację powietrzną.

Celem treningów systemu dowodzenia jest doskonalenie przygotowania zespołów dowodzenia i obsad stanowisk dowodzenia do kierowania siłami i środkami, a także doskonalenie sztuki dowodzenia, obiegu informacji, współdziałania w jednolitym systemie obrony powietrznej, funkcjonowania zautomatyzowanego systemu dowodzenia, środków łączności przewodowej i radiowej oraz wykorzystania zapasowych SD.

W czasie treningów ćwiczący analizują założoną sytuację powietrzną, naziemną, nawodną oraz korygują decyzje i zadania, kierują siłami i środkami w czasie odparcia imitowanego nalotu, zbierają wyniki działań bojowych (dane o stratach, zniszczeniach, sytuacji skażeń) i meldują o wynikach działań.

2.1.1.5 Gry wojenne

Gry wojenne - to forma ćwiczeń, która nie jest często stosowana w siłach powietrznych. Są one prowadzone na szczeblach

strategicznym i operacyjnym. Mogą być prowadzone jako jednostronne lub dwustronne, w tym jednoszczeblowe lub wieloszczeblowe.

Celem gier wojennych może być ocena i wypracowanie nowych lub zmiana istniejących struktur organizacyjnych, modelu funkcjonowania organów dowodzenia wojskami w okresie zagrożenia i wojny oraz weryfikacja założeń doktryny obronnej, zasad taktyki, sztuki operacyjnej i strategii.

Istotą gier wojennych jest to, że ćwiczące zespoły stanowią jednolite organy dowodzenia. W zależności od rozpatrywanej problematyki, oprócz osób funkcyjnych kierowniczej kadry sił zbrojnych, uczestniczą w nich specjaliści - przedstawiciele organów administracji państwowej (terenowej). Prezentowane przez nich różne punkty widzenia na określone problemy obronności i sposoby ich rozwiązywania stanowią podstawą do podejmowania decyzji.

Treścią gier wojennych są najczęściej działania militarne o znaczeniu strategicznym oraz rozwiązywanie problemów przyszłego pola bitwy.

Gry wojenne prowadzi się w miejscach stałej dyslokacji (w wyznaczonych pomieszczeniach) z wykorzystaniem stacjonarnego systemu łączności, stosując szeroko elementy modelowania i symulacji sytuacji.

2.1.2 Treningi i ćwiczenia prowadzone z udziałem wojsk

Z wojskami organizuje się i prowadzi następujące rodzaje ćwiczeń:

- treningi taktyczno-bojowe,
- zintegrowane szkolenia taktyczno-bojowe,
- ćwiczenia specjalistyczne,

- kompleksowe treningi,
- ćwiczenia taktyczne.

2.1.2.1 Treningi taktyczno-bojowe

Trening taktyczno-bojowy - jest najprostszą formą praktycznego szkolenia taktyczno-bojowego w składzie pododdziału, do szczebla kompanii, klucza, baterii, a niekiedy również eskadry, dywizjonu i batalionu.

Celem treningów taktyczno-bojowych jest doskonalenie sprawności i umiejętności całych pododdziałów w wykonywaniu zadań bojowych i specjalistycznych, wynikających z ich przeznaczenia, z uwzględnieniem wymogów i uwarunkowań wynikających z sytuacji taktycznej (bojowej) pola walki.

Istota ich polega na praktycznej realizacji programów szkolenia na tle sytuacji taktycznej oraz pozorowanego oddziaływania przeciwnika.

Treścią treningów taktyczno-bojowych mogą być wybrane (najtrudniejsze) epizody planowanych ćwiczeń taktycznych, wymagające wcześniejszego ich przetrenowania, np. ze względów bezpieczeństwa.

Treningi taktyczno-bojowe organizują i prowadzą bezpośredni przełożeni ćwiczących (dowódcy pododdziałów, szefowie służb itp.). W wyjątkowych przypadkach, np. w ramach szkolenia metodycznego, treningi taktyczno-bojowe mogą organizować i prowadzić przełożeni wyższych szczebli dowodzenia (zastępcy dowódców i szefowie rodzajów wojsk i służb).

Treningi taktyczno-bojowe dzielą się na:

a) treningi taktyczne-lotnicze, prowadzone z personelem latającym wszystkich rodzajów lotnictwa;

b) treningi taktyczno-ogniowe, prowadzone z siłami i środkami pododdziałów ogniowych wojsk obrony przeciwlotniczej;

c) treningi taktyczno-logistyczne, prowadzone z siłami i środkami pododdziałów służb technicznych, remontowych i obsługowo-naprawczych oraz ze służbami kwatermistrzowskimi (zaopatrzenia);

d) treningi taktyczno-bojowego współdziałania sił i środków OP w strefie ODN.

2.1.2.2 Zintegrowane szkolenie taktyczno-bojowe

Zintegrowane szkolenie taktyczno-bojowe jest formą programowego szkolenia taktycznego jednostek (pododdziałów) różnych rodzajów wojsk sił powietrznych.

Celem szkolenia jest zgrywanie zespołów i współdziałanie między pododdziałami różnych rodzajów wojsk SP. W takim przedsięwzięciu powinny uczestniczyć również siły obrony powietrznej sił lądowych i morskich, rozmieszczone w rejonie planowanego szkolenia. Do pozoracji przeciwnika powietrznego wykorzystuje się loty szkoleniowe lotnictwa myśliwskiego, myśliwsko-bombowego, rozpoznawczego, transportowego oraz lotnictwa wojsk lądowych.

Istotą szkolenia jest wspólne przeprowadzenie programowego szkolenia taktycznego przez lotnictwo i naziemne środki OP, z jednoczesnym wykorzystaniem działań ćwiczących sił do wzajemnej pozoracji strony przeciwnej lub podgrywki wojsk współdziałających.

Treścią zintegrowanego szkolenia taktyczno-bojowego jest zgrywanie bojowe pododdziałów różnych rodzajów wojsk, rozwiniętych w strefie jednego ODN, niekiedy kilku ODN, jednego lub dwu korpusów OP, a także doskonalenie sztabów jednostek w ograniczonym zakresie i obsad stanowisk dowodzenia w organizowaniu i prowadzeniu działań bojowych oraz szkolenie

taktyczne personelu latającego, a także obsług naziemnych środków ogniowych i wykrywania.

W ramach zintegrowanego szkolenia taktyczno-bojowego może być prowadzone bieżące szkolenie programowe oraz treningi taktyczno-bojowe. Może ono również być fragmentem (epizodem) ćwiczenia taktycznego.

2.1.2.3 Ćwiczenie specjalistyczne

Ćwiczenia specjalistyczne są podstawową formą praktycznego szkolenia jednostek logistycznych oraz pododdziałów specjalistycznych (radioelektronicznych, łączności i ubezpieczenia lotów, obrony przeciwchemicznej, fotograficznych itp.) oraz usługowo-produkcyjnych i zabezpieczających. Ćwiczenia specjalistyczne organizują i prowadzą bezpośredni przełożeni ćwiczącego szczebla. Z samodzielnymi pododdziałami ćwiczenia specjalistyczne mogą prowadzić zastępcy dowódców lub szefowie rodzajów wojsk i służb nadrzędnego szczebla dowodzenia. Pod względem organizacyjno-metodycznym ćwiczenia te nie odbiegają od ćwiczeń taktycznych z wojskami.

Celem ćwiczeń specjalistycznych jest przygotowanie pododdziału do praktycznego wykonywania przewidywanych dla niego zadań oraz zgrywanie w warunkach najbardziej zbliżonych do rzeczywistości, a także kształtowanie umiejętności i nawyków racjonalnego przygotowania i prowadzenia walki.

Istota ćwiczeń specjalistycznych polega na tym, że biorą w nich udział pododdziały ubezpieczające w etatowym składzie, które wykonują zadania na korzyść elementów bojowych. Z tego względu celowe jest prowadzenie ćwiczeń specjalistycznych wspólnie z ćwiczeniem taktycznym pododdziału bojowego, np. eskadry lotniczej.

Treścią ćwiczeń specjalistycznych jest praktyczne wykonywanie wszystkich zadań wynikających z przeznaczenia pododdziałów, w różnych rodzajach działań bojowych, a także w różnych warunkach terenowych, atmosferycznych, porach doby i roku.

2.1.2.4 Kompleksowy trening systemu obrony powietrznej

Kompleksowy trening systemu obrony powietrznej jest najwyższą formą szkolenia specjalistycznego w siłach powietrznych. Jest najczęściej podsumowaniem rocznego szkolenia operacyjno-taktycznego dowództw, sztabów i wojsk oraz sprawdzeniem stopnia ich przygotowania do wykonania typowych zadań w ramach obrony powietrznej.

Celem szkoleniowym kompleksowych treningów systemu obrony powietrznej jest doskonalenie współdziałania podmiotów systemu OP na określonym kierunku zagrożenia, integracja wysiłku wojsk działających w systemie obrony powietrznej oraz sprawdzenie szczelności całego systemu OP lub tylko wybranego rejonu obrony na zagrożonym kierunku operacyjno-powietrznym. Ponadto doskonalenie działań bojowych sił LMB podczas walki o przewagę w powietrzu i wsparcia broniących się wojsk lądowych i MW.

Istotą treningu kompleksowego jest zgrywanie systemu dowodzenia wszystkich szczebli i pełne wykorzystanie możliwości bojowych aktywnych środków walki uczestniczących w obronie powietrznej.

Treścią kompleksowego treningu systemu obrony powietrznej jest poszukiwanie racjonalnych sposobów doskonalenia działania wszystkich rodzajów wojsk sił powietrznych w zwalczaniu celów powietrznych we współdziałaniu z jednostkami WOPL wojsk lądowych i MW oraz LMB, wykonującym zadania w ramach walki o przewagę

w powietrzu. Jednocześnie, w treningu zgrywany jest system kompleksowego zabezpieczenia bojowego i logistycznego działań bojowych SP.

Trening taki najczęściej trwa 2-3 doby i obejmuje najczęściej dwa etapy - planowania i prowadzenia działań bojowych. Etap pierwszy prowadzony jest zazwyczaj w postaci treningu sztabowego lub treningu zmian dowodzenia dowództwa SP i dowództw korpusów (z udziałem przedstawicieli WOPL WLąd. i MW). Etap drugi jest praktycznym wykonywaniem zadań, zgodnie z decyzją ćwiczących zmian dowodzenia. Jest poprzedzony lub odbywa się z jednoczesnym przebazowaniem (przegrupowaniem) wydzielonych sił i dysponowanych środków na zagrożony kierunek. Trening najczęściej prowadzi dowódca sił powietrznych. Może on również odbywać się w ramach innych przedsięwzięć szkolenia operacyjnego, organizowanych i prowadzonych przez szefa Sztabu Generalnego WP lub dowódcę SP.

Trening systemu obrony powietrznej może być prowadzony jako jednostronny lub dwustronny. Treningi jednostronne prowadzone są z udziałem zmian dowodzenia wszystkich szczebli i całości sił systemu obrony powietrznej oraz lotnictwa uderzeniowego (LMB, LR, LWL) - jako jedna strona ćwicząca. Wydzielona część lotnictwa uderzeniowego wykorzystana jest do pozoracji przeciwnika powietrznego według planu kierownictwa. Treningi dwustronne prowadzone są po podzieleniu sił systemu obrony powietrznej oraz lotnictwa uderzeniowego (LMB, LR, LWL) na dwie, w miarę równe, przeciwstawne strony. Zwykle stroną przeciwnika stanowią siły jednego Korpusu OP oraz większość lotnictwa uderzeniowego, przebazowanego - w miarę możliwości - na lotnisko położone w rejonie tego korpusu. Stroną broniącą są pozostałe siły systemu OP.

W obydwu przypadkach nie wyklucza się udziału lotnictwa, a także sił systemu OP państw sąsiednich.

2.1.2.5 Ćwiczenie taktyczne

Ćwiczenie taktyczne (operacyjno-taktyczne) jest najwyższą formą szkolenia taktycznego i operacyjno-taktycznego dowództw, sztabów i wojsk (pododdziałów, oddziałów, ZT i ZOT wszystkich rodzajów wojsk SP). Jest taką formą praktycznego szkolenia dowództw i wojsk, w ramach której ćwiczący, dążąc do wykonania określonego zadania bojowego, na tle sytuacji zbliżonej do warunków pola walki, rozwiązują problemy z zakresu przygotowania i prowadzenia działań bojowych.

Celem ćwiczeń taktycznych jest zgrywanie wspólnych działań oraz doskonalenie lub sprawdzenie stopnia przygotowania ćwiczących wojsk do racjonalnego wykorzystania posiadanych (nabytych w ramach szkolenia programowego i w niższych formach szkolenia taktycznego) umiejętności taktycznych (bojowych) oraz walorów sprzętu bojowego i zabezpieczającego.

Istota ćwiczeń taktycznych polega na tym, że obejmują dowództwa (pododdziałów, oddziałów, ZT i ZOT) oraz podległe im siły bojowe i zabezpieczające w celu zapewnienia wzajemnego zgrania w etatowych lub zmniejszonych składach bojowych.

Treścią ćwiczeń taktycznych jest praktyczne wykonywanie wszystkich przewidzianych dla nich zadań, wynikających z przygotowania i prowadzenia działań, w różnych sytuacjach bojowych, a także w różnych warunkach terenowych, atmosferycznych, porach roku i doby.

2.1.3 Inne rodzaje ćwiczeń

Ponadto przewiduje się inne ćwiczenia, a wśród nich:

- instruktażowo-metodyczne,
- pokazowe,
- mobilizacyjne,
- doświadczalne (badawcze),
- sprawdzające (kontrolne).

2.1.3.1 Ćwiczenia instruktażowo-metodyczne

Ćwiczenia instruktażowo-metodyczne prowadzi się głównie na taktycznych szczeblach dowodzenia. Ich celem jest zaprezentowanie wzorcowego sposobu prowadzenia ćwiczeń (zajęć programowych) oraz pogłębiania umiejętności metodycznych i organizacyjnych instruktorów i uczestników.

Ćwiczenie składa się z dwóch części. W pierwszej - kierownik ćwiczenia precyzuje dane dotyczące przygotowania i prowadzenia ćwiczenia (zajęcia programowego), w drugiej - demonstruje wybrane epizody praktyczne i omawia je przy aktywnym udziale obserwatorów. Sposoby przygotowania i metody prowadzenia szkolenia, przedstawione w czasie ćwiczenia, są obowiązujące dla uczestników w danym cyklu, etapie lub roku szkolenia.

2.1.3.2 Ćwiczenia pokazowe

Ćwiczenia pokazowe prowadzi się we wszystkich rodzajach wojsk i służb SP. Ich celem jest zademonstrowanie właściwych metod organizowania i prowadzenia ćwiczenia (zajęć) na dany temat lub pokazanie nowych sposobów działania w skomplikowanych sytuacjach bojowych. Można je organizować także w ramach pokazów dla instytucji wojskowych i cywilnych, komisji itp.

Ćwiczenie pokazowe prowadzi się w przygotowanym terenie, w warunkach zbliżonych do rzeczywistego pola walki. Może być

organizowane samodzielnie lub stanowić (w wyjątkowych przypadkach) jeden z epizodów ćwiczenia taktycznego (operacyjnego). Uczestniczące w nim dowództwa i wojska przygotowuje się do prawidłowego demonstrowania działań. Przed rozpoczęciem pokazu zapoznaje się obserwatorów z tematem, celami, koncepcją taktyczną i metodyczną oraz organizacyjną ćwiczenia. W punktach obserwacyjnych instaluje się urządzenia nagłośniujące, umożliwiające informowanie uczestników pokazu o położeniu i działaniach ćwiczących w przypadku braku możliwości bezpośredniej ich obserwacji oraz słuchanie decyzji, rozkazów i komend ćwiczących dowódców.

2.1.3.3 Ćwiczenia mobilizacyjne

Ćwiczenia mobilizacyjne prowadzi się we wszystkich jednostkach SP, w których planowane jest powołanie uzupełnienia rezerwy w trybie alarmowym. Celem ich jest sprawdzenie stanu gotowości mobilizacyjnej jednostek oraz szkolenie żołnierzy rezerwy.

Uczestnicy ćwiczeń wykonują zadania wynikające z planu osiągnięcia wyższych stanów gotowości bojowej lub z planu zabezpieczenia mobilizacyjnego rozwinięcia.

2.1.3.4 Ćwiczenia doświadczalne (badawcze)

Ćwiczenia doświadczalne (badawcze) przeprowadza się na podstawie planów prowadzenia badań. Ich celem jest wypracowanie sposobów działań bojowych, zapewniających maksymalną skuteczność bojową wojsk i uzbrojenia oraz stosowanych lub wprowadzanych do uzbrojenia nowych środków rażenia. Mogą służyć także sprawdzeniu funkcjonowania struktur organizacyjnych lub do rozwiązania innych problemów, wynikających z prowadzenia działań bojowych lub funkcjonowania jednostki.

2.1.3.5 Ćwiczenia sprawdzające (kontrolne)

Ćwiczenia sprawdzające (kontrolne) prowadzi się w jednostkach wszystkich rodzajów wojsk i służb SP. Ich celem jest sprawdzenie gotowości bojowej dowództw, sztabów i wojsk oraz poziomu wyszkolenia indywidualnego i zespołowego. Prowadzi się je na podstawie rozkazu (wytycznych) przełożonego lub przewodniczącego inspekcji (komisji kontrolnej).

Mogą być prowadzone przez komisję kontrolną lub dowództwo (szefostwo), z zasady, o dwa szczeble wyżej od ćwiczącego dowódcy. Organizator ćwiczenia może wręczyć ćwiczącemu dowódcy założenie epizodyczne i zadanie bojowe lub udzielić wytycznych do opracowania ćwiczenia. W takim przypadku sprawdzenie obejmuje także umiejętności organizacyjno-metodyczne dowództwa (szefostwa) wyznaczonego do organizacji i przeprowadzenia ćwiczenia.

2.1.4 Wnioski

Analizując cele, istotę i treść ćwiczeń realizowanych w siłach powietrznych dochodzimy do wniosku, że do ich sprawnego i efektywnego przeprowadzenia konieczne jest wsparcie ćwiczących zespołów technologiami informacyjnymi. Wytwarzanie dokumentów i ich dystrybucja w formie elektronicznej stała się już zjawiskiem powszechnym. Jednakże mimo opracowanego przez Instytut Informatyki Obrony Narodowej Pakietu Grafiki Operacyjnej, w zdecydowanej większości sytuacja taktyczna ćwiczeń w naszych siłach zbrojnych przedstawiana jest nadal na mapach papierowych. Związane jest to przede wszystkim z mało przyjaznym interfejsem użytkownika pakietu PGO oraz dużymi wymaganiami sprzętowymi oprogramowania. Nadal największym mankamentem prowadzonych dotychczas ćwiczeń jest ocena zrealizowanych zadań, a głównie

podjętych decyzji. Praktycznie niemożliwe jest tradycyjnymi metodami określenie poniesionych strat w wyniku prowadzonych działań. Werdykty w tej sprawach zapadają najczęściej na podstawie wiedzy, sądów i intuicji rozjemców, a te wynikają z ich subiektywnej oceny obserwowanych zdarzeń.

Z przeprowadzonego przeglądu ćwiczeń realizowanych głównie w siłach powietrznych, stawiamy hipotezę o następujących możliwościach zastosowania symulatora operacyjno-taktycznych działań powietrznych:

1. W ćwiczeniu grupowym i treningu sztabowym Symulator może być z powodzeniem zastosowany do:

- rozmieszczenia posterunków radiolokacyjnych;
- określania efektywnego ugrupowania jednostek obrony przeciwlotniczej;
- ugrupowania pododdziałów walki radioelektronicznej;
- użycia lotnictwa myśliwskiego, w tym możliwości dyżurowania w powietrzu i na lotniskach;
- użycia lotnictwa taktycznego;
- doboru środków walki;
- określania możliwości realizacji zadań przez poszczególne rodzaje wojsk i jednostek, w tym logistycznych;
- oceny sposobów realizacji zadań;
- oceny wariantów działania.

W powyższych zastosowaniach Symulator „wyręczy” ćwiczących podczas żmudnego wyrysowywania stref widzialności posterunków radiolokacyjnych i stref ognia środków OPL. Zazwyczaj jak zaobserwowano w ćwiczeniach prowadzonych metodami tradycyjnymi – np. strefa ognia środka OPL nie uwzględniała kątów

zakrycia (ze względu na oszczędność czasu ćwiczących). Przy wykorzystaniu Symulatora zaprojektowanie wariantu rozmieszczenia posterunków radiolokacyjnych uwzględniając rzeczywiste kąty zakrycia zajmuje kilka minut.

Ponadto edytor graficzny Symulatora może być wykorzystany do „rysowania” mapy. Elektroniczna forma prezentacji opracowywanej sytuacji taktycznej ćwiczenia nie tylko obniży koszty samego ćwiczenia, ale również zaoszczędzi czas niezbędny na opracowanie formy mapy „papierowej”. Możliwość rysowania warstwowego pozwala na wariantowe zobrazowanie działań lub kolejnych ich etapów. Tradycyjnie takie zobrazowanie było realizowane za pomocą nakładanych folii.

2. W ćwiczeniach: dowódczo – sztabowym, grach taktycznych i wojennych, ćwiczeniu taktycznym Symulator może być zastosowany do wypracowania i oceny wariantów działań ofensywnych, defensywnych i do planowania wsparcia logistycznego. Ponadto Symulator można z powodzeniem zastosować do odwzorowania aktualnej sytuacji, zamiast map. Zapisywanie opracowanego tła taktycznego ćwiczenia po każdym etapie działań umożliwia jego dokumentowanie i następnie ponowne analizowanie przebiegu ćwiczenia, np. podczas jego omawiania.

Umożliwienie wymiany informacji pomiędzy Symulatorem, a zautomatyzowanym systemem dowodzenia w ćwiczeniu mogłoby spowodować kolejne jego zastosowania do:

- podgrywania działania przeciwnika – w ćwiczeniu jednostronnym;
- podgrywania działania podległych (niećwiczących) jednostek;

- bezstronnego generowania wyniku oddziaływania stron na siebie.

Zastosowanie Symulatora jest analogiczne jak w ćwiczeniu dowódczo – sztabowym.

- 4. W treningach taktyczno – bojowych, ćwiczeniach specjalistycznych i mobilizacyjnych** Symulator z powodzeniem może generować działania strony przeciwnej, szczególnie przy sprzężeniu Symulatora z bojowym systemem dowodzenia, na którym pracują ćwiczący oraz do odzwierciedlania wszelkich planów, wariantów działania i sytuacji bieżącej.
- 7. W ćwiczeniu instruktazowo – metodycznym** Symulator może zostać zastosowany do prezentowania wzorcowego wykonywania działań przez wszystkie dysponowane siły.
- 8. W ćwiczeniu pokazowym** Symulator może zostać zastosowany do prezentowania wzorowego sposobu realizacji działań przez podległe siły.
- 9. Symulator w ćwiczeniu doświadczalnym (badawczym)** znakomicie spełni swoje zadanie do weryfikacji rozwiązań teoretycznych i sprawdzenia możliwości ich wdrożenia (nowych elementów taktyki, nowego uzbrojenia). Pozwala ocenić wpływ zastosowania hipotetycznych lub projektowanych środków walki na taktykę działań i skutki oddziaływań.
- 10. W ćwiczeniu sprawdzającym (kontrolnym)** Symulator może być zastosowany do oceny podjętych decyzji, pracy całego dowództwa i sztabu oraz poszczególnych jego sekcji; zarówno podczas planowania działań ofensywnych, defensywnych i rozwiązywaniu problemów logistycznych. Ponadto Symulator może pracować jako urządzenie do prowadzenia aktualnej sytuacji, dokumentowania przebiegu jego poszczególnych etapów i

podejmowanych decyzji, co jest bardzo przydatne szczególnie podczas omówienia ćwiczenia.

2.2 Ćwiczenia realizowane w Wydziale Lotnictwa i Obrony Powietrznej Akademii Obrony Narodowej

Uczelnie wojskowe realizują podobne ćwiczenia do prowadzonych w siłach zbrojnych, z tym, że ich cele zdecydowanie różnią się. W uczelniach przeważają cele dydaktyczne, zmierzające do wykształcenie odpowiednich umiejętności, wyobraźni, zapoznania ze specyfiką pracy sztabowej, sprawdzeniem umiejętności zastosowania w praktyce wiedzy i opanowanych metodyk. W obowiązujących programach studiów w Wydziale Lotnictwa i OP AON ujęte są następujące rodzaje ćwiczeń:

- grupowe;
- dowódczo-sztabowe;
- audytoryjne;
- seminaryjne.

2.2.1 Ćwiczenie grupowe

Ćwiczenie to jest jednym z głównych rodzajów ćwiczeń akademickich. Najczęściej stosowane jest w indywidualnym kształceniu studentów. Głównym celem ćwiczenia grupowych jest przede wszystkim pogłębianie wiedzy teoretycznej oraz wykształcenie lub doskonalenie umiejętności praktycznych w rozwiązywaniu problemów taktyczno - operacyjnych i wykonywaniu określonych czynności dowódczych i sztabowych na określonym stanowisku służbowym. Zgodnie z obowiązującym programem kształcenia kierunku LOTNICTWO, ćwiczenie to jest przeprowadzane w ostatnim semestrze nauki.

Istotą ćwiczenia grupowego jest usytuowanie wszystkich studentów w jednej i tej samej roli. Rozwiązują oni te same zadania, na tle jednolitej sytuacji dla wszystkich uczestników. Rozwiązywanie zadań odbywa się pod kierunkiem wykładowcy lub kierownika zajęcia (ćwiczenia), występującego - w zależności od potrzeb - w określonej roli (np. dowódcy, szefa rodzaju wojsk). W ćwiczeniu grupowym studentom nie wyznacza się stałych funkcji, a tylko na określone zajęcia. Prowadzący ćwiczenie (zajęcia) może w każdej chwili dokonać zmiany tej funkcji.

2.2.2 Ćwiczenia dowódczo - sztabowe

Ćwiczenie to jest rodzajem ćwiczeń taktyczno-operacyjnych, stosowanych w szkoleniu przede wszystkim oficerów dowództw i sztabów od szczebla oddziału (równorzędnego) wzwyż.

Celem ćwiczeń dowódczo-sztabowych realizowanych w wyższym szkolnictwie wojskowym jest doskonalenie umiejętności studentów w zespołowym działaniu przy rozstrzyganiu problemów operacyjno - taktycznych, zagadnień dotyczących dowodzenia wojskami oraz wykonywania dokumentów bojowych.

W ćwiczeniu dowódczo – sztabowym zespół ćwiczący stanowi jednolity w swej strukturze organ dowodzenia wojskami (lub kilka takich organów), który w toku ćwiczenia doskonalą swą pracę. Każdy z ćwiczących pełni inną funkcję, zgodnie z zajmowanym przez niego stanowiskiem służbowym lub rolą wyznaczoną mu na okres ćwiczenia. Ze względu na często małą liczebność zespołu ćwiczącego w uczelni - studenci wyznaczani są na najważniejsze stanowiska w ćwiczącym składzie. Informacje wychodzące z nieobsadzonych stanowisk i komórek przekazywane są ćwiczącym przez rozjemców i grupę operacyjno-podgrywającą, obsadzaną najczęściej przez zespół

autorski ćwiczenia.

2.2.3 Ćwiczenia audytoryjne

Ćwiczenia te są jedną z form ćwiczeń dydaktycznych, często stosowaną na niższych latach studiów. Mają one zastosowanie przede wszystkim w zakresie teoretycznych przedmiotów podstawowych. Tematyka tych ćwiczeń sprowadza się do rozwiązywania zadań i przykładów stanowiących praktyczne zastosowanie określonej wiedzy teoretycznej.

Przy dobieraniu zadań rozwiązywanych przez ćwiczących studentów stosuje się zasadę stopniowania trudności – od zadań prostych i łatwych - do coraz trudniejszych. Zwraca się uwagę na to, aby zadania te były – w miarę możliwości – zbliżone do rzeczywistych zagadnień praktycznych tak, żeby ich rozwiązanie było dla studenta nie tylko formalnym zastosowaniem wyuczonych metodyk, lecz aby miało równocześnie swoją wartość utylitarną.

Z dydaktycznego punktu widzenia, korzystne jest by prowadzący ćwiczenie ograniczył się tylko do przedstawienia tematyki zajęcia, natomiast dalsze prace powinni wykonywać samodzielnie studenci. Jeżeli żaden ze studentów nie umie rozwiązać napotkanej trudności, wówczas prowadzący ćwiczenia powinien wyjaśnić jej istotę oraz metode rozwiązania.

2.2.4 Ćwiczenia seminaryjne

Ćwiczenia te od dawna powszechnie stosowane są na wyższych uczelniach cywilnych, szczególnie na wydziałach humanistycznych. Okolicznością sprzyjającą realizacji ćwiczeń seminaryjnych było wprowadzenie do większości kierunków studiów przedmiotów humanistycznych: filozofii, ekonomii, elementów socjologii, itp.

Wzorując się na seminaryjnych formach nauczania przedmiotów

humanistycznych, rozpoczęto stopniowe ich adaptowanie do innych dyscyplin, aczkolwiek proces ten nie jest jeszcze zbyt daleko zaawansowany, zaś formy seminaryjne nie we wszystkich dyscyplinach mogą znaleźć pełne zastosowanie. Obecnie docenia się potrzebę i celowość stosowania formy seminaryjnej w dwóch wypadkach: po pierwsze, we wszystkich dyscyplinach humanistyczno-społecznych, oraz – po drugie – w profilujących dyscyplinach specjalizujących, gdzie są one oficjalnie przewidziane w planach studiów jako seminaria dyplomowe.

Wspólną cechą wszystkich ćwiczeń seminaryjnych jest aktywny udział studentów i ich czynne umysłowe zaangażowanie. Istnieją różne rodzaje ćwiczeń seminaryjnych, a sposób ich przeprowadzania zależy zarówno od specyfiki przedmiotu, jak też od stopnia przygotowania i zaawansowania studentów.

a) Ćwiczenia seminaryjno-audytoryjne, mają zastosowanie na pierwszych latach studiów, szczególnie w grupie przedmiotów społecznych, takich jak: filozofia, ekonomia, nauki polityczne, metodyka studiowania. Ich zasadniczym celem jest wdrożenie studentów do samodzielnego studiowania i samodzielnej pracy umysłowej. Ta forma ćwiczeń seminaryjnych może być stosowana również w przedmiotach zawodowych, zależnie od ich specyfiki i warunków dydaktycznych.

Tego rodzaju zajęcia powinny być poprzedzone wprowadzeniem przygotowanym przez prowadzącego zajęcia, ukierunkowaniem pracy studentów, zapoznaniem ich z techniką samodzielnej pracy umysłowej. Odpowiednio wcześniej przed zajęciami studenci powinni być zapoznani z ich tematyką oraz wykazem materiałów i źródeł niezbędnych do przygotowania się do seminarium. Podczas zajęcia studenci dyskutują – pod kierunkiem prowadzącego dyskusję - nad

określoną programem problematyką. Wskazane jest przygotowywanie przez studentów krótkich pisemnych konspektów i też z zakresu omawianego materiału.

b) Ćwiczenia seminaryjno-problemowe i referatowo-dyskusyjne są stosowane zazwyczaj na starszych latach studiów. Polegają one na tym, że na każde zajęcie jeden lub kilku studentów – na podstawie wskazanej lub samodzielnie dobranej literatury – przygotowują referat wprowadzający do dyskusji, pozostali studenci są zobowiązani do aktywnego udziału w zajęciach na podstawie przestudiowanych, uprzednio zaleconych źródeł wiedzy. Korzyść osiągnana z tego rodzaju seminarium zależy od stopnia przygotowania się grupy studentów do zajęć, prawidłowo przygotowanego i poprawnie wygłoszonego referatu oraz sposobu pokierowania dyskusją. Końcowy akcent seminarium zawsze powinno stanowić krótkie podsumowanie przez prowadzącego, eksponujące główne problemy, a także wyjaśniające powstałe kontrowersje. Wówczas cały cykl zajęć seminaryjnych - skorelowany z tematyką wykładów - stanowi logiczny, całościowy układ treści z zakresu programu danej dyscypliny, podzielony na zamknięte ogniwa tematyczne przewidziane na pojedyncze zajęcia.

c) Ćwiczenia seminaryjne i dyplomowe, jak sama nazwa wskazuje, są przeznaczone dla studentów ostatniego roku studiów, mogą one mieć charakter planowych seminariów problemowych, tzn. prowadzonych tokiem poszukującym, zgodnie z zaleceniami K. Kruszewskiego. Seminaria te mogą też mieć charakter dyskusyjno-konsultacyjny, szczególnie w dyscyplinach specjalistycznych. Wówczas poszczególne zajęcia poświęca się na referowanie przez dyplomantów tematów ich prac dyplomowych oraz na dyskusję, w której biorą udział pozostali uczestnicy seminarium. Celem tej dyskusji jest krytyczna ocena bądź skonsultowanie wyłaniających się

problemów i wątpliwości. Tak prowadzone seminarium ma przygotować dyplomantów do obrony prac dyplomowych.

2.2.5 Wnioski:

1. **W ćwiczeniu grupowym Symulator może być zastosowany do opracowania wariantów:**

- rozmieszczenia posterunków radiolokacyjnych;
- ugrupowania obrony przeciwlotniczej;
- ugrupowania pododdziałów walki radioelektronicznej;
- użycia lotnictwa myśliwskiego;
- użycia lotnictwa taktycznego;
- możliwości użycia jednostek logistycznych.

W zastosowaniach tych Symulator „wyręczy” ćwiczących podczas zmudnego rysowania stref widzialności posterunków radiolokacyjnych, a także stref ognia środków OPL.

Edytor graficzny Symulatora może z powodzeniem być wykorzystany do „rysowania” map. Elektroniczna forma prezentacji opracowywanej sytuacji taktycznej ćwiczenia nie tylko obniża jego koszty, ale zaoszczędza znaczący wymiar czasu, jaki ćwiczący muszą poświęcić na opracowanie formy „papierowej”. Możliwość rysowania warstwowego tła taktycznego pozwala na umieszczeniu na jednej sytuacji różnych wariantów działań lub kolejnych ich etapów. Tradycyjnie taka forma prezentacji realizowane jest to przy pomocy fazogramów lub folii.

2. **W ćwiczeniu dowódczo – sztabowym, audytoryjnym i seminaryjnym Symulator może być zastosowany do wypracowania i oceny wariantów działania przez sekcję planowania działań ofensywnych, defensywnych i logistycznych. Ponadto Symulator może z powodzeniem pracować jako urządzenie do**

prowadzenia aktualnej sytuacji. Dokumentowanie położenia stron, podejmowanych decyzji oraz skutków podjętych decyzji po każdym etapie działań umożliwia późniejsze odtworzenie i ocenę przebiegu ćwiczenia podczas jego omawiania.

Symulator podczas ćwiczenia może być zastosowany do:

- podgrywania działania przeciwnika – w ćwiczeniu jednostronnym;
- podgrywania działania podległych jednostek niećwiczących;
- bezstronnego generowania wyniku oddziaływania stron.

2.3 Komputerowe wspomaganie ćwiczeń

Praktyka realizacji ćwiczeń wskazuje, że zasadniczą trudnością napotykaną w prowadzonych ćwiczeniach dowódczo-sztabowych, nie tylko w Wydziale LiOP, jest weryfikacja wypracowanych decyzji i postawionych zadań przez ćwiczące dowództwa. Podczas wydziałowego ćwiczenia dowódczo - sztabowego decyzje i postawione zadania wypracowane przez zespół ćwiczący nie są realizowane. Doświadczenia z wielu ćwiczeń wskazują, że podczas ich prowadzenia rzadko uwzględnia się rzeczywiste możliwości bojowe przeciwnika. Częstość zawyżane są możliwości i potencjał bojowy wojsk własnych, natomiast wojsk przeciwnika z reguły są zaniżane. Ponadto rzeczywiste warunki teatru działań wojennych oraz stopień wsparcia bojowego i logistycznego zabezpieczenia również nie są w pełni uwzględniane. Poza tym olbrzymia złożoność współczesnego pola walki w tych warunkach sprzyja wielu uproszczeniom, co negatywnie odbija się na jakości przygotowania studentów Wydziału LiOP do wypełniania przyszłych zadań.

W wielu państwach problemy powyższe znajdują rozwiązanie w prowadzeniu ćwiczeń z użyciem komputerowych systemów symulacji

działań. Symulacja taka pozwala w miarę realistycznie odwzorować użycie wojsk (środków walki) działających zgodnie z podjętymi decyzjami przez ćwiczące sztaby i postawionymi im zadaniami. Przy tym w procesie symulacji działań wojsk uwzględniane są ich aktualne możliwości, zmienne warunki działań oraz przeciwdziałanie przeciwnika. Kierownictwo ćwiczenia może dowolnie kształtować wartości tych czynników i wpływać na rozwój sytuacji. Ćwiczenia z użyciem komputerowej symulacji działań w armiach zachodnich nazywane są Synthetic Exercise – SYNEX. W grupie tych ćwiczeń mieści się ćwiczenie dowódczo-sztabowe wspomagane komputerowo (Computer Assisted Exercise – CAX). W ćwiczeniach tych komputer generuje wirtualne pole walki i symuluje zachodzące na nim procesy.

Podstawą funkcjonowania komputerowych systemów wspomagania ćwiczeń są modele symulacyjne odwzorowujące procesy wzajemnego oddziaływania ogniowego i procesy wewnętrzne: dowodzenia, wsparcia oraz zabezpieczenia bojowego i logistycznego, a ponadto procesy dynamiki pola walki w realnym środowisku funkcjonowania danego rodzaju sił zbrojnych w funkcji czasu i przestrzeni. Modele symulacyjne generują zdarzenia, nowe sytuacje i zachowania wojsk zgodne z poglądami o ich użyciu. Odzwierciedlają skutki podejmowanych decyzji przez ćwiczące sztaby i stwarzają im nowe wyzwania. Ćwiczący muszą reagować na rozwój sytuacji, a każdy błąd, brak wyobraźni czy zła ocena działań strony przeciwnej, przynosi wymierne negatywne efekty. System w sposób obiektywny i bezstronny przedstawi wynik walki niezależnie od koneksji, przychylności czy sympatii oceniającego.

Wykorzystanie systemów komputerowego wspomagania procesu dydaktycznego jako nowej metody wspomagającej kształcenie i doskonalenie kadr dowódczych jest szczególnie zasadne

dla tych form dydaktycznych, w których eksponowany jest aspekt praktyczny. Tworzone w AON Centrum Symulacji i Komputerowych Gier Wojennych wzbogaci i w dużej mierze zmieni proces szkolenia operacyjno-taktycznego dowództw, wymusi zmodyfikowanie istniejących form kształcenia operacyjno-taktycznego kadr dowódczo-sztabowych, również kształconych w Wydziale LiOP. Oczekiwanie zaś na wprowadzenie nowych środków do procesu kształcenia pozwala opracować nowe lub zmodyfikować istniejące algorytmy przygotowania i prowadzenia ćwiczeń, przede wszystkim ćwiczeń dowódczo-sztabowych wspomaganym komputerowo.

Niewątpliwie ćwiczenia wspomagane komputerowo pozwalają w stopniu maksymalnym kreować wyobraźnię operacyjno-taktyczną studentów z jednej strony, a z drugiej weryfikować ich interdyscyplinarną wiedzę i umiejętności oraz - co nie mniej ważne - na podstawie rezultatów osiąganych przez studentów w tych ćwiczeniach weryfikować i odpowiednio wcześniej modyfikować treści i formy kształcenia.

Doświadczenie państw stosujących systemy wspomaganie komputerowe ćwiczeń pozwalają na stwierdzenie, że technologia informatyczna znacznie przyspiesza oraz obniża koszty kształcenia i szkolenia dowództw i studentów. Korzystając ze współpracy z zaprzyjaźnionymi NATO-wskimi ośrodkami akademickimi pracownicy dydaktyczni Wydziału LiOP AON zdobywają niezbędne doświadczenia w konstruowaniu i stosowaniu symulacyjnych modeli działań powietrznych. Obecnie, korzystając z owoców tej współpracy i w oparciu o własne badania, w Wydziale LiOP prowadzone są prace mające przygotować bazę programową i materiałową do efektywnego wykorzystania możliwości, jakie tworzy wdrożenie systemów komputerowego wspomaganie ćwiczeń.

3 Symulacyjny model działań powietrznych

Precyzyjne opisy możliwości funkcjonalnych i zasad użytkowania symulatora zawierają inne pozycje literatury¹⁴. Tym nie mniej syntetyczny opis jego możliwości w ramach tego materiału powinien ułatwić jego zrozumienie, zwłaszcza w kontekście jego zastosowania w rozwiązywaniu wielu problemów decyzyjnych, dydaktycznych i badawczych.

Całość symulowanych procesów może być realizowana w czasie rzeczywistym lub przyspieszonym.

3.1 Budowa modelu

Zasadniczymi elementami symulatora stanowią trzy podstawowe moduły: scenariusza wraz z bazami obiektów i scenariuszy; symulacji; użytkownika (dla trzech typów użytkownika: strony A, strony B i strony neutralnej, reprezentowanej przez kierownika (koordynatora) gry.

Moduł scenariusza między innymi umożliwia edytowanie i odwzorowanie obiektów¹⁵ składających się na sytuację operacyjno-taktyczną w wymiarze powietrznym (a także w pewnym zakresie naziemnym) oraz opracowanie baz danych tych obiektów.

Moduł scenariusza przeznaczony jest kreowania baz danych obiektów oraz scenariuszy, umożliwiając:

- opracowanie baz danych obiektów (samolotów, systemów OPL, stacji radiolokacyjnych, lotnisk, obiektów osłony/ataku, środków zakłóceń, jednostek transportu, środków rozpoznania naziemnego);

¹⁴ Np. pozycja B. Zdrodowski, A. Glen, J. Zych, Projekt logicznego modelu symulatora operacyjno-taktycznych działań powietrznych, AON 2003.

¹⁵ Takich, jak np.: samoloty, stacje radiolokacyjne, bazy lotnicze, mosty, jednostki wojsk lądowych, itp.

- opracowanie dowolnego scenariusza i zachowanie go w formie pliku;
- opracowanie baz danych LSB (bomb, pocisków raketowych, zasobników zakłóceń i rozpoznawczych, a także dodatkowych zbiorników paliwa);
- zdefiniowanie listy użytkowników wraz z hasłami dostępu;
- modyfikowanie wcześniej zdefiniowanych scenariuszy i baz danych, użytkowników.

Moduł symulacji między innymi umożliwia:

- ✓ symulację w czasie rzeczywistym, z opcją zatrzymania i przyspieszania;
- ✓ podgląd wybranych parametrów obiektów biorących udział w danym scenariuszu;
- ✓ podgląd użytkowników danej sesji;
- ✓ zapisanie do pliku historii z rozegranego epizodu;
- ✓ wczytanie pliku z historią rozegranego epizodu;
- ✓ podgląd upływu czasu operacyjnego;
- ✓ możliwość cofnięcia symulacji do dowolnego momentu czasowego;
- ✓ przesyłanie komunikatów do grających stron i odbiór komunikatów od wszystkich zalogowanych do serwera użytkowników;
- ✓ określanie warunków METEO dla wszystkich stron.

Moduł ten zapewnia w symulatorze pełną synchronizację przetwarzania danych i generowanie wszystkich zdarzeń - niezależnie od miejsca umiejscowienia użytkownika.

Moduł użytkownika jest interfejsem dla każdej strony (każdego użytkownika), która może wprowadzać decyzję o użyciu swoich środków walki. Moduł ten ma łączyć się z modułem symulacji przetwarzającym dane szybkozmiennie i udostępniać je dedykowanym użytkownikom.

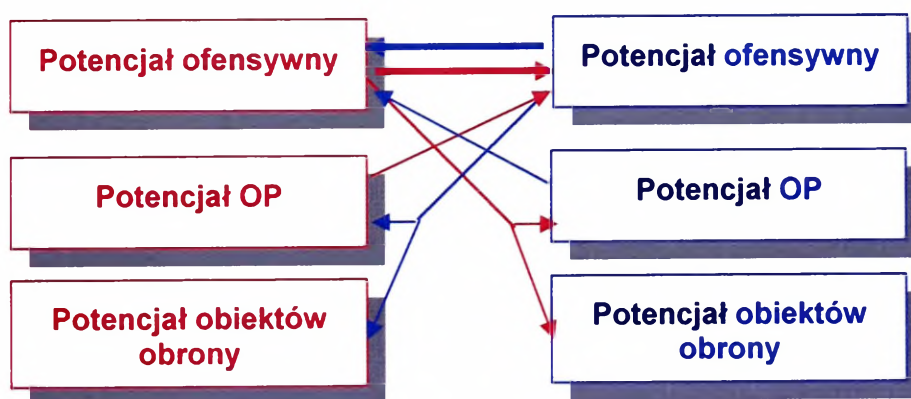
Moduł ma pozwolić na:

- ✓ dysponowanie (sterowanie w pełnym zakresie decyzyjnym) wszystkimi dysponowanymi przez daną stronę obiektami elementarnymi;
- ✓ komunikację z dysponowanymi obiektami elementarnymi;
- ✓ pozyskiwanie informacji o stanie i realizowanych zadaniach przez obiekty elementarne będące w dyspozycji;
- ✓ pozyskiwanie informacji o obiektach strony przeciwnej (w ograniczonym zakresie);
- ✓ pozyskiwanie informacji o warunkach i terenie prowadzonych działań;
- ✓ skalowanie odwzorowania sytuacji (zmiana skali);
- ✓ nanoszenie i odzwierciedlanie wszelkich niezbędnych dla użytkownika (strony) stref, rejonów, korytarzy itp.;
- ✓ komunikację tekstową z koordynatorem (modułem symulacji);
- ✓ ponadto koordynator ma możliwość sterowania wszystkimi zasobami grających stron, w tym ich stanem, położeniem, realizowanymi zadaniami, także zmianami ich stanów.

Podczas symulacji odwzorowane są decyzje stron, stany i zdarzenia w aspekcie czasu i przestrzeni oraz skutków fizycznych walki między obiektami zdefiniowanymi w scenariuszu, które umownie można podzielić na potencjały ofensywne, defensywne i obiektów

uderzeń walczących stron. Możliwe jest także wprowadzenie w scenariuszu trzeciej strony. Aspekt skutków walki ma charakter losowy, o rozkładach zdeterminowanych parametrami skuteczności walczących środków.

Możliwe relacje walki, jakie mogą zachodzić podczas symulacji ilustruje rys. 2. Zastosowania symulatora do rozwiązywania konkretnych problemów dowodzenia należą do grupy metod symulacyjnych przeznaczonych do oceny rezultatów działań bojowych i gier wojennych¹⁶. W metodach tych zasadą, jest stochastyczny (losowy)¹⁷ charakter determinowania cząstkowych wyników działań i bieżące ich uwzględnianie w czasie eksperymentu. Można zaryzykować tezę, że w klasie współczesnych symulatorów działań bojowych - odwzorowujących aspekty skuteczności realizacji zadań przez symulowane środki walki - innych nie ma.



Rys. 1. Relacje oddziaływań potencjałów bojowych w wymiarze powietrznym

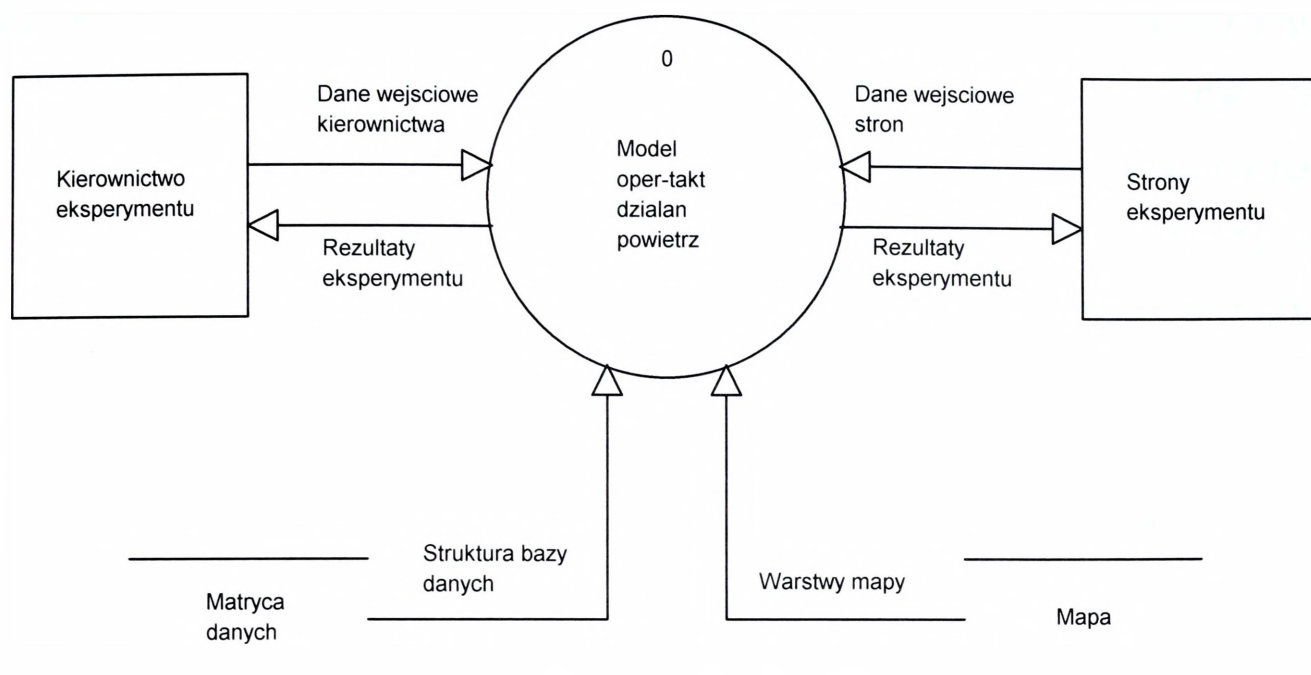
¹⁶ Bogate doświadczenia w opracowywaniu symulatorów działań bojowych przekazuje A. Barczak, (Komputerowa gra wojenna ogólnowojskowego związku taktycznego ZN ASG1984, nr.7) i E. Kołodziński (Badanie skuteczności działania systemu obrony powietrznej metoda symulacji cyfrowej, Myśl Wojskowa 1981, nr.7).

¹⁷ Wykorzystują generatory losujące o zaprogramowanych rozkładach prawdopodobieństwa do określenia wyników cząstkowych w wybranych stanach, momentach czasowych.

Problemy z identyfikacją metod symulacyjnych, odwzorowujących działania bojowe są niemal identyczne jak przy ocenie wiarygodności metod kalkulacyjnych, których istota polega również na operowaniu podczas obliczeń odpowiednimi modelami matematycznymi zjawisk. Wynikają one z praktycznej niedostępności symulowanej rzeczywistości jako wzorca. Omawiane narzędzia wspomaganie z konieczności uzupełniane są metodami eksperckimi. Mimo tej metodologicznej trudności wymienione rodzaje symulatorów i metody kalkulacyjne są rozwijane i z powodzeniem stosowane nadal w dowodzeniu. Akceptacja tych symulatorów ze strony użytkowników wynika z docenienia praktycznych zalet stosowania tych narzędzi w rozwiązywaniu wielu problemów, których rozwiązania metodami intuicyjnymi okazują się często niewiarygodne i zawodne, a w konsekwencji gorsze, niż te, uzyskane z zastosowaniem metod symulacyjnych.

Przewidując wszechstronne przeznaczenie symulatora operacyjno-taktycznych działań powietrznych, uwzględniono w nim przede wszystkim elementy rzeczywistości mające bezpośredni związek z działaniami zbrojnymi i niezbrojnymi sił powietrznych szczebla operacyjno-taktycznego. Starano się unikać zbytniego przeładowania modelu szczegółami.

Model środowiska projektowanego systemu, reprezentuje graficznie przedstawiony diagram kontekstowy projektowanego systemu informatycznego, realizującego model docelowy symulatora operacyjno-taktycznego działań powietrznych (SOTDP). Na diagramie tym zobrazowane są obiekty zewnętrzne w stosunku do systemu oraz dane przepływające między systemem a tymi obiektami. Poniższy diagram, wraz z opisem znajdujących się na nim elementów, stanowi model środowiska skonstruowanego modelu informatycznego.



Rysunek 2. Diagram kontekstowy symulacyjnego modelu operacyjno-taktycznych działań powietrznych

Z punktu widzenia prowadzenia eksperymentów symulacyjnych w ramach komputerowych gier wojennych istotne znaczenie mają wyróżnione na diagramie kontekstowym dwa obiekty zewnętrzne (terminatory). STRONY EKSPERYMENTU - reprezentują ćwiczące zespoły, korzystające z systemu, natomiast KIEROWNICTWO EKSPERYMENTU – reprezentuje kierownictwo ćwiczenia, administratora modelu oraz koordynatora, korzystających z systemu, ale także mających możliwość ingerowania w sposób funkcjonowania modelu.

Obiekty zewnętrzne dostarczają informacji (lista zdarzeń), która powoduje wykonanie lub zaniechanie wykonania określonych procesów w systemie (główne zachowania procesy na poziomie diagramu zerowego) oraz odbierają informacje będące efektem działania systemu. Podobną rolę pełnią wyróżnione na diagramie kontekstowym zewnętrzne składnice (magazyny) danych. Użycie

magazynów danych do reprezentacji tych obiektów jest wymuszone ich specyfiką. Obiekty reprezentowane są poprzez informacje je opisujące, a nie przez swoje rzeczywiste istnienie (z punktu widzenia systemu istnieją tylko te obiekty, o których coś systemowi wiadomo), a ponadto zasób informacji opisujących obiekt jest zmienny zarówno ze względu na ich ilość jak i strukturę danych.

Zadania, funkcje i możliwości poszczególnych obiektów zewnętrznych oraz podstawowe dane otrzymywane i wytwarzane przez zaprojektowany system są następujące. Składnica danych MAPA, reprezentuje bazę danych definiującą kolejne warstwy mapy elektronicznej. Każda warstwa zawiera reprezentację graficzną ustalonego aspektu sytuacji taktycznej, wyróżnionego rodzajem sił używanych w walce lub parametrami fizycznymi (np. ustalonym przedziałem wysokości). Umieszczenie obiektu MAPA na zewnątrz projektowanego systemu informatycznego, realizującego model laboratoryjny SOTDP - wynika z przyjęcia następujących założeń. Obsługa mapy, rozumiana jako przygotowanie warstwy fizycznej, synchronizacja warstwy fizycznej mapy z kolejnymi warstwami tematycznymi, orientowanie mapy, zmiana skali mapy, odświeżanie zawartości warstw i ich prezentacja jest problemem rozwiązywanym przez oddzielnie skonstruowane oprogramowanie. MAPA może być używana również poza symulatorem.

Strumień danych Warstwy mapy to dane reprezentujące informacje zawarte na warstwach mapy pobierane ze składnicy MAPA, modyfikowane w wyniku zachowań systemu i zapamiętywane w składnicy BAZA DANYCH.

Składnica danych MATRYCA DANYCH reprezentuje bazę danych grupującą informacje aksjomatyczne (niezmienne w trakcie eksperymentu symulacyjnego) dla projektowanego systemu. Baza

danych MATRYCA DANYCH zawiera w istocie strukturę danych, które wprowadzane są do składnicy BAZA DANYCH przed rozpoczęciem eksperymentu. Zapisana w MATRYCA DANYCH struktura danych używanych w eksperymencie dotyczy:

- struktury wojsk;
- platform uzbrojenia i ich parametrów;
- systemów broni i ich parametrów;
- systemów rozpoznania i ich parametrów;
- parametrów charakteryzujących proces prowadzenia ognia;
- parametrów przemieszczania i rozmieszczania jednostek oraz dysponowanych platform uzbrojenia;
- parametrów rozpoznania;
- parametrów zakłóceń;
- parametrów logistycznych.

Natomiast strumień danych STRUKTURA DANYCH to dane stanowiące aksjomaty rzeczywistości, będące podstawą definiowania kontekstu działania modelu. Z kolei obiekt terminalny KIEROWNICTWO EKSPERYMENTU to organizator i koordynator eksperymentu symulacyjnego realizowanego za pomocą symulatora. Odpowiada za całość przygotowania i przeprowadzenia eksperymentu. W pracy związanej z organizacją eksperymentu symulacyjnego wykorzystuje i koordynuje działanie zespołu kierowania ćwiczeniem, administratora modelu (systemu komputerowego), rozjemców. Przy stosowaniu symulatora do badań naukowych, kierownictwo ćwiczenia, administrator modelu i rozjemcy mogą być

utożsamiani.

Dane wejściowe kierownictwa to strumień danych niezbędnych do organizacji i koordynacji eksperymentu symulacyjnego realizowanego przez symulator. Dane specyfikujące ramy scenariusza eksperymentu, wyzwalacze (triggery) wariantujące scenariusz, dane sterujące warstwą fizyczną i formalną działania symulatora (format danych wynikowych, konfiguracja stanowisk itp.). Także zapytania kierowane do symulatora. Z kolei REZULTATY EKSPERYMENTU to dane będące efektami działania symulatora na każdym etapie eksperymentu symulacyjnego (w zakresie i formie odpowiedniej do zapytania). Także informacje generowane przez system automatycznie, dotyczące stanu działania systemu, sytuacji uwarunkowanych czasowo a wymagających decyzji kierownictwa itp.

STRONA EKSPERYMENTU to koordynator ćwiczenia, zespoły ćwiczące wraz z zespołami podgrywającymi, reprezentujące strony symulowanego konfliktu, pełniące rolę decydentów w stosunku do zasobów użytych w eksperymencie. Szcebel dowództw i sztabów reprezentowanych w ćwiczeniu zależny będzie od szczebla ćwiczenia, a pośrednio od poziomu szczegółowości scenariusza eksperymentu symulacyjnego. Natomiast Dane wejściowe stron to dane stanowiące wynik procedur decyzyjnych stron ćwiczenia, uściślające wymagania dla scenariusza eksperymentu symulacyjnego. Także zapytania kierowane do symulatora i reakcje na komunikaty generowane przez symulator, a Rezultaty eksperymentu to dane będące efektami działania symulatora na każdym etapie eksperymentu symulacyjnego (w zakresie i formie odpowiedniej do zapytania i uprawnień strony). Także informacje generowane przez system automatycznie, dotyczące stanu działania systemu, sytuacji uwarunkowanych czasowo, a wymagających decyzji strony itp. Zakres udostępnianych informacji

zależny będzie od przydzielonego poziomu uprawnień dla osoby funkcyjnej strony.

3.2 Obiekty elementarne

Obiekty elementarne odwzorowano w modelu zachowując warunek adekwatności i szczegółowości odwzorowania szczebla operacyjno-taktycznego, na jakim toczy się w *Symulatorze* trójstronna komputerowa gra wojenna lub dla potrzeb eksperymentu symulacyjnego odwzorowywane (symulowane) są działania sił powietrznych i wybranych elementów wojsk lądowych. Obiektami elementarnymi w modelu są :

- ◆ środek napadu powietrznego [samolot (myśliwski, bombowy, rozpoznawczy, transportowy, tankowania, śmigłowiec), grupa samolotów, manewrująca lub ich zgrupowanie];
- ◆ środek przeciwlotniczy (zestaw, pododdział, oddział);
- ◆ stacja radiolokacyjna (posterunek);
- ◆ lotnisko (lądowisko, drogowy odcinek lotniskowy);
- ◆ naziemny środek zakłócający;
- ◆ lotnicze środki rażenia (LŚR) (bomba, rakietka P-Z, i P-P, zasobnik paliwowy, zasobnik rozpoznawczy, zasobnik zakłócający);
- ◆ pozostałe obiekty naziemne (nawodne) mogące być przedmiotem ataku lotnictwa i obrony powietrznej;
- ◆ środek rozpoznania naziemnego;
- ◆ naziemne jednostki transportowe (MPS, LŚR, środków materiałowych);

Każdy z wymienionych obiektów opisany jest wieloma parametrami, charakteryzującymi jego możliwości taktyczno-techniczne.

Parametry te podzielono umownie na:

- ◆ parametry identyfikujące obiekt;
- ◆ parametry specyficzne dla każdego obiektu;
- ◆ parametry manewrowe;
- ◆ parametry potencjału bojowego.

3.3 Zakres odzwierciedlanych decyzji stron

W prowadzonych na symulatorze eksperymentach symulacyjnych decyzje ćwiczących stron są odzwierciedlane w ograniczonym zakresie. Zabieg ten pozwala skupić uwagę uczestników gry (badacza) na odzwierciedleniu tylko decyzji istotnych z punktu widzenia przeznaczenia *Symulatora*. Strony uczestniczące w grze mogą być uprawnione do dysponowania posiadanymi obiektami elementarnymi wyłącznie w zakresie możliwości tych obiektów, przypisanych na poziomie scenariusza. Wykorzystywane dla potrzeb eksperymentu strony A, B i C posiadają uprawnienia decyzyjne w następującym zakresie.

W stosunku do samolotów (grupy):

- ◆ Określenie strefy dyżurowania (wyczekiwania) w zakresie:
 - ✓ umiejscowienie przestrzenne (obszar, wysokość);
 - ✓ czasu przebywania w strefie.
- ◆ Wskazanie naziemnego (nawodnego) obiektu (ów) uderzeń w zakresie:
 - ✓ obiekt (ty) uderzenia;
 - ✓ środek (ki) rażenia;
 - ✓ trasa dolotu (punkty zwrotne, wysokość);
 - ✓ lotnisko docelowe po wykonaniu zadania;
 - ✓ czas rozpoczęcia realizacji zadania.
- ◆ Wskazanie powietrznego obiektu (ów) do zniszczenia w zakresie:

- ✓ cel (e) powietrzny do zniszczenia;
- ✓ środek (ki) rażenia.
- ◆ Zmiana realizowanego zadania w zakresie:
 - ✓ w pełnym zakresie zadań wymienionych powyżej;
 - ✓ wysokość samolotu (ów).
- ◆ Zgrupowanie samolotów w jedną grupę.
- ◆ Rozgrupowanie grupy samolotów.
- ◆ Tankowanie w strefie.
- ◆ Przebrojenie.
- ◆ Przekazanie na inne lotnisko.
- ◆ Samotankowanie w stosunku do tankowców.
- ◆ Realizowanie rozpoznania obiektów naziemnych i powietrznych po wyznaczonej trasie (w wyznaczonej strefie)
- ◆ Samodzielne poszukiwanie i zwalczanie celów naziemnych i powietrznych

W stosunku do środka (ów) przeciwlotniczego:

- ◆ Przemieszczenie w określone miejsce;
- ◆ Zezwolenie na prowadzenie ognia;
- ◆ Zakaz prowadzenia ognia;
- ◆ Liczba rakiet w salwie;
- ◆ Wybór dyrektywy prowadzenia ognia:
 - ✓ do najbliższego;
 - ✓ do zbiorowych;
 - ✓ do wskazanych;
 - ✓ do najniższych.

W stosunku do stacji RLS (posterunków):

- ◆ Przemieszczenie w określone miejsce;
- ◆ Włączenie stacji;

- ◆ Wyłączenie stacji.

W stosunku do pozostałych obiektów:

- ◆ Przemieszczenie w określone miejsce.

W stosunku do jednostki transportowej:

- ◆ Załadowanie określonego rodzaju i wagomiaru (objętości) ładunku;
- ◆ Przemieszczenie w określone miejsce;
- ◆ Rozładowanie

W stosunku do naziemnego środka rozpoznawczego:

- ◆ Przemieszczenie w określone miejsce;
- ◆ Włączenie środka;
- ◆ Wyłączenie środka.

Zdecydowanie większy zakres uprawnień decyzyjnych posiada Koordynator. Ponad wymienione uprawnienia upoważniony on jest również do:

- ◆ dysponowania obiektami strony neutralnej;
- ◆ dokonywania zmian stanów wszystkich obiektów odzwierciedlanych w grze;
- ◆ zmian posiadanych zasobów (liczby dysponowanych obiektów elementarnych oraz środków walki) przez wszystkich uczestników gry.

3.4 Odzwierciedlane stany i zdarzenia

W symulatorze odzwierciedlane są tylko te zdarzenia, które wywierają wpływ na zachowanie realizmu modelu symulacyjnego w odniesieniu do symulowanego, operacyjno-taktycznego szczebla

działań sił powietrznych i wybranych elementów wojsk lądowych. W rezultacie w *Symulatorze* odwzorowywane są następujące stany i zdarzenia.

Zdarzenia związane z samolotem (grupa):

Samolot może znajdować się w następujących położeniach i stanach:

a) Sprawny:

- ◆ na lotnisku (gotowy do działań, uszkodzony, tankowany, uzbrajany, kołuje, rozbrajany);
- ◆ w strefie (wyczekuje wykonując lot w strefie na zadanej wysokości, zużywa zasoby paliwa);
- ◆ wykonuje zadanie (prowadzi rozpoznanie - zarówno obiektów powietrznych jak i naziemnych, jest tankowany, atakuje obiekty naziemne lub nawodne, atakuje cele powietrzne, wykonuje lot po zadanej trasie, zużywa zasoby paliwa, zużywa posiadane LŚR, tankuje inne samoloty);
- ◆ realizuje dolot do rubieży ataku (zużywa zasoby paliwa);
- ◆ realizuje dolot do lotniska docelowego po wykonaniu zadania (zużywa zasoby paliwa);
- ◆ po wyczerpaniu posiadanych zasobów paliwa ulega rozbiciu.

b) Zniszczony:

- ◆ na lotnisku (w wyniku ataku lotnictwa przeciwnika);
- ◆ w powietrzu (w wyniku trafienia przez środek przeciwlotniczy lub samolot przeciwnika lub wyczerpania zasobów paliwa).

Zdarzenia związane ze środkiem przeciwlotniczym:

Środek przeciwlotniczy może znajdować się w jednym ze stanów:

- ✓ na stanowisku (sprawny, obezwładniony, zniszczony);
- ✓ w marszu.

a) Na stanowisku:

◆ Sprawny:

✓ w gotowości bojowej i posiada zezwolenie do prowadzenia ognia (oczekuje na pojawienie się celów powietrznych, dokonuje wyboru celu do ostrzelania według dyrektyw decyzyjnych, realizuje strzelanie, zmniejsza zasoby rakiet wraz z ich zużyciem, odtwarza utracony potencjał bojowy);

✓ w gotowości bojowej i obowiązuje zakaz prowadzenia ognia (w pełni gotowy, nie prowadzi strzelania, odtwarza utracony potencjał bojowy);

✓ rozwija się (po wykonanym przemieszczeniu);

✓ zwija się (do wykonania przemieszczenia);

✓ osiąga gotowość (po zezwoleniu na prowadzenie ognia).

◆ Obezwładniony:

✓ odtwarza zdolność bojową, aż do jej osiągnięcia – przechodząc w stan gotowości;

◆ Zniszczony: bezpowrotnie eliminowany z gry.

b) W marszu: przemieszcza się w nakazane miejsce.

Zdarzenia związane ze stacjami RLS:

Stacja RLS (posterunek) może znajdować się w jednym ze stanów:

✓ na stanowisku (sprawna, obezwładniona, zniszczona);

✓ w marszu.

a) Na stanowisku:

◆ Sprawna:

✓ w gotowości bojowej i posiada zezwolenie pracy bojowej (oczekuje na pojawienie się obiektów powietrznych, odtwarza utracony potencjał bojowy);

✓ w gotowości bojowej i nie obowiązuje praca bojowa (w pełni gotowa, lecz nie prowadzi rozpoznania, odtwarza utracony potencjał bojowy);

- ✓ rozwija się (po wykonanym przemieszczeniu);
- ✓ zwija się (do wykonania przemieszczenia);
- ✓ osiąga gotowość (po zezwoleniu na prace bojową).
- ◆ Obezwładniona:
 - ✓ odtwarza zdolność bojową, aż do jej osiągnięcia – przechodząc w stan gotowości;

- ◆ Zniszczona: bezpowrotnie eliminowana z gry.

b) W marszu: przemieszcza się w nakazane miejsce.

Zdarzenia związane z lotniskiem:

Stan każdego lotniska związany jest z czterema jego elementami: zasobami MPS i sprawnością tankowania samolotów, zasobami LŚR i sprawnością uzbrajania samolotów, sprawnością pasa startowego, samolotami stacjonującymi na lotnisku. Każda z wymienionych grup obiektów może znajdować się niezależnie od siebie w następującym położeniu:

- ✓ Sprawna (są zasoby, służby są sprawne w uzbrajaniu i tankowaniu samolotów, można korzystać z pasa startowego, samoloty są sprawne). Wraz z tankowaniem i uzbrajaniem samolotów zużywane są zasoby lotniska, aż do ich wyczerpania. Samoloty odtwarzają zdolność bojową i oczekują (wykonują) na zadanie.

- ✓ Uszkodzona (obezwładniona) na określony czas.

Zdarzenia związane z pozostałymi obiektami:

Każdy pozostały obiekt może znajdować się w jednym ze stanów:

- ✓ na stanowisku, w rejonie, w określonym miejscu (sprawny, obezwładniony, zniszczony);

- ✓ w marszu (dotyczy tylko obiektów manewrowych).

a) Na stanowisku:

- ◆ Sprawny:

✓ Realizuje swoje zadania i odtwarza utracony potencjał bojowy;

✓ rozwija się (po wykonanym przemieszczeniu);

✓ zwija się (do wykonania przemieszczenia).

◆ Obezwładniony: odtwarza zdolność bojową, aż do jej osiągnięcia – przechodząc w stan gotowości.

◆ Zniszczony: bezpowrotnie eliminowany z gry.

b) W marszu: przemieszcza się w nakazane miejsce.

Zdarzenia związane z naziemnymi środkami rozpoznania:

Zdarzenia związane z LŚR (zasobniki paliwa i rozpoznawcze):

LŚR mogą znajdować się:

✓ w składach na lotnisku;

✓ na zaczepie samolotu (po uzbrojeniu);

✓ wykonywać dołot do atakowanego celu w trakcie ataku

(dotyczy rakiet P-P i P-Z).

Zdarzenia związane z naziemnymi jednostkami transportowymi:

Każda naziemna jednostka transportowa może znajdować się w jednym ze stanów:

✓ w określonym miejscu (rejonie) (sprawna, obezwładniona, zniszczona);

✓ w marszu.

a) Na stanowisku:

◆ Sprawna:

✓ odtwarza utracony potencjał bojowy;

✓ rozwija się (po wykonanym przemieszczeniu);

✓ zwija się (do wykonania przemieszczenia);

✓ ładuje środki materiałowe (MPS, LŚR);

✓ rozładowuje środki materiałowe (MPS, LŚR).

- ◆ Obezwładniona: odtwarza zdolność bojową, aż do jej osiągnięcia – przechodząc w stan gotowości.

- ◆ Zniszczona: bezpowrotnie eliminowana z gry.

b) W marszu: przemieszcza się w nakazane miejsce.

Swoistą gwarancję poprawności badań prowadzonych nad systemem działania stanowi przyjęta dla potrzeb *Symulatora* metodyka modelowania funkcji odwzorowywanych w *Symulatorze*. W założeniach modelowania zadeklarowano, że model systemu informatycznego SOTDP, obok cechy abstrakcji, będzie charakteryzowała dekompozycja. Jednocześnie przyjęto zobowiązanie metodyczne, co do wykonania pełnej specyfikacji funkcji systemu – od funkcji głównych do tych najprostszyc. Przypomniane atrybuty pozwoliły na poprawne skonstruowanie hierarchii funkcji, jako części projektu logicznego systemu informatycznego.

4 Możliwe zastosowania symulatora w ćwiczeniach

Symulator Operacyjno – Taktycznych Działań Powietrznych jest sieciowym systemem komputerowym pracującym w oparciu o protokół wymiany pakietów TCP/IP. Jest on wspierany przez wszystkich producentów urządzeń sieciowych, a jego obsługa jest zaimplementowana we wszystkich systemach operacyjnych. Dzięki temu symulator może być instalowany w dowolnej lokalizacji wyposażonej w sieci komputerowe lub wykorzystując urządzenia sieci bezprzewodowej. Stanowiska symulatora nie muszą być lokalizowane w obrębie sieci lokalnej. Połączenie pomiędzy stanowiskiem pracy a serwerem symulatora może odbywać się za pośrednictwem sieci Internetowej. Jedynym ograniczeniem jest posiadanie przez serwer adresu publicznego (gwarantuje to widzialność serwera przez wszystkie komputery zaangażowane do pracy w symulatorze).

Stanowiska pracy Symulatora mogą być rozproszone na dużych odległościach (ograniczonych tylko zasięgiem łączności – sieci).

Skonstruowany Symulator posiada specyficzne cechy predysponujące do zastosowania przede wszystkim w ćwiczeniach (patrz rozdział 2). Wyeksponowanie tych cech oraz przydatnych w ćwiczeniach jego funkcji jest przesłaniem tego rozdziału.

4.1 Symulator jako narzędzie wspomagające ćwiczenie

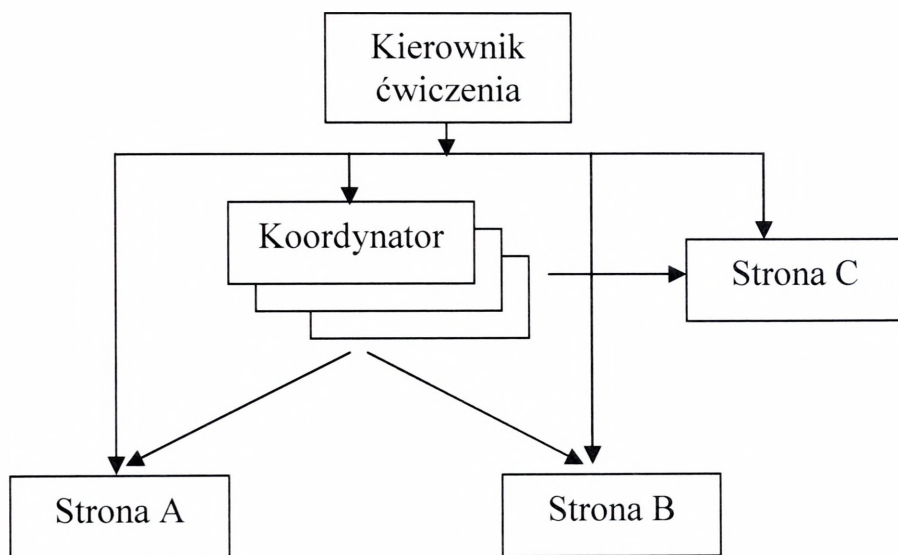
Symulator Operacyjno – Taktycznych Działań Powietrznych może odwzorowywać działania bojowe w wymiarze powietrznym trzech stron konfliktu – strona A (kolor czerwony), strona B (kolor niebieski), strona C (kolor zielony). A i B są stronami konfliktu. Strona C może występować jako strona neutralna w konflikcie stron A i B lub być w stanie konfliktu osobno lub jednocześnie ze stronami A i B.

Strona C będąc stroną neutralną może np. rozdzielać zwaśnione ze sobą A i B w działaniach przywracania pokoju.

Pod względem funkcjonalnym w Symulatorze wyróżniamy:

- kierownictwo ćwiczenia
- ćwiczące strony.

Strukturę funkcjonalną symulatora operacyjno – taktycznych działań powietrznych, zastosowanych do ćwiczeń ilustruje rysunek 3.

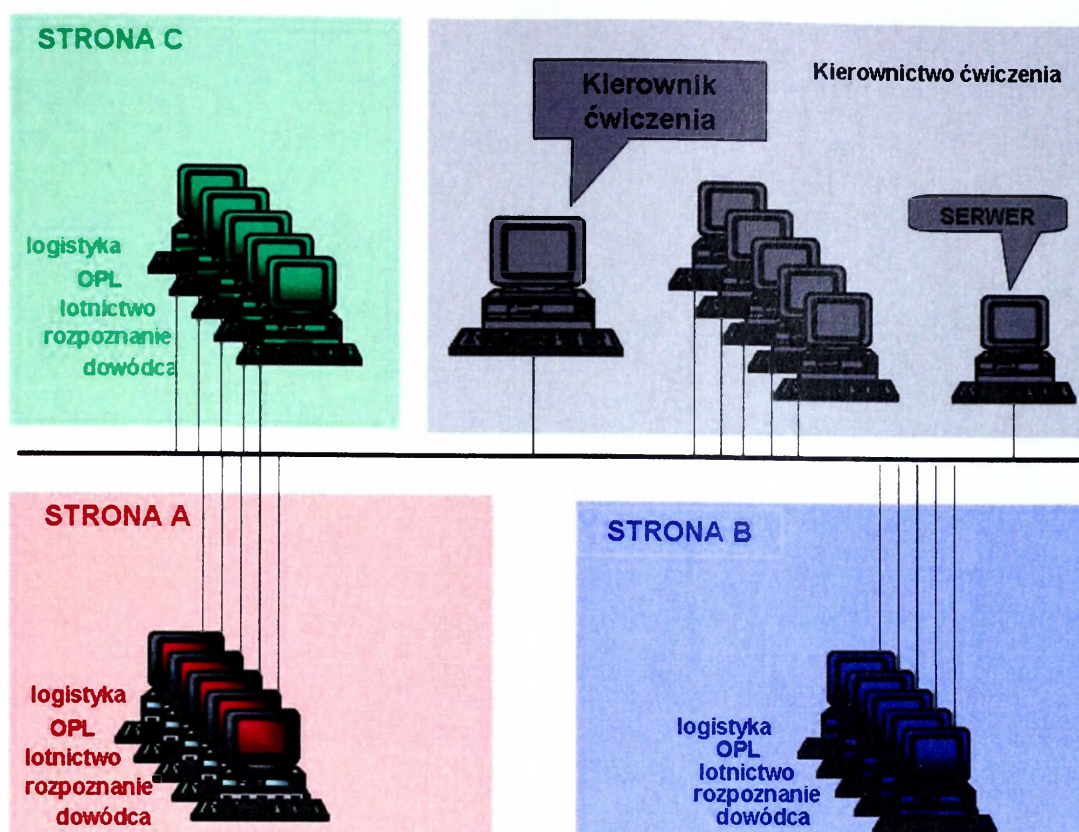


Rys. 3. Struktura funkcjonalna Symulatora zastosowanego w ćwiczeniu

4.1.1 Kierownictwo ćwiczenia

Wyróżnia się następujące rodzaje stanowisk pracy w kierownictwie ćwiczenia:

- kierownik ćwiczenia,
- koordynator.



Rys. 4 Rodzaje stanowisk kierownictwa ćwiczenia

Stanowisko kierownika ćwiczenia oraz serwer, w odróżnieniu od pozostałych stanowisk, nie mogą być powielane w systemie.

Na stanowisku kierownika ćwiczenia możliwa jest realizacja wszystkich funkcji dostępnych na wszystkich stanowiskach w symulatorze. Na tym stanowisku realizowane są następujące funkcje:

- przygotowanie sytuacji początkowej ćwiczenia;
- rozpoczęcie i zakończenie ćwiczenia oraz kierowanie jego przebiegiem;
- autoryzowanie logów uczestników ćwiczenia;
- wprowadzanie przerw i przeskoków operacyjnych w ćwiczeniu;
- wprowadzanie zmian w ćwiczeniu:
 - dodanie lub usunięcie dowolnego obiektu;
 - zmianę położenia dowolnego obiektu.

Ponadto kierownik ćwiczenia ma możliwość wprowadzania wszystkich komend dowodzenia i zobrazowania danych

tabelarycznych i graficznych, jakie są dostępne na pozostałych stanowiskach symulatora.

4.1.2 Koordynator

Operator pracujący na tym stanowisku posiada uprawnienia przysługujące mu zgodnie z uruchomioną aplikacją stanowiska dedykowanego. „Widzialność” obiektów jest niezależna od aktualnego pola rozpoznania. Zakres dostępnych funkcji jest rozszerzony o następujące możliwości:

- zmianę potencjału obiektu;
- zmianę wielkości zapasów logistycznych;
- dowodzenie działaniami Strony C;

Liczba stanowisk koordynatora jest dowolna. Podobnie jak opisane w kolejnym podrozdziale stanowiska pracy, mogą być i tu uruchamiane wszystkie rodzaje dostępnych stanowisk dedykowanych.

4.1.3 Stanowiska dedykowane

Dla każdej ze stron można włączać (logować) pięć typów stanowisk, z różnymi uprawnieniami dostępu informacyjnego i decyzyjnego. Są to: stanowiska pracy:

- dowódcy;
- kierującego rozpoznaniem;
- kierującego lotnictwem;
- kierującego jednostkami OPL;
- kierującego logistyką.

Zobrazowanie sytuacji powietrznej i naziemnej na wszystkich stanowiskach jest takie samo dla danej strony i uzależnione od możliwości dysponowanych i włączonych środków rozpoznania, zarówno powietrznego, jak i naziemnego. Przy czym przyjęto przy

konstruowaniu modelu uproszczenie, że wszystkie obiekty własne są zawsze widoczne. Obiekty przeciwnika i Strony C są wyświetlane na ekranach strony, gdy:

- ich obiekty powietrzne znajdują się w polu rozpoznania obiektów powietrznych (tworzony jest obraz sytuacji powietrznej oddzielnie dla każdej ze stron);
- ich obiekty naziemne znajdują się w zasięgu rozpoznania lotnictwa lub są one włączone;
- znane jest ostatnie położenie rozpoznanego obiektu.

Wszystkie stanowiska dedykowane dla każdej strony (A, B, C) mogą być włączane w dowolnej liczbie (powielane), z tymi samymi uprawnieniami.

4.1.3.1 Stanowisko dowódcy

Stanowisko Dowódcy posiada pełny zakres uprawnień, na który składają się uprawnienia pozostałych stanowisk. Uprawnienia te dotyczą zarówno możliwości stawiania zadań wszystkim obiektom własnym jak i wyświetlania o nich wszystkich danych, jakie w systemie są dostępne.

4.1.3.2 Stanowisko kierującego rozpoznaniem

Pracujący na tym stanowisku ma uprawnienia do:

- włączenia i wyłączenia posterunku radiolokacyjnego;
- włączenia i wyłączenia posterunku zakłócającego;
- wyświetlania danych o posterunkach radiolokacyjnych i posterunkach zakłóceń;
- wyświetlania danych o wykrytych obiektach powietrznych i

naziemnych przeciwnika i strony C

- nadawania indeksów wykrytym obiektom przeciwnika (powietrznym i naziemnym) i strony C.

4.1.3.3 Stanowisko kierującego lotnictwem

Z tego stanowiska można:

- stawiać zadania wszystkim podległym statkom powietrznym, znajdujących się zarówno w powietrzu jak i na lotnisku;
- we współpracy ze stanowiskiem kierującego logistyką, organizować operacje tankowania powietrznego;
- wyświetlać dane tabelaryczne o:
 - własnych obiektach powietrznych i lotniskach;
 - obcych obiektach powietrznych i naziemnych.

4.1.3.4 Stanowisko kierującego jednostkami OPL

Z tego stanowiska można:

- kierować dostępnymi jednostkami obrony przeciwlotniczej;
- wyświetlać dane tabelaryczne o:
 - stanie własnych środków przeciwlotniczych;
 - obiektach powietrznych przeciwnika.

4.1.3.5 Stanowisko kierującego logistyką

Na tym stanowisku można:

- śledzić stan zapasów logistycznych ich rozlokowanie w podległych jednostkach;
- kierować operacjami tankowania powietrznego;
- uzbrajać i przezbrajać samoloty na lotnisku;
- śledzić stany lotnisk i sygnalizować dowódcy ich zablokowanie;
- śledzić zużycie dysponowanych środków materiałowych i bojowych;

- dowozi środki materiałowe i bojowe do poszczególnych obiektów i lotnisk;
- kierować przemieszczaniem zapasów logistycznych (wykorzystując transport naziemny i powietrzny) pomiędzy:
 - bazami logistycznymi;
 - pomiędzy obiektami elementarnymi i bazami.

4.2 Obszary zastosowań

Porównując cel, istotę i przebieg ćwiczeń realizowanych w siłach powietrznych z możliwościami Symulatora dochodzimy do wniosku, że może być on zastosowany do:

- kształcenia i szkolenia kadr organów dowodzenia;
- wspomagania procesów decyzyjnych użycia sił powietrznych;
- badania związków przyczynowo – skutkowych zachodzących w wymiarze powietrznym.

Kształcenie i szkolenie kadr organów dowodzenia

W uczelniach wojskowych i ośrodkach szkolenia symulator może być bardzo przydatnym narzędziem wspomagającym proces kształcenia i szkolenia. W dydaktyce może być wykorzystany w następujących formach zajęć:

- W wykładzie, do ilustrowania:
 - zasad użycia poszczególnych jednostek sił powietrznych;
 - ilustrowania skutków podejmowanych decyzji;
 - analizowania przebiegu operacji powietrznych.
- W ćwiczeniach grupowych do:
 - konstruowania ugrupowania wojsk i taktyki wojsk radiotechnicznych;

- konstruowania ugrupowania i taktyki wojsk OPL;
- konstruowania taktyki lotnictwa myśliwskiego;
- konstruowania taktyki lotnictwa uderzeniowego;
- konstruowania taktyki lotnictwa rozpoznawczego;
- konstruowania wsparcia logistycznego sił powietrznych.
- W ćwiczeniach dowódczo–sztabowych do:
 - planowania i dowodzenia podczas realizacji zadań przegrupowania dysponowanych w ćwiczeniu sił na zaplanowane pozycje;
 - planowania sposobów użycia (działania) poszczególnych jednostek i dowodzenia nimi podczas realizowania zadań;
 - oceny rezultatów podjętych decyzji.
- W ćwiczeniach szkieletowych do:
 - kształcenia umiejętności dowodzenia podległymi jednostkami w dynamice działań;
 - określania skutków podejmowanych decyzji.
- W seminariach:
 - podobnie jak w wykładzie studenci mogą uzasadniać swoje decyzje i przemyślenia ilustrując je wynikami symulacji. W trakcie zajęć symulacja może być odtworzona w tempie przyśpieszonym, gdy jest taka potrzeba – zatrzymana – omówiona i odtwarzana dalej.

W Siłach Powietrznych Symulator może być stosowany do szkolenia kadr organów dowodzenia w ramach:

- treningów sztabowych:
 - do wspomagania podejmowania decyzji;
 - do określania skutków podejmowanych decyzji.
- ćwiczeń dowódczo – sztabowych:

- do zobrazowania działań bojowych;
- podgrywania niećwiczących elementów ugrupowania bojowego;
- wspomaganie podejmowania decyzji.
- ćwiczeń instruktażowo – metodycznych i ćwiczeń pokazowych:
 - do zaprezentowania modelowego wykonania zadania.

Obok swojego podstawowego przeznaczenia symulator może być stosowany jako „składnica” i przeglądarka map. Bardzo przyjazny w obsłudze edytor graficzny, wchodzący w skład oprogramowania wszystkich stanowisk pracy (oprócz serwera), może być wykorzystywany do rysowania i drukowania map wraz z naniesioną na nich sytuacją taktyczną. Powyższa funkcja symulatora pozwala wykorzystywać go w codziennej pracy sztabów (nie tylko podczas ćwiczeń) we wszystkich sztabach i na wszystkich szczeblach dowodzenia.

Po sprzęgnięciu Symulatora z zautomatyzowanymi systemami dowodzenia może on być stosowany do tworzenia i podgrywania sytuacji powietrznej w postaci RAP. Sprzęgnięcie to pozwoli zobrazowywać symulowaną sytuację powietrzną na urządzeniach zobrazowania zautomatyzowanych systemów dowodzenia pracujących na bojowych lub szkolnych stanowiskach dowodzenia. Takie rozwiązanie pozwoli na szkolenie zmian dowodzenia i zmian dyżurnych z zachowaniem „pełnego realizmu” działań bojowych. Po tym sprzęgnięciu możliwy zakres zastosowań symulatora ulegnie rozszerzeniu również do:

- gier taktycznych;
- kompleksowych treningów obrony powietrznej.

W powyższych rodzajach ćwiczeń na symulatorze odzwierciedlana mogłyby być podgrywka podległych sił (wojsk własnych) i przeciwnika w zakresie:

- działania środków OPL;
- działania lotnictwa;
- położenia i działania wojsk lądowych;
- położenia i działania niećwiczących elementów systemu dowodzenia.

Symulator może być z powodzeniem stosowany do wypracowania zasad użycia (taktyki) dla nowych środków walki (przy wprowadzaniu nowego uzbrojenia) lub określania niezbędnych parametrów projektowanego uzbrojenia.

4.3 Przygotowanie symulatora do ćwiczenia

Kierownik ćwiczenia wraz z zespołem autorskim, zgodnie z obowiązującymi metodykami, przygotowują ćwiczenie. Zastosowanie w nim Symulatora wymaga przygotowania sytuacji wyjściowej i wprowadzenia jej do symulatora.

Praca zespołu autorskiego rozpoczyna się od sformułowania następujących baz danych obiektów elementarnych:

- lotnicze środki rażenia;
- samoloty i ich warianty uzbrojenia;
- środki OPL;
- posterunki WRt;
- posterunki zakłóceń;
- inne obiekty naziemne.

Obiekty elementarne muszą zostać sformułowane zgodnie z

metodyką przygotowania baz danych¹⁸. Podczas opracowania baz danych należy zwrócić uwagę na zaimplementowanie wszystkich możliwych wariantów uzbrojenia samolotów, gdyż ćwiczący nie mają możliwości komponowania własnych wariantów uzbrojenia.

Mając przygotowaną bazę obiektów elementarnych można przystąpić do przygotowania sytuacji wyjściowej ćwiczenia, wykorzystując oprogramowanie stanowiska pracy kierownika ćwiczenia (GMX2).

Budowa scenariusza rozpoczyna się od rozmieszczenia lotnisk (wskazane jest zablokowanie położenia obiektu by w toku dalszych prac nad scenariuszem lub podczas pracy symulatora przypadkowo nie zmienić jego położenia) i zadeklarowaniu każdemu z nich:

- nazwy;
- piktogramu, którym będzie ono reprezentowane;
- kierunku lądowania samolotów;
- czasu kołowania samolotów;
- uzbrojeniu lotnisk, deklarując:
 - zapas paliwa;
 - zasobniki rozpoznawcze;
 - zasobniki MPS;
 - liczbę poszczególnych rodzajów LŚB;
 - liczbę lotniczych środków zakłócających;
 - liczbę dodatkowych zbiorników paliwa;
 - liczbę i rodzaje rakiet OPL przechowywane na lotnisku;
 - wymiar ładunku CARGO;
 - rodzaj i liczbę jednostek transportowych, które są przypisane lotnisku.

¹⁸ B. Zdrodowski, Z. Skwarek „Zaprojektowanie bazy danych w symulatorze operacyjno-taktycznych działań powietrznych”.

Następnie należy określić osobno dla: pasa startowego, MPS i magazynu LŚB:

- potencjał początkowy,
- odporność na LŚB;
- czas potrzebny na odtwarzanie 1% potencjału.

Proces opisu lotniska kończy deklaracja o liczbie i rodzaju samolotów stacjonujących na lotnisku. W tym celu należy wypełnić formularz, w którym deklarujemy:

- typ samolotu (spośród typów zadeklarowanych w bazie samolotów);
- jego indeks;
- początkowy wariant uzbrojenia (z pośród wariantów zadeklarowanych w bazie samolotów dla wybranego typu samolotu);
- realizowane zadanie.

Kolejnym etapem budowy scenariusza jest rozmieszczenie środków OPL. Po ustaleniu ich położenia i zablokowaniu ich położenia, wypełniamy indywidualne dane charakterystyczne:

- nazwę;
- rodzaj;
- charakter obiektu OPL.

W podobny sposób postępujemy podczas rozmieszczania posterunków radiolokacyjnych i posterunków zakłóceń.

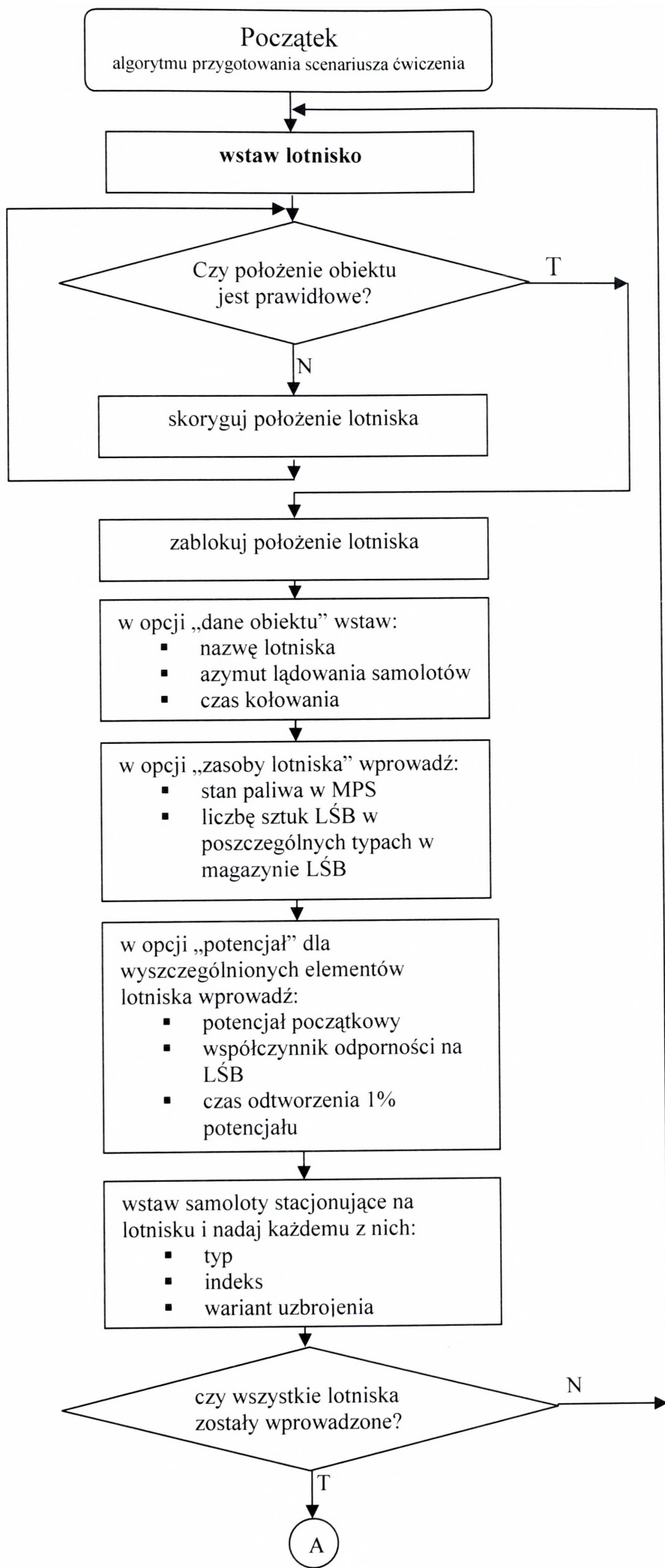
Jeżeli istnieje potrzeba by w momencie startu scenariusza „w powietrzu” znajdowały się samoloty – należy je umiejscowić w przestrzeni, nadając im kolejno indeks i formułując indywidualne zadanie do realizacji.

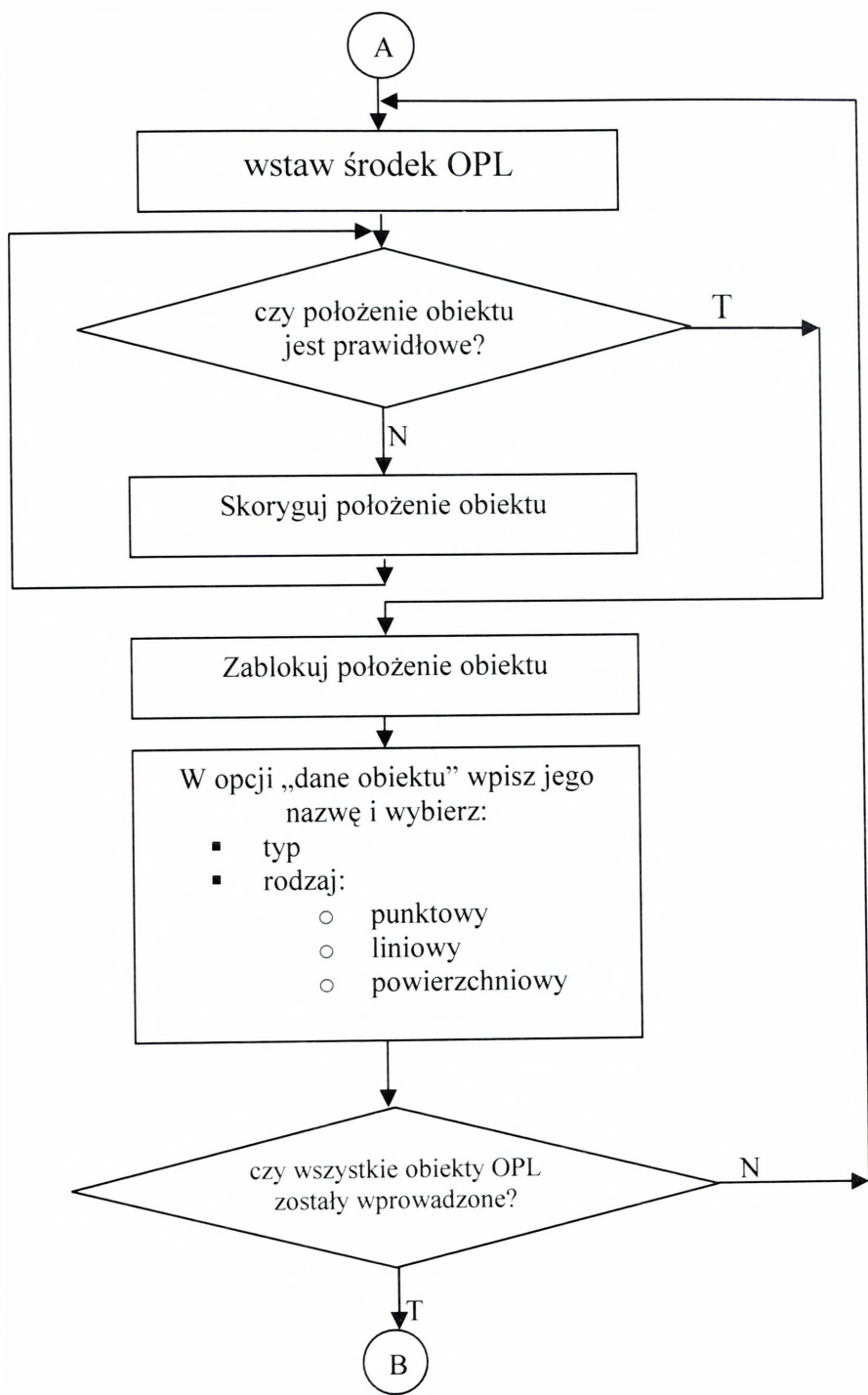
Przedstawiona powyżej kolejność wykonywanych czynności

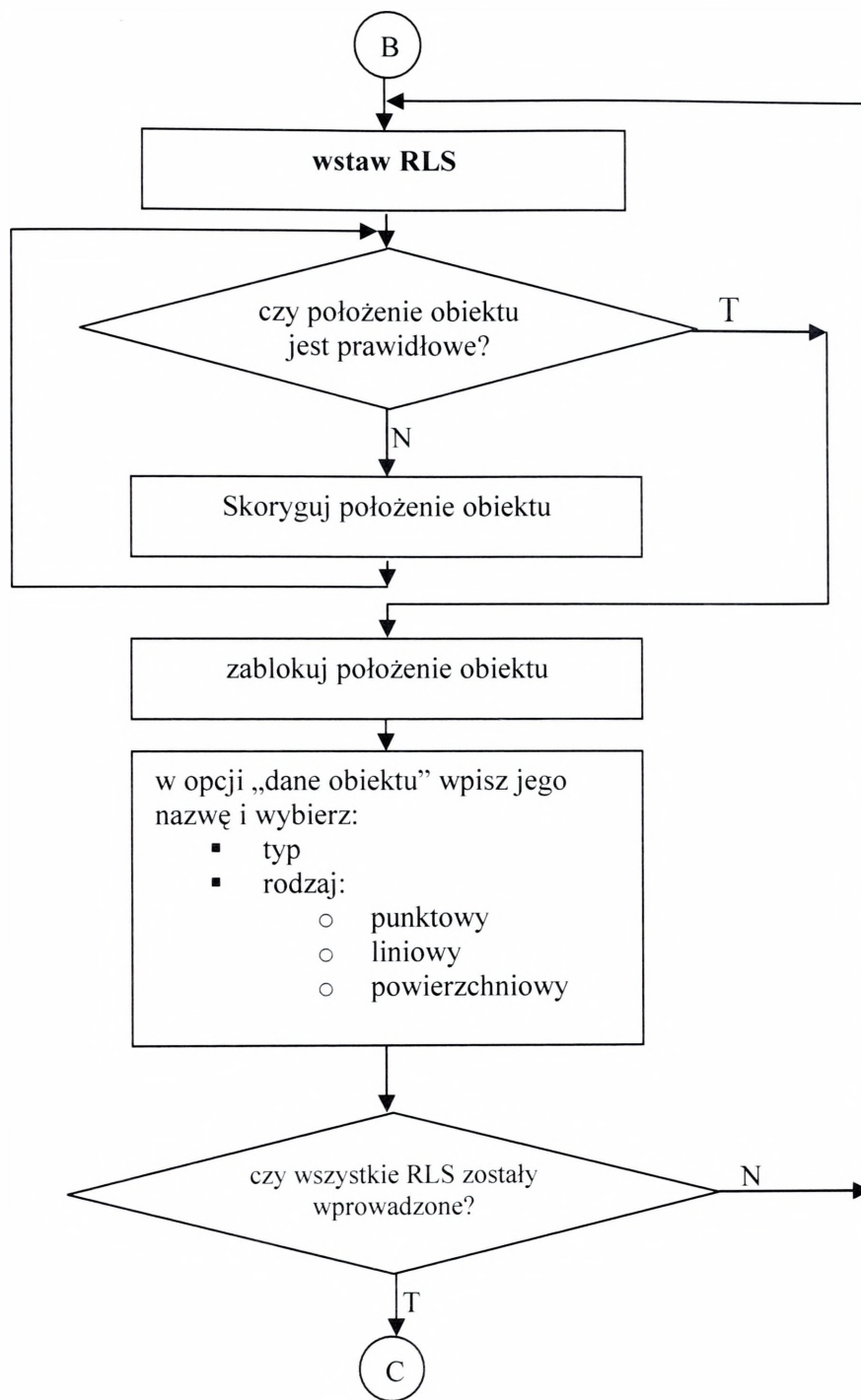
może być zmieniona. Jednakże niektóre czynności nie mogą być realizowane w dowolnej kolejności. Na przykład nie można zdefiniować w scenariuszu samolotów w powietrzu nie deklarując, co najmniej jednego lotniska. Przedstawiona powyżej kolejność budowy scenariusza jest efektem doświadczenia nabytego przy prowadzeniu zajęć dydaktycznych ze studentami AON.

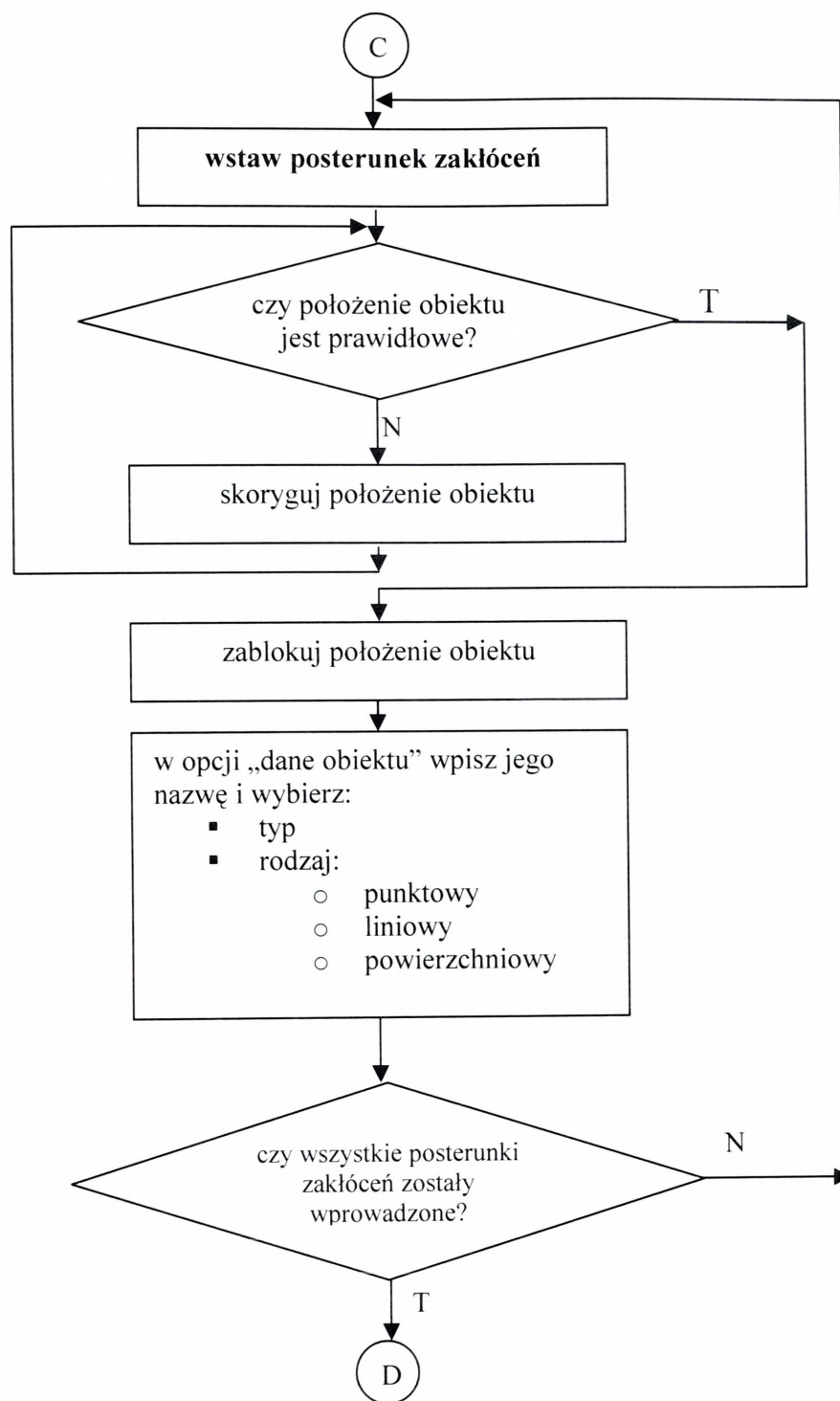
Na zakończenie procesu przygotowania scenariusza, powinny być wrysowane zasadnicze elementy tła taktycznego ćwiczenia, takie jak: granice, strefy odpowiedzialności itp. Sytuację tę powinno wrysowywać się warstwami. W toku bezpośredniego przygotowania stanowisk pracy każdy z operatorów uzupełnia na swoim stanowisku tło taktyczne ćwiczenia o potrzebne mu elementy graficzne.

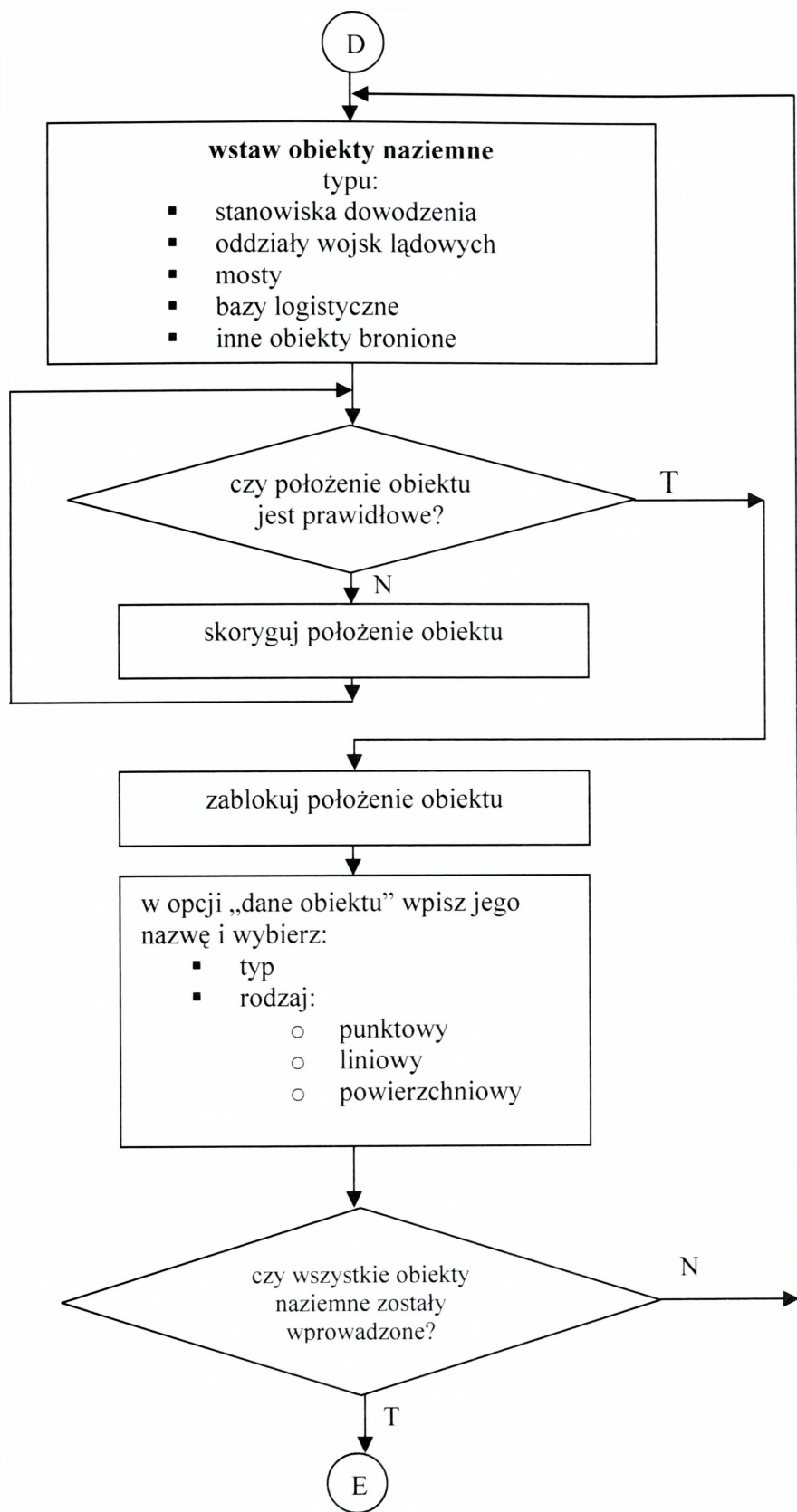
Podobną pracę w ramach przygotowania do ćwiczenia powinny wykonać poszczególne sekcje planowania działań. Sekcje te powinny być wyposażone w autonomiczny symulator do wariantowania działań. Na podstawie dokumentacji ćwiczenia sekcje wprowadzają do autonomicznego symulatora obiekty własne oraz znane obiekty przeciwnika. Sekcje planowania działań powinny pracować na oprogramowaniu stanowiska kierownika ćwiczenia. Proponowana kolejność pracy podczas przygotowania ćwiczenia wspomaganego Symulatorem przedstawiona jest na poniższych algorytmach.

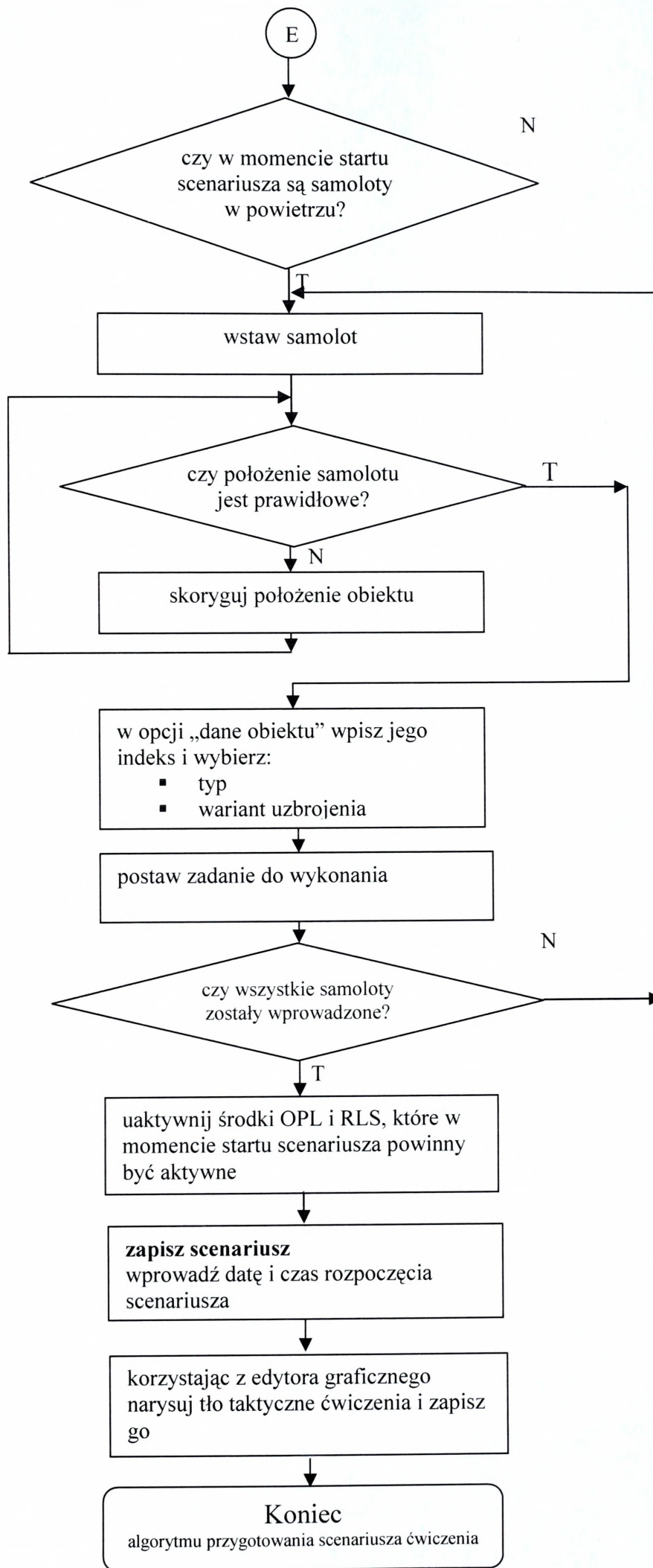












4.4 Ćwiczenie grupowe

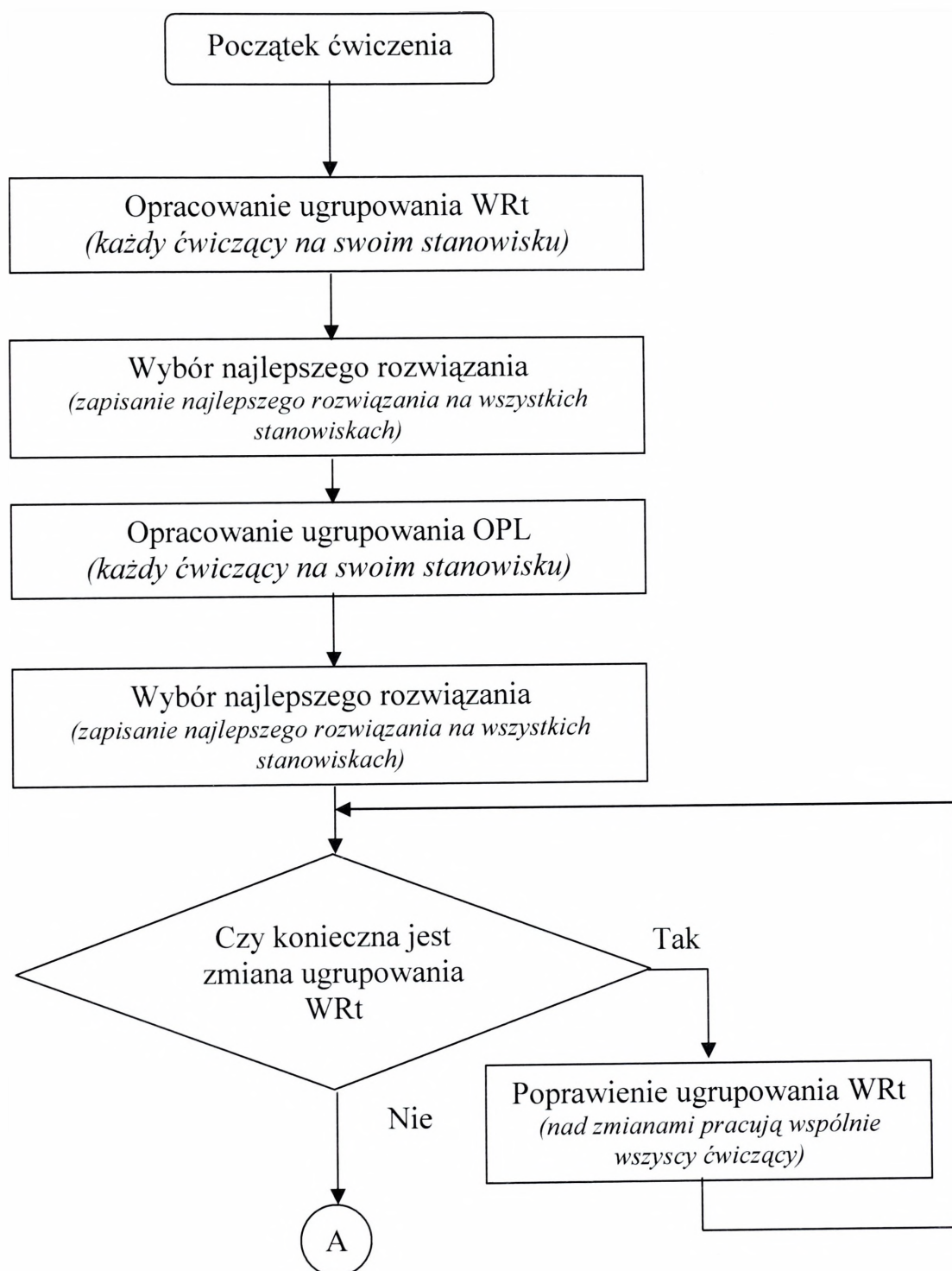
4.4.1 Przebieg ćwiczenia grupowego z wykorzystaniem symulatora

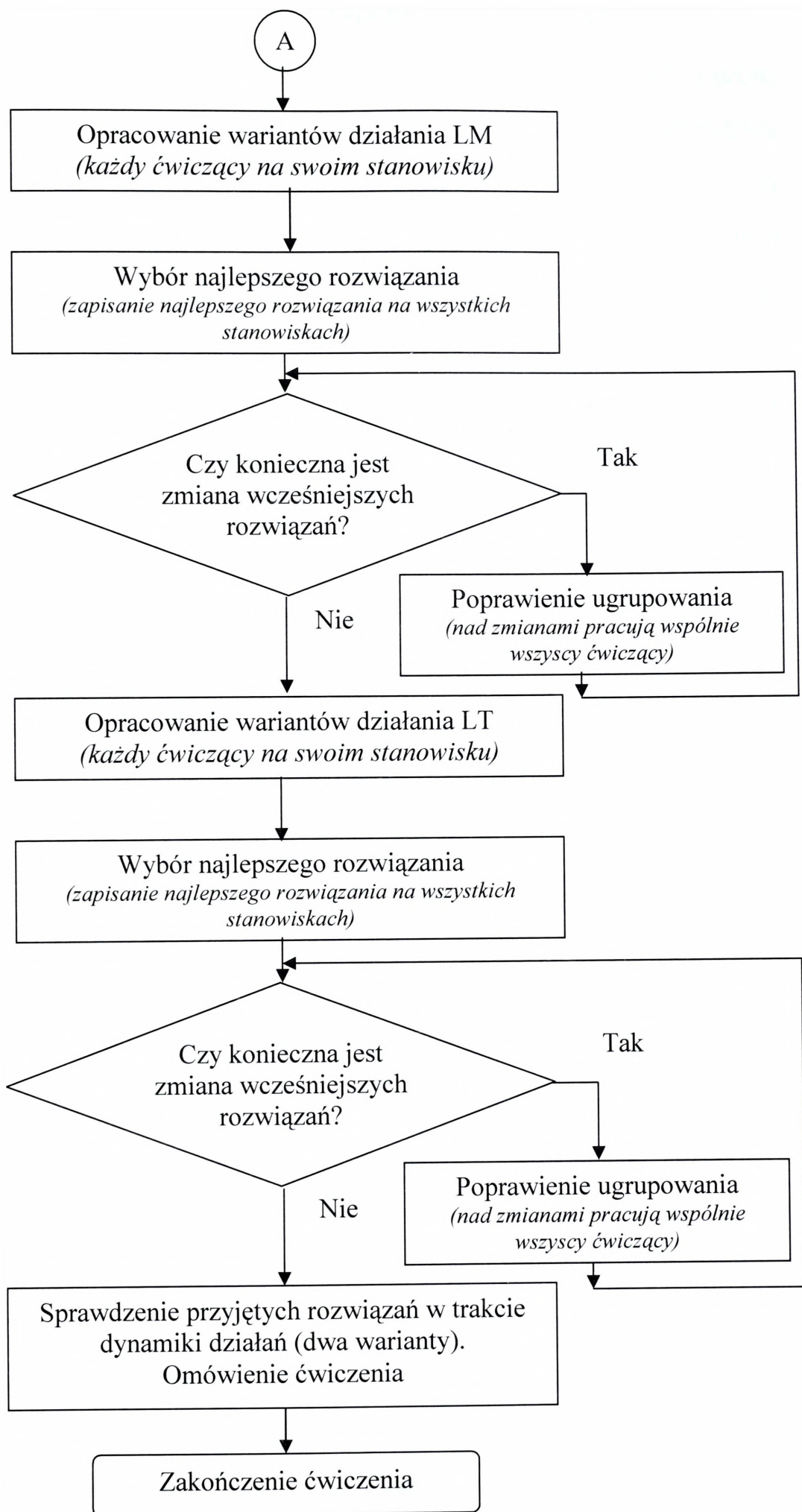
Według obowiązujących metodyk i instrukcji zespół autorski ćwiczenia grupowego przygotowuje założenie i sytuację wyjściową do ćwiczenia. Ćwiczący, na podstawie dostępnych materiałów, dokonują oceny przeciwnika oraz określają jego sposób działania (zajęcia mogą być przeprowadzone w formie ćwiczenia seminaryjnego). W toku kolejnych zajęć każdy z ćwiczących występując w roli szefa lub dowódcy analizuje sytuację i biorąc jej wyniki oraz możliwości dysponowanych sił wariantuje możliwe sposoby ich użycia, w tym o ugrupowaniu bojowym wojsk radiotechnicznych, raketowych i lotnictwa myśliwskiego, sposób wykonania zadania przez lotnictwo taktyczne oraz zabezpieczenie logistyczne działań. Na zakończenie każdego zajęcia proponowane ugrupowanie powinno być ocenione, a najlepsze rozwiązanie wybrane i przyjęte przez ćwiczących jako wyjściowe do następnych zajęć, jako obowiązujące dla całej grupy. Na zakończenie całego cyklu zajęć mogą odbyć się zajęcia podsumowujące, polegające na:

- rozegraniu sytuacji dynamicznych, w których przeciwnik działa zgodnie z przewidywaniami studentów;
- rozegraniu sytuacji, w których przeciwnik działa wg planu opracowanego przez zespół autorski (lub inny zespół pracujący na tym samym tle taktycznym, lecz po stronie przeciwnej):
- przed ćwiczeniem – możliwa jest ocena trafności przewidywanych działań przeciwnika;
- na zakończenie ćwiczenia – poprzez działania przeciwnika

możliwe jest wskazanie ćwiczącym błędów jakie popełnili i jakie skutki one za sobą pociągają.

Kolejne zajęcia ćwiczenia grupowego mogą odbywać się według poniższego algorytmu:



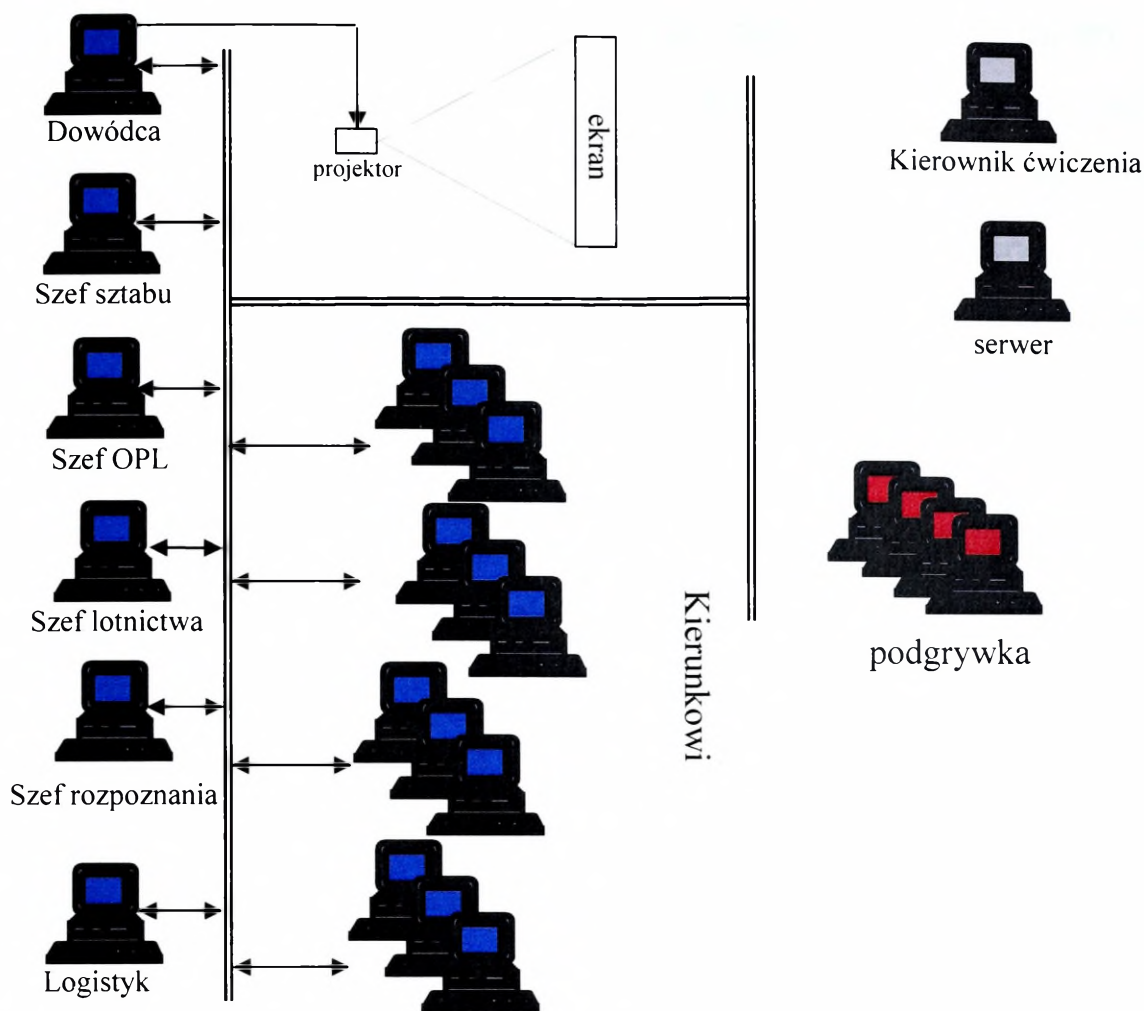


4.4.2 Zastosowanie symulatora w ćwiczeniu grupowym

Zespół autorski przygotowując ćwiczenie grupowe opracowuje komputerową sytuację taktyczną dla przeciwnika, w zakresie opisanym w założeniu i wraz z bazami danych, założeniem i dyrektywą przekazuje zespołowi ćwiczącemu. Do pełnej informacji o przeciwniku ma dostęp tylko kierownik ćwiczenia, poprzez swoje stanowisko pracy. Po dopisaniu do scenariusza ugrupowania i decyzji o użyciu dysponowanych sił przez ćwiczących – taka sytuacja jest podstawą do zasymulowania działań obu stron, według przyjętego scenariusza.

Do oceny wariantów działania przeciwnika i dysponowanych przez ćwiczących sił - każda z ćwiczących stron powinna wykorzystywać indywidualnie (bez możliwości włączania w sieć) aplikację GMX2. Wynikiem takiego zastosowania części symulatora powinien być wybór najlepszego wariantu działań dla każdej strony. Wybrany wariant powinien zostać oceniony pod względem zgodności z wcześniej przyjętymi kryteriami. Stwierdzone braki lub rozbieżności powinny być wspólnie przedyskutowane i poprawione. Tak dopracowane rozwiązanie zostaje zapisane na wszystkich stanowiskach jako sytuacja wyjściowa do kolejnego etapu ćwiczenia.

Po podjęciu decyzji o sposobie realizacji otrzymanych zadań, ćwiczący wprowadzają je do systemu poprzez dysponowane stanowiska dedykowane, a symulator podejmie otrzymane zadania i będzie symulował jego realizację dla każdej dysponowanej przez ćwiczące strony jednostki. Symulowane jednostki podczas wypełniania postawionych zadań, wchodzić będą w relacje z innymi jednostkami strony własnej i przeciwnej, co będzie rozgrywane przez symulator. Zespół podgrywający przeciwnika powinien być zorganizowany spośród wykładowców (instruktorów) lub ćwiczących.



Rys. 4. Zastosowanie symulatora w ćwiczeniu grupowym podczas dynamiki działań.

W pierwszym etapie ćwiczenia, gdy ćwiczący występują w rolach dowódców i szefów rodzajów wojsk, na ich stanowiskach komputerowych uruchamiany jest program obsługi stanowiska kierownika ćwiczenia GMX2. Wykorzystując funkcję wyświetlenia charakterystyki posterunku radiolokacyjnego na zadanej wysokości, ćwiczący ma możliwość wybrania takich pozycji dla posterunków by utworzone w ten sposób pole rozpoznania osiągnęło pożądane parametry, wypełniające oczekiwane w dyrektywie do ćwiczenia. Symulując przemieszczanie środków radiolokacyjnych z pozycji wyjściowych do zaplanowanych możliwe jest sprawdzenie możliwości osiągnięcia gotowości do pracy na nowych pozycjach w nakazanym

czasie lub uzyskanie odpowiedzi na pytanie: „Po jakim czasie pododdziały osiągną gotowość do pracy na nowych pozycjach?”. W podobny sposób ćwiczący budują MEZ i określają czas potrzebny do jego wypełnienia. Metody opracowania wariantów działań ofensywnych i defensywnych opisane będą w oddzielnej metodyce zastosowania symulatora w dowodzeniu¹⁹. Przy pomocy wielokrotnej symulacji tras przewożenia ładunków mogą zostać opracowane warianty działań logistyki, biorąc pod uwagę przewidywane kierunki i nasilenie oddziaływania przeciwnika, a tym samym uzupełnianie rakiet w jednostkach OPL, paliwo i lotnicze środki bojowe na lotniskach. Jeżeli istnieje potrzeba i możliwość tankowania w powietrzu symulować można różne warianty tej operacji, by wybrać najlepszy.

Do ostatecznego sprawdzenia przyjętych rozwiązań, na stanowisku kierownika ćwiczenia (GMX2) wgrywamy końcową wersję ugrupowania dysponowanych sił zespołu ćwiczącego (wraz z bazami, jeżeli bazy danych były modyfikowane). Ćwiczącym przydzielamy funkcje na czas dynamiki. Na stanowisku dowódcy i szefa sztabu (lub szefa sekcji działań bieżących) uruchamiamy aplikacje:

- GMX3-dca;
- szefa rozpoznania i jego sekcji - GMX3-rlok;
- szefa OPL i jego sekcji – GMX3-OPL;
- szefa lotnictwa i jego sekcji – GMX3-lotn;
- szefa logistyki i jego sekcji – GmMX-log.

Po zalogowaniu się do gry kierownik ćwiczenia autoryzuje poszczególne stanowiska i przypisuje im stronę B (kolor niebieski), A (kolor czerwony), C (kolor zielony).

Podgrywka uruchamia - podobnie jak ćwiczący - stosownie do

¹⁹ B. Zdrodowski, A. Glen, P. Makowski, *Możliwości i ograniczenia w zastosowaniu symulacyjnych modeli działań powietrznych*, AON Warszawa 2004.

przydzielonych funkcji, aplikacje takie jak zespół ćwiczący:

- dowódca i szef sztabu – GMX3-dca;
- szef rozpoznania i jego sekcja - GMX3-rlok;
- szef OPL i jego sekcja – GMX3-OPL;
- szef lotnictwa i jego sekcja – GMX3-lotn;
- szef logistyki i jego sekcja – GMX3-log.

W trakcie rozgrywki, po wprowadzeniu zadań, kierownik może przyspieszyć symulację. Po omówieniu dynamiki uruchamiana powinna być symulacja, w której działalność podgrywki została opracowana przez zespół autorski przed ćwiczeniem (lub w trakcie ćwiczenia, by uwypuklić błędy popełniane przez ćwiczących).

Zespół ćwiczący i podgrzywka powinny pracować w osobnych pomieszczeniach.

4.5 Trening sztabowy

Podczas treningu sztabowego Symulator może zostać zastosowany jako narzędzie wspomagające podejmowanie decyzji. Przy jego pomocy można sprawdzić realność rozpatrywanych decyzji i wariantować sposoby użycia wojsk.

Na stanowiskach komputerowych do wspomaganie pracy oficerów uczestniczących w treningu sztabowym powinna być uruchamiana aplikacja kierownika ćwiczenia GMX2. Zastosowanie symulatora do opracowania wariantów działań ofensywnych i defensywnych opisane jest w innej metodyce. Ponadto zawsze symulator może być wykorzystany jako narzędzie do opracowania sytuacji taktycznej na mapach.

4.6 Ćwiczenia dowódczo – sztabowe i kompleksowy trening systemu OP

W ćwiczeniu dowódczo – sztabowym i podczas kompleksowego treningu systemu obrony powietrznej prowadzonych na bojowych stanowiskach dowodzenia, ze względu na brak możliwości przekazywania informacji o sytuacji powietrznej z symulatora do zautomatyzowanych systemów dowodzenia Symulator można zastosować trojako:

Jako narzędzie wspomagające podejmowanie decyzji. Przy jego pomocy można sprawdzić realność podjętych decyzji i wariantować sposoby użycia wojsk. Na stanowiskach komputerowych do wspomagania pracy sekcji planowania działań ofensywnych i defensywnych powinna być uruchamiana aplikacja kierownika ćwiczenia GMX2. Zastosowanie symulatora do opracowania wariantów działań ofensywnych i defensywnych opisane są w innych metodykach.

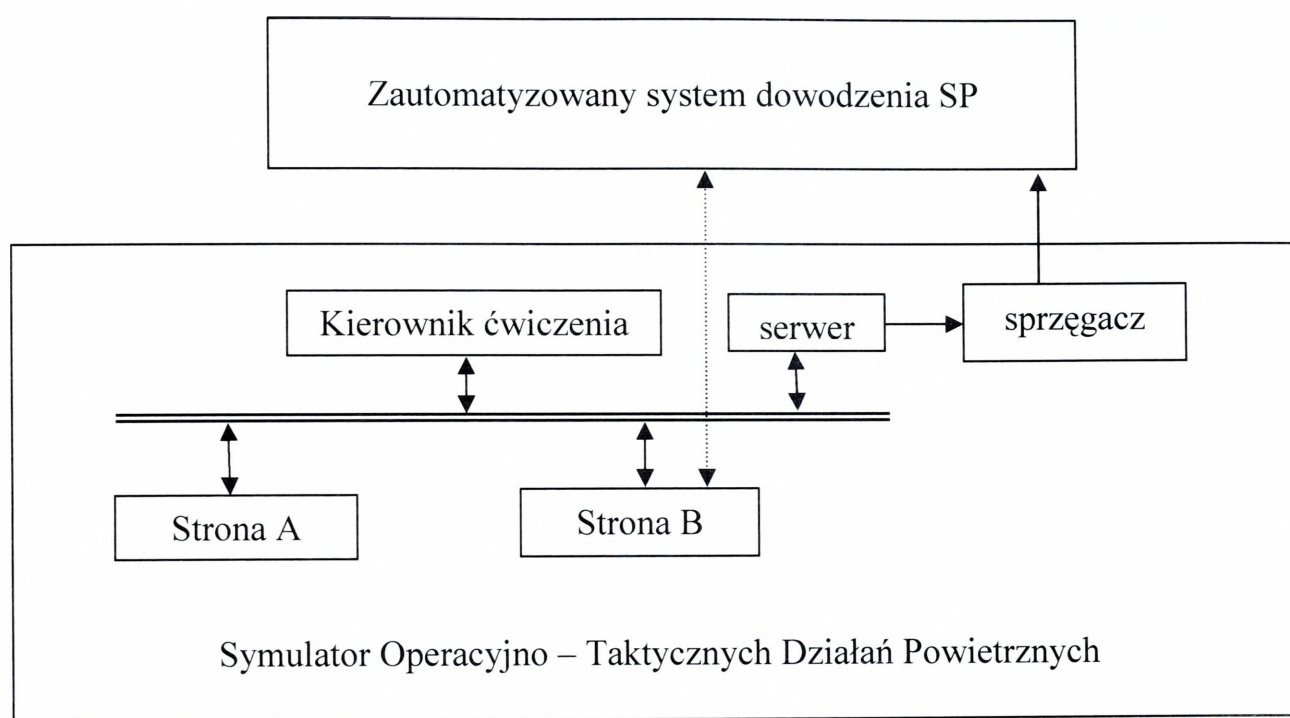
Symulacja działań bojowych realizowanych w ćwiczeniu dowódczo - sztabowym pozwoli na obiektywną ocenę wyniku prowadzonych działań bojowych.

Edytor graficzny, wraz z podkładami map rastrowych, we wszystkich stosowanych w wojsku skalach pozwala na sprawne prowadzenie sytuacji bieżącej.

We wszystkich trzech rozpatrywanych wariantach najczęściej stosowana będzie aplikacja obsługująca stanowisko kierownika ćwiczenia - GMX2.

Zastosowanie sprzężenia Symulatora z zautomatyzowanymi systemami dowodzenia, polegające na przekazywaniu RAP do ZtSD pozwoli na prowadzenie ćwiczeń dowódczo - sztabowych, treningów zmian dowodzenia i przygotowania do kompleksowego treningu

systemu OP bez udziału samolotów. Cały system dowodzenia SP mógłby wówczas być zasilony sytuacją powietrzną na podstawie, której podejmowane byłyby decyzje.



Rys. 5. Sprzężenie symulatora z ZtSD SP

W powyższej konfiguracji możliwy jest trening lub ćwiczenie na pojedynczym stanowisku dowodzenia, wydzielonej części SD lub całym systemem dowodzenia.

Z Symulatora do zautomatyzowanego systemu dowodzenia SP przekazywana byłaby tylko informacja o sytuacji powietrznej (RAP).

Na symulatorze pracowałaby podgrywka.

Strona A – podgrywka przeciwnika.

Strona B – podgrywka podległych i niećwiczących elementów systemu OP.

Elementami podgrywanymi mogą być:

- dywizjony raketowe;

- pododdziały OPL;
- eskadry lotnicze.

Dowodzenie podgrywką pododdziałów podległych odbywać się będzie ze stanowisk dowodzenia, za pomocą środków łączności fonicznej. Liczbę dedykowanych stanowisk pracy symulatora należy tak dobrać by operator na nim pracujący odpowiadał za podgrywanie jednego elementu systemu np. dywizjonu raketowego.

Strona podgrywająca przeciwnika powinna wówczas działać zgodnie ze scenariuszem przygotowanym przez zespół autorski ćwiczenia lub powinna być dowodzona ze stanowiska dowodzenia wydzielonego na okres ćwiczenia lub treningu z systemu dowodzenia SP.

4.7 Zastosowanie symulatora do prowadzenia ćwiczeń dowódczo – sztabowych w uczelniach wojskowych i ośrodkach szkolenia

Uczelnie wojskowe i ośrodki szkolenia z reguły nie są wyposażane w zautomatyzowane systemy dowodzenia stosowane na bojowych SD. Nauka dowodzenia podległymi siłami odbywa się tam na podstawie informacji o sytuacji powietrznej zobrazowywanej z symulatora oraz na podstawie danych tabelarycznych i opisowych, jakie na stanowiskach pracy symulatora operator może wyświetlić.

Ćwiczenie dowódczo – sztabowe może być prowadzone w różnych konfiguracjach:

- ćwiczenie jednostronne jednoszczeblowe;
- ćwiczenie jednostronne wieloszczeblowe;
- ćwiczenie dwustronne jednoszczeblowe;
- ćwiczenie dwustronne wieloszczeblowe.

Rozmach ćwiczenia jest uwarunkowany liczbą ćwiczących i

zakresem realizowanych przez nich zadań oraz ilością posiadanego sprzętu komputerowego, spełniającego wymagania symulatora.

Przedstawiając poszczególne rodzaje ćwiczeń zakładamy, że w każdej ćwiczącej stronie występują następujące sekcje:

- działań bieżących;
- dowództwa;
- rozpoznania;
- lotnictwa myśliwskiego;
- lotnictwa taktycznego;
- wojsk OPL;
- logistyki.

Sekcja działań bieżących zobrazowuje odpowiada za bieżącą aktualizację informacji o położeniu, stanie i realizowanych zadaniach przez podległe i współdziałające jednostki. Sytuacja ta powinna być zobrazowywana wielkoformatowo. Do tego sugerujemy stosowanie aplikacji GMX3-dca.

Sekcja rozpoznania oprócz przewidzianych procedurami zadań realizowanych podczas pracy bojowej, może uaktualniać położenie jednostek strony przeciwnej oraz dysponowanych jednostek rozpoznania, poprzez składanie zapotrzebowań na loty rozpoznawcze. Identyfikuje ona nowo wykryte obiekty naziemne i powietrzne przeciwnika. Sekcja ta powinna posługiwać się aplikacją GMX3-wrt.

Oficer odpowiedzialny za lotnictwo myśliwskie przekazuje zadania podległymi eskadrom LM. Podrywa samoloty z lotnisk, kierując je do stref dyżurowania lub wskazuje obiekty powietrzne do zniszczenia, zarówno z lotnisk jak ze stref. Nadzoruje samoloty w strefach dyżurowania, zgodnie z podjętą przez dowódcę decyzją. Do jego zadań należy także przeprowadzenie operacji tankowania powietrznego podległych mu samolotów. Załadowuje na samoloty

transportowe ładunki (CARGO, rakiety bądź inne środki walki) na stacjonujące na podległych mu lotniskach i formułuje im zadania przelotu na inne lotnisko. Na jego stanowisku uruchomiona jest aplikacja GMX3lotn.

Oficer odpowiedzialny za lotnictwo taktyczne formuje grupy uderzeniowe lotnictwa taktycznego oraz organizuje osłonę myśliwską tych grup. Kieruje ich lotem na całej trasie i odpowiada za wykonanie przez nią zadań. Do jego obowiązków należy także przeprowadzenie operacji tankowania powietrznego samolotów grup uderzeniowych. Załadowuje na samoloty transportowe ładunki CARGO lub przewożonych środków transportowych, stacjonujące na podległych mu lotniskach i stawia im zadanie przelotu na inne lotnisko. Na jego stanowisku uruchomiona jest aplikacja GMX3-lotn.

Oficer odpowiedzialny za wojska OPL podczas pracy bojowej na polecenie dowódcy sekcji działań bieżących zezwala i zakazuje podległym środkom OPL na prowadzenie ognia oraz kieruje ich walką. Ponadto, monitoruje stan rakiet w podległych mu pododdziałach. Zgłasza zapotrzebowanie na rakiety dla odpowiedzialnego za logistykę. Na jego stanowisku uruchomiona jest aplikacja GMX3-opl.

Oficer odpowiedzialny za WRT zezwala i zakazuje pracy podległym posterunkom radiolokacyjnym i zakłócającym. Identyfikuje i nadaje indeksy nowo wykrytym obcym obiektom powietrznym. Na jego stanowisku uruchomiona jest aplikacja GMX3-wrt.

Oficer odpowiedzialny za logistykę monitoruje stan:

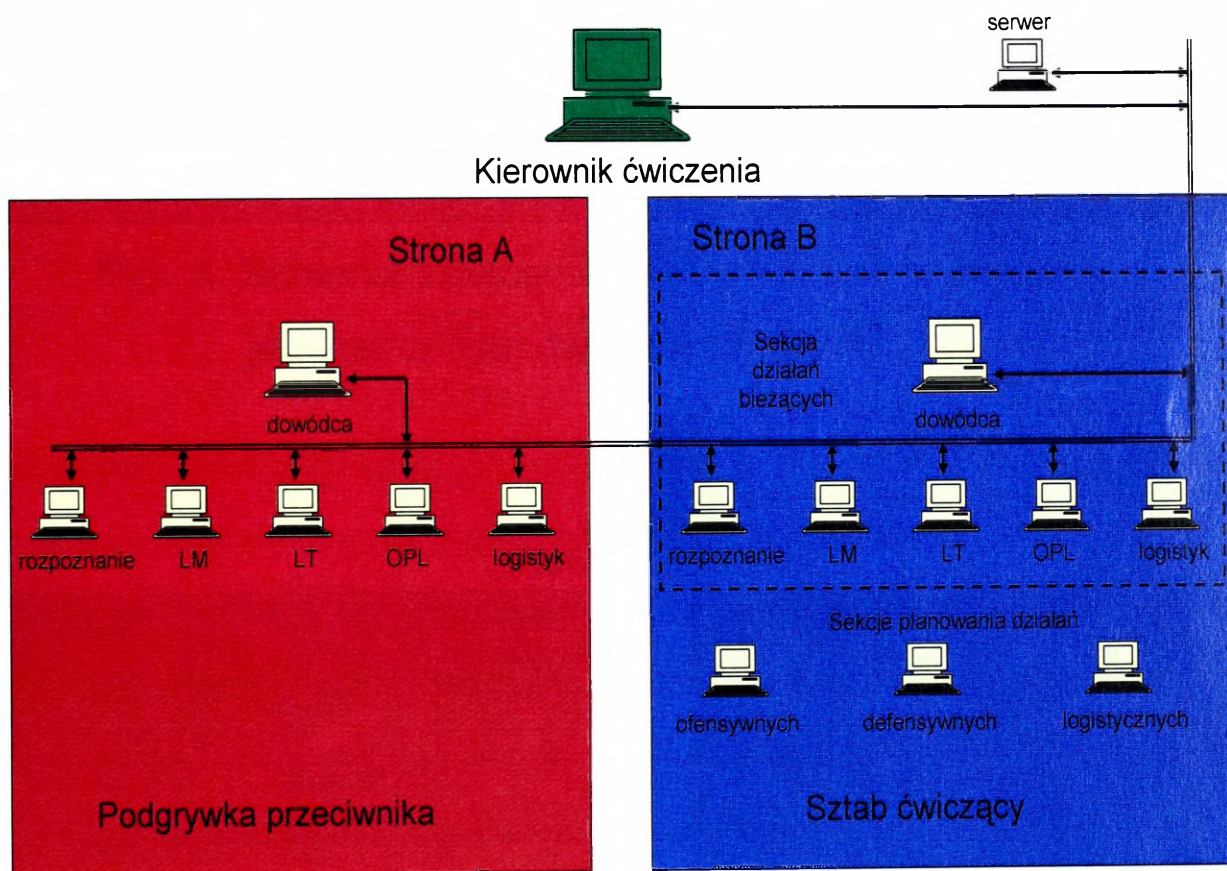
- rakiet w jednostkach OPL;
- paliwa i LŚB na lotniskach;
- stan zapasów w bazach logistycznych;
- czasy zablokowania elementów lotnisk.

Ponadto składa zapotrzebowanie na załadunek, przelot i

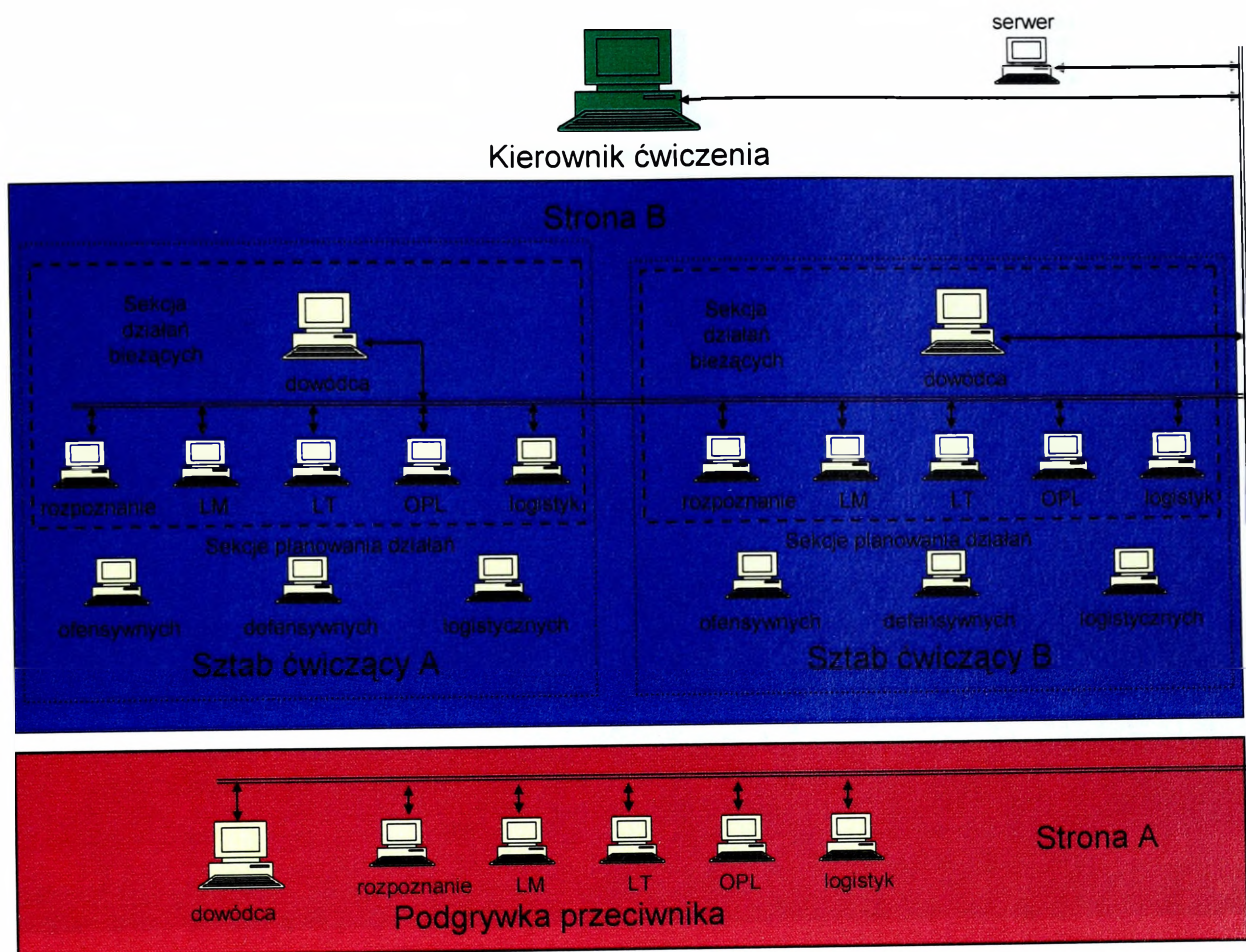
rozładowanie samolotów transportowych. Organizuje i nadzoruje przewóz materiałów logistycznych transportem naziemnym. Na jego stanowisku uruchomiona jest aplikacja GMX3-log.

Sekcje planowania działań defensywnych, ofensywnych oraz zabezpieczenia logistycznego do wspomagania procesu decyzyjnego w swoich komórkach używają aplikacji GMX2 zgodnie z metodyką zastosowania symulatora w dowodzeniu.

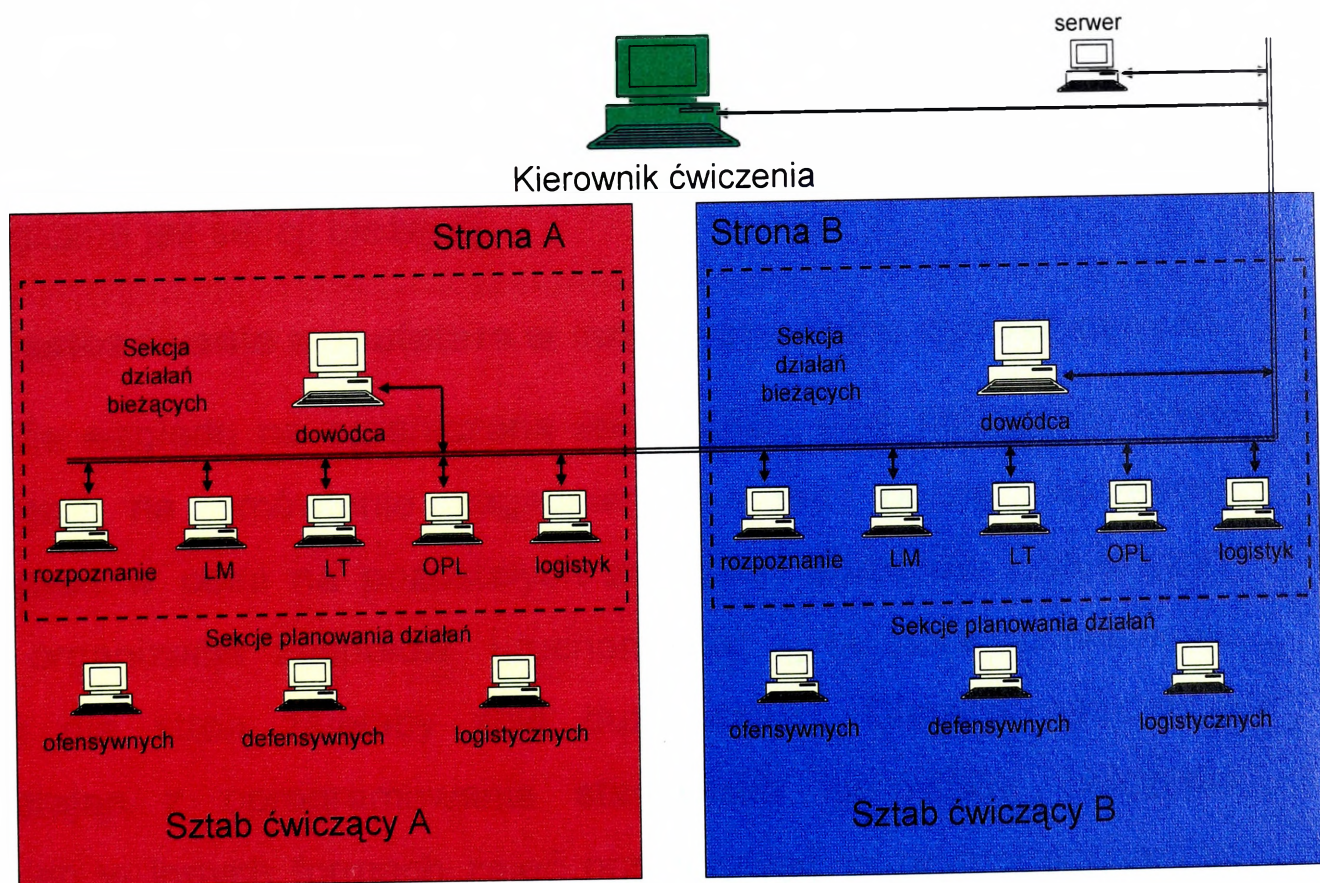
Stanowiska osób funkcyjnych w sekcji działań bieżących jak i liczba stanowisk wspomagających proces decyzyjny może być zwiększana – pod tym względem symulator nie stawia ograniczeń.



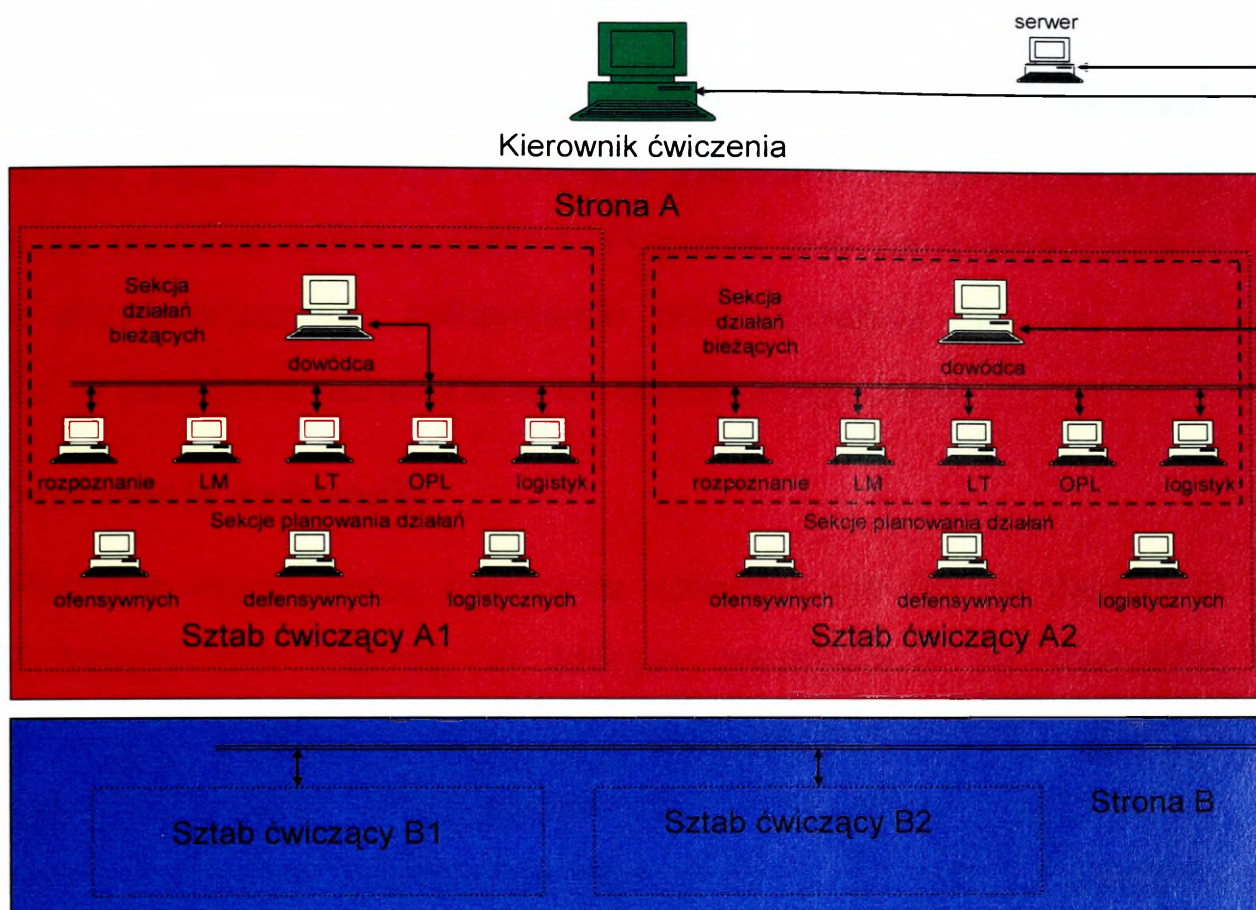
Rys. 3. Schemat zastosowania symulatora w ćwiczeniu jednostronnym, jednoszczeblowym.



Rys. 4. Schemat zastosowania symulatora w ćwiczeniu jednostronnym dwuszczeblowym.



Rys. 5. Schemat zastosowania symulatora w ćwiczeniu dwustronnym.



Rys. 6. Schemat zastosowania symulatora w ćwiczeniu dwustronnym dwuszczeblowym.

W ćwiczeniu dwuszczeblowym, gdy ćwiczące podległe sztaby (B) nie stanowią całej struktury podległej sztabowi A – należy utworzyć podgrywkę niećwiczących pododdziałów. Struktura tej podgrywki jest analogiczna jak sekcji bieżącej.

4.8 Zastosowanie symulatora w innych zajęciach dydaktycznych

Ze względu na ograniczoną ilość czasu, jaką nauczyciel może poświęcić na omówienie zagadnienia – nie można najczęściej rozgrywać w pełni na pozostałych zajęciach epizodów taktycznych, gdyż organizacja zespołów, uruchomienie symulatora, postawienie zadań dla stron zajęłoby zbyt dużo czasu. Dlatego nauczyciel korzystając z oprogramowania stanowiska kierownika ćwiczenia powinien w innych formach zajęć przygotować wcześniej scenariusz ćwiczenia i rozegrać go przed zajęciem, zapisując jego przebieg do

pliku historii.

Podczas wykładu, seminarium lub ćwiczeń audytoryjnych prowadzący zajęcia ilustruje omawiane zagadnienie odtwarzając plik historii za pomocą aplikacji GMX4. Pozwala ona na: odtwarzanie w tempie przyśpieszonym, zatrzymanie oraz cofnięcie do „tyłu” i do „przodu”, a następnie odtwarzanie od ustawionego czasu.

4.9 Omówienie ćwiczenia

Podczas rozgrywania ćwiczenia aplikacja kierownika ćwiczenia GMX2 tworzy plik historii, w którym zapisywane są wszystkie zdarzenia. Korzystając z tego pliku symulator wznawia pracę po przerwie operacyjnej przy ponownym uruchomieniu symulatora. Jednak zasadniczym przeznaczeniem tego pliku jest odtworzenie całego ćwiczenia w przyśpieszonym tempie lub jego wybranych fragmentów do omawiania podejmowanych przez strony decyzji. Powyższy plik wraz z plikiem scenariusza i plikiem z zapisanym tłem taktycznym powinny być załącznikami do dokumentacji ćwiczenia, umożliwiając wykorzystanie go w przyszłości.

Zakończenie

Przedstawiony w niniejszym opracowaniu obszar zastosowań Symulatora Operacyjno – Taktycznych Działań Powietrznych oraz metodyka jego zastosowania w ćwiczeniach z pewnością nie wyczerpuje pełnego spektrum jego zastosowań. Nie sposób jest, bowiem przedstawić szczegółową metodykę zastosowania Symulatora we wszystkich możliwych konfiguracjach ćwiczeń. Uniwersalność Symulatora predysponuje go do tego, by jako narzędzie, był głównym urządzeniem w oparciu, o które przeprowadzane jest ćwiczenie. Poprzez użycie go jako narzędzia wspomagającego podejmowanie decyzji lub wspomagającego pracę zespołu podgrywającego. Celowe jest także zastosowanie Symulatora jako narzędzia do nanoszenia sytuacji taktycznej na mapę i w zależności od potrzeb prezentowania jej w formie elektronicznej - gdzie to samo tło taktyczne może być prezentowane na podkładzie map w różnych skalach. Edytor graficzny symulatora pozwala także wydrukować na dowolnej drukarce wybrany fragment mapy z naniesioną sytuacją taktyczną.

Opracowanie modułu sprzęgającego Symulator Operacyjno - Taktycznych Działań Powietrznych z systemami dowodzenia pracującymi na stanowiskach dowodzenia pozwoli rozszerzyć obszar zastosowań Symulatora o wszelkiego rodzaju ćwiczenia, które powinny być przeprowadzone na „bojowych” stanowiskach dowodzenia. W takiej konfiguracji Symulator pracowałby jako generator sytuacji powietrznej podgrywając działania wojsk własnych jak i przeciwnika.

Symulator jako gra komputerowa jest wspaniałym narzędziem, które „uczy” podczas gry taktyki użycia rodzajów wojsk. Chcąc wygrać w takiej grze jej uczestnik rozwija swoją wyobraźnię taktyczną starając

się zaskoczyć przeciwnika.

Podsumowując, Symulator Operacyjno - Taktycznych Działań Powietrznych z racji swoich możliwości powinien być zastosowany do przeprowadzania większości ćwiczeń w siłach powietrznych i uczelniach wojskowych oraz jako pomoc do prezentowania wariantów użycia sił powietrznych w wykładach i innych formach dydaktycznych.

Jesteśmy przekonani, iż praktyczne jego stosowanie wskaże nowe zastosowania Symulatora, których jego twórcy nie przewidywali w trakcie jego tworzenia.

Literatura

1. Bednarek J, Kształcenie kadr dowódczo-sztabowych w świetle zastosowania technologii informatycznych, „Zeszyty Naukowe” AON, Warszawa 1998, nr 1.
2. Halik J., Ćwiczenie taktyczne i operacyjne jako forma kształcenia w wyższej uczelni wojskowej, AON, Warszawa 1997.
3. Hornby A. S. (red.), Oxford advanced learner's dictionary of current English (revised & updated). Oxford University Press 1980, Przedruk PWN 1988.
4. Instrukcja o przygotowaniu i prowadzeniu ćwiczeń taktycznych z wojskami SZ RP, Szkol. 772/95, Warszawa 1995.
5. Instrukcja o przygotowaniu i prowadzeniu ćwiczeń z dowództwami i sztabami w Siłach Zbrojnych RP, Szt. Gen. 1448/95, Warszawa 1995.
6. Maj J., Koncepcja organizacji i prowadzenia szkolenia operacyjnego wspomaganego informatycznie, Przegląd Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej, Poznań 2002, nr 4-5.
7. Materiały z wizyty kadry dydaktycznej Wydziału LiOP w C.A.S.P.O.A., Taverny 2000.
8. Metodyka szkolenia operacyjno-taktycznego w Wojskach Lotniczych i Obrony Powietrznej, WLOP 239/97, Poznań 1997.
9. Okoń W., Elementy dydaktyki szkoły wyższej. PWN, Warszawa 1973.
10. Ratajczak M. (red.), Symulacyjny model walki na szczeblu taktycznym. Ogólna koncepcja symulacyjnego modelu walki, AON, Warszawa 2000,
11. Szulc B. (red.), Metodyka przygotowania i prowadzenia ćwiczeń taktycznych i operacyjnych w wojskach lądowych, AON, Warszawa

- 1993.
12. Tomaszewski A. (red.), Funkcje, zadania i podstawowe założenia organizacyjne ośrodka symulacji działań wojsk, AON, Warszawa 2000.
 13. Tomaszewski A. (red.), Komputerowa symulacja pola walki. część II. Ogólne założenia komputerowego modelu operacji, AON, Warszawa 2000.
 14. Tomaszewski A. (red.), System przygotowania operacyjno-taktycznego oficerów w aspekcie wykorzystania komputerowych systemów symulacji działań bojowych. cz. I. Analizy i wymagania, AON, Warszawa 1999.
 15. Tomaszewski A., Podstawowe założenia i ogólna koncepcja komputerowej gry wojennej, cz. II. Opracowania naukowego pk. „Model – Gra”, AON, Warszawa 1994.
 16. Zabłocki E., Rola Wydziału Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej w opracowaniu teorii użycia sił powietrznych oraz w kształceniu kadr, PWLiOP 2/2001.
 17. Zasady organizacji szkolenia dowództw i sztabów w Siłach Zbrojnych RP (Tymczasowe), Szt. Gen. 1448/95, Warszawa 1993.
 18. Zasady organizacji szkolenia dowództw i sztabów w Siłach Zbrojnych RP
Szt. Gen. DD/7.1.1., Warszawa 2004.
 19. Zasady organizacji szkolenia dowództw w Siłach Zbrojnych RP na lata 2003-2006. Warszawa, Szt. Gen. 2002.

Słownik wybranych pojęć modelowania symulacyjnego

Model ciągły (w czasie) - zmienne modelu zmieniają wartości w dowolnych chwilach czasu. Oba przypadki występują równocześnie tworzą model ciągły.

Model ciągły (w poziomie) - zmienne modelu przyjmują wartości ze zbiorów przeliczalnych.

Model cyfrowy - zbiór wartości zmiennych wejściowych, wyjściowych i stan modelu są przeliczalne oraz zmiany wartości zmiennych mogą następować jedynie w określonych chwilach czasu.

Model dynamiczny – to taki, który wyraźnie podkreśla zjawisko upływu czasu. Dodatkowo niektóre modele dynamiczne dostarczają określony po czasie zbiorów chwilowych stanów systemu, określają wzajemne powiązania między stanami systemu w różnych momentach czasu. Dynamiczne modele symulacyjne to modele, na które upływ czasu ma istotny wpływ.

Model dyskretny w czasie - jest to model, w którym zbiór chwil czasu, dla którego realizowane są zmienne modelu jest przeliczalny (przestrzeń czasu jest dyskretna).

Model fizyczny - reprezentacja rzeczywistości umożliwiająca przeprowadzenie bezpiecznych eksperymentów z zachowaniem natury przebiegów sygnałów tej rzeczywistości.

Model matematyczny - uproszczone przedstawienie istniejącego lub projektowanego procesu w postaci sformalizowanych matematycznych reakcji i abstrakcyjnych założeń.

Model o parametrach rozłożonych - opisywany jest przez równania różniczkowe cząstkowe.

Model o parametrach skupionych - opisywany jest przez równania różniczkowe zwyczajne.

Model rzeczywistego procesu - to uproszczony i przybliżony sposób przedstawiania tego procesu przystosowany do określonych zastosowań łącznie z ograniczeniami związanymi z procesem i uproszczeniami powstałymi podczas budowy modelu. Każdy model musi mieć swój cel. Najczęściej model przeznaczony jest do modelowania procesu już istniejącego. Modele mają istotne zastosowanie w procesach projektowania.

Model zagregowany - w modelu zagregowanym interesują nas jedynie sygnały wejściowe i wyjściowe bez wnikania w rzeczywistą budowę modelu.

Modelowanie - doświadczalna lub matematyczna metoda badania złożonych układów zjawisk i procesów na podstawie konstruowanych modeli.

Modelowanie doświadczalne - opiera się na podobieństwie fizycznym (badanie przeprowadza się na układach podobnych), rozpatrywanie innych układów rządzonych takimi samymi prawami poprzez analogie.

Modelowanie matematyczne - polega na tworzeniu modeli matematycznych i wykorzystaniu aparatu matematycznego do ich analizy - wykorzystanie techniki komputerowej (obliczenia), symulacją. Modelowanie matematyczne pozwala na obniżenie kosztów związanych z badaniami.

Modelu fenomenologiczny - w modelu fenomenologicznym zgłębiamy prawa rządzące danym procesem fizycznym.

Parametry modelu - zmienne, które w badanym przedziale czasu można uznać za znane z góry stale lub za znane zmiany w czasie.

Proces - są to rzeczywiste zmiany zachodzące w czasie w systemie na skutek działań wewnętrznych bądź zewnętrznych. Procesy dzielimy na ciągłe i dyskretne.

Procesy ciągłe - mogą zachodzić dowolnie małe zmiany stanu w dowolnie małych odcinkach czasu. Procesy ciągłe, aby mogły być modelowane przez techniki komputerowe muszą być przybliżone za pomocą procesów dyskretnych. Wynika to z natury maszyn cyfrowych. Symulacji nie możemy dokonać w dowolnych odcinkach czasowych, z cyklu maszyny.

Procesy dyskretne - zmiany stanu występują w określonych momentach czasowych.

Statyczny model symulacyjny - to taki, w którym zmiana czasu nie ma wpływu na wynik eksperymentu. Np. model opisujący rzut kostką wynik 1,2,3,4,5 lub 6 nie jest w żaden sposób uzależniony od czasu. Przykładem metod symulacyjnych dla modeli statycznych jest metoda, w której model albo pomija udział czasu albo też utrzymuje chwilowy stan systemu w pewnym momencie czasu.

Symulacja ciągła - realizowana w maszynach analogowych

Symulacja dyskretna - stosuje się na maszynach cyfrowych symulacji zjawisk ciągłych.

Symulacja komputerowa - metoda wnioskowania o zachowaniu się obiektów rzeczywistych na podstawie obserwacji działania programów komputerowych symulujących ich zachowania.

System - jest to zespół obiektów tworzących logiczną całość, składających się z powiązanych ze sobą elementów funkcjonujących dla osiągnięcia celu.

Wektor stanu procesu - (wyróżnia się w procesach dynamicznych) zbiór zmiennych wewnętrznych umożliwiający pełną reprezentacją stanu modelu.

Wymiar procesu - rzeczywista lista zmiennych stanu.

Zmienne wejściowe - wielkości za pomocą których środowisko oddziałuje na dany proces.

Zmienne wyjściowe - opisane wektorem wyjść wielkości, za pomocą, których proces oddziałuje na środowisko.

