

DANES-PICTA.COM

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

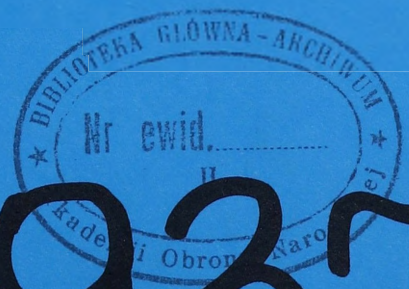
AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ STRATEGICZNO-OBRONNY
WYDZIAŁ LOTNICTWA I OBRONY POWIETRZNEJ

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

MODELE EKSPERYMENTÓW SYMULACYJNYCH Z ZASTOSOWANIEM SYMULATORA OPERACYJNO-TAKTYCZNEGO DZIAŁAŃ POWIETRZNYCH

1.7.1.0



59379



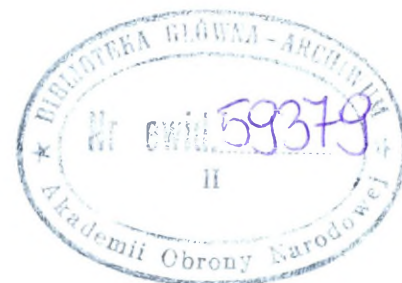
WARSZAWA

2005

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ STRATEGICZNO-OBRONNY

WYDZIAŁ LOTNICTWA I OBRONY POWIETRZNEJ



płk dr hab. inż. Bogdan Zdrodowski

płk dr hab. inż. Andrzej Glen

mjr mgr inż. Włodzimierz Krzemiński

**MODELE EKSPERYMENTÓW SYMULACYJNYCH
Z ZASTOSOWANIEM SYMULATORA
OPERACYJNO-TAKTYCZNEGO DZIAŁAŃ
POWIETRZNYCH**

1.7.1.0

S / 6414

Praca recenzowana przez dr hab. Piotra Makowskiego

Spis treści

Wstęp.....	4
1 Przesłanki budowy i założenia taktyczno - funkcjonalne Symulatora	5
1.1 Obiekty elementarne	11
1.2 Odzwierciedlanie decyzji stron	19
1.3 Odzwierciedlanie stanów i zdarzeń	21
2 Weryfikacja parametrów symulatora	27
2.1 Zasięg wykrywania obiektów powietrznych przez stację radiolokacyjną	30
2.2 Wykrywanie obiektów naziemnych przy pomocy pokładowych urządzeń rozpoznania obiektu powietrznego	59
2.3 Wykrywanie obiektów naziemnych przez obiekt powietrzny przy pomocy zasobnika rozpoznawczego.....	62
2.4 Wykrywanie obiektów powietrznych przez inny obiekt powietrzny przy pomocy pokładowych urządzeń rozpoznania	64
2.5 Wykrywanie obiektów powietrznych przez inny obiekt powietrzny przy pomocy zasobnika rozpoznawczego.	67
2.6 Odległość odpalenia rakiety powietrze – ziemia.....	69
2.7 Moc rażenia lotniczych środków bojowych i odporność na nie obiektów naziemnych	71
2.8 Czas odtwarzania potencjału, poziom gotowości do pracy i poziom zniszczenia	73
2.9 Prawdopodobieństwo trafienia obiektu naziemnego.....	74
2.10 Zasięg, rubież odpalenia, zasięg układu samonaprowadzania rakiety powietrze – powietrze	77
2.11 Prawdopodobieństwo trafienia rakietą powietrze – powietrze	79
2.12 Zużycie paliwa, czas, odległości i prędkości lotu obiektu powietrznego	81
2.13 Zasięg rozpoznania środka przeciwlotniczego	82
2.14 Zasięg ognia środka OPL	83
2.15 Prawdopodobieństwo trafienia rakietą w obiekt powietrzny przez środek OPL	85
3 Eksperymenty symulacyjne w ćwiczeniu „Pierścień-2005”	101
4 Badanie opinii	110
Zakończenie.....	140
Załącznik 1 - Arkusz ankiety	142

Wstęp

W ramach projektu celowego prowadzone są w AON od kilku lat badania mające na celu skonstruowanie Symulatora operacyjno-taktycznego działań powietrznych (SOTDP), dalej w opracowaniu zwanego Symulatorem. Wdrożenie go do eksploatacji wymaga przeprowadzenia odpowiednich badań wdrożeniowych, polegających na eksperymentach symulacyjnych. Eksperymenty te przeprowadzone zostały w bieżącym roku w Laboratorium Symulacji Pola Walki Wydziału Lotnictwa i Obrony Powietrznej oraz w ramach ćwiczenia „Pierścień-2005” (tzw. ćwiczenia szkieletowego przeprowadzonego w AON w czerwcu 2005 roku). Przeprowadzone badania miały dostarczyć niezbędnych informacji weryfikujących przyjęte założenia taktyczno-techniczne oraz wskazać na ewentualne rozbieżności pomiędzy tymi założeniami a rozwiązaniami zastosowanymi w opracowanym Symulatorze. Badania przeprowadzono w trzech etapach:

- Etap 1 – zweryfikowano parametry symulatora;
- Etap 2 – przeprowadzono eksperymenty w ramach ćwiczenia „Pierścień-2005”;
- Etap 3 – zbadano opinie ekspertów.

Weryfikację podstawowych parametrów Symulatora przeprowadzono w oparciu o filozofię analizy regresji. Wyniki badań przedstawiono w rozdziale 2. Wyniki przeprowadzonych eksperymentów i obserwacji w ćwiczeniu „Pierścień 2005” zaprezentowane są w rozdziale 3, a badania opinii w rozdziale 4.

1 Przesłanki budowy i założenia taktyczno - funkcjonalne Symulatora

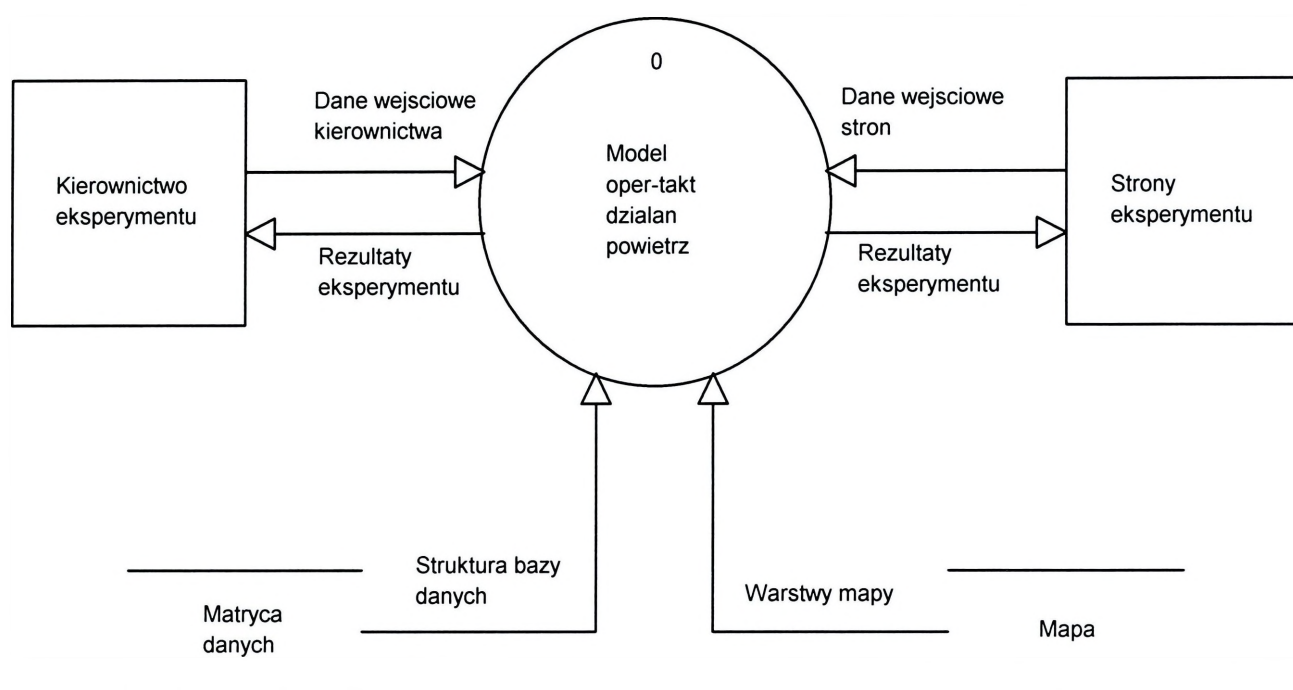
Zespół autorski przystępując do budowy Symulatora kierował się określonym zbiorem przesłanek, zgodnie z którymi miał on zapewnić¹:

- kształcenie i szkolenie w konwencji innowacji i nieszablonowości;
- obiektywizację procesu weryfikacji trafności podejmowanych decyzji;
- badanie efektywności i skuteczności podejmowanych działań;
- wymuszanie zgodności postępowania grających stron z obowiązującymi stałymi procedurami działań;
- jednolite wskaźniki oceny podejmowanych decyzji i kierowania bieżącą realizacją zadań przez grające strony;
- poznanie skomplikowanych zależności powietrznego wymiaru działań.

Biorąc pod uwagę wyspecyfikowane przesłanki budowy Symulatora w formie informatycznego modelu symulacyjnego operacyjno-taktycznych działań powietrznych, włączono do niego tylko te elementy, które mają bezpośredni związek z działaniami zbrojnymi i niezbrojnymi sił powietrznych na szczeblach operacyjno-taktycznych. Starano się unikać zbytniego przeładowania modelu szczegółami.

Model środowiska projektowanego systemu, reprezentuje graficznie przedstawiony diagram kontekstowy. Na diagramie tym zobrazowane są obiekty zewnętrzne w stosunku do systemu oraz dane przekazywane między systemem a tymi obiektami. Poniższy diagram, wraz z opisem znajdujących się na nim elementów, stanowi model środowiska zrealizowanego systemu informatycznego.

¹ Założenia taktyczno-techniczne symulatora operacyjno-taktycznego działań powietrznych, AON, Warszawa 2002, s. 4.



Rysunek 1. Diagram kontekstowy systemu informatycznego dla modelu SOTDP

Z punktu widzenia prowadzenia eksperymentów symulacyjnych w ramach komputerowych gier wojennych istotne znaczenie mają wyróżnione na diagramie kontekstowym dwa obiekty zewnętrzne (terminatory):

- STRONY EKSPERYMENTU;
- KIEROWNICTWO EKSPERYMENTU.

STRONY EKSPERYMENTU - reprezentują ćwiczące zespoły, korzystające z systemu, natomiast KIEROWNICTWO EKSPERYMENTU – reprezentuje kierownictwo ćwiczenia, administratora modelu oraz koordynatora, korzystających z systemu, ale także mających możliwości ingerowania w sposób funkcjonowania modelu.

Obiekty zewnętrzne dostarczają informacji (listę zdarzeń), które powodują wykonanie lub zaniechanie wykonania określonych procesów w systemie (główne zachowania procesów 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 zrealizowany system są składowane w składnicach, bazach i matrycach danych.

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 systemu informatycznego wynika z przede wszystkim z tego, że 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

MATRYCY 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 on 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.) oraz 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 automatycznie przez system, 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. Szczebel 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.

Podstawę 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 przeznaczony jest do 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);
- opracowanie dowolnego scenariusza i zachowanie go w formie pliku;
- opracowanie baz danych LŚB (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.

Z kolei moduł symulacji jest zasadniczym elementem rozgrywania wcześniej przygotowanych scenariuszy. Ma on zapewnić:

- symulację w czasie rzeczywistym, z opcją zatrzymania i przyspieszenia;
- podgląd wybranych parametrów obiektów biorących udział w danym scenariuszu;
- podgląd użytkowników danej sesji;
- podgląd adresów IP, zalogowanych do serwera użytkowników;
- 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.

Całość symulowanych procesów może być realizowana w czasie rzeczywistym lub przyspieszonym. Moduł ten zapewnia w symulatorze pełną synchronizację przetwarzania danych i generowanie wszystkich zdarzeń - niezależnie od miejsca umiejscowienia użytkownika.

Natomiast moduł użytkownika jest interfejsem dla każdej strony (każdego użytkownika). Moduł ten łączy się z modułem symulacji przetwarzającym dane szybkozmiennie i udostępniać je dedykowanym użytkownikom.

Moduł pozwala 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.

1.1 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.

Samolot jest charakteryzowany następującymi parametrami:

a. Identyfikującymi:

- ◆ typ (nazwa) samolotu;
- ◆ numer identyfikacyjny (indeks);

- ◆ piktogram przyporządkowany samolotowi;
- ◆ przynależność samolotu (strona A, B lub neutralny).

b. Specyficznymi:

- ◆ liczba podwieszeń;
- ◆ maksymalny pułap;
- ◆ zasięg rozpoznania obiektów powietrznych (w trzech podstawowych pasmach – widzialnym, podczerwieni i elektromagnetycznym);
- ◆ warianty uzbrojenia;
- ◆ zasięg;
- ◆ pojemność zbiorników paliwa;
- ◆ czas tankowania (na ziemi i w powietrzu);
- ◆ skuteczna powierzchnia odbicia;
- ◆ waga (objętość) i rodzaj (MPS, LŚR, środki materiałowe) przewożonego ładunku.

c. Manewrowymi:

- ◆ prędkość maksymalna;
- ◆ prędkość minimalna;
- ◆ prędkość wznoszenia;
- ◆ prędkość zniżania.
- ◆ d. Potencjału bojowego:
- ◆ sprawny, uszkodzony, zniszczony.

Środek przeciwlotniczy charakteryzowany jest następującymi parametrami:

a. Identyfikującymi:

- ◆ nazwa;
- ◆ numer obiektu;
- ◆ piktogram przyporządkowany;
- ◆ przynależność;

- ◆ rodzaj działań (promieniujący energię elektromagnetyczną, wyłączony, maszerujący)

b. Specyficznymi:

- ◆ zasięg rażenia;
- ◆ prawdopodobieństwo rażenia jedną rakieta (salwą);
- ◆ maksymalna liczba rakiet (serii) w jednym strzelaniu;
- ◆ liczba dysponowanych rakiet na stanowisku;
- ◆ liczba kanałów celowania (liczba jednocześnie ostrzeliwanych celów);
- ◆ prędkość marszowa rakiety (pocisków);
- ◆ czas cyklu strzelania (zajętości KC w strzelaniu do jednego celu);
- ◆ czas przejścia do gotowości bojowej;
- ◆ maksymalna wysokość strzelania;
- ◆ minimalna wysokość strzelania.

c. Manewrowymi:

- ◆ prędkość przemieszczania;
- ◆ czas rozwinięcia;
- ◆ czas zwinięcia.

d. Potencjału bojowego:

- ◆ wielkość chwilowego potencjału bojowego;
- ◆ poziom potencjału niezbędny do pracy bojowej;
- ◆ poziom potencjału poniżej którego środek zostaje bezpowrotnie zniszczony;
- ◆ odporność na LŚR (lotnicze środki rażenia).

e. Maskowania:

- ◆ wielkość współczynnika maskowania w paśmie wzrokowym;
- ◆ wielkość współczynnika maskowania w paśmie podczerwieni;
- ◆ wielkość współczynnika maskowania w paśmie elektronicznym

Stacja radiolokacyjna (posterunek) charakteryzowana jest następującymi parametrami:

a. Identyfikującymi:

- ◆ nazwa (typ);
- ◆ numer obiektu;
- ◆ piktogram przyporządkowany;
- ◆ przynależność.

b. Specyficznymi:

- ◆ zasięg rozpoznania (w funkcji wysokości);
- ◆ czas osiągnięcia gotowości bojowej.

c. Manewrowymi:

- ◆ prędkość przemieszczania;
- ◆ czas rozwinięcia;
- ◆ czas zwinięcia.

d. Potencjału bojowego:

- ◆ wielkość chwilowego potencjału bojowego;
- ◆ poziom potencjału niezbędny do pracy bojowej;
- ◆ poziom potencjału poniżej którego środek zostaje bezpowrotnie zniszczony;
- ◆ odporność na LŚR (lotnicze środki rażenia).

e. Maskowania:

- ◆ wielkość współczynnika maskowania w paśmie wzrokowym;
- ◆ wielkość współczynnika maskowania w paśmie podczerwieni;
- ◆ wielkość współczynnika maskowania w paśmie elektronicznym

Lotnisko jest charakteryzowane następującym zestawem parametrów:

a. Identyfikacyjnych:

- ◆ typ lotniska;

- ◆ nazwa lotniska;
 - ◆ ujawnione czy ukryte;
 - ◆ piktogram przyporządkowany;
 - ◆ przynależność.
- b. Specyficznych:
- ◆ główny kierunek lądowania;
 - ◆ sprawność pasa startowego;
 - ◆ czasem kołowania;
 - ◆ sprawnością składu MPS;
 - ◆ zasobami paliwa;
 - ◆ sprawnością systemu uzbrajania samolotów;
 - ◆ zasobami LŚR (lotniczych środków rażenia).
- c. Potencjału bojowego:
- ◆ czasem uszkodzenia pasa startowego;
 - ◆ czasem wyeliminowania służb MPS;
 - ◆ czasem wyeliminowania służb uzbrojenia;
 - ◆ odporność na lotnicze środki rażenia pasa startowego, MPS, systemu uzbrajania samolotów.

Inne obiekty charakteryzowane są parametrami:

a. Identyfikującymi:

- ◆ nazwa (typ);
- ◆ numer obiektu;
- ◆ piktogram przyporządkowany;
- ◆ przynależność.

b. Manewrowymi:

- ◆ mobilność;
- ◆ prędkość przemieszczania;

- ◆ czas rozwinięcia;

- ◆ czas zwinięcia.

c. Potencjału bojowego:

- ◆ wielkość chwilowego potencjału bojowego;

- ◆ poziom potencjału niezbędny do pracy bojowej;

- ◆ poziom potencjału poniżej którego środek zostaje bezpowrotnie zniszczony;

- ◆ odporność na LŚR (lotnicze środki rażenia).

d. Maskowania

- ◆ wielkość współczynnika maskowania w paśmie wzrokowym;

- ◆ wielkość współczynnika maskowania w paśmie podczerwieni;

- ◆ wielkość współczynnika maskowania w paśmie elektronicznym

Jednostka transportowa charakteryzowana jest następującymi parametrami:

a. Identyfikującymi:

- ◆ nazwa (typ);

- ◆ numer obiektu;

- ◆ piktogram przyporządkowany;

- ◆ przynależność.

b. Specyficznymi:

- ◆ rodzaj przewożonego ładunku (MPS, LŚR, środki materiałowe);

- ◆ wagomiar (objętość) przewożonego ładunku.

c. Manewrowymi

- ◆ mobilność;

- ◆ prędkość przemieszczania;

- ◆ czas rozwinięcia;

- ◆ czas zwinięcia.

d. Potencjału bojowego:

- ◆ wielkość chwilowego potencjału bojowego;
- ◆ poziom potencjału niezbędny do pracy bojowej;
- ◆ poziom potencjału poniżej którego środek zostaje bezpowrotnie zniszczony;
- ◆ odporność na LŚR (lotnicze środki rażenia).

e. Maskowania

- ◆ wielkość współczynnika maskowania w paśmie wzrokowym;
- ◆ wielkość współczynnika maskowania w paśmie podczerwieni;
- ◆ wielkość współczynnika maskowania w paśmie elektronicznym

Lotnicze środki rażenia (LŚR) opisane są następującymi parametrami:

- ◆ nazwa (typ);
- ◆ prędkość marszowa (dla rakiet);
- ◆ zasięg i rubież odpalania (dla rakiet);
- ◆ promień rażenia (dla bomb i rakiet);
- ◆ autonomicznego śledzenia celu (dla rakiet)
- ◆ prawdopodobieństwo trafienia w cel (dla rakiet i bomb);
- ◆ moc rażenia (dla rakiet i bomb);
- ◆ przeznaczenie (do celów powietrznych lub naziemnych, wg. rodzaju atakowanego obiektu);
- ◆ pojemność zbiornika (dla pojemników paliwa);
- ◆ rodzaj zakłóceń (w paśmie widzialnym, w podczerwieni, elektroniczne), zasięg zakłóceń, moc zakłóceń;
- ◆ promień rozpoznania w każdym z pasm (dla zasobników rozpoznawczych);
- ◆ czas opóźnienia dostarczenia informacji (dla zasobników rozpoznawczych).

1.2 Odzwierciedlanie decyzji stron

W prowadzonych na symulatorze eksperymentach symulacyjnych decyzje ćwiczących stron są odzwierciedlane w ograniczonym zakresie. Pozwala to 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.

1.3 Odzwierciedlanie stanów i zdarzeń

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:

a. Zdarzenia związane z samolotem (grupą):

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).

b. 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.

c. 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.

d. 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.

e. 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.

f. Zdarzenia związane z naziemnymi środkami rozpoznania:

Naziemny środek rozpoznania może znajdować się w jednym ze stanów:

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

a) Na stanowisku:

◆ Sprawny:

- ✓ w gotowości bojowej, nie posiada zezwolenia pracy bojowej (odtworza utracony potencjał bojowy);
- ✓ w gotowości bojowej i obowiązuje praca bojowa (w pełni gotowa, prowadzi rozpoznanie, odtwarza utracony potencjał bojowy);
- ✓ rozwija się (po wykonanym przemieszczeniu);
- ✓ zwija się (do wykonania przemieszczenia);
- ✓ osiąga gotowość (po zezwoleniu na pracę bojową).

◆ 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.

g. Zdarzenia związane z LŚR (zasobniki paliwa i rozpoznawcze):

LŚR mogą znajdować się:

- ✓ w składach na lotnisku;
- ✓ na zaczepie samolotu (po uzbrojeniu);
- ✓ wykonywać do lot do atakowanego celu w trakcie ataku (dotyczy rakiet P-P i P-Z).

h. 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.

2 Weryfikacja parametrów symulatora

Wszystkie obiekty elementarne występujące w symulatorze mają lub mogą mieć w przyszłości swoje pierwowzory w naturze. Matematyczne odwzorowanie naturalnych obiektów i relacji zachodzących pomiędzy nimi bez zastosowania uproszczeń jest praktycznie niemożliwe. Opracowując model dowolnego obiektu projektant opisuje go za pomocą niezbędnych parametrów tak by właściwości i zachowanie modelu nie odbiegały w sposób istotny od pierwowzoru. Im wierniej komputerowy model symulacyjny odzwierciedla rzeczywiste cechy pierwowzoru tym większych mocy obliczeniowych potrzeba do ich odzwierciedlenia. Zakładając użycie w Symulatorze ogólnie dostępnej komercyjnej platformy PC projektanci opisywali symulowane obiekty niezbędnymi parametrami. Niektóre z nich są syntezą parametrów taktyczno - technicznych charakteryzujących rzeczywisty obiekt. Zastosowane uproszczenia, jak wskazują wyniki badań ankietowych przeprowadzonych podczas ćwiczenia dowódczo – sztabowego „Pierścień 2005”, budzą kontrowersje wśród specjalistów. Każdy z nich chciałby, by Symulator dokładnie z najdrobniejszymi szczegółami odzwierciedlał reprezentowaną przez nich specjalność.

Zespół autorski ćwiczenia założył, że zarówno zespoły ćwiczące jak i podgrywające niećwiczące elementy ugrupowania zespołu ćwiczącego oraz przeciwnika będą występować w określonym ugrupowaniu i będą dysponowały określonymi siłami i środkami. Jednym z zadań zespołu przygotowującego Symulator do ćwiczenia było opracowanie baz danych o obiektach występujących w ćwiczeniu.

Do opisanego w Symulatorze wszystkich istotnych symulowanych w nim obiektów konieczne jest opisanie ich w jednej z sześciu bazach danych.

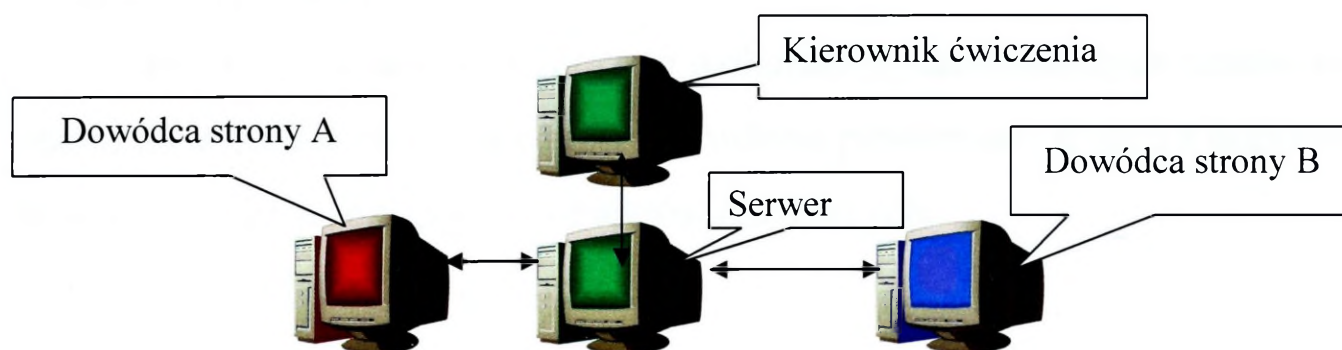
- 1) Baza środków bojowych – w bazie tej opisane są lotnicze środki bojowe, zbiorniki paliwa zabierane przez samoloty, zasobniki zakłóca-

jące i rozpoznawcze, rakiety i amunicja artyleryjska do środków OPL oraz obiekty typu CARGO (stałe i płynne).

- 2) Baza OPL – w bazie tej opisane są środki OPL zarówno raketowe jak i artylerii przeciwlotniczej.
- 3) Baza samolotów – w tej bazie opisane są samoloty, śmigłowce, samoloty transportowe i samoloty tankowania powietrznego. Każdy z opisanych w bazie samolotów ma wprowadzoną listę wariantów uzbrojenia i tylko z pośród nich ćwiczący mogą wybierać wariant potrzebny im do działań.
- 4) Baza RLS – w bazie opisane są parametrami posterunki radiolokacyjne.
- 5) Baza zakłóceń – w tej bazie opisane są posterunki zakłóceń.
- 6) Baza obiektów bronionych – baza ta zawiera opis obiektów będących obiektami osłony sił powietrznych. W bazie tej opisane są stanowiska dowodzenia, elementy ugrupowania wojsk lądowych, mosty itp.

Celem zweryfikowania parametrów opisujących obiekty w bazach danych koniecznym było opracowanie serii scenariuszy - testów, w których mierzono wpływ badanego parametru na zachowanie się symulowanych obiektów, na które badana wielkość ma wpływ.

Symulator podczas wszystkich badań używany był w następującej konfiguracji:



Rysunek 2. Konfiguracja Symulatora podczas testów.

Źródło: opracowanie własne.

Wszystkie testy przy pomocy, których weryfikowano parametry obiektów zapisanych w bazach danych symulatora, odbywały się na symulatorze pracującym w konfiguracji przedstawionej na rysunku 1. Zestaw składa się z czterech komputerów: kierownika ćwiczenia, serwera i dwóch komputerów przeznaczonych dla dowódców stron. Na komputerze kierownika ćwiczenia uruchomiony jest program *gmx2*. Przy pomocy tego programu tworzony jest z obiektów zapisanych w bazach scenariusz – sytuacja wyjściowa ćwiczenia. Serwer odpowiada za wymianę informacji pomiędzy komputerami ćwiczących stron, a komputerem kierownika ćwiczenia. Pracuje na nim program *GMXSerwer*. Na komputerach dowódców stron uruchomiono programy *gmx3dca*. Poszczególne testy przebiegały według następującego schematu:

- Na stanowisku kierownika ćwiczenia przygotowana jest sytuacja wyjściowa i uruchamiana jest gra.
- Ze stanowisk dowódców stron wykonywane są zaplanowane w teście zadania.
- W momencie zaistnienia badanego zdarzenia gra zostaje zatrzymywana, a prowadzący test mierzy badane wartości.

Testy są powtarzane przy zmienianych parametrach aż do chwili uzyskania akceptacji ekspertów.

Do najtrudniejszych, a zarazem najbardziej pracochłonnych testów należało takie zestawienie mocy rażenia środków powietrze – ziemia z odpornością na lotnicze środki bojowe obiektów naziemnych.

Badanie podzielono na dwa etapy:

1. Test Symulatora – w etapie tym sprawdzono zgodność odwzorowania obiektów elementarnych z obiektami rzeczywistymi.
2. Zestawienie parametru „moc rażenia” lotniczych środków bojowych z „odpornością na lotnicze środki bojowe”.

W dalszej części rozdziału przedstawiono opis testów i otrzymane wyniki dla wybranych parametrów. Ze względu na użytą w ćwiczeniu bardzo dużą liczbę środków bojowych i typów sprzętu ograniczono przedstawienie testów dla charakterystycznych wartości.

2.1 Zasięg wykrywania obiektów powietrznych przez stację radiolokacyjną

Warunki przeprowadzenia testu:

Dane RLS – strona B:

- Zasięg wykrywania RLS – 300km;
- Wysokość anteny nad poziomem terenu – 0 m;
- RLS ustawiono w terenie płaskim na poziomie morza.

Parametry wykrywanego obiektu powietrznego – strona A:

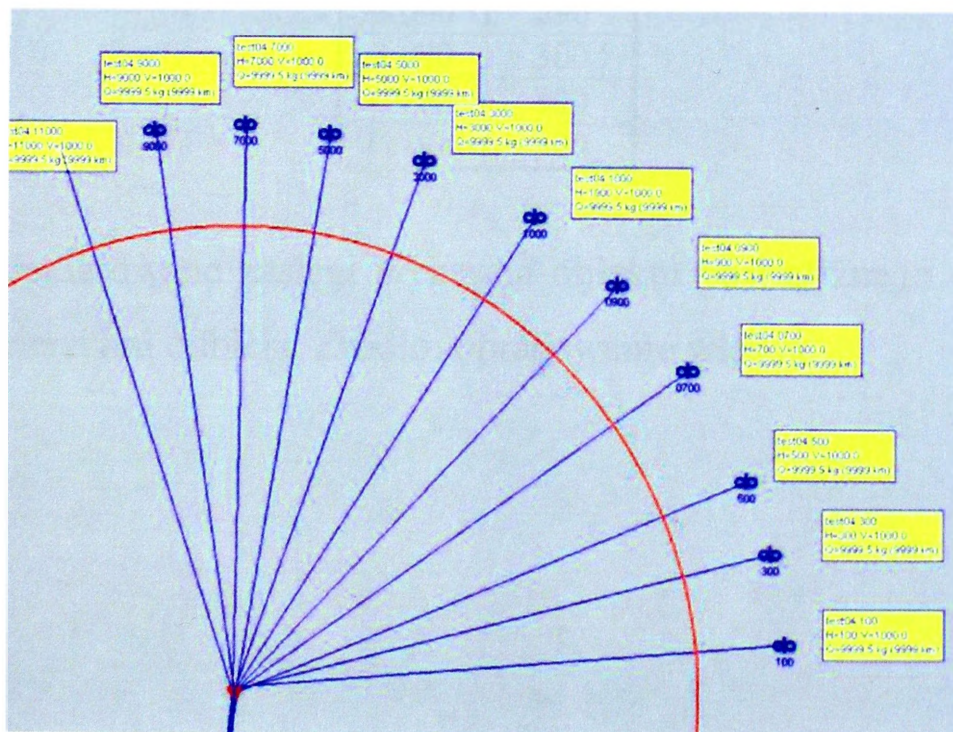
- Samoloty o skutecznej powierzchni odbicia wynoszącej:
 - 0,0 m²
 - 0,2 m²
 - 0,5 m²
 - 0,7 m²
 - 1,0 m²

- Na podwieszeniu samolotu znajduje się zasobnik zakłócający o zasięgu zakłóceń wynoszącym 300km i współczynnikach zakłóceń wynoszących:

- 0,0
- 0,3
- 0,5
- 0,8
- 1,0

Przebieg testu:

Samolot o zadanej skutecznej powierzchni odbicia leci z prędkością 1000 km/h nad powierzchnią morza w kierunku RLS na zadanej wysokości, zasobnik emituje zakłócenia o wybranej wartości współczynnika zakłóceń. Praca Symulatora zostaje zatrzymana w momencie wykrycia samolotu przez stację radiolokacyjną.

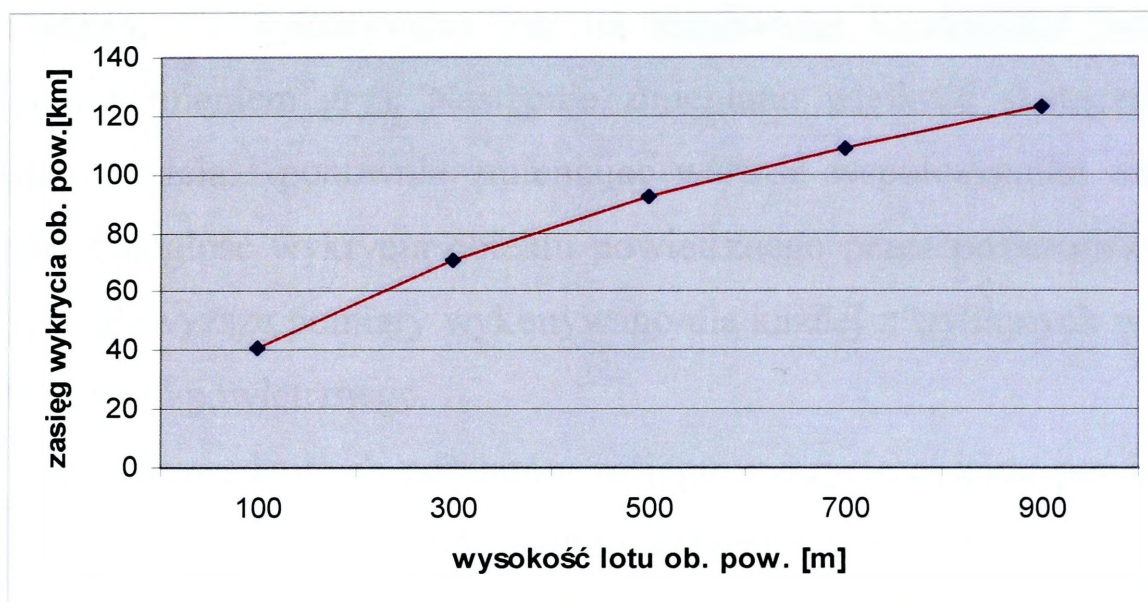


Rysunek 3. Wykrywanie obiektów powietrznych przez posterunek radiolokacyjny. Źródło: opracowanie własne.

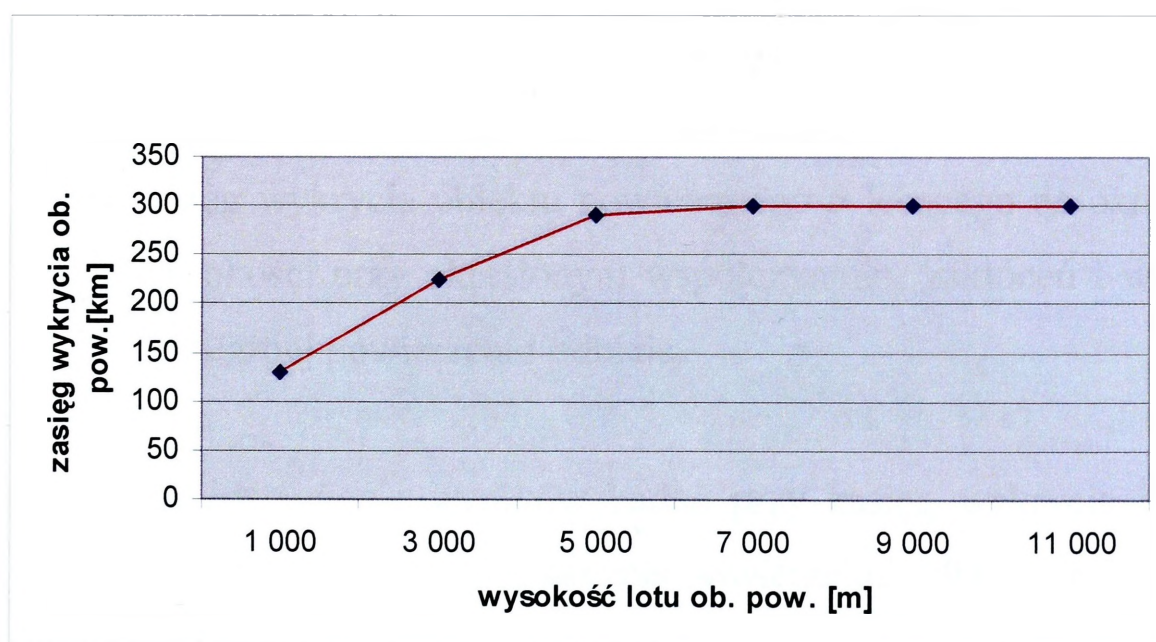
W trakcie testu badano wpływ współczynnika zakłóceń i wielkości skutecznej powierzchni odbicia na odległość wykrycia obiektu powietrznego przez stację radiolokacyjną. Oprogramowanie symulatora pozwala na wyświetlenie zasięgu wykrycia obiektu powietrznego o 1 m^2 skutecznej powierzchni odbicia dla wybranej wysokości lotu obiektu powietrznego. Zatem w pierwszej kolejności zmierzono wyświetlane zasięgi wykrywania obiektów powietrznych o 1 m^2 skutecznej powierzchni odbicia na wybranych wysokościach lotu obiektu powietrznego. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 1. oraz graficznie na wykresie 1. i 2.

H[m]	D[km]
100	41
300	71
500	92
700	108
900	123
1 000	130
3 000	225
5 000	290
7 000	300
9 000	300
11 000	300

Tabela 1. Deklarowane zasięgi wykrycia obiektu powietrznego o 1 m^2 skutecznej powierzchni odbicia. Źródło: opracowanie własne.



Wykres 1. RLS - deklarowany zasięg wykrycia obiektu powietrznego lecącego na wysokości 100 – 900 m. Źródło: opracowanie własne.



Wykres 2. RLS - deklarowany zasięg wykrycia obiektu powietrznego lecącego na wysokości 1 000 – 11 000 m. Źródło: opracowanie własne.

W drugiej części badań określono zasięg wykrywania obiektu powietrznego z założeniem stałej skutecznej powierzchni odbicia (zmiana typu samolotu na z określoną wartością skutecznej powierzchni odbicia wykonywana jest na stanowisku kierownika ćwiczenia przed uruchomieniem gry) i zmienianym w każdym doświadczeniu współczynnikiem zakłóceń (zmiana wa-

riantu uzbrojenia wykonywana jest na stanowisku kierownika ćwiczenia przed uruchomieniem gry). Następnie zmieniano wielkość skutecznej powierzchni odbicia i ponownie zmieniając wartość współczynnika zakłóceń mierzono odległość wykrycia obiektu powietrznego przez posterunek radiolokacyjny. Powyższe pomiary wykonywano dla każdej z wybranych wysokości lotu obiektu powietrznego.

Z przeprowadzonych pomiarów zasięgu wykrycia obiektu powietrznego uzyskano wyniki, które przedstawiono w trzech wariantach:

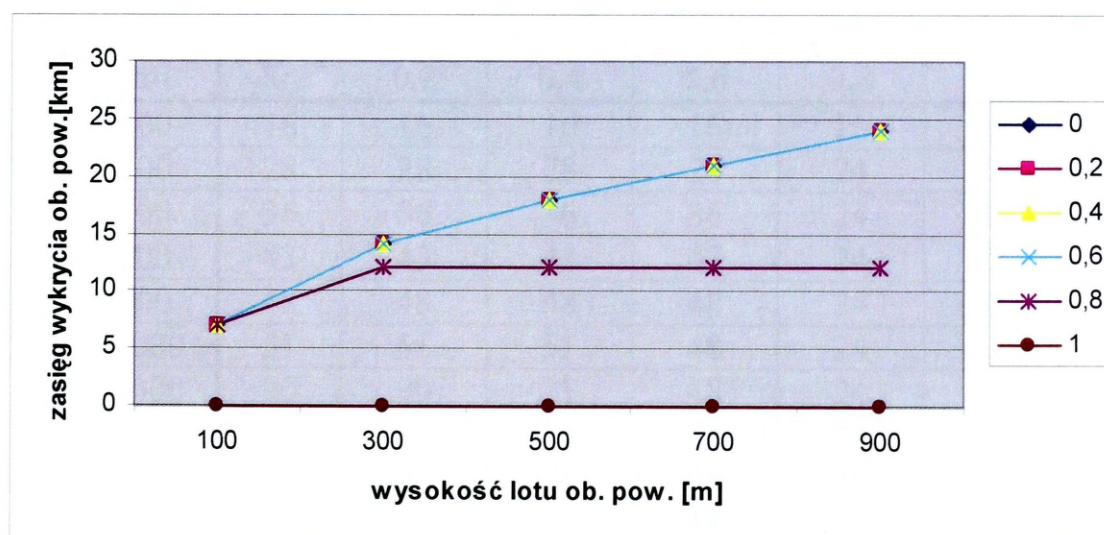
- a) zasięg wykrycia obiektu powietrznego o określonej skutecznej powierzchni odbicia przy zadanej wysokości lotu obiektu powietrznego i współczynniku zakłóceń
- b) zasięg wykrycia obiektu powietrznego o określonym współczynniku zakłóceń przy zadanej wysokości lotu obiektu powietrznego i wartości skutecznej powierzchni odbicia;
- c) zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na określonej wysokości przy określonym współczynniku zakłóceń i wartości skutecznej powierzchni odbicia.

Ad a) przedstawienie wyników badań przy zasięg wykrycia obiektu powietrznego o określonej skutecznej powierzchni odbicia przy zadanej wysokości lotu obiektu powietrznego i współczynniku zakłóceń:

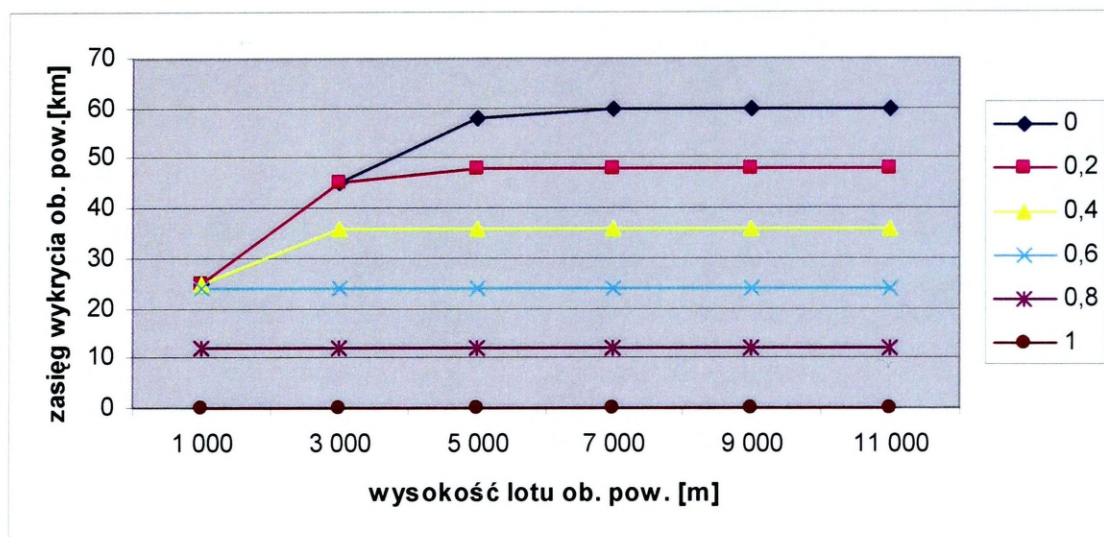
Obiekt powietrzny o zerowej skutecznej powierzchni odbicia nie był wykrywany.

H [m]	Współczynnik zakłóceń					
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
100	7	7	7	7	7	0
300	14	14	14	14	12	0
500	18	18	18	18	12	0
700	21	21	21	21	12	0
900	24	24	24	24	12	0
1 000	25	25	25	24	12	0
3 000	45	45	36	24	12	0
5 000	58	48	36	24	12	0
7 000	60	48	36	24	12	0
9 000	60	48	36	24	12	0
11 000	60	48	36	24	12	0

Tabela 2. RLS – zasięg wykrycia obiektu powietrznego o $0,2 \text{ m}^2$ skutecznej powierzchni odbicia stosujący zakłócenia. Źródło: opracowanie własne.



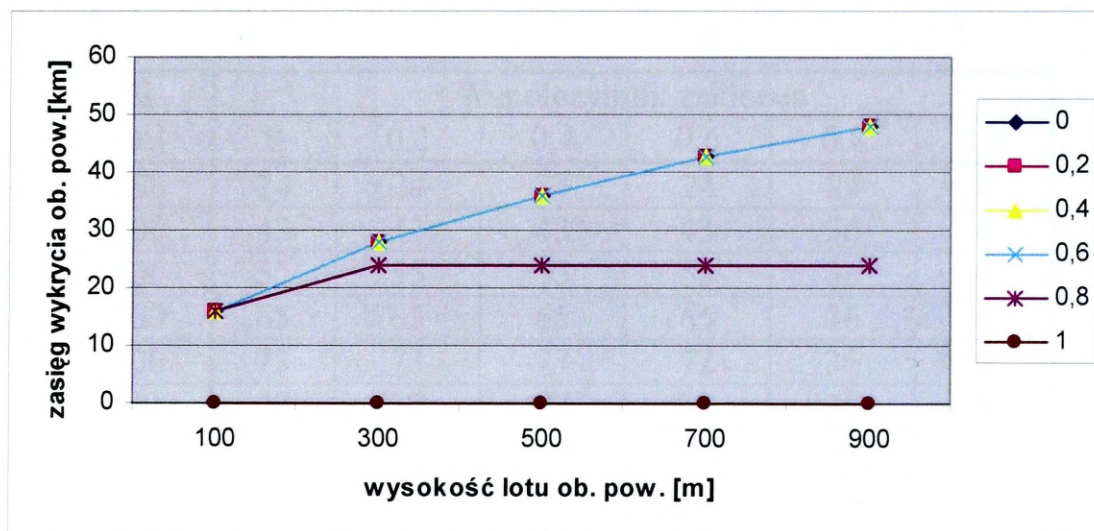
Wykres 3. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o $0,2 \text{ m}^2$ skutecznej powierzchni odbicia lecącego na wysokości 100 – 900 m. Źródło: opracowanie własne.



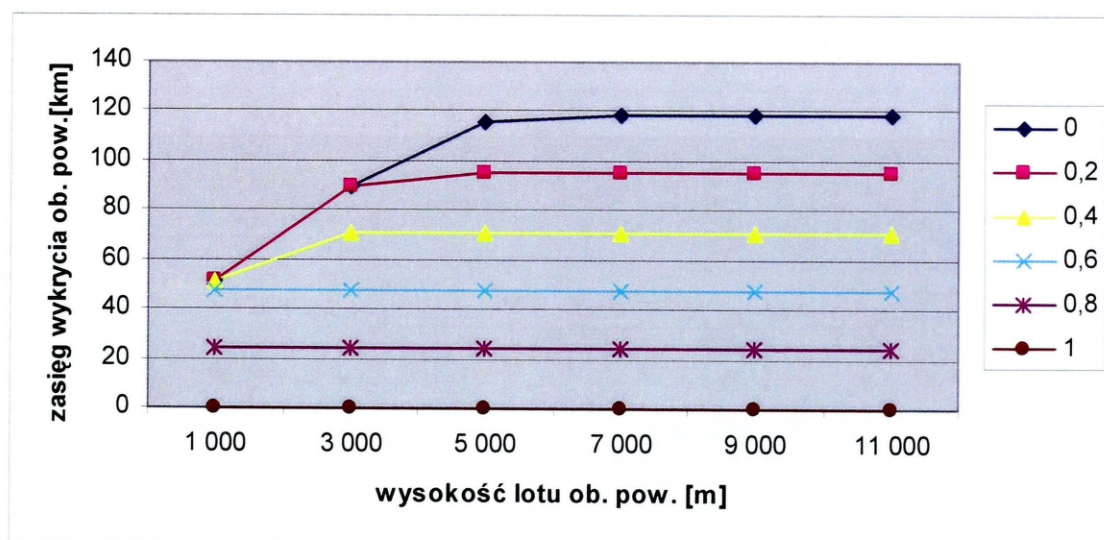
Wykres 4. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o $0,2 \text{ m}^2$ skutecznej powierzchni odbicia lecącego na wysokości 1 000 – 11 000 m. Źródło: opracowanie własne.

H [m]	Współczynnik zakłóceń					
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
100	16	16	16	16	16	0
300	28	28	28	28	24	0
500	36	36	36	36	24	0
700	43	43	43	43	24	0
900	48	48	48	48	24	0
1 000	51	51	51	48	24	0
3 000	90	90	71	48	24	0
5 000	116	95	71	48	24	0
7 000	119	95	71	48	24	0
9 000	119	95	71	48	24	0
11 000	119	95	71	48	24	0

Tabela 3. RLS – zasięg wykrycia obiektu powietrznego o $0,4 \text{ m}^2$ skutecznej powierzchni odbicia stosujący zakłócenia. Źródło: opracowanie własne.



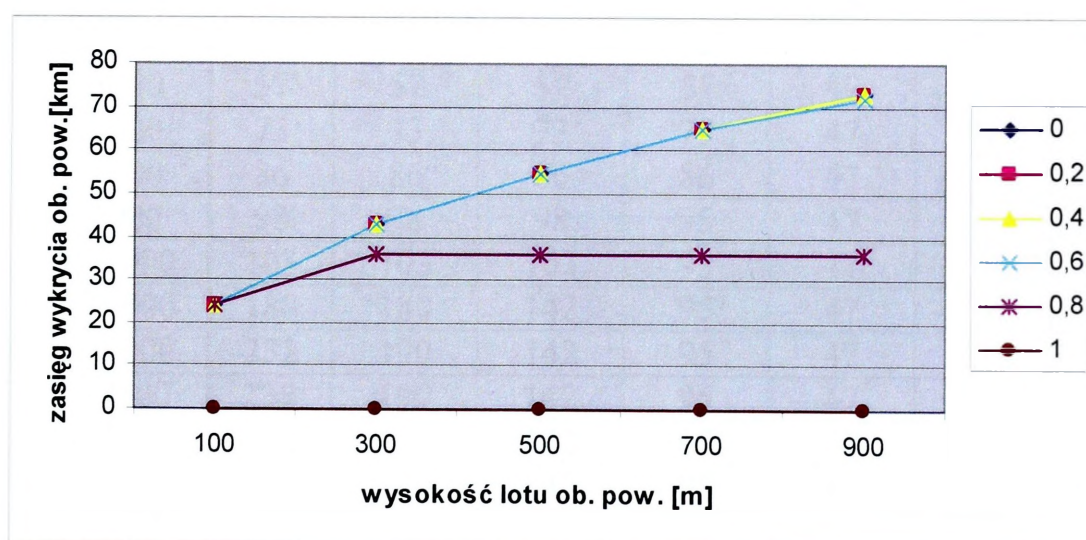
Wykres 5. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o $0,4 \text{ m}^2$ skutecznej powierzchni odbicia lecącego na wysokości 100 – 900 m. Źródło: opracowanie własne.



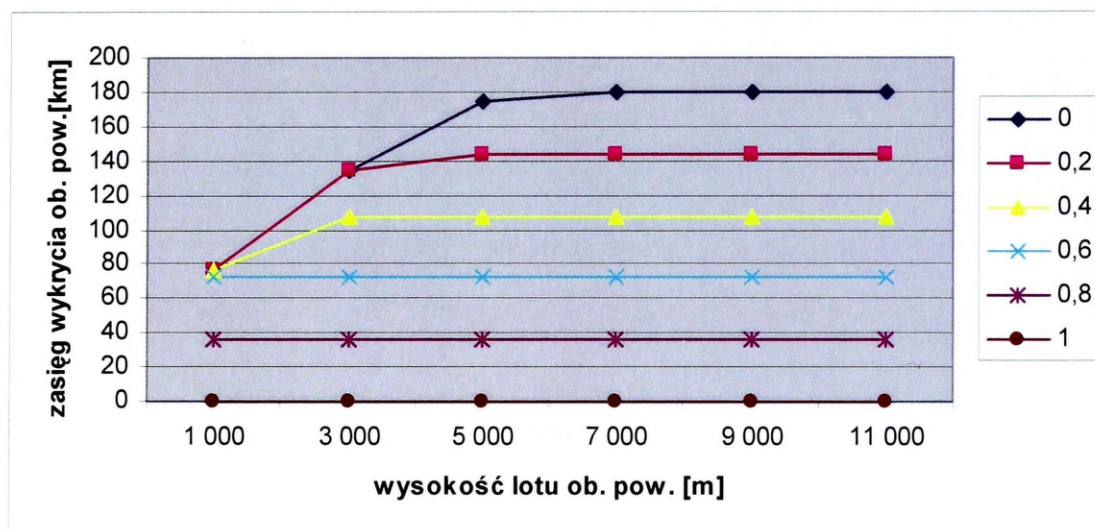
Wykres 6. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o $0,4 \text{ m}^2$ skutecznej powierzchni odbicia lecącego na wysokości 1 000 – 11 000 m. Źródło: opracowanie własne.

H [m]	Współczynnik zakłóceń					
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
100	24	24	24	24	24	0
300	43	43	43	43	36	0
500	55	55	55	55	36	0
700	65	65	65	65	36	0
900	73	73	73	72	36	0
1 000	77	77	77	72	36	0
3 000	134	134	108	72	36	0
5 000	174	144	108	72	36	0
7 000	180	144	108	72	36	0
9 000	180	144	108	72	36	0
11 000	180	144	108	72	36	0

Tabela 4. RLS – zasięg wykrycia obiektu powietrznego o $0,6 \text{ m}^2$ skutecznej powierzchni odbicia stosujący zakłócenia. Źródło: opracowanie własne.



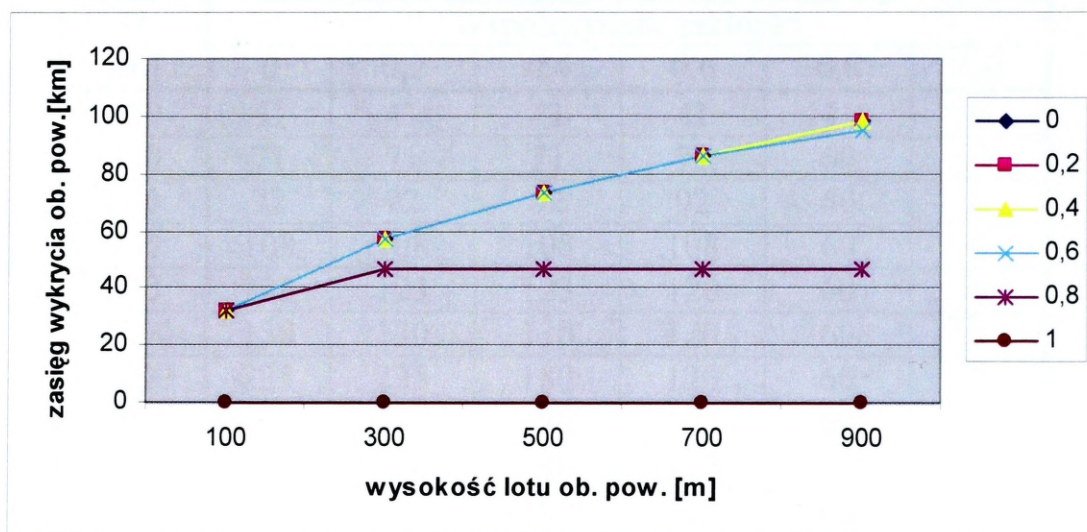
Wykres 7. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o $0,6 \text{ m}^2$ skutecznej powierzchni odbicia lecącego na wysokości 100 – 900 m. Źródło: opracowanie własne.



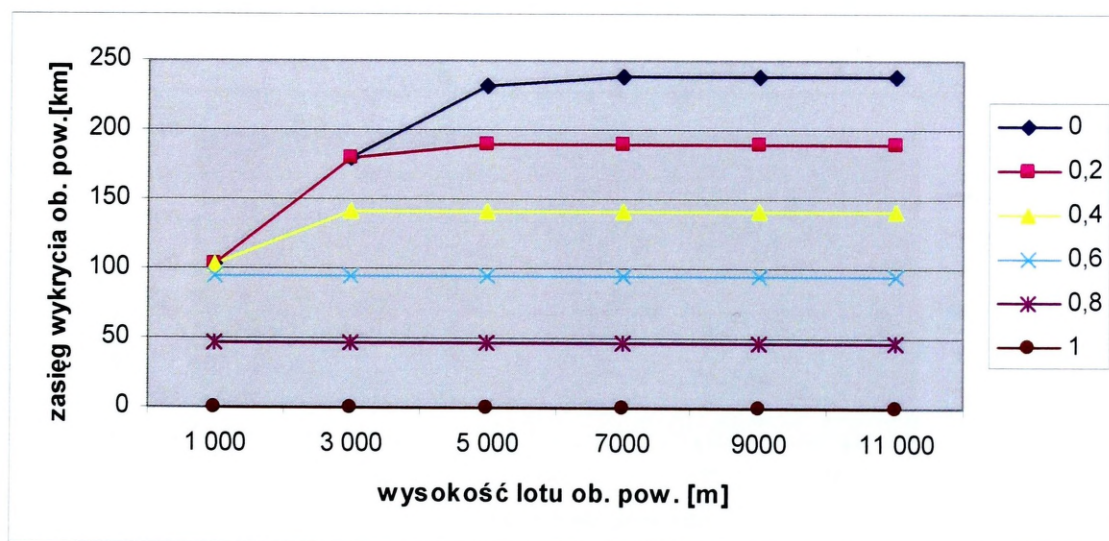
Wykres 8. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o 0,6 m² skutecznej powierzchni odbicia lecącego na wysokości 1 000 – 11 000 m. Źródło: opracowanie własne.

H [m]	Współczynnik zakłóceń					
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
100	32	32	32	32	32	0
300	57	57	57	57	47	0
500	73	73	73	73	47	0
700	86	86	86	86	47	0
900	98	98	98	95	47	0
1 000	103	103	103	95	47	0
3 000	180	180	142	95	47	0
5 000	232	190	142	95	47	0
7000	238	190	142	95	47	0
9000	238	190	142	95	47	0
11 000	238	190	142	95	47	0

Tabela 5. RLS – zasięg wykrycia obiektu powietrznego o 0,8 m² skutecznej powierzchni odbicia stosujący zakłócenia. Źródło: opracowanie własne.



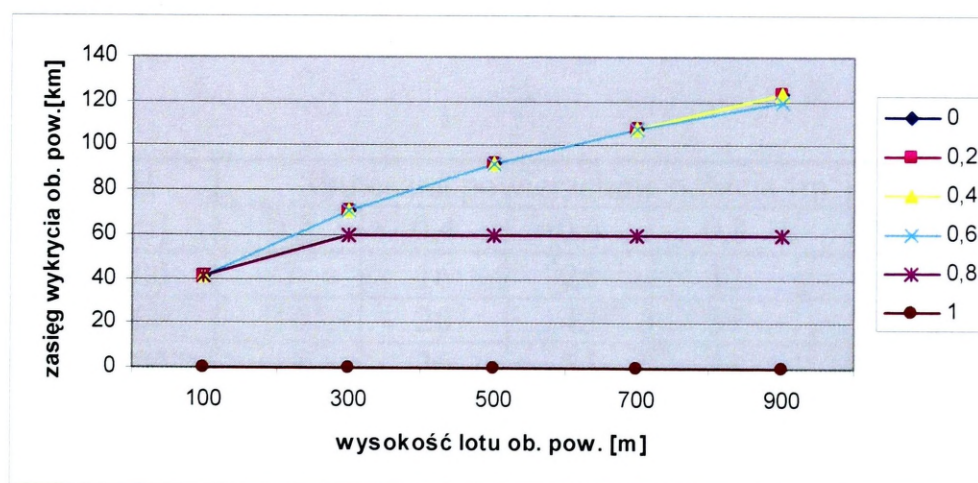
Wykres 9. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o $0,8 \text{ m}^2$ skutecznej powierzchni odbicia lecącego na wysokości 100 – 900 m. Źródło: opracowanie własne.



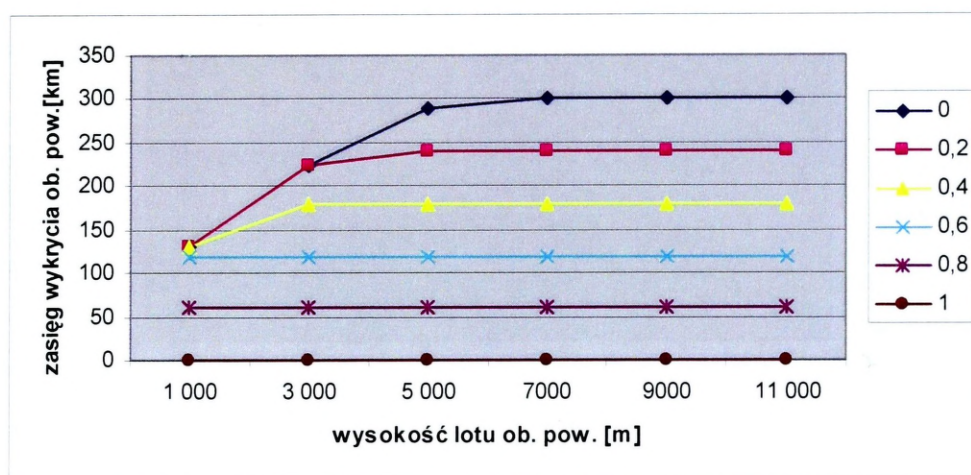
Wykres 10. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o $0,8 \text{ m}^2$ skutecznej powierzchni odbicia lecącego na wysokości 1 000 – 11 000 m. Źródło: opracowanie własne.

H [m]	Współczynnik zakłóceń					
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
100	41	41	41	41	41	0
300	71	71	71	71	60	0
500	92	92	92	92	60	0
700	108	108	108	108	60	0
900	123	123	123	120	60	0
1 000	130	130	130	120	60	0
3 000	225	225	180	120	60	0
5 000	290	240	180	120	60	0
7000	300	240	180	120	60	0
9000	300	240	180	120	60	0
11 000	300	240	180	120	60	0

Tabela 6. RLS – zasięg wykrycia obiektu powietrznego o 1,0 m² skutecznej powierzchni odbicia stosujący zakłócenia. Źródło: opracowanie własne.



Wykres 11. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o 1,0 m² skutecznej powierzchni odbicia lecącego na wysokości 100 – 900 m. Źródło: opracowanie własne.

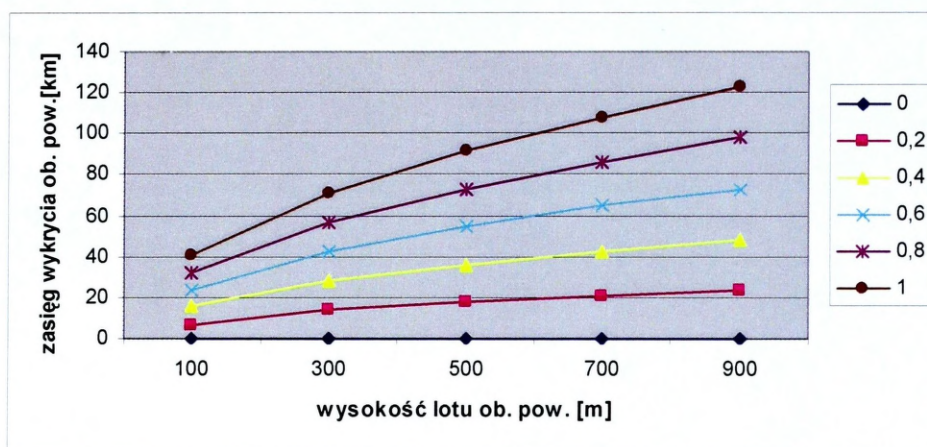


Wykres 12. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o $1,0 \text{ m}^2$ skutecznej powierzchni odbicia lecącego na wysokości 1 000 – 11 000 m. Źródło: opracowanie własne.

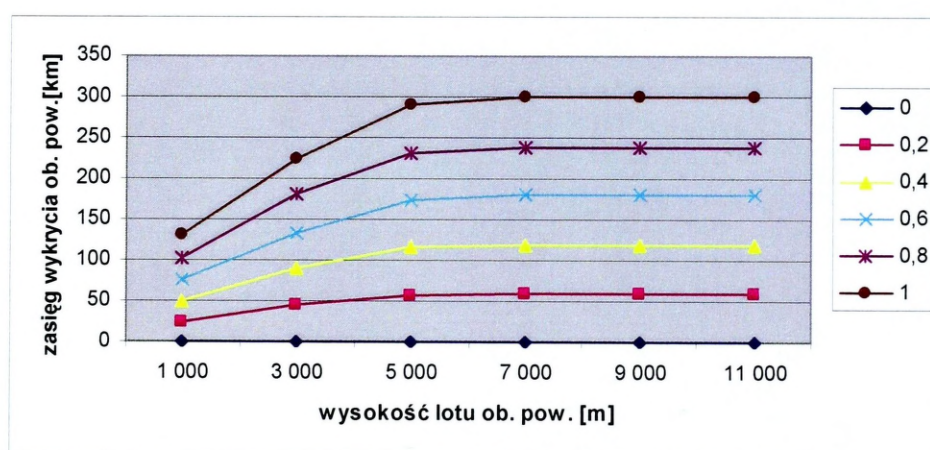
Ad b) zasięg wykrycia obiektu powietrznego o zadanym stałym współczynniku zakłóceń i zmieniającej się skutecznej powierzchni odbicia lecącego na wybranej wysokości lotu:

H [m]	Skuteczna powierzchnia odbicia [m^2]				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
100	7	16	24	32	41
300	14	28	43	57	71
500	18	36	55	73	92
700	21	43	65	86	108
900	24	48	73	98	123
1 000	25	51	77	103	130
3 000	45	90	134	180	225
5 000	58	116	174	232	290
7 000	60	119	180	238	300
9 000	60	119	180	238	300
11 000	60	119	180	238	300

Tabela 7. RLS – zasięg wykrycia obiektu powietrznego niestosującego zakłóceń w zależności od jego wielkości skutecznej powierzchni odbicia. Źródło: opracowanie własne.



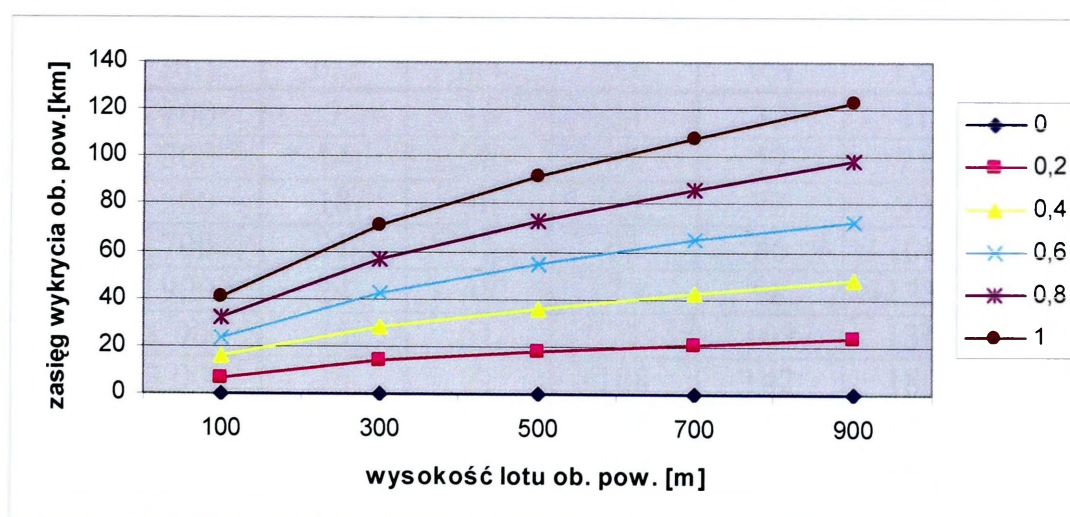
Wykres 13. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego niestosującego zakłóceń w zależności od jego wielkości skutecznej powierzchni odbicia lecącego na wysokości 100 – 900 m. Źródło: opracowanie własne.



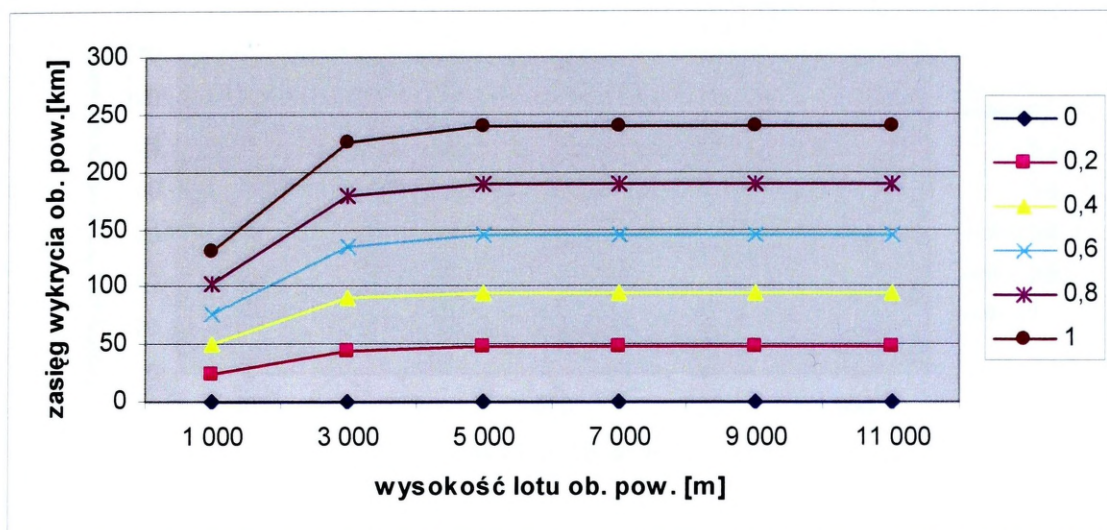
Wykres 14. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego niestosującego zakłóceń w zależności od jego wielkości skutecznej powierzchni odbicia lecącego na wysokości 1 000 – 11 000 m. Źródło: opracowanie własne.

H [m]	Skuteczna powierzchnia odbicia [m ²]				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
100	7	16	24	32	41
300	14	28	43	57	71
500	18	36	55	73	92
700	21	43	65	86	108
900	24	48	73	98	123
1 000	25	51	77	103	130
3 000	45	90	134	180	225
5 000	48	95	144	190	240
7000	48	95	144	190	240
9000	48	95	144	190	240
11 000	48	95	144	190	240

Tabela 8. RLS – zasięg wykrycia obiektu powietrznego stosującego zakłócenia o współczynniku zakłóceń wynoszącym 0,2 w zależności od jego wielkości skutecznej powierzchni odbicia. Źródło: opracowanie własne.



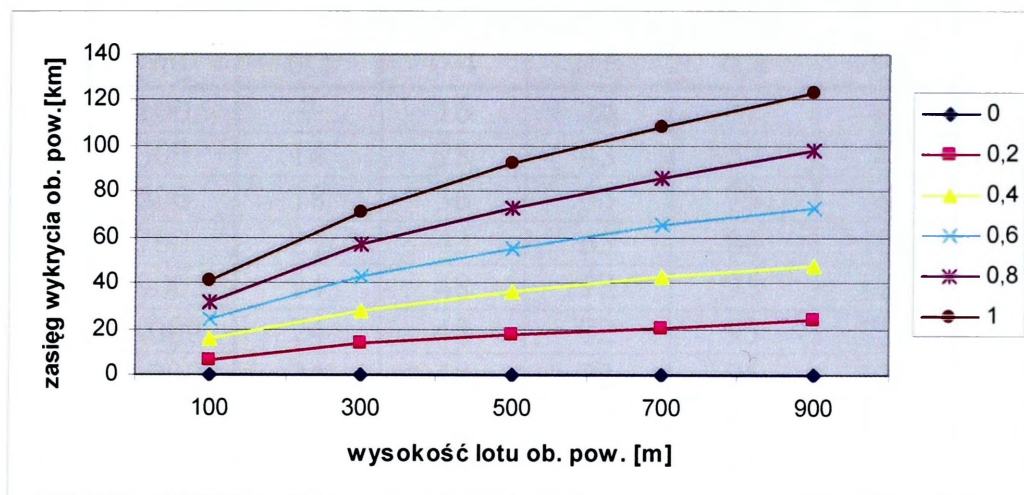
Wykres 15. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego stosującego zakłócenia o współczynniku zakłóceń wynoszącym 0,2 w zależności od jego wielkości skutecznej powierzchni odbicia lecącego na wysokości 100 – 900 m. Źródło: opracowanie własne.



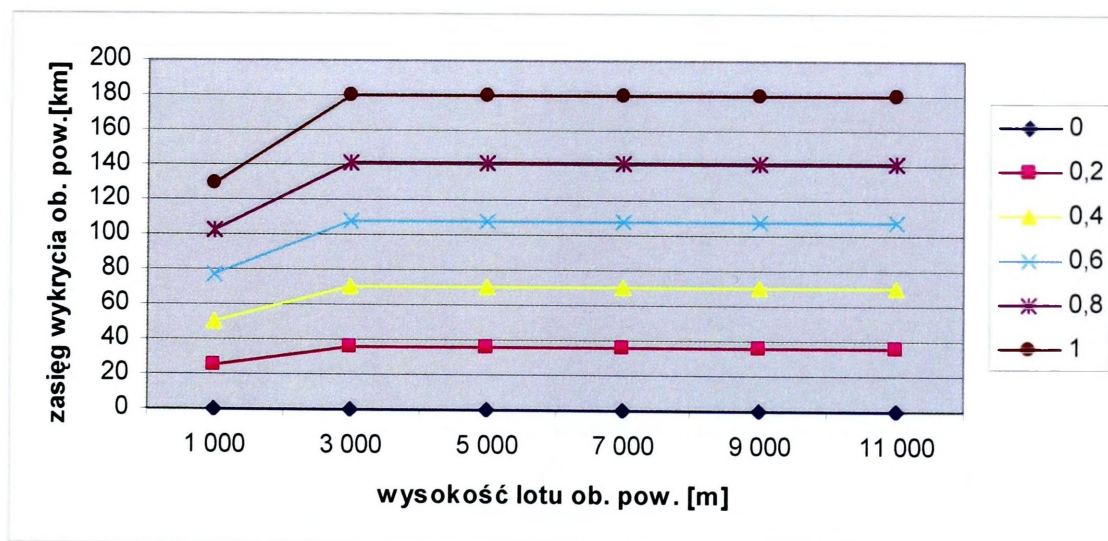
Wykres 16. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego stosującego zakłócenia o współczynniku zakłóceń wynoszącym 0,2 w zależności od jego wielkości skutecznej powierzchni odbicia lecącego na wysokości 1 000 – 11 000 m. Źródło: opracowanie własne.

H [m]	Skuteczna powierzchnia odbicia [m ²]				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
100	7	16	24	32	41
300	14	28	43	57	71
500	18	36	55	73	92
700	21	43	65	86	108
900	24	48	73	98	123
1 000	25	51	77	103	130
3 000	36	71	108	142	180
5 000	36	71	108	142	180
7000	36	71	108	142	180
9000	36	71	108	142	180
11 000	36	71	108	142	180

Tabela 9. RLS – zasięg wykrycia obiektu powietrznego stosującego zakłócenia o współczynniku zakłóceń wynoszącym 0,4 w zależności od jego wielkości skutecznej powierzchni odbicia. Źródło: opracowanie własne.



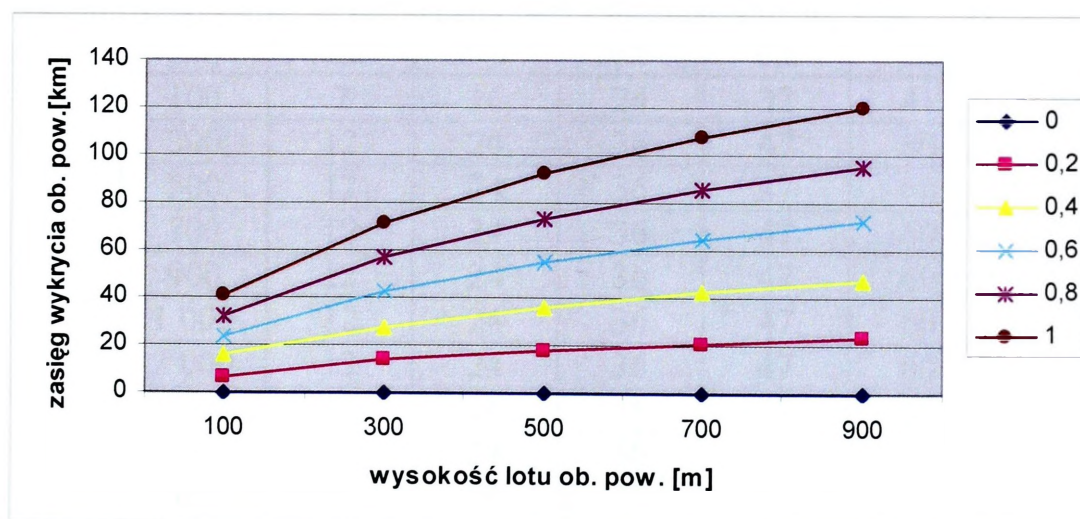
Wykres 17. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego stosującego zakłócenia o współczynniku zakłóceń wynoszącym 0,4 w zależności od jego wielkości skutecznej powierzchni odbicia lecącego na wysokości 100 – 900 m. Źródło: opracowanie własne.



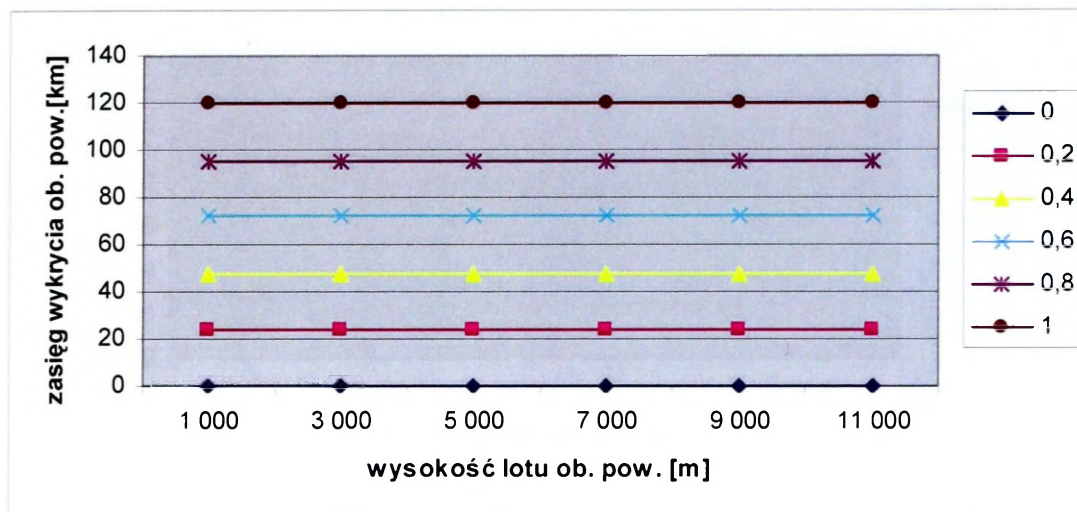
Wykres 18. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego stosującego zakłócenia o współczynniku zakłóceń wynoszącym 0,4 w zależności od jego wielkości skutecznej powierzchni odbicia lecącego na wysokości 1 000 – 11 000 m. Źródło: opracowanie własne.

H [m]	Skuteczna powierzchnia odbicia [m ²]				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
100	7	16	24	32	41
300	14	28	43	57	71
500	18	36	55	73	92
700	21	43	65	86	108
900	24	48	72	95	120
1 000	24	48	72	95	120
3 000	24	48	72	95	120
5 000	24	48	72	95	120
7000	24	48	72	95	120
9000	24	48	72	95	120
11 000	24	48	72	95	120

Tabela 10. RLS – zasięg wykrycia obiektu powietrznego stosującego zakłócenia o współczynniku zakłóceń wynoszącym 0,6 w zależności od jego wielkości skutecznej powierzchni odbicia. Źródło: opracowanie własne.



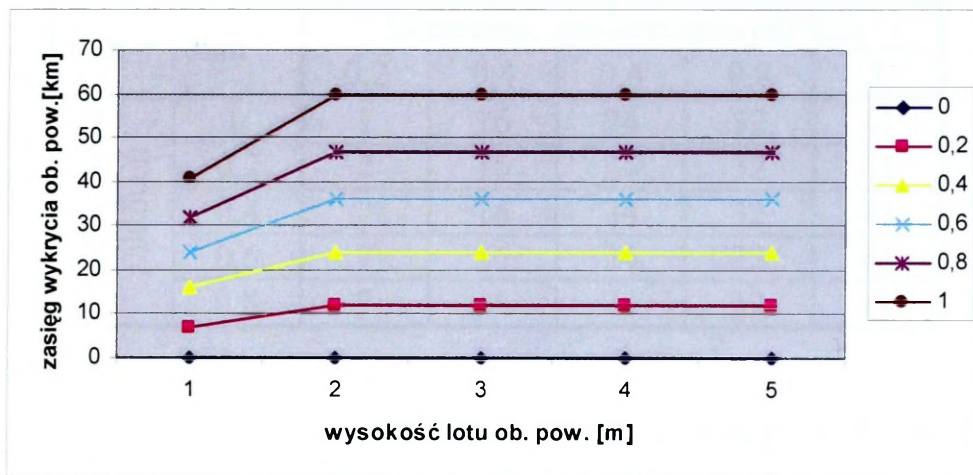
Wykres 19. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego stosującego zakłócenia o współczynniku zakłóceń wynoszącym 0,6 w zależności od jego wielkości skutecznej powierzchni odbicia lecącego na wysokości 100 – 900 m. Źródło: opracowanie własne.



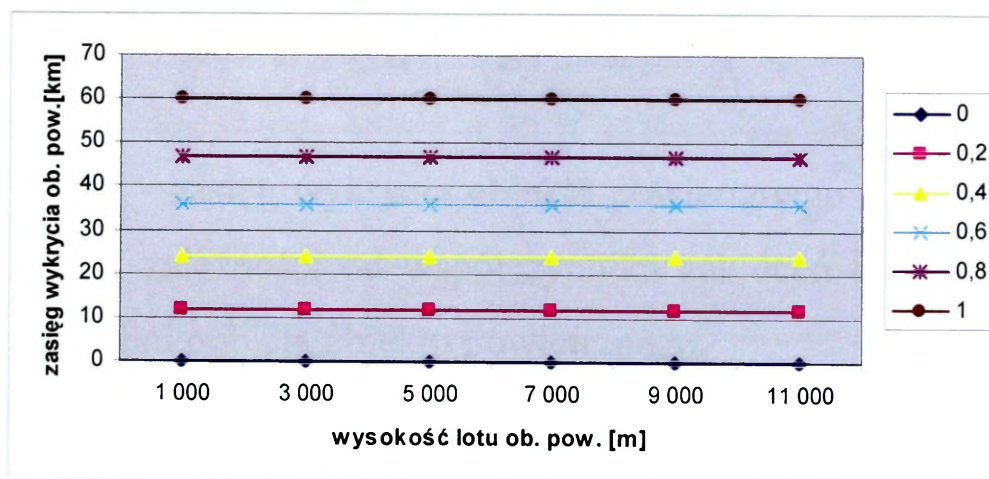
Wykres 20. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego stosującego zakłócenia o współczynniku zakłóceń wynoszącym 0,6 w zależności od jego wielkości skutecznej powierzchni odbicia lecącego na wysokości 1 000 – 11 000 m. Źródło: opracowanie własne.

H [m]	Skuteczna powierzchnia odbicia [m ²]				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
100	7	16	24	32	41
300	12	24	36	47	60
500	12	24	36	47	60
700	12	24	36	47	60
900	12	24	36	47	60
1 000	12	24	36	47	60
3 000	12	24	36	47	60
5 000	12	24	36	47	60
7000	12	24	36	47	60
9000	12	24	36	47	60
11 000	12	24	36	47	60

Tabela 11. RLS – zasięg wykrycia obiektu powietrznego stosującego zakłócenia o współczynniku zakłóceń wynoszącym 0,8 w zależności od jego wielkości skutecznej powierzchni odbicia. Źródło: opracowanie własne.



Wykres 21. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego stosującego zakłócenia o współczynniku zakłóceń wynoszącym 0,8 w zależności od jego wielkości skutecznej powierzchni odbicia lecącego na wysokości 100 – 900 m. Źródło: opracowanie własne.



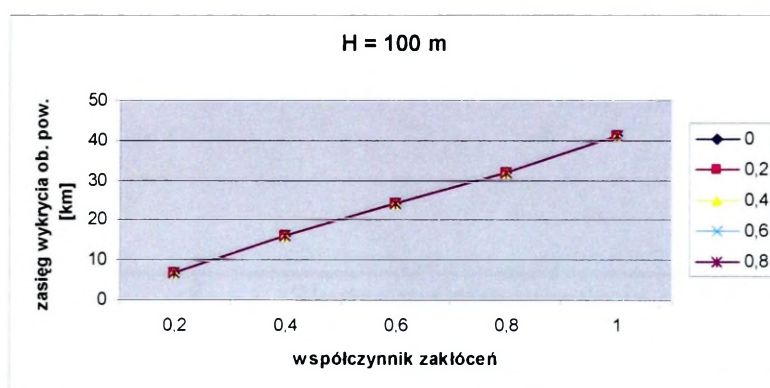
Wykres 22. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego stosującego zakłócenia o współczynniku zakłóceń wynoszącym 0,8 w zależności od jego wielkości skutecznej powierzchni odbicia lecącego na wysokości 1 000 – 11 000 m. Źródło: opracowanie własne.

Obiekt powietrzny przenoszący zasobnik zakłócający o współczynniku zakłóceń równym 1 nie był wykrywany.

Ad c) zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na określonej wysokości przy określonym współczynniku zakłóceń i wartości skutecznej powierzchni odbicia.

h = 100m		Skuteczna powierzchnia odbicia				
		0,2	0,4	0,6	0,8	1
Współczynnik zakłóceń	0	7	16	24	32	41
	0,2	7	16	24	32	41
	0,4	7	16	24	32	41
	0,6	7	16	24	32	41
	0,8	7	16	24	32	41

Tabela 12. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 100m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego. Źródło: opracowanie własne.



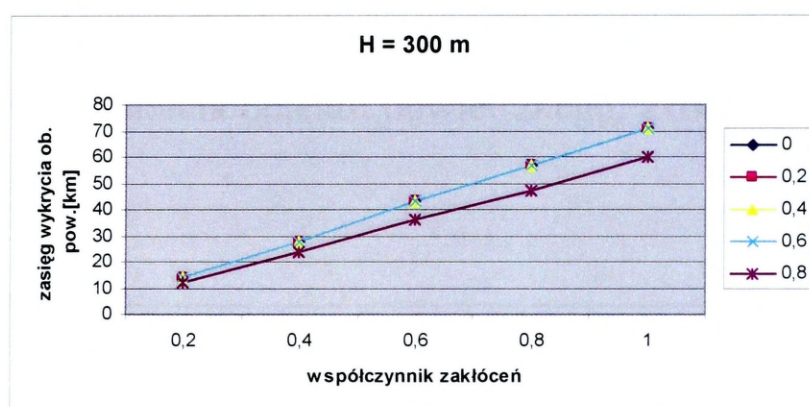
Wykres 23. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 100m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego.

Źródło: opracowanie własne.

h = 300m		Skuteczna powierzchnia odbicia				
		0,2	0,4	0,6	0,8	1
Współczynnik zakłóceń	0	14	28	43	57	71
	0,2	14	28	43	57	71
	0,4	14	28	43	57	71
	0,6	14	28	43	57	71
	0,8	12	24	36	47	60

Tabela 13. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 300m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego.

Źródło: opracowanie własne.

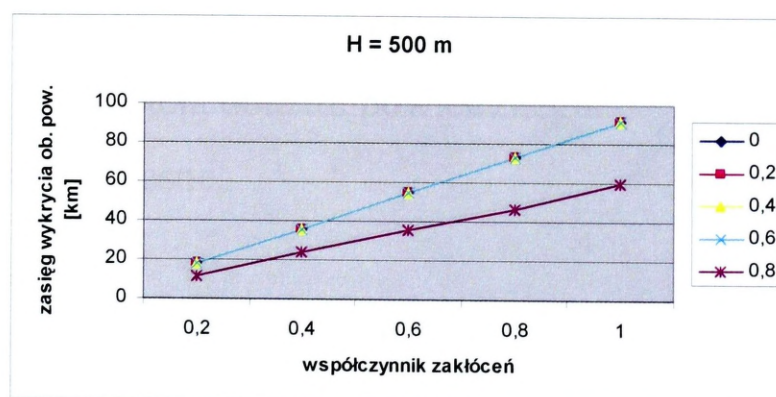


Wykres 24. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 300m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego. Źródło: opracowanie własne.

h = 500m		Skuteczna powierzchnia odbicia				
		0,2	0,4	0,6	0,8	1
Współczynnik zakłóceń	0	18	36	55	73	92
	0,2	18	36	55	73	92
	0,4	18	36	55	73	92
	0,6	18	36	55	73	92
	0,8	12	24	36	47	60

Tabela 14. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 500m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego.

Źródło: opracowanie własne.

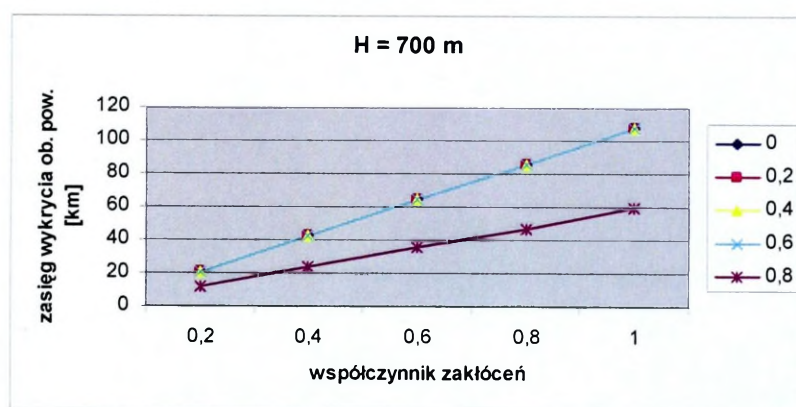


Wykres 25. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 500m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego. Źródło: opracowanie własne.

h = 700m		Skuteczna powierzchnia odbicia				
		0,2	0,4	0,6	0,8	1
Współczynnik zakłóceń	0	21	43	65	86	108
	0,2	21	43	65	86	108
	0,4	21	43	65	86	108
	0,6	21	43	65	86	108
	0,8	12	24	36	47	60

Tabela 15. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 700m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego.

Źródło: opracowanie własne.



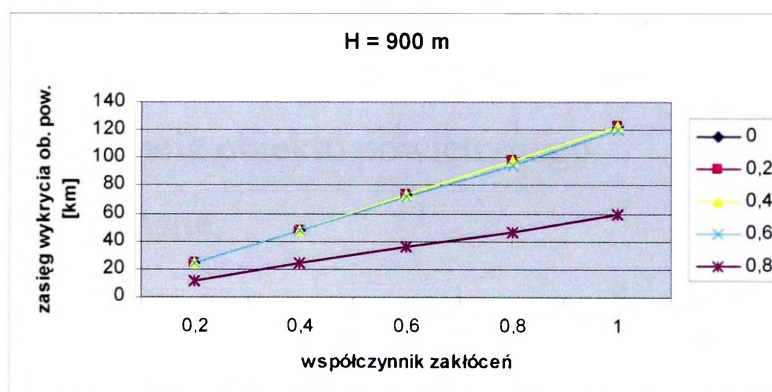
Wykres 26. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 700m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego.

Źródło: opracowanie własne.

h = 900m		Skuteczna powierzchnia odbicia				
		0,2	0,4	0,6	0,8	1
Współczynnik zakłóceń	0	24	48	73	98	123
	0,2	24	48	73	98	123
	0,4	24	48	73	98	123
	0,6	24	48	72	95	120
	0,8	12	24	36	47	60

Tabela 16. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 900m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego.

Źródło: opracowanie własne.

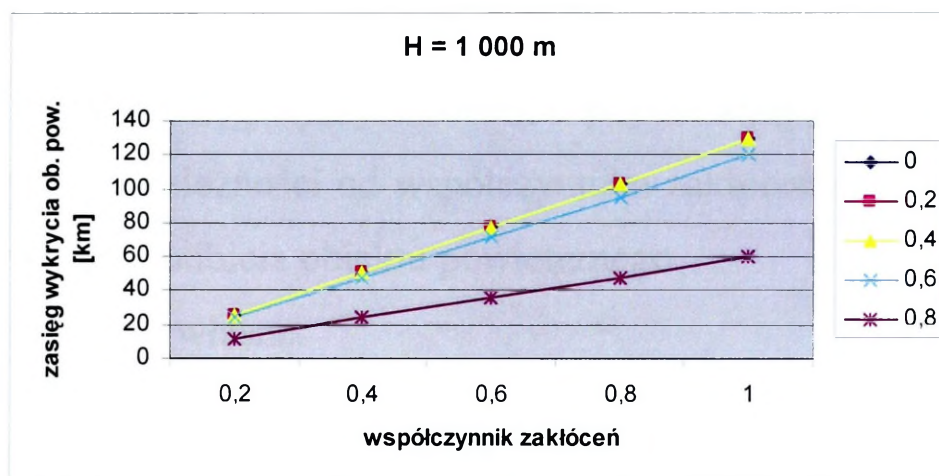


Wykres 27. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 900m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego.

Źródło: opracowanie własne.

h = 1 000m		Skuteczna powierzchnia odbicia				
		0,2	0,4	0,6	0,8	1
Współczynnik zakłóceń	0	25	51	77	103	130
	0,2	25	51	77	103	130
	0,4	25	51	77	103	130
	0,6	24	48	72	95	120
	0,8	12	24	36	47	60

Tabela 17. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 1 000m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego. Źródło: opracowanie własne.



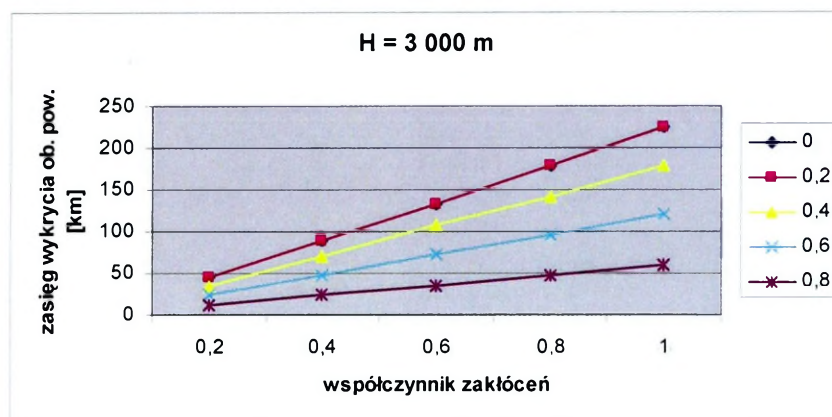
Wykres 28. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 1 000m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego.

Źródło: opracowanie własne.

h = 3 000m		Skuteczna powierzchnia odbicia				
		0,2	0,4	0,6	0,8	1
Współczynnik zakłóceń	0	45	90	134	180	225
	0,2	45	90	134	180	225
	0,4	36	71	108	142	180
	0,6	24	48	72	95	120
	0,8	12	24	36	47	60

Tabela 18. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 3 000m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego.

Źródło: opracowanie własne.



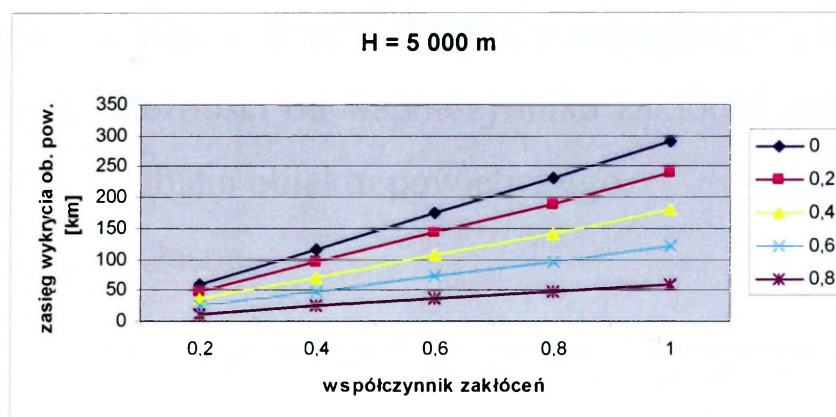
Wykres 29. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 3 000m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego.

Źródło: opracowanie własne.

h = 5 000m		Skuteczna powierzchnia odbicia				
		0,2	0,4	0,6	0,8	1
Współczynnik zakłóceń	0	58	116	174	232	290
	0,2	48	95	144	190	240
	0,4	36	71	108	142	180
	0,6	24	48	72	95	120
	0,8	12	24	36	47	60

Tabela 19. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 5 000m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego.

Źródło: opracowanie własne.



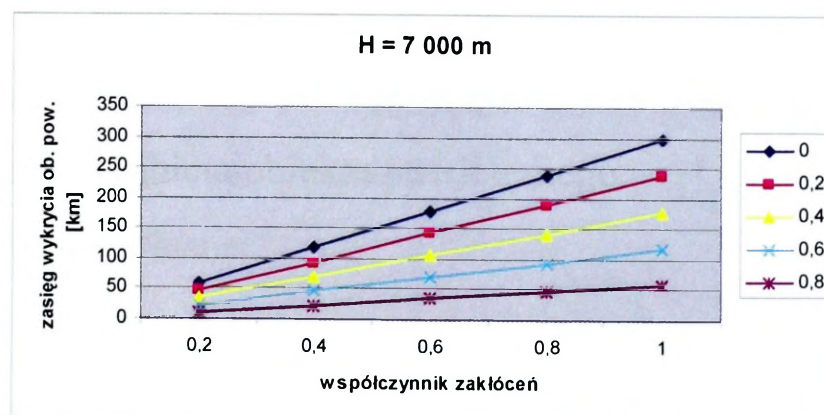
Wykres 30. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 5 000m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego.

Źródło: opracowanie własne.

h = 7 000m		Skuteczna powierzchnia odbicia				
		0,2	0,4	0,6	0,8	1
Współczynnik zakłóceń	0	60	119	180	238	300
	0,2	48	95	144	190	240
	0,4	36	71	108	142	180
	0,6	24	48	72	95	120
	0,8	12	24	36	47	60

Tabela 20. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 7 000m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego.

Źródło: opracowanie własne.



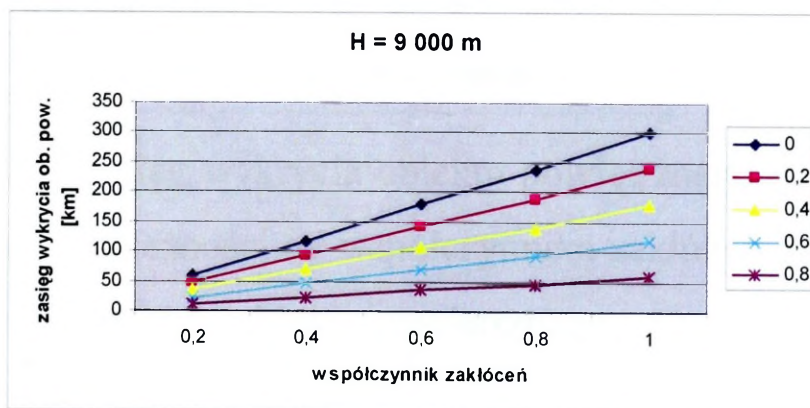
Wykres 31. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 7 000m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego.

Źródło: opracowanie własne.

h = 9 000m		Skuteczna powierzchnia odbicia				
		0,2	0,4	0,6	0,8	1
Współczynnik zakłóceń	0	60	119	180	238	300
	0,2	48	95	144	190	240
	0,4	36	71	108	142	180
	0,6	24	48	72	95	120
	0,8	12	24	36	47	60

Tabela 21. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 9 000m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego.

Źródło: opracowanie własne.



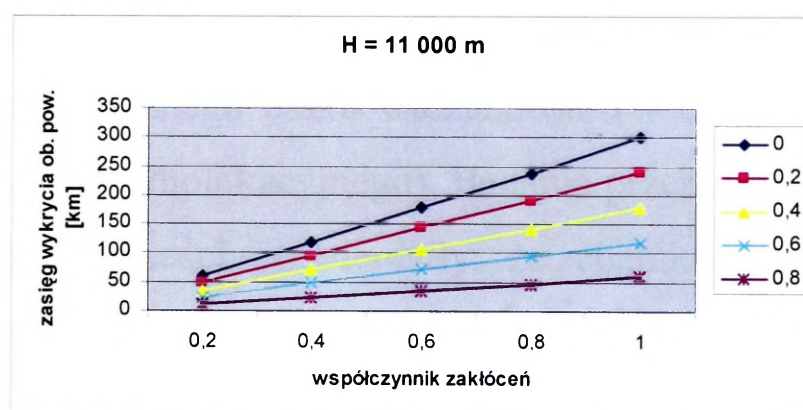
Wykres 32. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 9 000m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego.

Źródło: opracowanie własne.

h = 11 000m		Skuteczna powierzchnia odbicia				
		0,2	0,4	0,6	0,8	1
Współczynnik zakłóceń	0	60	119	180	238	300
	0,2	48	95	144	190	240
	0,4	36	71	108	142	180
	0,6	24	48	72	95	120
	0,8	12	24	36	47	60

Tabela 22. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 11 000m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego.

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 33. RLS - zasięg wykrycia obiektu powietrznego o lecącego na wysokości 11 000m w zależności od współczynnika zakłóceń oraz wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego.

Źródło: opracowanie własne.

Po zakończeniu tej serii badań sprawdzono wpływ zmiany zwykłych warunków atmosferycznych na trudne. W tym celu wykonano po jednym losowo wybranym teście z każdego z zakresów obserwacji i wartości współczynnika maskowania i zakłóceń. Analiza otrzymanych wyników testów wskazuje, że zasięg wykrywania obiektów naziemnych przy pomocy pokładowych urządzeń rozpoznawczych nie zależy od warunków atmosferycznych.

Analogiczne badania wykonano zmieniając porę dnia z „dzień” na „noc”. Po analizie otrzymanych wyników stwierdzono, że zmiana pory dnia na „noc” skutkuje wyłączeniem urządzeń rozpoznania i zakłóceń pracujących w paśmie widzialnym.

Wszystkie dotychczasowe badania zasięgu wykrywania obiektów powietrznych przez posterunek radiolokacyjny prowadzone były dla przypadku, gdy nie występowały kąty zakrycia. Ponieważ badania potwierdziły, że dla obiektów powietrznych nie stosujących zakłóceń i o 1 m² skutecznej powierzchni odbicia generowana przez Symulator obwiednia pola rozpoznania jest zgodna z otrzymanymi w eksperymencie wynikami, dlatego sprawdzono zasięg wykrywania obiektów powietrznych w położeniu, w którym występują kąty zakrycia. Trasę obiektu powietrznego zaplanowano by przebiegała ona przez obszary teoretycznego braku widzialności (w odległości zasięgu wykrywania posterunku radiolokacyjnego). Badania przeprowadzone dla wybranych wcześniej wysokości potwierdziły, że charakterystyka wykrywania obiektów powietrznych przez posterunek radiolokacyjny jest generowana prawidłowo.

2.2 Wykrywanie obiektów naziemnych przy pomocy pokładowych urządzeń rozpoznania obiektu powietrznego

Do zbadania odległości, z jakiej są wykrywane obiekty naziemne przygotowano scenariusz, w którym samolot ze zdefiniowanym rozpoznawczym urządzeniem pokładowym o zasięgu wykrywania wynoszącym 100 km w jednym z badanych zakresów obserwacji leci na wybranej wysokości z zadaniem wykrycia obiektu naziemnego. W zależności od prowadzonego testu wykrywany obiekt naziemny był obiektem punktowym, liniowym lub powierzchniowym. Obiekt naziemny podczas badań osłaniany był przez posterunek zakłóceń. Zasięg zakłóceń zadeklarowano na 100 km. W zależności od

badanego zakresu obserwacji posterunek zakłóceń zakłócał w danym paśmie zadaną mocą, a obiekt naziemny był maskowany.

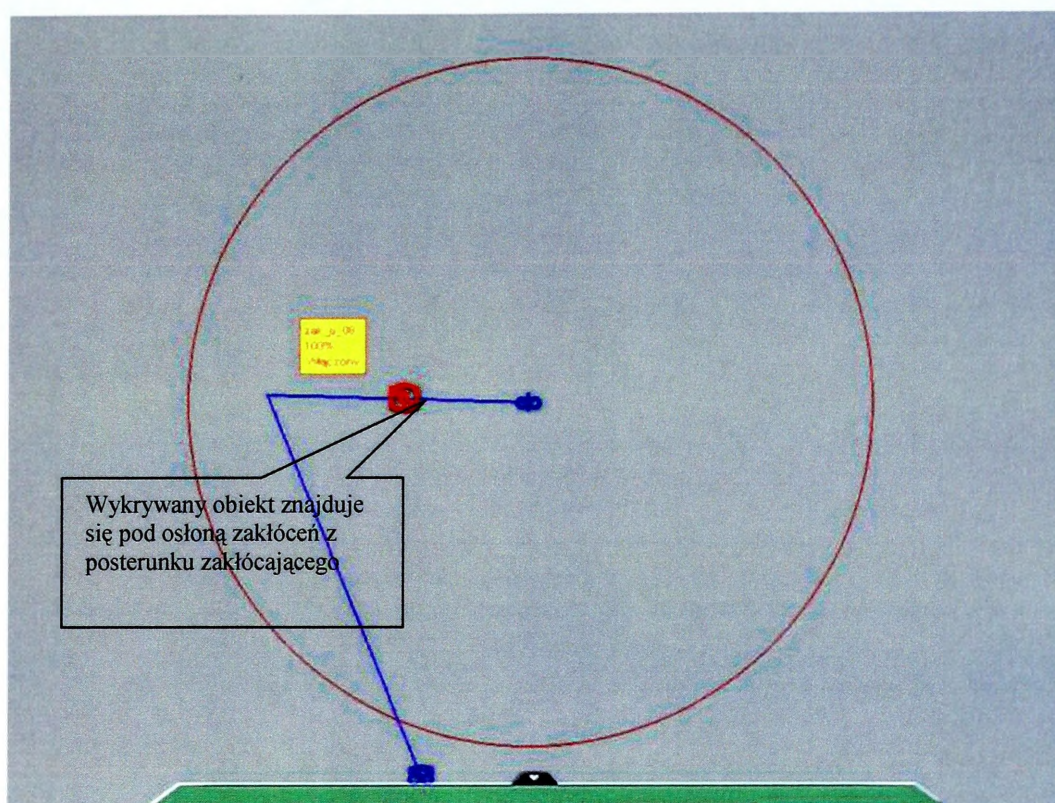
Po przeprowadzonych badaniach okazało się, że zgodnie z przyjętymi założeniami podczas budowy Symulatora obiekty naziemne wykrywane są pokładowymi urządzeniami rozpoznawczymi w zakresie wysokości od 101 m do 2999 m, a odległość wykrycia nie zależy od wysokości lotu obiektu powietrznego w tym zakresie wysokości. Ponadto odległość wykrycia obiektu naziemnego nie zależy od:

- pasma, w którym pracują pokładowe urządzenia rozpoznawcze;
- cechy obiektu naziemnego (punktowy, liniowy, powierzchniowy).

Obiekty naziemne przez pokładowe urządzenia rozpoznawcze pracujące w zakresie widzialnym i podczerwonym wykrywane są dwuetapowo – rozpoznanie wstępne i pełne. Dla zakresu radioelektronicznego zachodzi jedynie rozpoznanie wstępne. Na maksymalnym zasięgu rozpoznania wykryty obiekt zobrazowywany jest zgodnie ze swoją cechą w postaci:

- kropki – obiekt punktowy;
- linii – obiekt liniowy;
- prostokąta – obiekt powierzchniowy.

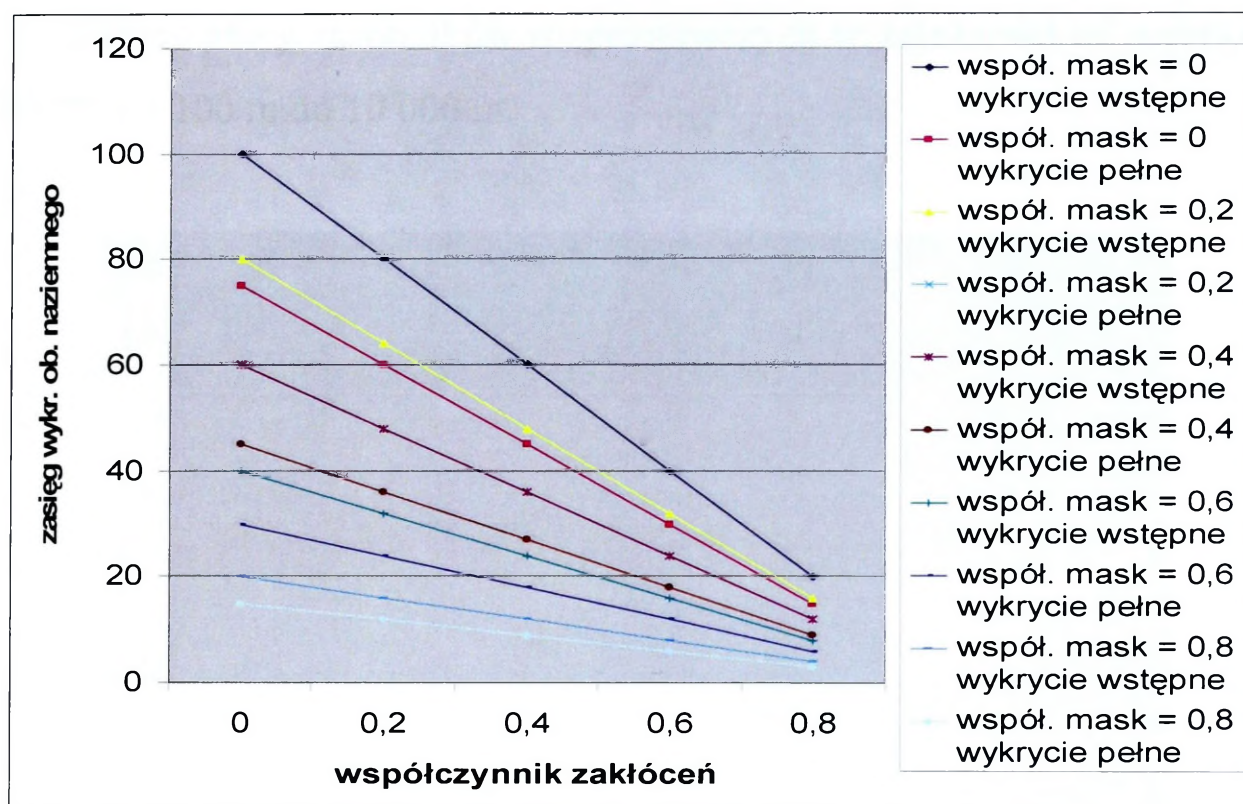
Następnie po zbliżeniu się do rozpoznanego obiektu naziemnego na $\frac{3}{4}$ zasięgu rozpoznania wstępnego następuje pełne rozpoznanie obiektu objawiające się zobrazowaniem go piktogramem określonym w bazie obiektów Symulatora. Zależność odległości wykrycia obiektu naziemnego od wartości współczynnika maskowania tego obiektu oraz od wartości współczynnika zakłóceń prezentuje poniższa tabela (dla zakresu promieniowania radioelektronicznego należy pominąć zasięg rozpoznania „pełnego”). Zmiana warunków „zwykłe” na „trudne”. Nie ma wpływu na zasięg rozpoznania. Przy zmianie „dzień” na „noc” następuje wyłączenie rozpoznania w zakresie widzialnym.



Rysunek 4. Pomiar zasięgu wykrywania obiektów naziemnych przez obiekt powietrzny przy pomocy pokładowych urządzeń rozpoznania. Źródło: opracowanie własne.

Zasięg wykrycia [km]		Współczynnik maskowania									
		0,0		0,2		0,4		0,6		0,8	
		wstępne	pełne	wstępne	pełne	wstępne	pełne	wstępne	pełne	wstępne	pełne
Współczynnik zakłóceń	0,0	100	75	80	60	60	45	40	30	20	15
	0,2	80	60	64	48	48	36	32	24	16	12
	0,4	60	45	48	36	36	27	24	18	12	9
	0,6	40	30	32	24	24	18	16	12	8	6
	0,8	20	15	16	12	12	9	8	6	4	3

Tabela 12. Zasięg wykrycia obiektu naziemnego w zależności od współczynnika maskowania obiektu i współczynnika zakłóceń osłaniających ten obiekt przez pokładowe urządzenia rozpoznawcze obiektu powietrznego. Źródło: opracowanie własne.

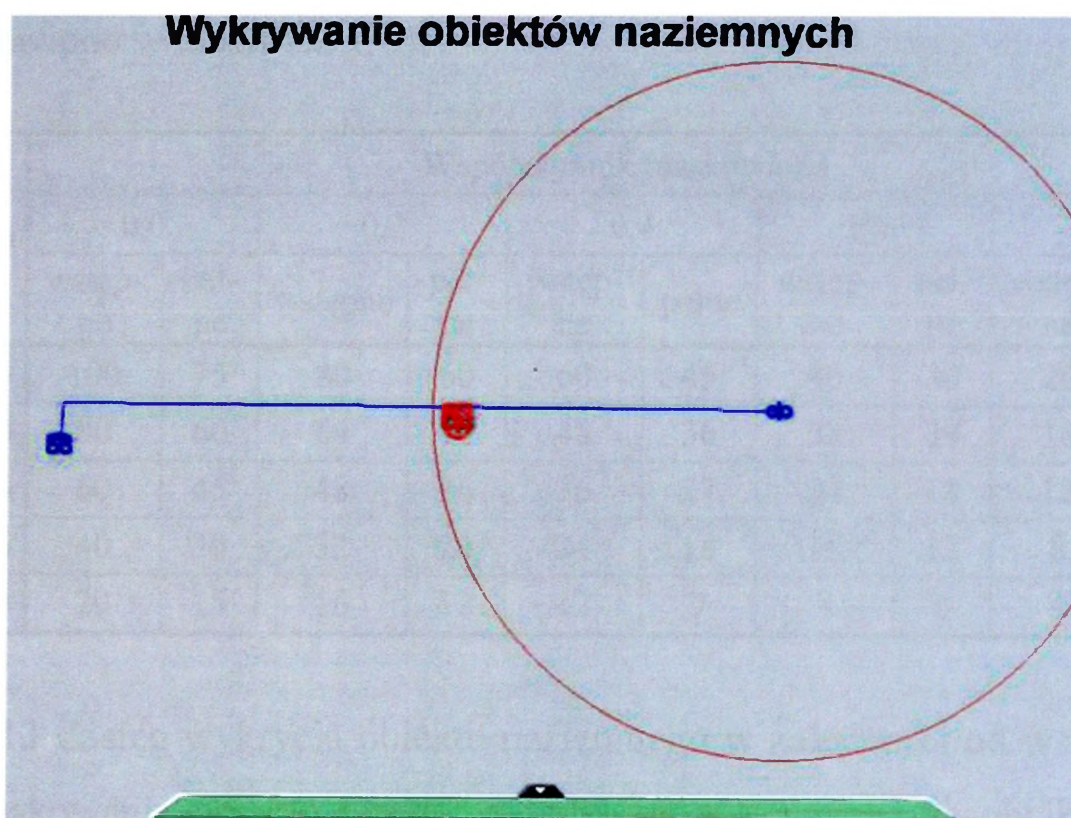


Wykres 34. Zasięg wykrycia obiektu naziemnego w zależności od współczynnika maskowania obiektu i współczynnika zakłóceń osłaniających ten obiekt przez pokładowe urządzenia rozpoznawcze obiektu powietrznego. Źródło: opracowanie własne.

2.3 Wykrywanie obiektów naziemnych przez obiekt powietrzny przy pomocy zasobnika rozpoznawczego

Do zbadania odległości, z jakiej są wykrywane obiekty naziemne przygotowano scenariusz, w którym obiekt powietrzny przenosił zdefiniowany zasobnik rozpoznawczy o zasięgu wykrywania wynoszącym 100 km w jednym z badanych zakresów obserwacji leci na wybranej wysokości z zadaniem wykrycia obiektu naziemnego. W zależności od prowadzonego testu wykrywany obiekt naziemny był obiektem punktowym, liniowym lub powierzchniowym. Obiekt naziemny podczas badań osłaniany był przez posterunek zakłóceń. Zasięg zakłóceń zadeklarowano na 100 km. W zależności od badanego zakresu obserwacji posterunek zakłóceń zakłócał w danym paśmie z zadaną mocą, a obiekt naziemny był maskowany.

Zakres pracy zasobników rozpoznawczych w zależności od wysokości ustalono od 100 m do 10 000 m.



Rysunek 5. Pomiar zasięgu wykrywania obiektów naziemnych przez obiekt powietrzny przy pomocy zasobników rozpoznawczych. Źródło: opracowanie własne.

Ponieważ wyniki badań dla trzech zakresów obserwacji były identyczne, więc przedstawiono je jednej tablicy. Z otrzymanych wyników badań wynika, że sposób pracy zasobnika nie zależy od pasma, w którym pracuje. Badane zasobniki były wykorzystywane w dwóch trybach pracy – z odczytem natychmiastowym i wyświetleniem rozpoznanych obiektów po 1 minucie od wylądowania samolotu. W obu rodzajach pracy zasobniki dawały identyczne wyniki. Zasobniki z odczytem natychmiastowym jak i z odczytem danych po określonym czasie od wylądowania poza zadeklarowanym zakresem pracy nie wykrywają obiektów naziemnych. W zadeklarowanym zakresie pracy zasobniki wykrywały obiekty naziemne niezależnie od wysokości lotu obiektu

powietrznego. W kolejnym etapie testów badano wpływ współczynnika zakłóceń posterunku zakłóceń i współczynnika maskowania w określonym paśmie obserwacji na odległość wykrycia obiektu naziemnego. Otrzymane dane przedstawiono w tabeli 13.

Zasięg wykrycia [km]		Współczynnik maskowania									
		0,0		0,2		0,4		0,6		0,8	
		wstępne	pełne	wstępne	pełne	wstępne	pełne	wstępne	pełne	wstępne	pełne
Współczynnik zakłóceń	0,0	100	75	80	60	60	45	40	30	20	15
	0,2	80	60	64	48	48	36	32	24	16	12
	0,4	60	45	48	36	36	27	24	18	12	9
	0,6	40	30	32	24	24	18	16	12	8	6
	0,8	20	15	16	12	12	9	8	6	4	3

Tabela 13 Zasięg wykrycia obiektu naziemnego w zależności od współczynnika maskowania obiektu i współczynnika zakłóceń przez zasobniki rozpoznawcze obiektu powietrznego. Źródło: opracowanie własne.

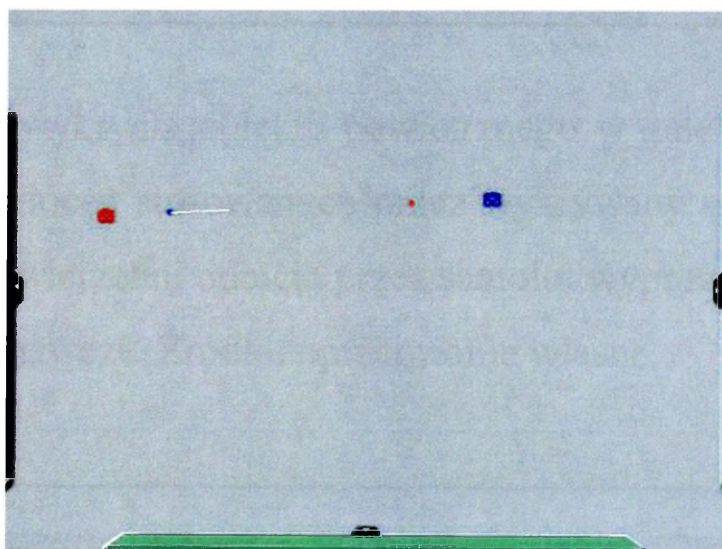
Zasięg wykrycia obiektu naziemnego w zakresie pracy zasobnika rozpoznawczego jest identyczny jak pokładowych urządzeń rozpoznawczych. Dla zakresu radioelektronicznego należy pominąć rozpoznanie pełne. Zmiana warunków „zwykłe” na „trudne” nie ma wpływu na zasięg rozpoznania. Przy zmianie „dzień” na „noc” następuje wyłączenie rozpoznania w zakresie widzialnym.

2.4 Wykrywanie obiektów powietrznych przez inny obiekt powietrzny przy pomocy pokładowych urządzeń rozpoznania

Do zmierzenia odległości, z jakiej wykrywany jest obiekt powietrzny przez inny obiekt powietrzny przy pomocy pokładowych urządzeń rozpoznawczych przygotowano scenariusz, w którym wykrywanym obiektem był samolot znajdujący się na jednej z zadanych wysokości 99, 100, 300, 500,

700, 900, 1 000, 2 000, 3 000, 5 000, 7 000, 9 000, 11000, 19 999 metrów. Obiekt ten podczas badań miał przypisywane następujące współczynniki skutecznej powierzchni odbicia 1; 0,8; 0,6; 0,4; 0,2; 0 m². Samolot wykrywany przenosi zasobnik zakłócający o zasięgu zakłóceń 300 km. Współczynnik zakłóceń w trakcie testu ustawiano na wartości: 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0.

Obiekt wykrywający wyposażano w zależności od przeprowadzanego testu w pokładowe urządzenie wykrywające w zakresie widzialnym, podczerwieni i w paśmie radiolokacyjnym o zasięgu 100 km.



Rysunek 6. Pomiar zasięgu wykrywania obiektów powietrznych przez obiekt powietrzny pokładowymi urządzeniami rozpoznania. Źródło: opracowanie własne.

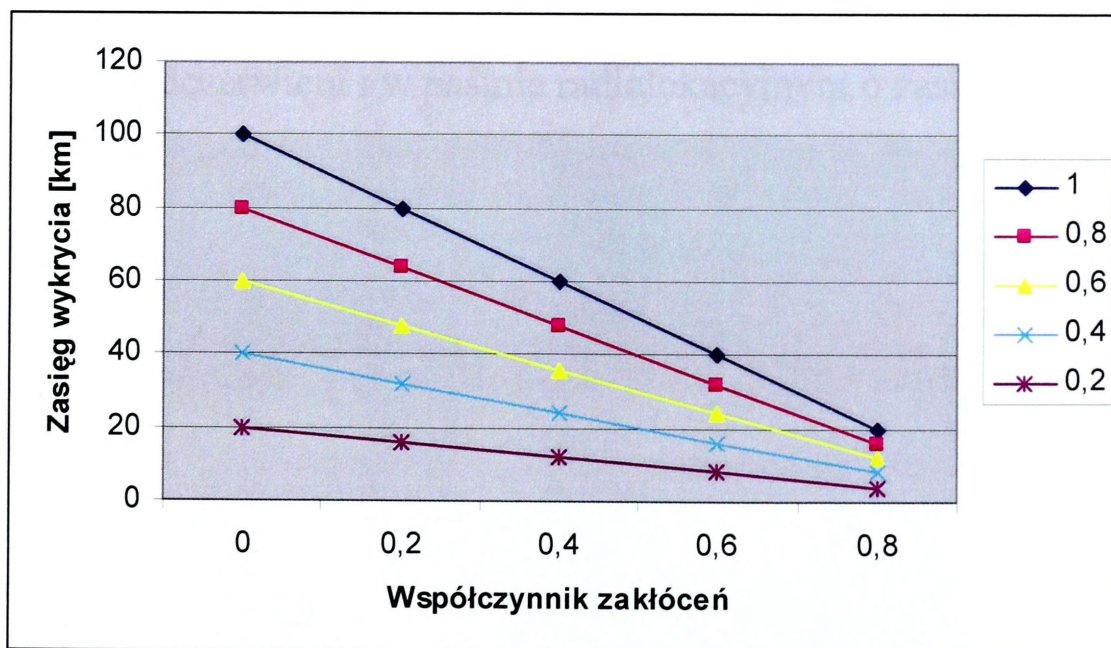
W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że zasięg wykrywania obiektu powietrznego przez obiekt powietrzny nie zależy od:

- wysokości lotu obiektu wykrywanego;
- wysokości lotu obiektu wykrywającego;
- różnicy wysokości pomiędzy obiektem wykrywającym, a wykrywanym.

Zasięg wykrycia obiektu powietrznego nie zależy od pasma, w którym pracują pokładowe urządzenia rozpoznania. W „nocy” nie działa urządzenie rozpoznawcze w paśmie widzialnym.

Zasięg wykrycia [km]		Skuteczna powierzchnia odbicia [m]				
		1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
Współczynnik zakłóceń	0,0	100	80	60	40	20
	0,2	80	64	48	32	16
	0,4	60	48	36	24	12
	0,6	40	32	24	16	8
	0,8	20	16	12	8	4

Tabela 14 Zasięg wykrycia obiektu powietrznego w zależności od wartości współczynnika zakłóceń stosowanych przez wykrywany obiekt powietrzny i jego skutecznej powierzchni odbicia przez samolot wyposażony w pokładowe urządzenia rozpoznawcze. Źródło: opracowanie własne.



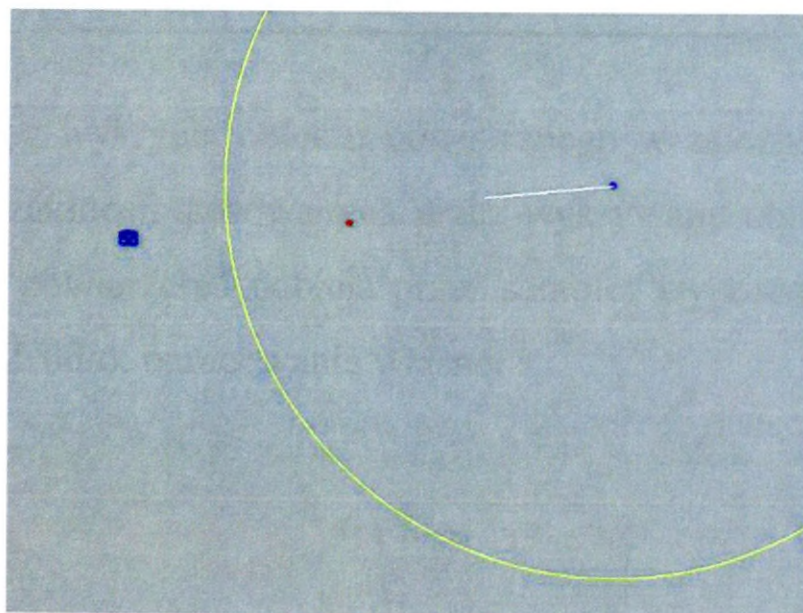
Wykres 35. Zasięg wykrycia obiektu powietrznego w zależności od wartości współczynnika zakłóceń stosowanych przez wykrywany obiekt powietrzny i jego skutecznej powierzchni odbicia przez samolot wyposażony w pokładowe urządzenia rozpoznawcze.

jego skutecznej powierzchni odbicia przez samolot wyposażony w pokładowe urządzenia rozpoznawcze. Źródło: opracowanie własne.

2.5 Wykrywanie obiektów powietrznych przez inny obiekt powietrzny przy pomocy zasobnika rozpoznawczego.

Do zbadania odległości, z jakiej jest wykrywany obiekt powietrzny przez inny obiekt powietrzny przez zasobnik rozpoznawczy przygotowano scenariusz, w którym wykrywanym obiektem był samolot lecący z prędkością 1 km/h znajdujący się na jednej z zadanych wysokości 99, 100, 300, 500, 700, 900, 1 000, 2 000, 3 000, 5 000, 7 000, 9 000, 11000 metrów. Obiekt ten podczas badań miał przypisywane następujące współczynniki skutecznej powierzchni odbicia 1; 0,8; 0,6; 0,4; 0,2; 0 m². Samolot wykrywany przenosi zasobnik zakłócający o zasięgu zakłóceń 300 km. Współczynnik zakłóceń w trakcie testu ustawiano na wartości: 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0.

Obiekt wykrywający wyposażano w zależności od przeprowadzanego testu w zasobnik rozpoznawczy z odczytem natychmiastowym pracujący w zakresie widzialnym, podczerwieni i w paśmie radiolokacyjnym o zasięgu 100 km.



Rysunek 7. Pomiar zasięgu wykrywania obiektów powietrznych przez obiekt powietrzny zasobnikiem rozpoznawczym. Źródło: opracowanie własne.

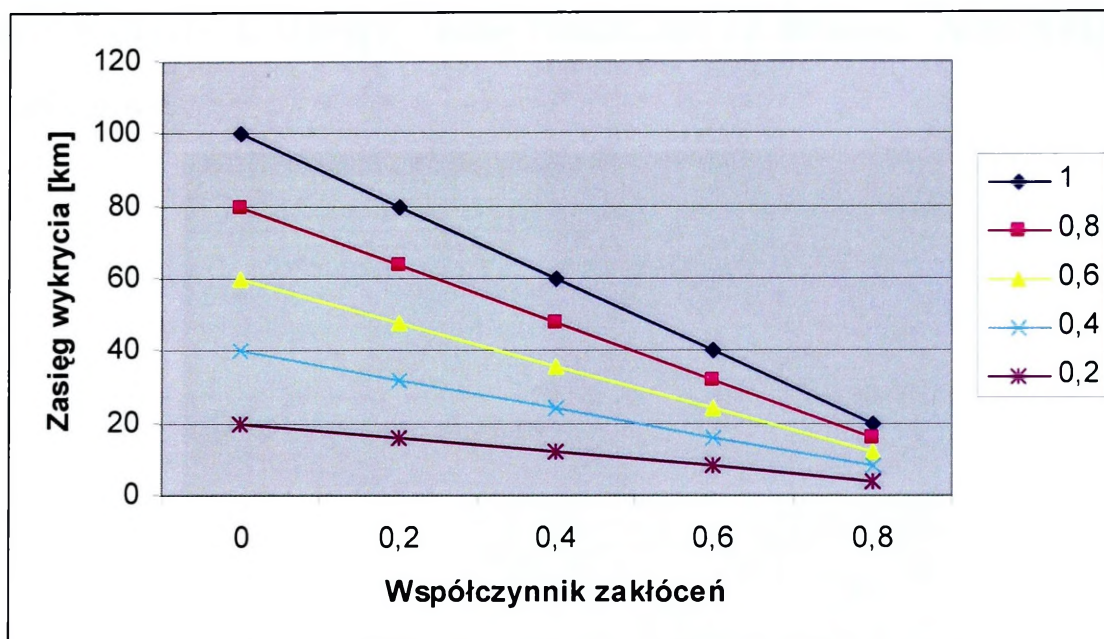
W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że zasięg wykrywania obiektu powietrznego przez obiekt powietrzny nie zależy od:

- wysokości lotu obiektu wykrywanego;
- wysokości lotu obiektu wykrywającego w zakresie wysokości pracy zasobnika rozpoznawczego;
- różnicy wysokości pomiędzy obiektem wykrywającym, a wykrywanym.

Zasięg wykrycia obiektu powietrznego nie zależy od pasma, w którym pracuje zasobnik rozpoznawczy. W „nocy” nie działa zasobnik rozpoznawczy w paśmie widzialnym.

Zasięg wykrycia [km]		Skuteczna powierzchnia odbicia [m]				
		1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
Współczynnik zakłóceń	0,0	100	80	60	40	20
	0,2	80	64	48	32	16
	0,4	60	48	36	24	12
	0,6	40	32	24	16	8
	0,8	20	16	12	8	4

Tabela 15 Zasięg wykrycia obiektu powietrznego w zależności od wartości współczynnika zakłóceń stosowanych przez wykrywany obiekt powietrzny i jego skutecznej powierzchni odbicia przez samolot wyposażony w zasobnik rozpoznawczy. Źródło: opracowanie własne.

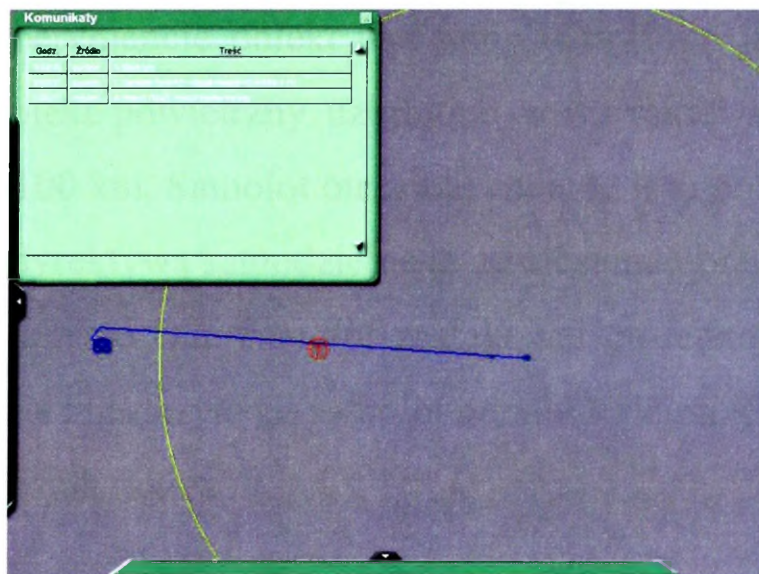


Wykres 36. Zasięg wykrycia obiektu powietrznego w zależności od wartości współczynnika zakłóceń stosowanych przez wykrywany obiekt powietrzny i jego skutecznej powierzchni odbicia przez samolot wyposażony w zasobnik rozpoznawczy. Źródło: opracowanie własne.

2.6 Odległość odpalenia rakiety powietrze – ziemia

Do zmierzenia odległości odpalenia rakiety klasy powietrze – ziemia utworzono obiekt powietrzny, który uzbrojono w 10 rakiet powietrze ziemia. Kolejno rakiet miały zadeklarowany zasięg 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20 i 10 km. Prędkość marszową rakiet zadeklarowano na 1 km/h. Jako cel deklarowano kolejno nieumocniony obiekt punktowy, liniowy i powierzchniowy. Obiekt ten zdefiniowany został jako *widoczny dla przeciwnika*. Tak uzbrojony obiekt powietrzny z odległości 150 km od obiektu naziemnego otrzymał zadanie zniszczenia go. Stawiając zadanie wskazywano cel do zniszczenia rakietom w kolejności według malejącego zasięgu. W kolejnym eksperymencie jako pierwsza zadanie zniszczenia celu otrzymała rakiet o najkrótszym zasięgu, a następne w kolejności według rosnącego zasięgu. Z chwilą odpalenia rakiety mierzono jej odległość od celu. To samo badanie

powtórzono dla celu, którego cechę zmieniono na *liniowy*. A w kolejnym na *powierzchniowy*.



Rysunek 8. Pomiar odległości odpalenia rakiety powietrze ziemia.

Źródło: opracowanie własne.

Podobne eksperymenty przeprowadzono zmieniając wysokość lotu atakującego obiektu powietrznego kolejno: 100, 300, 500, 700, 900, 1 000, 3 000, 5 000, 7 000, 9 000, 11 000 m.

Stwierdzono, że:

- odległość odpalenia rakiety jest zgodna z deklarowaną, a cecha obiektu naziemnego nie ma na nią wpływu;
- rakiety są odpalane w takiej kolejności, w jakiej stawiane im były zadania;
- wysokość lotu obiektu powietrznego nie ma wpływu na odległość odpalenia rakiety;

Analogiczną serię eksperymentów przeprowadzono nadając cechę widzialności celu jako *niewidoczny dla przeciwnika*, a obiekt powietrzny wyposażono w pokładowe urządzenie rozpoznawcze o zasięgu 50 km. Z chwilą wykrycia obiektu postawiono zadanie zniszczenia obiektu naziemnego stawiając zadanie rakietom w kolejności według kryterium malejącego zasięgu.

Rakiety o zasięgu większym niż 50 km zostały odpalone natychmiast, a kolejne w odległości równej zasięgowi rakiety.

W kolejnym eksperymencie obiekt naziemny ustawiono jako *widoczny dla przeciwnika*, a obiekt powietrzny uzbrojono w 10 rakiet klasy powietrze – ziemia o zasięgu 100 km. Samolot otrzymał zadanie lotu po trasie w kierunku celu z ustawioną dyrektywą samodzielnego zwalczania obiektów naziemnych. W odległości 50 km od celu samolot zaatakował go jedną rakieta, a gdy ta dotarła do celu i nie zniszczyła go samolot odpalił kolejną. Cykl ten powtarzał się, aż do wyczerpania rakiet.

2.7 Moc rażenia lotniczych środków bojowych i odporność na nie obiektów naziemnych

Wartość parametru określająca odporność obiektu naziemnego na oddziaływanie lotniczych środków bojowych określa liczbę LŚB o mocy rażenia równej 1 lub jaka jego część jest potrzebna do obniżenia potencjału obiektu naziemnego o 1%.

Celem sprawdzenia zgodności deklarowanych parametrów z implementacją w Symulatorze przeprowadzono serię eksperymentów, w których obiektowi naziemnemu przypisywano kolejno odporność na LŚB od 0,1 do 1 co 0,1 i od 1 do 10 co 1. Następnie dla każdej wartości odporności wykonywano eksperyment polegający na ostrzelaniu obiektu naziemnego raketami powietrze – ziemia o prawdopodobieństwie trafienia równym jeden i mocy kolejno z następującego zbioru: {0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10}. Liczba użytych do eksperymentu rakiet była uzależniona od stosunku odporności obiektu na LŚB do ich mocy rażenia. Liczbę użytych rakiet zamieszczono w tabelach.

10 rakiet		Moc rażenia				
		0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
Odporność na LŚB	0,1	90	70	50	30	10
	0,3	97	90	83	77	70
	0,5	98	94	90	86	82
	0,7	99	96	93	90	87
	0,9	99	97	94	92	90

Tabela 16. Potencjał obiektu o odporności od 0,1 do 0,9 po oddziałaniu na niego rakiet o mocy rażenia od 0,1 do 0,9. Źródło: opracowanie własne.

100 rakiet		Moc rażenia				
		0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
Odporność na LŚB	1	90	70	50	30	10
	3	97	90	83	77	70
	5	98	94	90	86	82
	7	99	96	93	90	87
	9	99	97	94	92	90
	11	99	97	95	94	92

Tabela 17. Potencjał obiektu o odporności od 1 do 11 po oddziałaniu na niego rakiet o mocy rażenia od 0,1 do 0,9. Źródło: opracowanie własne.

1 rakiet		Moc rażenia					
		1	3	5	7	9	11
Odporność na LŚB	0,1	90	70	50	30	10	0
	0,3	97	90	83	77	70	63
	0,5	98	94	90	86	82	78
	0,7	99	96	93	90	87	84
	0,9	99	97	94	92	90	88

Tabela 18. Potencjał obiektu o odporności od 0,1 do 0,9 po oddziałaniu na niego rakiet o mocy rażenia od 1 do 11. Źródło: opracowanie własne.

10 raket		Moc rażenia					
		1	3	5	7	9	11
Odporność na LŚB	1	90	70	50	30	10	0
	3	97	90	83	77	70	63
	5	98	94	90	86	82	78
	7	99	96	93	90	87	84
	9	99	97	94	92	90	88
	11	99	97	95	94	92	90

Tabela 19. Potencjał obiektu o odporności od 1 do 11 po oddziaływaniu na niego raket o mocy rażenia od 1 do 11. Źródło: opracowanie własne.

Analogiczne doświadczenie przeprowadzono stosując zamiast raket powietrze ziemia bomby o takiej samej mocy rażenia. Rezultaty rażenia obiektu naziemnego bombami i raketami są takie same. Z wyników otrzymanych po przeprowadzonym eksperymencie wyciągamy wniosek, że Symulator wiernie odwzorowuje stosunek mocy rażenia do odporności na LŚB wyrażony wzorem:

$$P_k = P_0 - \frac{M_r}{O_{ob}}$$

Porównanie wyników empirycznych z założeniami symulatora wskazuje na właściwą implementację zjawiska w Symulatorze.

2.8 Czas odtwarzania potencjału, poziom gotowości do pracy i poziom zniszczenia

Celem określenia poprawności symulacji czasu odtwarzania gotowości bojowej oraz oddziaływania charakterystycznych progów potencjału na zachowanie symulowanego obiektu zbudowano sytuację wyjściową, w której zadeklarowano obiekt naziemny typu posterunek radiolokacyjny o jednostkowej odporności na LŚB, jednoczasowym czasie odtwarzania 1% potencjału. Ustawiono w tym obiekcie minimalny poziom potencjału potrzebnego do pracy na 91% i poziom zniszczenia na 81%. Zdefiniowano także obiekt po-

wietrzny wyposażony w 10 rakiet powietrze – ziemia o mocy 2, prawdopodobieństwie trafienia równym jeden.

W pierwszym etapie eksperymentu obiekt powietrzny otrzymał zadanie ostrzelania obiektu naziemnego czterema raketami. W wyniku tego oddziaływania poziom potencjału obiektu naziemnego spadł do wartości 92%. Posterunek radiolokacyjny wykrywał obiekty powietrzne. Po minucie od trafienia pierwszą raketą poziom potencjału wzrósł do 93%, a po kolejnych 7 minutach posiadał 100% potencjału.

W drugim etapie eksperymentu włączony posterunek radiolokacyjny ostrzelano sześcioma raketami. Po trafieniu piątą raketą posterunek posiadał 90% potencjału i samoczynnie wyłączył się. Po minucie obiekt odtworzył 1% gotowości bojowej uzyskując 91% potencjału i wówczas było możliwe włączenie posterunku do pracy.

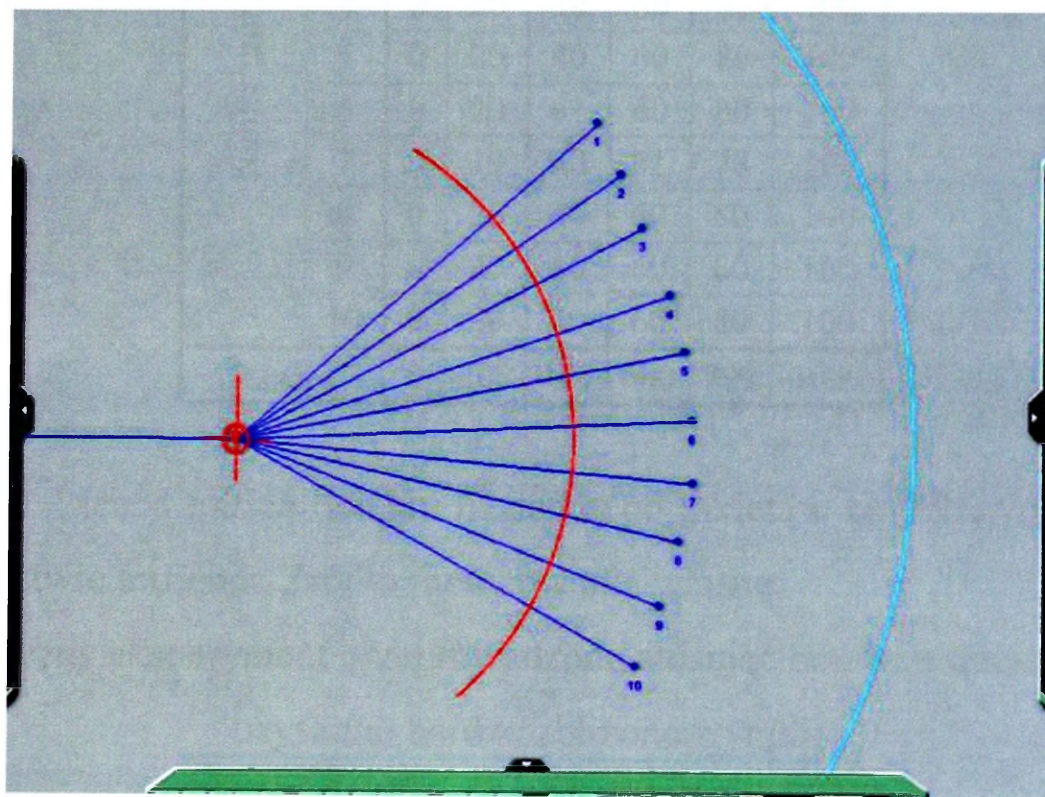
W trzecim etapie ostrzelano obiekt naziemny dziesięcioma raketami. Po trafieniu dziesiątą raketą obiekt został zniszczony. Uzyskane w toku eksperymentu wyniki wykazały, że zachowanie się obiektu jest zgodne z założeniami teoretycznymi.

2.9 Prawdopodobieństwo trafienia obiektu naziemnego

Do sprawdzenia zgodności zadeklarowanego prawdopodobieństwa trafienia obiektu naziemnego raketą powietrze – ziemia i bombą zbudowano sytuację wyjściową, w której zdefiniowano widoczny dla przeciwnika obiekt naziemny o jednostkowej odporności na LŚB oraz 10 samolotów uzbrojonych w 10 rakiet powietrze – ziemia. W każdym z tych samolotów zdefiniowano 6 wariantów uzbrojenia. W każdym wariacie występuje po 10 rakiet powietrze – ziemia o określonym prawdopodobieństwie trafienia w cel i jednostkowej mocy rażenia. Przyjęto następujące wartości prawdopodobieństw trafienia: 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 i 1. Dziesięciu samolotom z tym samym wariantem uzbrojenia (w sumie 100 rakiet o tym samym prawdopodobieństwie trafienia) nakazano

zaatakować obiekt naziemny. Poziom potencjału zniszczenia obiektu naziemnego ustawiono na 1%. Liczbę trafień obliczono według formuły:

Liczba trafień = 100 – poziom potencjału.



Rysunek 9. Pomiar prawdopodobieństwa trafienia lotniczymi środkami bojowymi. Źródło: opracowanie własne.

Dla każdej z wybranych wartości prawdopodobieństwa trafienia eksperyment powtórzono dziesięciokrotnie i otrzymano następujące wyniki:

		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Numer próby	1	0	21	40	59	80	100
	2	0	20	40	60	81	100
	3	0	20	39	60	80	100
	4	0	20	40	60	80	100
	5	0	20	40	60	80	100
	6	0	20	41	60	80	100
	7	0	19	40	61	78	100
	8	0	20	40	60	80	100
	9	0	20	40	60	80	100
	10	0	20	40	60	80	100
Razem		0	200	400	600	799	1000

Tabela 20. Liczba trafień obiektu naziemnego rakieta o określonym prawdopodobieństwie trafienia. Źródło: opracowanie własne.

Analogiczny eksperyment przeprowadzono stosując bomby zamiast rakiet i uzyskano bardzo zbliżone wyniki:

		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Numer próby	1	0	21	40	60	80	100
	2	0	20	40	60	81	100
	3	0	20	39	60	80	100
	4	0	20	40	61	80	100
	5	0	20	40	60	80	100
	6	0	20	41	60	80	99
	7	0	19	40	60	80	100
	8	0	20	40	60	80	100
	9	0	20	40	60	80	100
	10	0	20	40	58	80	100
Razem		0	200	400	559	801	999

Tabela 21. Liczba trafień obiektu naziemnego bombą o określonym prawdopodobieństwie trafienia. Źródło: opracowanie własne.

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej na podstawie, której stwierdzono, że na poziomie ufności 0,99 brak jest podstaw do odrzucenia hipotezy o zgodności zdefiniowanego prawdopodobieństwa trafienia z otrzymanymi wynikami.

W kolejnym etapie badań ustawiono obok atakowanego obiektu naziemnego posterunek zakłócający o zasięgu zakłóceń 100 km i powtórzono uprzednie eksperymenty, które wykazały, że zakłócenia nie wpływają na prawdopodobieństwo trafienia rakieta powietrze – ziemia lub bombą w cel naziemny.

2.10 Zasięg, rubież odpalenia, zasięg układu samonaprowadzania rakiety powietrze – powietrze

Celem sprawdzenia zgodności deklarowanego zasięgu odpalenia rakiety w bazie środków bojowych zdefiniowano rakiety powietrze – powietrze o prędkości marszowej 4 000 km/h i o zerowym prawdopodobieństwie trafienia oraz o pozostałych parametrach przedstawionych w tabeli 16. Zbudowano także obiekt powietrzny *cel*, którego prędkość przelotową ustawiono na 1 km/h, wartość skutecznej powierzchni odbicia zadeklarowano 1 m². Obiektem atakującym był samolot *atak* o prędkości przelotowej 1 km/h i maksymalnej 1000 km/h. Posiada on pokładowe urządzenie rozpoznawcze o zakresie pracy 100 km. Uzbrojenie jego stanowią rakiety według opisu z tabeli 16.

Lp.	Zasięg	Rubież odpalenia	Zasięg układu samonaprowadzania
1.	120	100	50
2.	120	100	30
3.	120	50	50
4.	60	50	25
5.	60	50	15
6.	60	25	25

Tabela 22. Parametry rakiet powietrze - powietrze użytych do pomiaru zasięgu, rubieży odpalenia i zasięgu układu samonaprowadzania rakiety. Źródło: opracowanie własne.

W etapie pierwszym badano odległość odpalenia rakiety. W tym celu zbudowano sytuację wyjściową, w której samolot *atak* ustawiono w odległości 150 km od obiektu *cel* z zadaniem wykonania lotu w kierunku celu z prędkością maksymalną. W momencie wykrycia obiektu *cel* zatrzymano symulację i wszystkim rakietom nakazano zniszczyć cel.

Na podstawie przeprowadzonego eksperymentu stwierdzono, że odległość odpalenia rakiet jest zgodna z zdefiniowanym parametrem *rubież odpalenia*.

W drugim etapie badano *zasięg układu samonaprowadzania rakiety*. W tym celu obiekt *atak* ustawiano w odległości równej różnicy *rubieży odpalenia* i *zasięgu układu samonaprowadzania*. Odpalano raketę do zniszczenia obiektu *cel* i w momencie, gdy była ona w odległości większej niż zasięg układu samonaprowadzania – symulację zatrzymywano, obiekt *atak* przesuowano na stanowisku kierownika ćwiczenia na odległość taką by samolot *cel* nie znajdował się w jego polu rozpoznania. Od tego momentu mierzono odległość, jaką przebyła rakietka. Eksperyment powtórzono dla wszystkich zdefiniowanych rakiet.

Pomiary potwierdziły, że odległość przebyta przez raketę od momentu, gdy *cel* znalazł się poza polem rozpoznania jest równa parametrowi *zasięg układu samonaprowadzania*.

W etapie trzecim badano zasięg rakiet. W tym celu do sytuacji wyjściowej używanej do badań w etapie pierwszym dostawiono posterunek radiolokacyjny w takim położeniu by obiekt *cel* znajdował się w polu radiolokacyjnym. Posterunek włączono. Samolot *atak* ustawiono na rubieży odpalenia rakiety, którą atakowano obiekt *cel*. W trakcie lotu rakiety obiektowi *cel* zmieniano na stanowisku kierownika ćwiczenia położenie na takie, w którym odległość *atak – cel* była większa niż zasięg rakiety i mierzono odległość, jaką przebyła rakietka. Eksperyment powtórzono dla wszystkich rakiet.

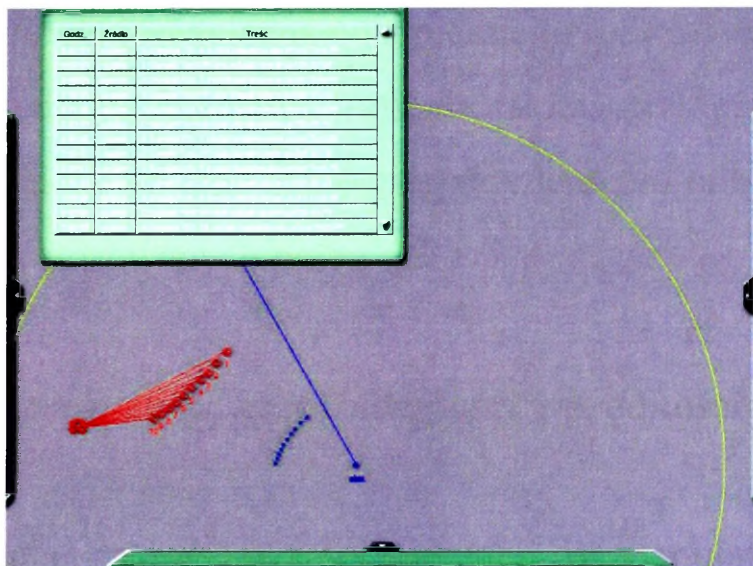
Na podstawie wykonanych pomiarów stwierdzono, że odległość, jaką przebyły rakiety, była zgodna ze zdefiniowanym parametrem *zasięg*.

2.11 Prawdopodobieństwo trafienia raketą powietrze – powietrze

Celem sprawdzenia parametru *prawdopodobieństwo trafienia* w bazie środków bojowych zdefiniowano 6 typów rakiet powietrze – powietrze o zasięgu 100 km i rubieży odpalenia 80 km. Poszczególne typy rakiet posiadały kolejno określone prawdopodobieństwo trafienia: 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1. W bazie samolotów zdefiniowano nieuzbrojone samoloty typu *cel1* i *cel2* o prędkości przelotowej 1 km/h i skutecznej powierzchni odbicia 1m^2 (*cel1*) i 2m^2 (*cel2*). W wariantach uzbrojenia zdefiniowano 6 podwieszeń, a w nich zasobniki zakłócające o współczynniku zakłóceń: 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1 i zasięgu zakłóceń wynoszącym 100 km. W tejże bazie zdefiniowano także samolot *atak* o prędkości przelotowej 1 000 km/h, a w nim 6 wariantów podwieszeń. W każdym wariantcie występuje 10 rakiet jednego z wcześniej zdefiniowanego typu.

W kolejnym kroku przygotowań do badań przygotowano sytuację wyjściową, w której 10 samolotów (strona A) typu *cel1* (bez zakłóceń) jest ata-

kowanych dziesięcioma rakietami przez samolot typu *atak* (strona B). Epizod powtarzany jest dziesięciokrotnie z użyciem kolejnych typów rakiet. Analogiczny epizod przeprowadzono dla samolotu *cel2*. W kolejnych etapach eksperymentu samoloty typu *cel* wyposażano w zasobniki o coraz większej mocy zakłóceń. Samoloty strony A znajdują się w polu rozpoznania strony B.



Rysunek 10. Pomiar prawdopodobieństwa trafienia obiektu powietrznego rakietą powietrze-powietrze. Źródło: opracowanie własne.

Wyniku przeprowadzonego eksperymentu otrzymane następujące dane:

<i>Cell</i>		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Współczynnik zakłóceń	0	0	21	40	59	80	100
	0,2	0	20	40	60	81	100
	0,4	0	20	39	60	80	100
	0,6	0	19	40	60	80	100
	0,8	0	20	40	60	80	100
	1	0	20	41	60	80	100

<i>Cel2</i>		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Współczynnik zakłóceń	0	0	20	40	60	80	100
	0,2	0	21	40	60	80	100
	0,4	0	20	39	60	80	100
	0,6	0	20	40	60	81	100
	0,8	0	20	40	60	80	100
	1	0	20	40	60	80	100

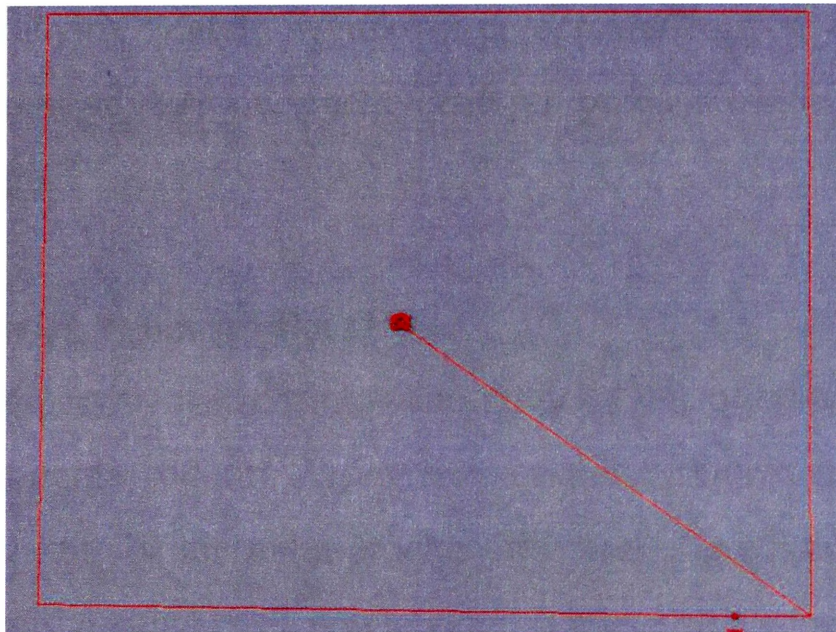
Tabela 23. Prawdopodobieństwo trafienia rakietą powietrze – powietrze w cele o różnych skutecznych powierzchniach odbicia w warunkach zakłóceń. Źródło: opracowanie własne.

Wykonując obliczenia statystyczne (pojedynczą metodą najmniejszych kwadratów) otrzymanych wyników zakładając hipotezę, że prawdopodobieństwo trafienia w cel jest uzależnione od skutecznej powierzchni odbicia celu otrzymano na poziomie istotności 0,01, a także na poziomie 0,05 odpowiedź negatywną. Analogiczną odpowiedź uzyskano badając czy zmienna *prawdopodobieństwo trafienia* jest zależna od zmiennej *współczynnik zakłóceń*.

Reasumując: prawdopodobieństwo trafienia rakieta powietrze – powietrze w cel nie jest uzależnione od jego skutecznej powierzchni odbicia ani od współczynnika zakłóceń stosowanych przez *cel*.

2.12 Zużycie paliwa, czas, odległości i prędkości lotu obiektu powietrznego

Celem sprawdzenia poprawnej implementacji w symulatorze parametrów „lotnych” obiektu powietrznego zrealizowano eksperyment do przeprowadzenia, którego zdefiniowano samolot *test* o prędkości przelotowej 1 000 km/h, prędkości maksymalnej 2 000 km/h. Pojemność zbiorników paliwa ustalono na 5 000 kg, a zasięg samolotu na 5 000 km. Zatem teoretyczne zużycie paliwa wynosi 1 kg/km. W scenariuszu eksperymentu zaplanowano lot obiektu powietrznego po obwodzie kwadratu o boku 250 km.



Rysunek 11. Pomiar zużycia paliwa, czasu, prędkości i odległości lotu obiektu powietrznego. Źródło: opracowanie własne.

Wyniki przeprowadzonego eksperymentu potwierdziły obliczenia teoretyczne: samolot pokonał trasę o długości 5 000 km w czasie 5 godzin (1 000 km/h). Analogiczny eksperyment przeprowadzono nakazując obiektowi powietrznemu lot po tej samej trasie z prędkością maksymalną. Samolot pokonał trasę 2 500 km w czasie 1 godziny i 15 minut (2 000 km/h). Wskazuje to, że obiekt powietrzny lecąc z prędkością maksymalną zużywa 2 razy więcej paliwa na 1 km trasy niż przemieszczając się z prędkością przelotową – co jest zgodne z założeniami symulatora.

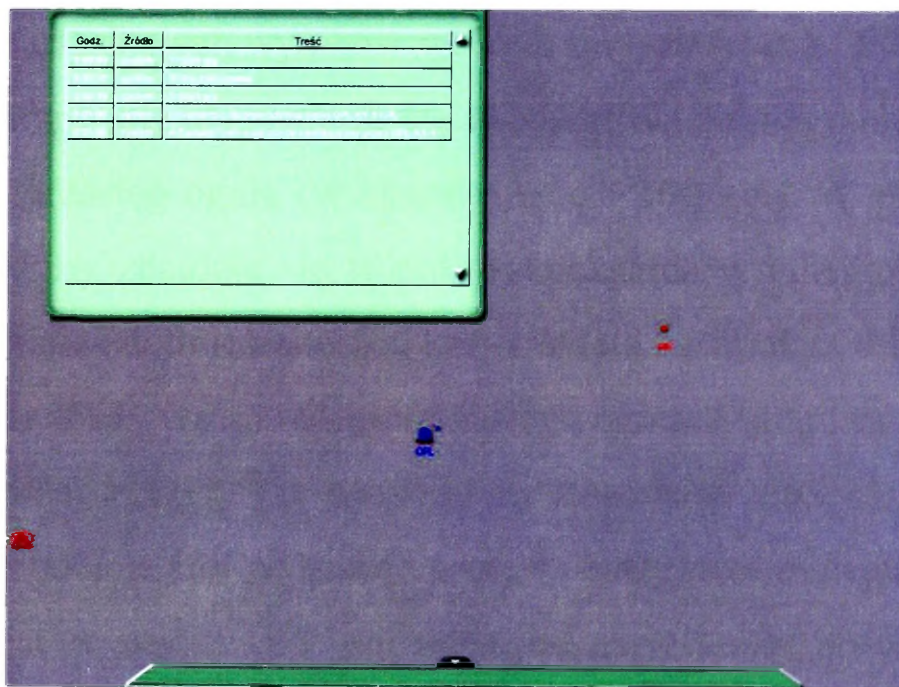
2.13 Zasięg rozpoznania środka przeciwlotniczego

Do zbadania zasięgu rozpoznania środka OPL zdefiniowano w nim zasięg rozpoznania radiolokacyjnego na 300 km i wysokość anteny na wysokości 0 m. Dla tak zdefiniowanego środka przeprowadzono serię eksperymentów analogiczną jak dla posterunku radiolokacyjnego. Otrzymane wyniki eksperymentów pozwalają wysunąć tezę, iż pod względem rozpoznania radiolokacyjnego środek OPL ma takie same właściwości jak symulowany poste-

runek radiolokacyjny. Zatem wyników przeprowadzonych eksperymentów nie przedstawiono gdyż są one identyczne jak przedstawione dla posterunku radiolokacyjnego.

2.14 Zasięg ognia środka OPL

Dla pogrzeb eksperymentu zdefiniowano środek OPL o jednym kanale celowania i zasięgu ognia 100 km. Zasięg rozpoznania radiolokacyjnego zadeklarowano na 300 km. W kierunku środka OPL leci z prędkością 1000 km/h obiekt powietrzny o skutecznej powierzchni odbicia wynoszącej 1m^2 . Obiekt ten wyposażono w zasobniki zakłócające we wszystkich pasmach obserwacji.



Rysunek 12. Zasięg ognia środka OPL. Źródło: opracowanie własne.

Eksperyment przeprowadzono w dwóch wariantach:

1. RAP pochodzi tylko z posterunku radiolokacyjnego będącego integralną częścią składową środka OPL;
2. RAP jest tworzony na podstawie informacji z wielu źródeł strony. Środki rozpoznania rozmieszczono tak, by cel będący w zasięgu ognia środka

OPL był w polu rozpoznania (oczywiście pomijamy przypadek zerowej skutecznej powierzchni odbicia i stosowania przez cel zakłóceń o współczynniku 1).

Ad 1) Pomiar zasięgu ognia środka OPL pierwszym wariantem przeprowadzono dla obiektu powietrznego lecącego w kolejnych doświadczeniach na wysokości z następującego zbioru: {100; 300; 500; 700; 900; 1 000; 3 000; 5 000; 7 000; 9 000; 11 000}. Doświadczenie powtarzano dla lotu obiektu powietrznego na każdej z podanych wcześniej wysokości stosującego zakłócenia o współczynniku zakłóceń ze zbioru {0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8}. Cykl eksperymentów wykonano dla obiektów powietrznych o następujących wartościach skutecznej powierzchni odbicia 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 m².

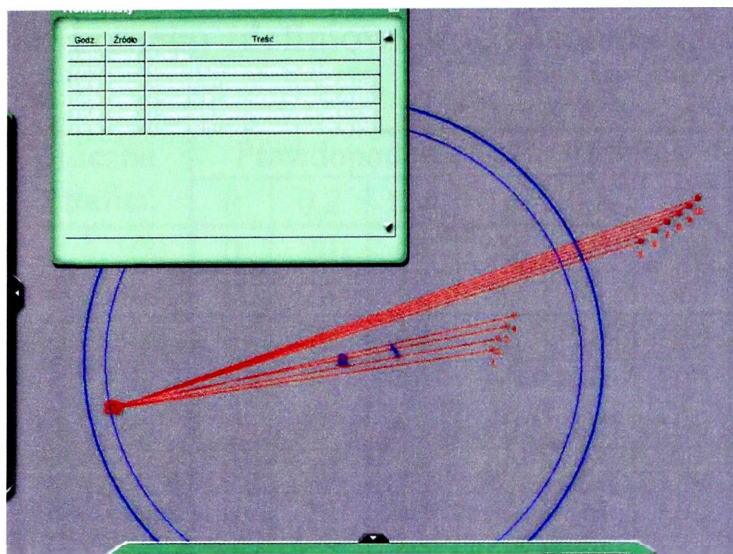
Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzamy, że środek OPL ostrzeliwuje obiekt powietrzny gdy ten znajduje się w odległości od niego nie większej niż zadeklarowany zasięg ognia (w eksperymencie 100 km). W przypadku gdy obiekt powietrzny znajduje się w polu rozpoznania w odległości od środka OPL większej niż zdefiniowane 100 km – rakietę ze środka OPL zostanie odpalona gdy cel zbliży się na odległość zasięgu ognia. Natomiast w przypadku, gdy cel zostanie wykryty (ze względu na stosowane zakłócenia, skuteczną powierzchnię odbicia lub wysokość lotu) w odległości mniejszej niż zasięg ognia – rakietę ze środka OPL odpalana jest natychmiast po wykryciu celu. Podsumowując: Zasięg ognia środka OPL jest równy zadeklarowanemu zasięgowi ognia środka OPL i zasięgowi wykrywania posterunku radiolokacyjnego na odległościach mniejszych od zdefiniowanego zasięgu ognia.

Ad 2) Procedurę pomiaru zasięgu ognia środka OPL opisaną w punkcie poprzednim powtórzono z tym, że zadeklarowano dodatkowo dwa posterunki radiolokacyjne o zasięgu rozpoznania 300 km i usytuowano je tak w terenie by w każdych warunkach obiekt powietrzny lecący w kierunku środka OPL od odległości co najmniej 110 km znajdował się w strefie rozpoznania.

Wyniki przeprowadzonego eksperymentu wskazują, że niezależnie od stosowanych przez cel zakłóceń, wartości współczynnika zakłóceń oraz wysokości lotu obiektu powietrznego jest w jego kierunku odpalana rakietą, gdy znajduje się on w odległości równej zadeklarowanemu zasięgowi ognia środka OPL. Po zakończeniu badań zasięgu ognia sprawdzono jak zachowuje się symulowany środek OPL w terenie gdzie występują kąty zakrycia. W wariantach 1 kąty zakrycia są uwzględniane, gdyż środek OPL za przeszkodami terenowymi nie widzi obiektu powietrznego – zatem do niego nie strzela. W wariantach 2 środek OPL cały czas otrzymuje współrzędne celu i kąty zakryć terenowych nie mają żadnego wpływu na działanie środka OPL.

2.15 Prawdopodobieństwo trafienia rakieta w obiekt powietrzny przez środek OPL

Dla potrzeb przeprowadzenia badań zdefiniowano 6 środków OPL o zasięgu ognia 100 km i uzbrojono je kolejno w rakiety o prawdopodobieństwie trafienia w obiekt powietrzny ze zbioru: $\{0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1\}$. Środek OPL dysponuje 10 raketami. Zbudowano także sześć typów obiektów powietrznych o skutecznej powierzchni odbicia ze zbioru: $\{0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1\}$. Każdy z tych samolotów posiada sześć wariantów uzbrojenia. W każdym z nich zdefiniowano jeden z zasobników zakłócających o współczynnikach zakłócania: $0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8$.



Rysunek 13. Pomiar prawdopodobieństwa trafienia celu przez środek OPL.
Źródło: opracowanie własne.

Eksperyment przebiega według następującego harmonogramu:

1. zdefiniowanie środka OPL (ze statusem: aktywny) z raketami o wybranym prawdopodobieństwie trafienia;
2. zdefiniowanie dziesięciu samolotów o określonej skutecznej powierzchni odbicia i przenoszących wybrany zasobnik zakłócający;
3. zdefiniowanie trasy samolotów tak by ich trasa przebiegała przez środek strefy ognia środka OPL na jednej z wybranych wysokości, a odstępy pomiędzy obiektami powietrznymi ustalono tak by każdy z nich został ostrzelany przez środek OPL;
4. uruchomienie symulacji.

Przedstawiony powyżej eksperymnt powtarzany jest po 10 razy dla:

- ✓ każdego wybranego prawdopodobieństwa trafienia rakiety;
- ✓ każdej wysokości ze zbioru: {100, 300, 500, 700, 900, 1 000, 3 000, 5 000, 7 000, 9 000 m};
- ✓ każdej wybranej wartości skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego;

✓ każdego wybranego zdefiniowanego zasobnika zakłócającego.

Liczba trafień		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	41	60	80	100
	300	0	20	40	60	81	100
	500	0	20	40	62	80	100
	700	0	20	40	60	80	100
	900	0	19	40	60	80	100
	1 000	0	20	40	59	80	100
	3 000	0	20	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	60	78	100
	7 000	0	20	40	60	80	100
	9 000	0	20	40	60	81	100
Razem		0	199	401	601	800	1000

Tabela 24. Liczba trafień rakieta – powietrze w cel o 0,2 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel nie stosuje zakłóceń. Źródło: opracowanie własne.

Liczba trafień		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	40	60	80	100
	300	0	20	40	60	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	20	40	60	80	100
	900	0	20	40	59	80	100
	1 000	0	20	40	60	80	100
	3 000	0	20	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	60	80	100
	7 000	0	21	40	60	80	100
	9 000	0	20	40	60	80	100
Razem		0	201	400	599	800	1000

Tabela 25. Liczba trafień rakieta – powietrze w cel o 0,4 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel nie stosuje zakłóceń. Źródło: opracowanie własne.

Liczba trafień		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	40	60	80	100
	300	0	20	40	60	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	20	40	60	80	100
	900	0	20	40	60	81	100
	1 000	0	20	40	60	80	100
	3 000	0	20	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	60	80	100
	7 000	0	20	40	60	80	100
	9 000	0	20	40	60	80	100
Razem		0	200	400	600	801	1000

Tabela 26. Liczba trafień rakieta   ziemia – powietrze w cel o 0,6 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel nie stosuje zakłóceń. Źródło: opracowanie własne.

Liczba trafień		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	40	60	80	100
	300	0	20	40	60	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	20	40	60	80	100
	900	0	20	41	60	79	100
	1 000	0	20	40	60	80	100
	3 000	0	20	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	60	80	100
	7 000	0	20	40	60	80	100
	9 000	0	20	40	60	80	100
Razem		0	200	401	600	799	1000

Tabela 27. Liczba trafień rakieta   ziemia – powietrze w cel o 0,8 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel nie stosuje zakłóceń. Źródło: opracowanie własne.

Liczba trafień		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	40	60	80	100
	300	0	20	40	60	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	20	40	60	82	100
	900	0	20	40	60	80	100
	1 000	0	20	40	60	80	100
	3 000	0	20	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	60	80	100
	7 000	0	20	40	60	80	100
	9 000	0	20	40	60	80	100
Razem		0	200	400	600	802	1000

Tabela 28. Liczba trafień rakieta   ziemia – powietrze w cel o 1 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel nie stosuje zakłóceń. Źródło: opracowanie własne.

Liczba trafień		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	40	60	80	100
	300	0	20	40	60	80	100
	500	0	20	40	61	80	100
	700	0	20	40	60	80	100
	900	0	20	40	60	81	100
	1 000	0	20	40	59	80	100
	3 000	0	20	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	60	79	100
	7 000	0	20	40	60	80	100
	9 000	0	20	40	60	81	100
Razem		0	200	400	600	801	1000

Tabela 29. Liczba trafień rakieta   ziemia – powietrze w cel o 0,2 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel stosuje zakłócenia o współczynniku 0,2. Źródło: opracowanie własne.

Liczba trafień		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	40	60	80	100
	300	0	20	40	59	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	20	40	60	80	100
	900	0	20	40	60	80	100
	1 000	0	20	40	60	80	100
	3 000	0	19	40	60	81	100
	5 000	0	20	40	60	80	100
	7 000	0	20	40	60	80	100
	9 000	0	20	40	60	80	100
Razem		0	199	400	599	801	1000

Tabela 30. Liczba trafień rakieta   ziemia – powietrze w cel o 0,4 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel stosuje zakłócenia o współczynniku 0,2. Źródło: opracowanie własne.

Liczba trafień		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	40	60	80	100
	300	0	21	40	60	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	20	40	60	80	100
	900	0	20	40	60	80	100
	1 000	0	20	40	60	80	100
	3 000	0	20	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	60	80	100
	7 000	0	20	39	60	80	100
	9 000	0	20	40	60	80	100
Razem		0	201	399	600	800	1000

Tabela 31. Liczba trafień rakieta   ziemia – powietrze w cel o 0,6 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel stosuje zakłócenia o współczynniku 0,2. Źródło: opracowanie własne.

Liczba trafień		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	40	60	80	100
	300	0	20	40	60	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	20	40	60	80	100
	900	0	20	40	60	80	100
	1 000	0	20	40	60	80	100
	3 000	0	19	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	60	80	100
	7 000	0	20	40	60	80	100
	9 000	0	20	40	60	80	100
Razem		0	199	400	600	800	1000

Tabela 32. Liczba trafień rakieta   ziemia – powietrze w cel o 0,8 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel stosuje zakłócenia o współczynniku 0,2. Źródło: opracowanie własne.

Liczba trafień		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	40	60	80	100
	300	0	20	40	60	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	18	40	60	80	100
	900	0	20	40	60	80	100
	1 000	0	20	40	60	80	100
	3 000	0	20	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	60	80	100
	7 000	0	20	40	60	80	100
	9 000	0	20	40	60	80	100
Razem		0	198	400	600	800	1000

Tabela 33. Liczba trafień rakieta   ziemia – powietrze w cel o 1 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel stosuje zakłócenia o współczynniku 0,2. Źródło: opracowanie własne.

		Liczba trafień	Prawdopodobieństwo trafienia				
			0	0,2	0,4	0,6	0,8
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	41	60	80	100
	300	0	20	40	60	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	20	40	60	80	100
	900	0	20	40	60	80	100
	1 000	0	20	40	59	80	100
	3 000	0	20	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	60	79	100
	7 000	0	20	40	60	80	100
	9 000	0	20	40	60	80	100
Razem		0	200	401	599	799	1000

Tabela 34. Liczba trafień rakieta ̄ ziemia – powietrze w cel o 0,2 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel stosuje zakłócenia o współczynniku 0,4. Źródło: opracowanie własne.

		Liczba trafień	Prawdopodobieństwo trafienia				
			0	0,2	0,4	0,6	0,8
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	40	60	80	100
	300	0	20	40	60	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	20	40	60	80	100
	900	0	20	40	60	79	100
	1 000	0	20	40	60	80	100
	3 000	0	20	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	60	80	100
	7 000	0	20	40	60	80	100
	9 000	0	19	40	61	80	100
Razem		0	199	400	601	799	1000

Tabela 35. Liczba trafień rakieta ̄ ziemia – powietrze w cel o 0,4 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel stosuje zakłócenia o współczynniku 0,4. Źródło: opracowanie własne.

		Liczba trafień	Prawdopodobieństwo trafienia				
			0	0,2	0,4	0,6	0,8
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	40	60	80	100
	300	0	20	40	60	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	20	40	60	80	100
	900	0	20	40	60	80	100
	1 000	0	20	40	60	80	100
	3 000	0	20	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	61	80	100
	7 000	0	20	40	60	80	100
	9 000	0	20	40	60	80	100
Razem		0	200	400	601	800	1000

Tabela 36. Liczba trafień rakieta   ziemia – powietrze w cel o 0,6 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel stosuje zakłócenia o współczynniku 0,4. Źródło: opracowanie własne.

		Liczba trafień	Prawdopodobieństwo trafienia				
			0	0,2	0,4	0,6	0,8
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	40	60	80	100
	300	0	20	40	60	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	20	40	60	80	100
	900	0	20	40	60	80	100
	1 000	0	20	40	60	80	100
	3 000	0	20	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	60	80	100
	7 000	0	20	40	60	79	100
	9 000	0	20	40	60	80	100
Razem		0	200	400	600	799	1000

Tabela 37. Liczba trafień rakieta   ziemia – powietrze w cel o 0,8 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel stosuje zakłócenia o współczynniku 0,4. Źródło: opracowanie własne.

Liczba trafień		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	40	60	80	100
	300	0	20	40	60	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	20	40	60	80	100
	900	0	20	40	60	80	100
	1 000	0	20	40	60	80	100
	3 000	0	20	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	60	80	100
	7 000	0	20	40	60	80	100
	9 000	0	20	40	60	80	100
Razem		0	200	400	600	800	1000

Tabela 38. Liczba trafień rakietał ziemia – powietrze w cel o 1 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel stosuje zakłócenia o współczynniku 0,4. Źródło: opracowanie własne.

Liczba trafień		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	40	60	80	100
	300	0	20	40	60	80	100
	500	0	20	40	62	80	100
	700	0	20	40	60	80	100
	900	0	20	40	60	81	100
	1 000	0	20	40	59	80	100
	3 000	0	20	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	60	78	100
	7 000	0	19	40	60	80	100
	9 000	0	20	40	60	81	100
Razem		0	199	400	601	800	1000

Tabela 39. Liczba trafień rakietał ziemia – powietrze w cel o 0,2 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel stosuje zakłócenia o współczynniku 0,6. Źródło: opracowanie własne.

		Liczba trafień	Prawdopodobieństwo trafienia				
			0	0,2	0,4	0,6	0,8
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	40	60	80	100
	300	0	21	40	60	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	20	40	60	80	100
	900	0	20	40	60	80	100
	1 000	0	20	40	60	80	100
	3 000	0	20	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	60	80	100
	7 000	0	20	40	60	80	100
	9 000	0	20	40	60	80	100
Razem		0	201	400	600	800	1000

Tabela 40. Liczba trafień rakieta – powietrze w cel o $0,4 \text{ m}^2$ skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel stosuje zakłócenia o współczynniku 0,6. Źródło: opracowanie własne.

		Liczba trafień	Prawdopodobieństwo trafienia				
			0	0,2	0,4	0,6	0,8
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	40	60	80	100
	300	0	20	40	60	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	20	40	60	80	100
	900	0	20	40	60	80	100
	1 000	0	20	41	60	80	100
	3 000	0	20	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	60	80	100
	7 000	0	20	40	60	80	100
	9 000	0	21	40	60	80	100
Razem		0	201	401	600	800	1000

Tabela 41. Liczba trafień rakieta – powietrze w cel o $0,6 \text{ m}^2$ skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel stosuje zakłócenia o współczynniku 0,6. Źródło: opracowanie własne.

Liczba trafień		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	40	60	80	100
	300	0	20	40	60	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	20	40	60	80	100
	900	0	20	40	60	80	100
	1 000	0	20	40	60	80	100
	3 000	0	20	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	60	80	100
	7 000	0	20	40	60	80	100
	9 000	0	20	40	60	80	100
Razem		0	200	400	600	800	1000

Tabela 42. Liczba trafień rakieta   ziemia – powietrze w cel o 0,8 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel stosuje zakłócenia o współczynniku 0,6. Źródło: opracowanie własne.

Liczba trafień		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	40	60	80	100
	300	0	20	40	60	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	19	40	60	80	100
	900	0	20	40	60	80	100
	1 000	0	20	40	60	80	100
	3 000	0	20	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	60	80	100
	7 000	0	20	40	60	80	100
	9 000	0	20	40	60	80	100
Razem		0	199	400	600	800	1000

Tabela 43. Liczba trafień rakieta   ziemia – powietrze w cel o 1 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel stosuje zakłócenia o współczynniku 0,6. Źródło: opracowanie własne.

Liczba trafień		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	41	60	80	100
	300	0	20	40	60	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	20	40	60	80	100
	900	0	20	40	60	80	100
	1 000	0	20	40	59	80	100
	3 000	0	20	39	60	80	100
	5 000	0	20	40	60	80	100
	7 000	0	20	40	60	80	100
	9 000	0	21	40	60	81	100
Razem		0	201	400	599	801	1000

Tabela 44. Liczba trafień rakieta   ziemia – powietrze w cel o 0,2 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel stosuje zakłócenia o współczynniku 0,8. Źródło: opracowanie własne.

Liczba trafień		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	40	60	80	100
	300	0	20	40	60	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	20	40	60	80	100
	900	0	20	40	60	80	100
	1 000	0	20	40	60	80	100
	3 000	0	20	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	60	81	100
	7 000	0	20	40	60	80	100
	9 000	0	21	40	60	80	100
Razem		0	201	400	600	801	1000

Tabela 45. Liczba trafień rakieta   ziemia – powietrze w cel o 0,4 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel stosuje zakłócenia o współczynniku 0,8. Źródło: opracowanie własne.

Liczba trafień		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wysokość lotu celu [m]	100	0	19	40	60	80	100
	300	0	20	40	60	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	20	40	59	80	100
	900	0	20	40	60	80	100
	1 000	0	20	40	60	80	100
	3 000	0	20	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	60	80	100
	7 000	0	20	40	60	80	100
	9 000	0	20	40	60	80	100
Razem		0	199	400	599	800	1000

Tabela 46. Liczba trafień rakieta – powietrze w cel o 0,6 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel stosuje zakłócenia o współczynniku 0,8. Źródło: opracowanie własne.

Liczba trafień		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	40	60	80	100
	300	0	20	40	60	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	20	40	60	80	100
	900	0	20	40	60	80	100
	1 000	0	20	40	60	80	100
	3 000	0	20	40	59	80	100
	5 000	0	20	40	60	80	100
	7 000	0	20	40	60	80	100
	9 000	0	20	40	60	80	100
Razem		0	200	400	599	800	1000

Tabela 47. Liczba trafień rakieta – powietrze w cel o 0,8 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel stosuje zakłócenia o współczynniku 0,8. Źródło: opracowanie własne.

Liczba trafień		Prawdopodobieństwo trafienia					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wysokość lotu celu [m]	100	0	20	40	60	80	100
	300	0	20	40	60	80	100
	500	0	20	40	60	80	100
	700	0	20	40	60	80	100
	900	0	20	40	60	80	100
	1 000	0	20	40	60	80	100
	3 000	0	20	40	60	80	100
	5 000	0	20	40	61	80	100
	7 000	0	20	40	60	80	100
	9 000	0	20	40	60	80	100
Razem		0	200	400	601	800	1000

Tabela 48. Liczba trafień rakieta   ziemia – powietrze w cel o 0,2 m² skutecznej powierzchni odbicia, gdy cel stosuje zakłócenia o współczynniku 0,8. Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie wyników z przeprowadzonego eksperymentu i przeprowadzonych obliczeń statystycznych stwierdzono, że określenie rezultatu trafienia rakieta przeciwlotnicza w obiekt powietrzny jest generowane zgodnie z założonym prawdopodobieństwem. Przeprowadzona analiza statystyczna otrzymanych wyników pozwala na poziomie istotności 0,05 odrzucić hipotezę o zależności prawdopodobieństwa trafienia od wysokości lotu obiektu powietrznego, od jego skutecznej powierzchni odbicia i od stosowanych przez niego zakłóceń.

Opisane powyżej procedury oraz wyniki eksperymentów zostały przedstawione do oceny ekspertom poszczególnych specjalności. Stwierdzili oni, że odwzorowanie w symulatorze obiektów rzeczywistych i ich oddziaływanie

na otoczenie jest prawidłowe i nie budzi większych zastrzeżeń. Z krytyką spotkał się jedynie brak wpływu zakłóceń na prawdopodobieństwo trafienia zarówno rakieta powietrze-powietrze, powietrze-ziemia i ziemia-powietrze. Zdaniem specjalistów brak powyższej zależności w znacznym stopniu zmniejsza „realność” działań powietrznych.

3 Eksperymenty symulacyjne w ćwiczeniu „Pierścień-2005”

Symulator charakteryzowany jest przez określony zbiór parametrów². Jest on produktem sieciowym, wykorzystującym sieci typu: LAN, MAN, WAN (z wykorzystaniem protokołu TCP-IP). Ponadto cechuje go wielostanowisko-wość, wyrażająca się jednoczesną pracą na 21 dedykowanych stanowiskach. Symulator wykorzystuje platformę systemową i środowisko Microsoft Windows (lub Linux) zarówno do pracy serwera, jak i stacji roboczych (interfejsów dedykowanych). Zobrazowanie eksperymentu symulacyjnego realizowane jest przez Moduł Grafiki Operacyjnej, z którym współpracuje aplikacja symulacyjna. Platformą sprzętową dla Symulatora stanowią zestawy IBM PC i ich klony. Został osiągnięty tryb pracy interaktywnej, w czasie rzeczywistym, z możliwością pracy przyspieszonej. Symulator ponadto działa stabilnie dla koniunkcji a i b:

- a) przy jednoczesnej symulacji wszystkich obiektów elementarnych;
- b) przy jednoczesnym zaistnieniu wszystkich zdarzeń opisujących zachowanie każdego obiektu elementarnego.

Osiągnięto następujące czasy odświeżania zobrazowania sytuacji:

- a) dla danych szybkozmiennych: co 1 sek.
- b) dla danych wolnozmiennych: w zależności od potrzeb.

Symulator powinien po wdrożeniu charakteryzować czas odtworzenia stanu eksperymentu symulacyjnego po usunięciu skutków awarii 3 minut dla parametrów a i b określonych w aspekcie stabilności pracy. Symulator posiada dokumentację użytkownika, administratora i technologiczną oraz dokumentację powykonawczą projektu według przyjętego standardu, i charakteryzuje się funkcjonalnością oprogramowania zgodną z założeniami, co powinny potwierdzić pozytywnie zakończone testy akceptacyjne, przeprowadzone według opracowanych scenariuszy.

² Zobacz Załącznik 1A do Aneksu nr 1/2004 do Umowy nr 148386/C-T00/2003.

Przeprowadzenie eksperymentów symulacyjnych wymagało:

- zaprojektowania eksperymentów;
- przeprowadzenia eksperymentów;
- zbadania rezultatów eksperymentów.

Przy projektowaniu eksperymentu wzięto pod uwagę następujące czynniki:

- cele działań walczących stron;
- etapy (fazy, epizody) działań i ich kolejność w eksperymencie;
- potrzebne dane wejściowe, to znaczy systemy walki uczestniczące w eksperymencie, ich elementy, struktura, środowisko;
- potrzebny rodzaj danych wyjściowych, to znaczy oczekiwany sposób zakończenia eksperymentu;
- dopuszczalny zakres ingerencji człowieka (kierownictwa ćwiczenia, grających stron) w przebieg eksperymentu.

Uzyskane wyniki poddano weryfikacji i ocenie. W tym celu opracowano specjalne scenariusze do weryfikacji parametrów obiektów zapisanych w bazach danych Symulatora. Testom poddano:

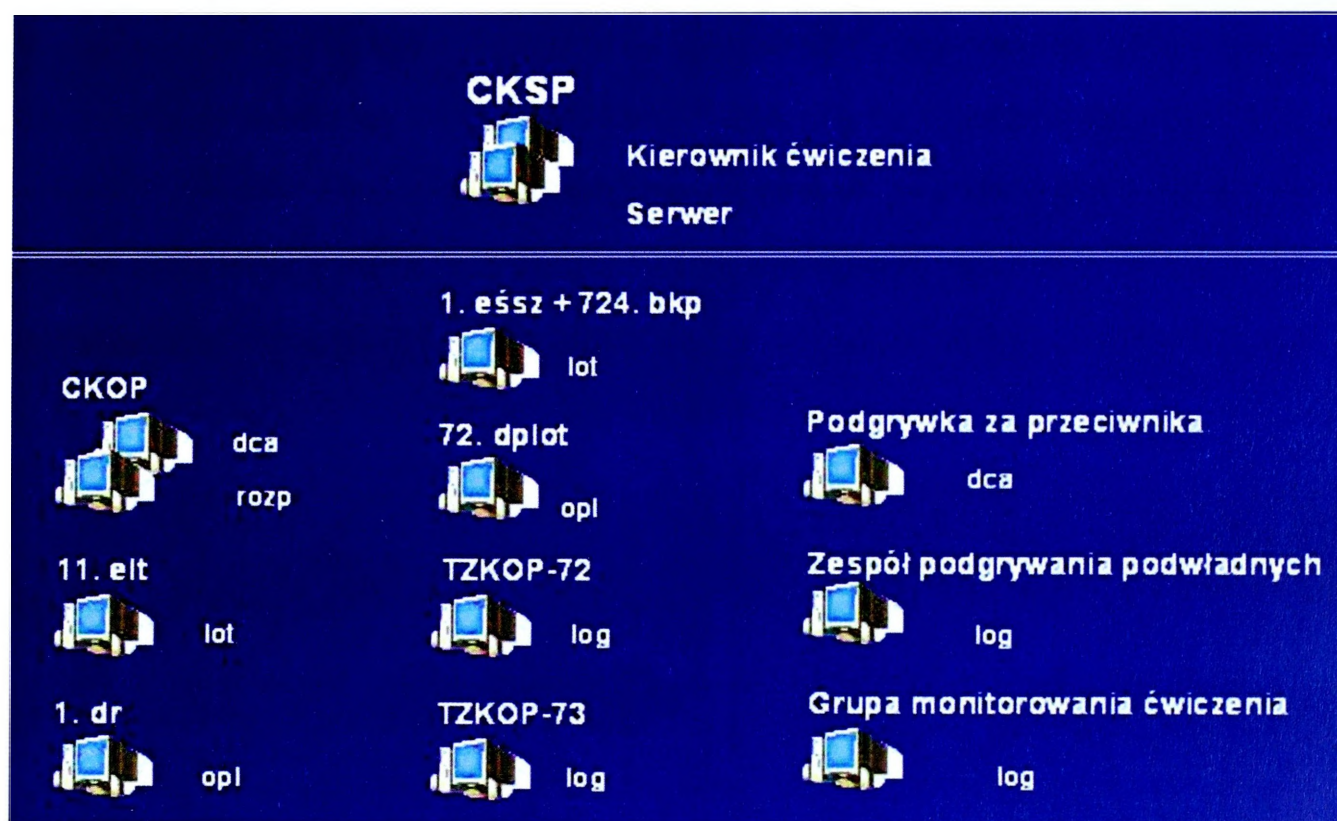
- zasięg wykrywania obiektów powietrznych przez stacje radiolokacyjne;
- wykrywanie obiektów naziemnych przy pomocy pokładowych urządzeń rozpoznania obiektu powietrznego;
- wykrywanie obiektów naziemnych przez obiekt powietrzny przy pomocy zasobnika rozpoznawczego;
- wykrywanie obiektów powietrznych przez inny obiekt powietrzny przy pomocy zasobnika rozpoznawczego;
- odległość odpalenia rakiet powietrze-ziemia;
- moc rażenia lotniczych środków bojowych i odporność na nie obiektów naziemnych;

- czas odtwarzania potencjału, poziom gotowości do pracy i poziom zniszczenia;
- prawdopodobieństwo trafienia rakiet powietrze-powietrze;
- zużycie paliwa, czas lotu, trasę i prędkość obiektu powietrznego;
- prawdopodobieństwo trafienia pocisków raketowych i artyleryjskich klasy ziemia-powietrze;

Ostateczną ocenę wdrożenia i poziomu osiągnięcia przez wykonawców założonych właściwości funkcjonalno-taktycznych oraz technicznych Symulatora zespół autorski zdecydował się przeprowadzić w drodze eksperymentu symulacyjnego prowadzonego w czasie ćwiczenia „Pierścień-2005”. W celach tego ćwiczenia wyeksponowano problematykę wdrażania symulatora:

- uczyć studentów planowania przebazowania jednostek sił powietrznych;
- pogłębiać wiedzę słuchaczy w planowaniu i kierowaniu realizacją wsparcia wojsk lądowych w działaniach taktycznych przez jednostki sił powietrznych;
- kształtować umiejętności pracy słuchaczy w zespołach funkcjonalnych w czasie planowania i prowadzenia działań bojowych;
- sprawdzić umiejętności słuchaczy w zakresie opracowywania i dystrybucji dokumentów dowodzenia;
- przetestować i ocenić zastosowania symulatora operacyjno-taktycznego w komputerowym wsparciu ćwiczenia.

Dla osiągnięcia tak sformułowanych celów zestawiono następującą architekturę symulatora w ćwiczeniu:



Rysunek 14. Architektura Symulatora w przeprowadzonych eksperymentach.

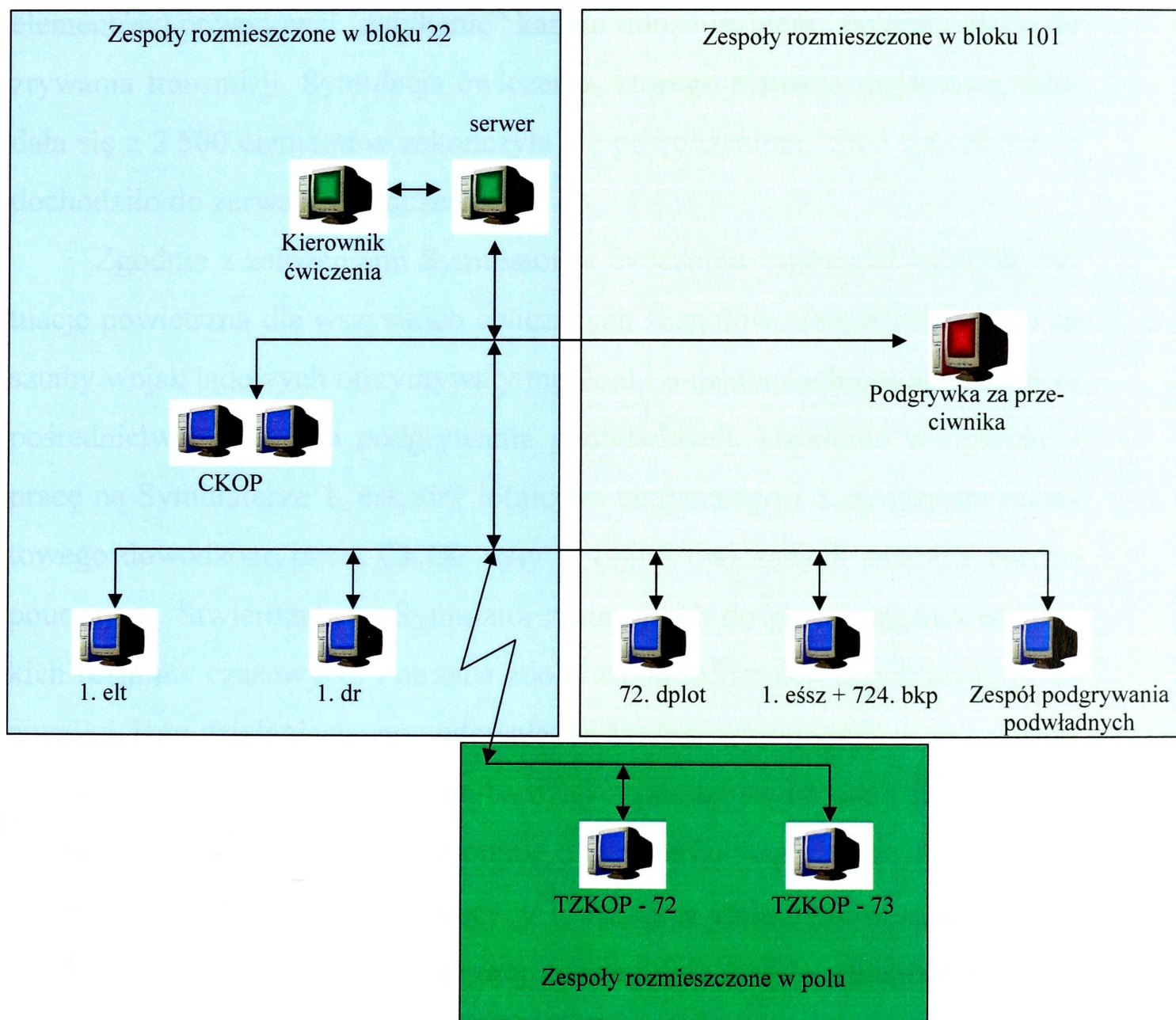
Przyjęta architektura pozwoliła poddać ocenie i testom wszystkie przyjęte założenia funkcjonalne, taktyczne, techniczne, a także na pomiar zasadniczych parametrów charakteryzujących Symulator. Wykonane eksperymenty symulacyjne i testy pozwoliły na pełną ocenę możliwości Symulatora.

W ćwiczeniu dowódczo-sztabowym „Pierścień 2005” Symulator Operacyjno – Taktyczny Działań Powietrznych pracować miał zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 15.

Stanowiska pracy TZKOP – 72 i TZKOP – 73 wraz z ćwiczącymi sztabami 72 i 73 DZ rozmieszczone zostały na strzelnicy. Wewnątrz sztabów wszystkie stanowiska wyposażone w komputery pracowały w lokalnej sieci komputerowej - oddzielnych dla obu DZ. Połączenie tych sieci z podstawową siecią komputerową pracującą w blokach 22 i 101 zapewniała łączność radioliniową.

Deklarowana przepustowość tego łącza wynosząca 2 Mb/s została niestety ograniczona poprzez zastosowanie w aparatu radiolinii routerów o

przepustowości 512 kb/s. Takie rozwiązanie spowodowało spadek teoretycznej przepustowości łącza do 256 kb/s. Taka prędkość transmisji przy współdzieleniu pasma z pocztą elektroniczną, która w tym ćwiczeniu była bardzo często wykorzystywana, nie pozwoliła na pracę stanowisk TZKOP 72 i 73 w symulatorze.



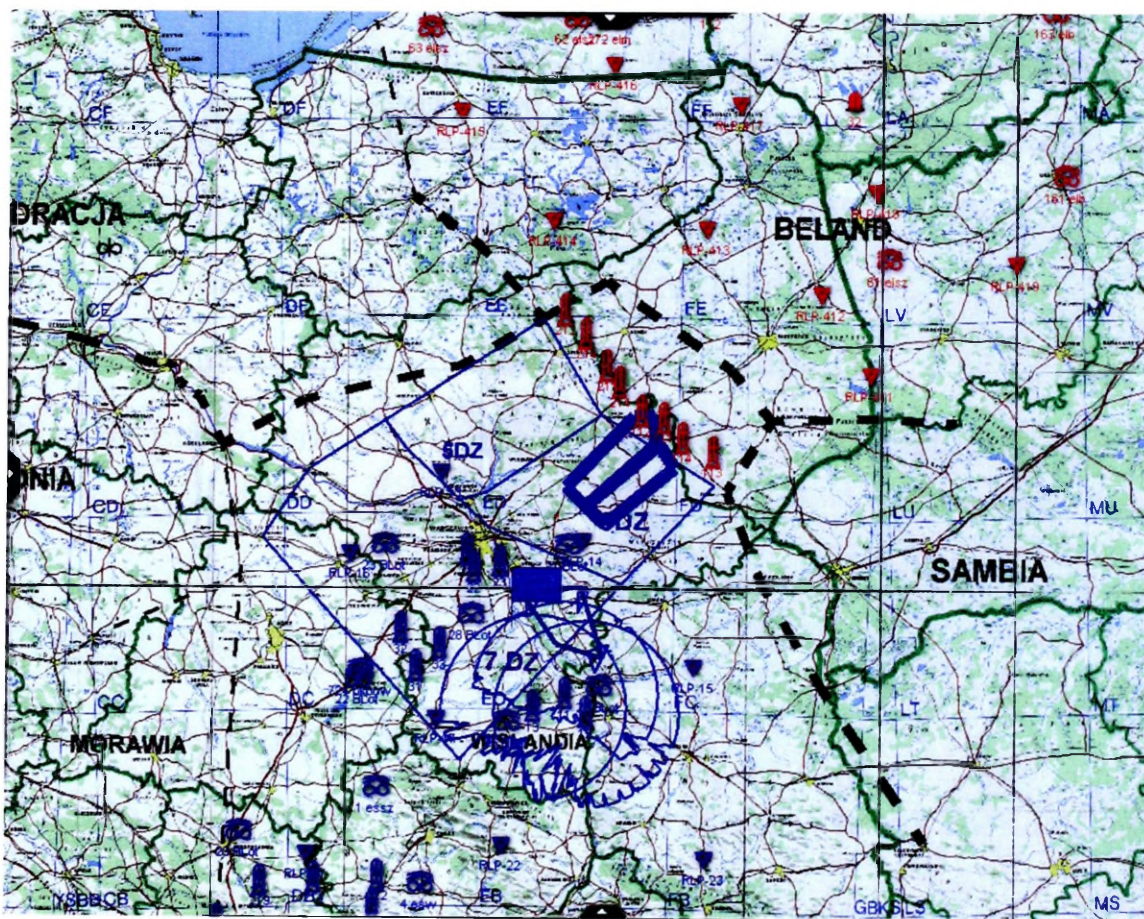
Rysunek 15. Schemat stanowisk pracy Symulatora w ćwiczeniu szkieletowym. Źródło: opracowanie własne.

Studenci wykorzystywali terminale symulatora do symulowania realizowanych działań powietrznych celem wygenerowania rezultatu tychże zadań.

Podczas godzin nocnych, gdy natężenie ruchu w kanale radioliniowym było minimalne przeprowadzono próbę pracy na tych stanowiskach. Scenariusz tak dużego jak to ćwiczenia (sytuacja wyjściowa składa się z ok. 7000 elementów) powodował „zatykanie” kanału transmisyjnego, co prowadziło do zrywania transmisji. Symulacja ćwiczenia, którego sytuacja wyjściowa składała się z 2 500 elementów zakończyła się powodzeniem, choć sporadycznie dochodziło do zerwania połączenia.

Zgodnie z założeniami Symulator w ćwiczeniu zapewniał jednolitą sytuację powietrzną dla wszystkich ćwiczących zespołów. Zespoły ćwiczące za sztaby wojsk lądowych otrzymywały meldunki o działaniach powietrznych za pośrednictwem Zespołu podgrywania podwładnych. Działania w oparciu o pracę na Symulatorze 1. eskadry lotnictwa taktycznego i 1 dywizjonu rakietowego dowodzone przez CKOP były w opinii ćwiczących sztabów bardzo pouczające. Stwierdzali, że Symulator zmuszał ich do przestrzegania wszystkich reżimów czasowych. Potrzeba zdobywania informacji o położeniu przeciwnika, jego działaniach spowodowała, że student występujący w roli oficera rozpoznawczego był jednym z najbardziej zapracowanych osób funkcyjnych w zespole. Podobnie pozytywne opinie o ćwiczeniu wspomaganym przez symulator wyrażali studenci pracujący w 1. eskadrze śmigłowców szturmowych i 724 batalionie kawalerii powietrznej. Szczególnie dużym uznaniem cieszyła się możliwość wykorzystania symulatora do planowania działań. Podkreślali to głównie oficerowie pracujący w CKOP. Studenci Wydziału Wojsk Lądowych pracujący w sztabie dywizjonu przeciwlotniczego podkreślali, że kierowanie ogniem poszczególnych baterii lub nawet całym dywizjonem w warunkach rzeczywistej widzialności obiektów powietrznych (zasięg rozpoznania środka OPL jest ograniczony przez rzeźbę terenu) jest bardzo cennym do-

świadczeniem porównywalnym z doświadczeniami nabytymi podczas poligonów. Większość studentów pełniących funkcję dowódcy wyrażała opinię iż każdy z ćwiczących sztabów powinien dysponować prawie kompletem stanowisk dedykowanych. Według nich każdy szef powinien mieć swoje stanowisko pracy, a nie pracować tylko w oparciu o wielkoformatowe zobrazowanie, gdyż jedna osoba pracująca przy komputerze nie jest w stanie obsłużyć wszystkich żądań, szczególnie podczas bardzo intensywnych działań.



Rysunek 16. Sytuacja taktyczna w drugim dniu ćwiczenia. Źródło: opracowanie własne

Podczas ćwiczenia ćwiczące zespoły w oparciu o Symulator zrealizowały następujące epizody:

- rozpoznanie ugrupowania przeciwnika poprzez przelot samolotami wyposażonymi w zasobniki rozpoznawcze;
- śledzenie sytuacji powietrznej przez posterunki radiolokacyjne;

- dyżurowanie samolotami w strefie;
- zwalczanie samolotów przeciwnika samolotami ze stref dyżurowania i z lotniska;
- zwalczanie obiektów naziemnych przeciwnika (1. el, 1. eśsz oraz 724 bkp);
- zwalczanie samolotów przeciwnika przez środki OPL (1. dr i 72 dplot);
- manewr samolotami i środkami logistycznymi (przebazowanie 1.el z lotniska Mińsk Mazowiecki na lotnisko Tomaszów Mazowiecki oraz przemieszczenie transportem lądowym na nowe lotnisko LŚB i paliwa);
- pobranie z bazy logistycznej rakiet dla 1. dr;
- manewr środkami OPL (1. dr i 72 dplot);
- przemieszczanie obiektów naziemnych (elementy ugrupowania wojsk lądowych).

Dane niezawodnościowe systemu:

- liczba symulowanych obiektów - 7 236;
- liczba awarii systemu powodująca przerwę w pracy Symulatora – 0
- liczba awarii stanowisk dedykowanych – 7:
 - 4 zerwania połączenia z serwerem stanowisk pracy w 1. el i 1. dr – przyczyną było promieniowanie z bardzo blisko położonej radiostacji – po przełączeniu na sieć przewodową zerwania połączeń nie zanotowano;
 - 3 wyłączenia laptopów spowodowane nieumyślnym przesłonięciem kanałów wentylacyjnych;

- po zakończeniu pracy zasymulowano awarię stanowiska pracy kierownika ćwiczenia – odtworzenie sytuacji do stanu przed „awarią” zajęło 1,5 minuty.

Podsumowując, uzyskane wyniki eksperymentu symulacyjnego potwierdziły uzyskanie przez zespół autorski zakładanych parametrów użytkowych Symulatora na poziomie deklarowanych a w większości wypadków, szczególnie dotyczących niezawodności pracy symulatora parametry te znacznie poprawiono. Tę wysoką ocenę Symulatora tę potwierdza przebieg eksperymentu. Posługujących się symulatorem studentów wręcz zaskoczyła niezwykle stabilna praca systemu, w tym szczególnie błyskawiczne odtwarzanie połączeń stanowisk dedykowanych z koordynatorem po awariach ogólnej sieci komputerowej ćwiczenia. Wobec bezawaryjnej pracy połączenia serwer – koordynator, inżynier systemu musiał zasymulować awarię, aby sprawdzić czas odtworzenia systemu po awarii komputera kierownika ćwiczenia.

W ćwiczeniach należy zapewnić lepszą przepustowość routerów radiolinii cyfrowych, zapewniając dobrej jakości łączność bezprzewodową stanowisk Symulatora rozmieszczonych na SD w terenie, poza możliwościami łączności przewodowej i wykorzystać w pełni walory pracy w sieci radiowej, którymi dysponuje Symulator.

Ostateczną rekomendację walorów Symulatora wydały wszystkie użytkujące Symulator zespoły dowodzenia, które domagały się zwiększenia liczby stanowisk dedykowanych do pełnej możliwej (d-ca, lotnictwo, OPL, RLS, logistyka) na każdym ćwiczoną elementem dowodzenia siłami powietrznymi. Studenci wiedzieli, że wprowadzone ograniczenie liczby stanowisk pracy symulatora wynika jedynie z dysponowanej w Wydziale Lotnictwa i OP liczby komputerów spełniających wymagania techniczne dla softweru Symulatora i oczekiwały większej liczby komputerów spoza Wydziału.

4 Badanie opinii

Poziom realizacji założonych właściwości funkcjonalno-taktycznych Symulatora zbadano metodą ankietowania i obserwacji bezpośredniej. Do tego opracowano specjalny arkusz ankiety (załącznik 1). Ankietowanie zostało przeprowadzone 21 czerwca 2005r. Był to siódmy (przedostatni) dzień ćwiczenia dowódczo – sztabowego „Pierścień 2005” Ankietę wypełniali nauczyciele akademicki, słuchacze kursów i studenci uzupełniających studiów magisterskich, których realizowane działania podczas ćwiczenia wykonywane były z wykorzystaniem Symulatora. Ankietowani odpowiadając na pytania postawione w ankiecie posługiwali się skalą jedenasto stopniową, w której 0 było oceną najniższą, zaś 10 najwyższą. Część pytań wymagała odpowiedzi opisowych.

Uzyskane w wyniku ankietowania dane zostały opracowane w podziale na 3 kategorie:

- 1 – nauczyciele akademicki - 9 ankiet,
- 2 – słuchacze i studenci - 25 ankiet,
- 3 – bez podziału na studentów, słuchaczy i nauczycieli akademickich - 34 ankiety.

Z uzyskanych ocen z poszczególnych pytań ankiety wyciągnięto średnie arytmetyczne oraz obliczono medianę³ w poszczególnych kategoriach. Następnie obliczono współczynniki korelacji podzbiorów ocen z poszczególnych pytań ankiety, z podziałem na przedstawione wcześniej kategorie, celem wykazania zgodności ocen w poszczególnych pytaniach.

³ Wartość mediany wskazuje maksymalną ocenę jaką wystawiła połowa + 1 ankietowanych.

1) Czy w Symulatorze funkcja mapowa w wystarczającym stopniu obejmuje odwzorowanie map rastrowych i cyfrowych obszaru Polski w skalach 1 do:

- 1000 000
- 500 000
- 250 000
- 100 000
- 50 000

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,26	8,00
Studenci	7,48	7,00
Wszyscy	7,91	8,00

Współczynniki korelacji:

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	2, 15a, 15b	14a,14c, 15c	11a, 14b, 38
Studenci	-	-	-	2
Wszyscy	-	-	-	2

2) Czy w Symulatorze funkcja mapowa pozwala zmieniać skalę mapy i przesuwać obszar zobrazowania bez istotnych opóźnień czasowych:

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,44	9,00
Studenci	7,52	8,00
Wszyscy	7,94	8,50

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	15a	2, 15c	15b	14c
Studenci	-	-	-	2
Wszyscy	-	-	-	2

3. Czy w Symulatorze funkcja mapowa pozwala przechodzić do dowolnego obszaru zobrazowania za pomocą „nawigatora” bez względu na skalę mapy oraz powrócić do wcześniej zapamiętanego położenia zobrazowania z dowolnego położenia:

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,47	9,00
Studenci	7,76	8,00
Wszyscy	7,94	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	4, 6, 10c, 11b, 13a, 13c, 15d, 16a, 16b, 19, 21, 24, 26, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35	10b, 11c, 12c, 20a, 22, 27, 32,	11d, 17, 20b, 23
Studenci	-	-	5, 6, 10b	7, 9, 11b, 11c
Wszyscy	-	-	5, 6, 10b, 11b	11c, 16a, 20a, 28

4. Czy w Symulatorze funkcja mapowa pozwala na wyszukiwanie miejscowości na terenie Polski oraz włączanie i wyłączanie podkładu mapowego:

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,82	8,00
Studenci	6,68	7,00
Wszyscy	7,03	7,50

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	3, 10c, 13a, 13c, 16a, 19, 20a, 29, 30, 33, 34, 35	6, 10b, 11c, 15d, 16b 26, 28, 31	12c, 17, 20b, 27, 32
Studenci	-	-	10a, 12c, 28	9, 11b, 11c, 11d, 13b, 14c, 15a, 17, 20a, 27, 29
Wszyscy	-	-	28	10a, 10b, 11b, 11c, 16a, 20a, 33

5. Czy w Symulatorze edytor graficzny pozwala na rysowanie linii, strzałek, okręgów i wielokątów i dokonywanie automatycznego pomiaru odległości rysowanej linii bez względu na skalę mapy:

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,94	8,00
Studenci	6,40	7,00
Wszyscy	6,85	7,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	-	10a, 18,	12c, 23
Studenci	-	-	3, 6, 7, 10b,	11b, 15a, 15b, 15c,16a
Wszyscy	-	-	3, 7,	6, 10b, 11b,15a, 15b, 15c

6. Czy w Symulatorze edytor graficzny pozwala na wstawianie znaków taktycznych:

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,03	8,00
Studenci	6,56	8,00
Wszyscy	6,65	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	3, 11b, 13c, 15d, 16a, 16b, 19, 24, 26, 28, 30, 33, 34, 35	4, 10b, 10c, 11d, 12c, 13a, 17, 21, 22, 27, 31	10a, 11c, 20a, 20b, 23, 29
Studenci	-	-	3, 5, 10b	7, 11b, 11c, 15b, 15c
Wszyscy	-	-	3, 10b, 11b	5, 11c, 16a

7. Czy w Symulatorze edytor graficzny pozwala na tworzenie napisów w dowolnym kolorze, kierunku położenia i skali:

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,88	9,00
Studenci	7,28	8,00
Wszyscy	7,76	9,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	-	9, 12a, 14b, 20c, 20d	12b, 12c, 17, 20b
Studenci	-	15a, 15b, 15c, 16a, 16b	5, 8, 10b, 11b, 11c, 11d, 13b, 14c, 15d, 17, 19, 20a, 20b	3, 6, 9, 11a, 12c, 18, 20c, 28
Wszyscy	-	15a, 15c	5, 9, 12c, 13b, 14c, 15b, 16a, 16b	8, 10b, 11b, 11c, 11d, 12a, 15d, 18, 19, 20a, 20b, 20c

8. Czy w Symulatorze edytor graficzny pozwala zapisać narysowaną sytuację - w pięciu oddzielnych warstwach i wyświetlać selektywnie narysowaną sytuację warstwami:

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,42	8,00
Studenci	7,79	8,50
Wszyscy	7,94	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	-	18	-
Studenci	-	9	7, 11a, 11b, 11c, 11d, 12a, 12c, 13b, 13c, 14b, 14c, 15a, 15c, 15d, 16a, 16b, 17, 19, 20a, 20c, 20d, 28	10a, 18, 20b, 27, 33
Wszyscy	-	-	9, 13b, 14c, 15a, 18	7, 10a, 11a, 11b, 11d, 12a, 12c, 14b, 15c, 15d, 16b, 17, 20a, 20c, 20d

9. Czy w Symulatorze edytor graficzny pozwala zapisać i wczytać wcześniej zapisaną w pliku sytuację:

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,78	9,00
Studenci	7,64	9,00
Wszyscy	8,03	9,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	12c	12a, 14b, 20c, 20d	7, 14a, 14c, 20b	10b, 11a, 11c, 12b, 13b, 17, 20a
Studenci	-	8	10a, 11c, 17, 20a, 28	3, 4, 7, 10b, 11a, 11b, 11d, 12a, 12c, 13b, 13c, 14b, 14c, 15a, 15c, 16b, 18, 19, 20b, 20c, 20d, 27, 33
Wszyscy	-	-	7, 8, 10a, 12a, 12c, 15a	11a, 11b, 11c, 13b, 14b, 14c, 15c, 18, 20a, 20c, 20d

10. Czy Symulator pozwala odzwierciedlić rozlokowanie w trójwymiarowej przestrzeni i w czasie obiektów elementarnych:

- położenie statyczne

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,90	9,00
Studenci	8,00	8,50
Wszyscy	8,37	9,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	17	5, 10b	6, 11d, 12b, 12c, 13b, 16b, 18, 20b, 24, 30
Studenci	-	28	4, 9, 11a, 11d, 12a, 12c, 13c, 14b, 14c, 27, 29	8, 10b, 11b, 11c, 13b, 15a, 15d, 16b, 17, 18, 19, 20a, 20b, 20c, 20d, 26, 33
Wszyscy	-	-	9, 12a, 12c, 14b, 14c	4, 8, 11a, 11d, 13b, 13c, 15a, 15c, 15d, 16b, 18, 20c, 20d, 28

- położenie dynamiczne

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,71	8,00
Studenci	7,36	8,00
Wszyscy	7,33	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	10c, 11d, 12b, 12c, 13a, 17, 19, 20a, 20b, 24, 30	3, 4, 6, 10a, 11b, 11c, 13c, 15d, 16a, 16b, 26, 28, 29, 33, 34, 35,	9
Studenci	-	-	3, 5, 6, 7, 11b, 11d, 12c, 14c, 15a, 15b, 15c, 15d, 16a, 16b, 17, 19, 20a, 20b	4, 9, 10a, 11c, 13b, 18, 20c, 28, 38
Wszyscy	-	-	3, 6, 11b, 11d, 15d, 16a, 16b, 17, 19, 20a, 20b	4, 5, 7, 11c, 13a, 24, 26, 28, 33

- czas realizacji zadania

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,77	8,00
Studenci	7,95	8,00
Wszyscy	7,93	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	3, 4, 10b, 11b, 11c, 13a, 13c, 16a, 16b, 19, 20a, 24, 29, 30, 33, 34, 35	6, 15d, 17, 20b, 21, 22, 26, 28	11d, 12b, 12c, 27, 31
Studenci	-	-	-	-
Wszyscy	-	-	-	-

11. Czy Symulator pozwala odzwierciedlić realizację następujących funkcji obiektów powietrznych:

- a) dyżurowanie na lotnisku i w strefie

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,32	9,00
Studenci	7,63	9,00
Wszyscy	7,79	9,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	14c	12a, 13b, 14a, 14b, 20d, 38	1, 9, 20c
Studenci	-	11d, 12c, 28	8, 10a, 11b, 11c, 12a, 13b, 13c, 14b, 14c, 15a, 15d, 16b, 17, 18, 19, 20a, 20b, 20c, 20d, 27	7, 9, 15c, 16a, 26, 29, 33
Wszyscy	-	-	11d, 12a, 12c, 13b, 14b, 14c, 20c, 20d	8, 9, 10a, 11b, 11c, 15a, 15c, 15d, 16b, 17, 18, 20a, 20b

b) realizację zadań rozpoznania w pasmach: widzialnym, podczerwieni i elektronicznym
(w tym zasięg strefy rozpoznania)

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,65	8,00
Studenci	6,63	8,00
Wszyscy	6,76	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	3, 4, 6, 10c, 13c, 16a, 16b, 19, 24, 30, 33, 34, 35	10b, 11c, 13a, 15d, 20a, 21, 22, 26, 28, 31	12c, 17, 20b, 29
Studenci	-	11c, 11d, 12c, 13b, 17, 20a	7, 8, 10b, 11a, 15a, 15b, 15c, 15d, 16a, 16b, 18, 19, 20b, 28	3, 4, 5, 6, 9, 10a, 12a, 14c, 20c, 20d, 26, 27, 29, 33
Wszyscy	-	11c, 20a	3, 6, 10b, 11d, 15a, 15c, 15d, 16a, 16b, 17, 19, 20b, 28	4, 5, 7, 8, 9, 11a, 12c, 13b, 13c, 15b, 18, 20d, 26, 27, 33

c) zwalczanie obiektów naziemnych i powietrznych (wskazanych lub samodzielne) według ustalonej dyrektywy

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,55	8,00
Studenci	7,00	7,50
Wszyscy	6,97	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	10c, 13a, 20a	3, 4, 10b, 11b, 16a, 17, 19, 20b, 30, 34, 35	6, 9, 11d, 12c, 13c, 15d, 16b, 24, 29, 33
Studenci	-	11b, 11d, 12c, 13b, 28	7, 8, 9, 11a, 12a, 14c, 15a, 15c, 15d, 16b, 17, 18, 19, 20a, 20b, 20d, 33	3, 4, 6, 10a, 10b, 13c, 14b, 15b, 16a, 20c, 26, 27, 29
Wszyscy	-	11b, 20a	11d, 15d, 16b, 17, 19, 20b, 28	3, 4, 6, 7, 9, 10b, 11a, 12a, 12c, 13b, 13c, 14b, 14c, 15a, 15c, 16a, 20d, 27, 29, 33

d) samodzielne poszukiwanie i niszczenie

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,24	8,00
Studenci	6,61	7,00
Wszyscy	6,59	7,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	10b, 12c	6, 12b, 15d, 17, 19, 20b, 24, 28, 30, 33, 35	3, 10a, 10c, 11c, 13a, 15b, 16a, 16b, 20a, 25, 34
Studenci	-	11a, 11b, 11c, 12c, 13b, 15a, 15d, 17, 20a	7, 8, 10a, 10b, 12a, 13c, 14b, 14c, 15c, 16a, 16b, 18, 19, 20b, 20c, 20d, 28	4, 9, 15b, 26, 27, 29, 33
Wszyscy	-	-	10b, 11a, 11b, 11c, 15d, 16b, 17, 19, 20a, 20b, 28	7, 8, 10a, 12a, 12c, 13b, 13c, 14b, 14c, 15a, 15b, 15c, 16a, 18, 20c, 20d, 26, 27, 29, 33

12. Czy Symulator pozwala odzwierciedlić realizację następujących funkcji obiektów powietrznych:

a) grupowanie i rozgrupowanie

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,51	9,00
Studenci	7,83	9,00
Wszyscy	8,15	9,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	12c	9, 14a, 14b, 20d	7, 11a, 14c, 20c	13b, 20b
Studenci	-	13b, 14b, 14c, 20c, 20d, 28	8, 10a, 11a, 11c, 11d, 12c, 13c, 15a, 15d, 16b, 17, 18, 19, 20a, 20b, 27, 33	9, 11b, 15c, 16a, 21, 26, 29, 34
Wszyscy	-	13b, 14b, 20d	9, 10a, 11a, 12c, 14c, 15a, 18, 20c	7, 8, 11c, 11d, 13c, 15c, 15d, 16a, 16b, 17, 19, 20a, 20b, 28

b) przebazowanie

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,90	9,00
Studenci	9,04	9,00
Wszyscy	9,12	9,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	12c	10b	11d, 13a, 14b, 19, 20a, 20b, 20c, 20d	7, 9, 10a, 10c, 14c, 15c, 16a, 17, 24, 25, 30
Studenci	-	-	-	-
Wszyscy	-	-	-	-

c) tankowanie w powietrzu

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,46	9,00
Studenci	6,63	7,00
Wszyscy	7,32	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	9, 12a, 12b	10b, 11d, 15d, 17, 19, 20b, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 33	3, 6, 14b, 16b, 20d, 29, 31, 34, 35	4, 5, 7, 10a, 10c, 11b, 11c, 13a, 13c, 16a, 20a, 20c, 21, 32
Studenci	-	11a, 11b, 11c, 11d, 13b, 15d, 17, 20a, 20b, 20c, 28	4, 8, 10a, 10b, 12a, 14c, 15a, 15c, 16b, 18, 19, 20d	7, 9, 13c, 14b, 15b, 16a, 24, 26, 27, 29, 33, 35
Wszyscy	-	13b, 20c	7, 9, 10a, 11a, 12a, 14b, 14c, 15a, 15c, 15d, 18, 20a, 20b, 20d	8, 11b, 11c, 11d, 15b, 16a, 16b, 19, 25, 28

13. Czy Symulator pozwala odzwierciedlić realizację następujących zadań taktycznych obiektów naziemnych:

a) strefę rozpoznania i ognia na zadanej wysokości

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,09	9,00
Studenci	8,08	8,00
Wszyscy	8,03	8,50

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	3, 4, 10b, 10c, 11c, 13c, 16a, 19, 20a, 20b, 29, 30, 34, 35	6, 11b, 12b, 15d, 16b, 17, 24, 26, 33	11d, 12c, 21, 22, 28, 31
Studenci	-	-	38	15b
Wszyscy	-	-	-	10b

b) realizację rozpoznania obiektów powietrznych

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,41	9,00
Studenci	6,73	7,50
Wszyscy	7,32	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	-	11a, 14b, 20c, 20d	9, 10a, 12a, 14c,
Studenci	-	11b, 11c, 11d, 12a, 12c, 14c, 15a, 15d, 16a, 16b, 17, 19, 20a, 20b, 20c, 20d, 28	7, 8, 11a, 13c, 14b, 15b, 15c, 18, 29, 33	4, 9, 10a, 10b, 26, 27
Wszyscy	-	12a, 12c, 15a	7, 8, 11a, 14b, 14c, 15b, 15c, 15d, 16a, 16b, 18, 20c, 20d	9, 10a, 11b, 11c, 11d, 13c, 17, 19, 20a, 20b, 28

c) prowadzenie ognia do obiektów powietrznych (samodzielnie lub do wskazanego celu) według zadanych dyrektyw ogniowych z bieżącym określeniem rezultatów

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,93	8,00
Studenci	7,56	9,00
Wszyscy	7,65	9,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	3, 4, 6, 10c, 11b, 13a, 16a, 16b, 19, 24, 33, 34	10b, 15d, 20a, 21, 22, 26, 28, 29, 30, 35	11c, 12c, 17, 20b, 27, 31
Studenci	-	14b	8, 10a, 11a, 11d, 12a, 13b, 14c, 20c, 20d, 28, 33	9, 11c 12c, 15a, 15d, 16b, 17, 18, 19 ,20a, 20b, 21
Wszyscy	-	-	16b, 28, 33	10a, 11b, 11c, 11d, 12a, 13b, 14b, 14c, 15d, 16a, 17, 19, 20a, 20b, 20d, 21, 34

14. Czy Symulator pozwala odzwierciedlić realizację następujących funkcji obiektów naziemnych:

a) zajmowanie i opuszczanie stanowiska bojowego

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,14	9,00
Studenci	8,18	9,00
Wszyscy	8,30	9,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	14c	12a, 14b, 20d	1, 9, 11a, 15b, 20c	38
Studenci	-	-	-	-
Wszyscy	-	-	-	-

b) przemieszczanie

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,15	9,00
Studenci	7,46	8,50
Wszyscy	7,73	9,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	9, 12a, 14a, 14c, 20c, 20d	7, 11a, 12b, 12c, 13b	1, 20b
Studenci	-	12a, 13c, 14c	8, 10a, 11a, 11d, 13b, 15a, 15d, 16b, 17, 19, 20c, 20d, 28, 33	9, 11c, 12c, 15c, 16a, 18, 20a, 20b, 21, 27
Wszyscy	-	12a, 14c, 20c	10a, 11a, 12c, 13b, 20d	8, 9, 11c, 11d, 13c, 15a, 15c, 15d, 16a, 16b, 18, 20a, 20b, 28

c) zużycie i odtwarzanie potencjału bojowego

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,02	8,00
Studenci	7,20	8,00
Wszyscy	7,47	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	14a	11a, 14b, 20c, 20d	1, 9, 12a, 15b	2, 12b, 13b, 15a, 15c, 38
Studenci	-	12a, 13b, 14b, 15a, 15d, 16b, 20c	7, 8, 10a, 10b, 11a, 11c, 11d, 12c, 13c, 15c, 16a, 17, 18, 19, 20a, 20b, 20d, 28	4, 9, 11b, 15b, 33
Wszyscy	-	14b, 20c	7, 8, 10a, 11a, 12a, 12c, 13b, 15a, 15b, 15c, 16b, 20d	9, 11c, 11d, 13c, 15d, 16a, 17, 18, 19, 20a, 20b

15. Czy Symulator zapewnia odzwierciedlenie następujących wymagań obszaru informacyjnego?

a) strony nie posiadają pełnej informacji o sobie

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,82	9,00
Studenci	7,38	9,00
Wszyscy	7,85	9,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	2	1, 15c	15b, 33	14c
Studenci	-	7, 11d, 13b, 14c, 15b, 15c, 15d, 16a, 16b, 17, 19, 20a, 20b	8, 10b, 11a, 11b, 11c, 12a, 12c, 14b, 18, 20c, 20d, 28	4, 5, 9, 10a, 13c, 33
Wszyscy	-	7, 13b, 15b, 15c	8, 9, 11b, 12a, 12c, 14c, 15d, 16a, 16b, 18, 20c	5, 10a, 11a, 11c, 11d, 14b, 17, 19, 20a, 20b, 20d, 28

b) każda informacja starzeje się

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,74	9,00
Studenci	7,79	8,00
Wszyscy	8,09	8,50

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	1	2, 14a, 14c, 15a, 15c	11d, 20c, 38
Studenci	-	7, 15a, 15c, 16a, 16b	11b, 13b, 15d, 17, 18, 19, 20a, 20b,	5, 6, 11c, 11d, 12c, 13a, 14c, 20c, 38
Wszyscy	-	15a, 15c	7, 13b, 14c, 16a, 16b	5, 11b, 11d, 12c, 15d, 18, 20a, 20b, 20c, 38

c) strony zdobywają informację zużywając zasoby

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,70	9,00
Studenci	8,00	9,00
Wszyscy	8,24	9,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	2, 15a	1, 15b	14c
Studenci	-	7, 15a, 15b, 16a, 16b, 17	8, 10b, 11b, 11c, 11d, 12c, 13b, 14c, 15d, 18, 19, 20a, 20b	5, 6, 9, 11a, 12a, 14b, 20c, 20d, 28, 38
Wszyscy	-	7, 15a, 15b	11b, 12c, 13b, 14c, 16a, 16b	5, 8, 9, 10a, 11a, 11c, 11d, 12a, 14b, 15d, 18, 19, 20a, 20b, 20c, 20d

d) informację można zakłócić

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,52	8,00
Studenci	5,82	7,00
Wszyscy	6,42	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	3, 6, 12c, 16a, 16b, 19, 24, 26, 27, 28, 30, 31, 33, 34, 35	4, 10b, 10c, 11b, 11d, 13a, 13c, 20a, 23, 29	17, 20b, 21, 22
Studenci	-	11d, 12c, 13b, 14c, 15a, 16a, 16b, 20b, 20c	7, 8, 10b, 11a, 11b, 11c, 12a, 14b, 15b, 15c, 17, 18, 19, 20a, 20d, 28	10a, 13c, 24, 29, 33, 35
Wszyscy	-	16a, 16b, 19	10b, 11b, 11c, 11d, 12c, 13b, 15a, 20a, 20b, 28, 33	4, 7, 8, 10a, 11a, 12a, 13c, 14b, 14c, 15b, 15c, 17, 18, 20c, 20d, 24, 26, 35

16. Czy Symulator zapewnia odzwierciedlenie następujących systemów rozpoznania:

a) systemu rozpoznania obiektów powietrznych (RLS, środki OPL, pokładowe urządzenia rozpoznania samolotów)

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,01	8,00
Studenci	6,96	8,00
Wszyscy	7,25	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	3, 4, 6, 10c, 11b, 13a, 13c, 15d, 16b, 19, 20a, 24, 26, 29, 30, 33, 34, 35	10b, 11c, 20b, 21, 22, 27, 28, 31	11d, 12b, 12c, 17, 23, 32
Studenci	-	7, 13b, 15a, 15b, 15c, 15d, 16b	8, 10b, 11b, 11d, 14c, 17, 19, 20a, 20b, 20c	5, 11a, 11c, 12a, 12c, 14b, 18, 20d, 28
Wszyscy	-	15d, 16b	7, 10b, 11b, 13b, 15a, 15b, 15c, 17, 19, 20a, 20b	3, 4, 6, 11c, 11d, 12a, 12c, 13c, 14b, 14c, 20c, 28, 33

b) system rozpoznania obiektów naziemnych (pokładowe urządzenia rozpoznawcze samolotu oraz podwieszane zasobniki rozpoznawcze)

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,58	8,00
Studenci	6,96	8,00
Wszyscy	7,03	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	3, 6, 10c, 11b, 13c, 15d, 16a, 19, 24, 26, 28, 30, 33, 34, 35	4, 10b, 12c, 13a, 20a, 21, 22, 31	10a, 11c, 11d, 17, 20b, 23, 27, 29
Studenci	-	7, 13b, 14c, 15a, 15b, 15c, 15d, 16a, 17	8, 10b, 11a, 11b, 11c, 11d, 12a, 12c, 14b, 18, 19, 20a, 20b, 20c, 20d	9, 10a, 13c, 28, 33
Wszyscy	-	15d, 16a	7, 10b, 11b, 11c, 11d, 13b, 13c, 14c, 15a, 15b, 15c, 17, 19, 20a, 20b, 28	8, 10a, 11a, 12a, 12c, 14b, 18, 20c, 20d, 33

17. Czy Symulator zapewnia odzwierciedlenie zasobów logistycznych zgromadzonych na lotnisku (samoloty, uzbrojenie samolotów, zasoby środków bojowych, paliwa, innych zdefiniowanych materiałów, lotniczych i naziemnych środków transportu, infrastruktury lotniska):

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,11	8,00
Studenci	8,24	9,00
Wszyscy	8,00	9,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	10a, 10b, 12c, 20b	6, 10c, 11c, 11d, 13a, 19, 20a, 24, 30, 33, 34	3, 4, 7, 9, 11b, 12b, 13c, 15d, 16a, 16b, 26, 28, 29, 35
Studenci	-	11b, 11d, 12c, 13b, 15a, 15c, 16b, 18, 19, 20a, 20b, 20c, 20d	7, 8, 9, 10b, 11a, 11c, 12a, 14b, 14c, 15b, 15d, 16a, 26, 27, 28	4, 10a, 13c, 33
Wszyscy	-	19, 20a, 20b	10b, 11b, 11c, 11d, 16a, 16b	8, 11a, 12a, 13b, 13c, 14c, 15a, 15d, 18, 20c, 20d, 26, 27, 28, 29

18. Czy Symulator zapewnia odzwierciedlenie zasobów logistycznych zgromadzonych przy jednostce OP (skład środków bojowych OP, naziemne środki transportu):

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,45	8,02
Studenci	7,80	8,00
Wszyscy	8,03	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	-	5, 8	10a, 20c
Studenci	-	17, 19, 20a, 20b, 20c, 20d	11a, 11b, 11c, 11d, 12a, 12c, 13b, 14c, 15a, 15b, 15c, 15d, 16b, 20, 27, 28	7, 8, 9, 10a,10b, 13c, 14b, 16a,
Wszyscy	-	20c	8, 12a, 12c, 13b, 15a, 20b, 20d	7, 9, 10a, 11a, 11b, 11d, 14b, 14c, 15b, 15c, 15d, 16b, 17, 19, 20a, 28

19. Czy Symulator zapewnia odzwierciedlenie składnicy zasobów logistycznych zgromadzonych w dowolnym miejscu (zdefiniowane zasoby środków bojowych, paliwa lub inne dowolne):

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,16	8,00
Studenci	7,65	8,00
Wszyscy	7,71	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	33	3, 4, 6, 10b, 10c, 11b, 12c, 13a, 13c, 15d, 16a, 16b, 24, 26, 28, 29, 30, 31, 34, 35	11c, 11d, 12b, 17, 20a, 20b, 21, 23, 27	22, 25, 32
Studenci	-	13b, 15a, 17, 18, 20a, 20b, 20c, 20d	7, 8, 10b, 11a, 11b, 11c, 11d, 12a, 12c, 14b, 14c, 15b, 15c, 15d, 16a, 16b, 28	9, 10a, 13c, 26, 27
Wszyscy	-	15d, 17, 20a, 20b	10b, 11b, 11c, 11d, 16a, 16b, 26, 28	4, 7, 12a, 12c, 13b, 13c, 14c, 15a, 15c, 18, 20c, 20d, 24, 27, 33, 35

20. Czy Symulator zapewnia odzwierciedlenie następujących funkcji logistycznych:

a) Tworzenie i funkcjonowanie baz logistycznych z zasobami środków bojowych, paliwa lub innych dowolnie zdefiniowanych środków logistycznych

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,21	9,00
Studenci	7,46	8,50
Wszyscy	7,53	9,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	4, 10b, 10c, 11c, 13a, 16a, 20b, 30	3, 11b, 12b, 13c, 15d, 16b, 17, 19, 24, 29, 33, 34, 35	6, 9, 11d, 12c, 26, 28
Studenci	-	11b, 11d, 12c, 13b, 15a, 17, 18, 19, 20b, 20d	7, 8, 9, 10b, 11a, 11c, 12a, 14c, 15b, 15c, 15d, 16a, 16b, 20c, 26, 27, 28	4, 10a, 13c, 14b, 33
Wszyscy	-	11b, 11c, 17, 19, 20b	10b, 11d, 12c, 15d, 16a, 16b, 20d, 28	3, 4, 7, 8, 9, 11a, 12a, 13b, 13c, 14b, 14c, 15a, 15b, 15c, 18, 20c, 26, 27, 33

b) Dowóz powietrznymi i lądowymi środkami transportu do (z) lotnisk, jednostek OP i składnic logistycznych: środków bojowych, paliwa i innych zdefiniowanych środków logistycznych

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,57	7,35
Studenci	7,32	8,00
Wszyscy	7,35	7,50

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	10b, 12c, 13a, 17, 20a, 30	9, 10c, 11c, 11d, 12b, 16a, 19, 24, 33, 34	3, 4, 6, 7, 10a, 11b, 12a, 13c, 14b, 15d, 16b, 20c, 20d, 28, 29, 35
Studenci	-	12c, 13b, 15d, 17, 18, 19, 20a, 20c	7, 10b, 11a, 11b, 11c, 11d, 12a, 14c, 15b, 15c, 16a, 16b, 20d, 28	8, 9, 10a, 13c, 14b, 26, 27, 33
Wszyscy	-	17, 19, 20a	10b, 11b, 11c, 11d, 12c, 15d, 16a, 16b, 18, 20c, 20d, 28	7, 11a, 12a, 13b, 13c, 14b, 14c, 15a, 15b, 15c, 26, 27, 33, 35

c) Manewr powietrzny i lądowy wymienionymi środkami logistycznymi

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,14	8,50
Studenci	7,14	7,50
Wszyscy	7,52	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	9, 14b, 14c, 20d	7, 12a, 12b, 13b, 14a	11a, 12c, 15b, 18, 20b
Studenci	-	12a, 12c, 13b, 14c, 15d, 17, 18, 19, 20b, 20d	8, 11a, 11d, 13c, 14b, 15a, 16a, 16b, 20a, 28	7, 9, 10a, 10b, 11b, 11c, 15b, 15c, 26, 27, 33
Wszyscy	-	12c, 14b, 14c, 18, 20d	11a, 12a, 13b, 15a, 20b	7, 8, 9, 10a, 11d, 15b, 15c, 15d, 16a, 16b, 17, 19, 20a

d) Zużywanie się potencjału zasobów logistycznych w wyniku realizacji zadań lub oddziaływania przeciwnika

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	8,64	9,00
Studenci	8,04	9,00
Wszyscy	8,24	9,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	9, 12a, 14a, 14b, 14c, 20c	7, 11a, 12b, 12c, 13b	20b
Studenci	-	12a, 13b, 17, 18, 19, 20a, 20c	8, 11a, 11c, 11d, 12c, 13c, 14b, 14c, 15a, 15d, 16b, 20b, 26, 27, 28	9, 10a, 11b, 15c, 16a, 29, 33
Wszyscy	-	12a, 2c	11a, 12c, 13b, 14b, 14c, 18, 20a, 20b	8, 9, 10a, 11b, 11c, 11d, 13c, 15a, 15c, 15d, 16b, 17, 19, 28

21. Czy Symulator w ćwiczeniu obiektywnie generuje rezultaty oddziaływań bojowych?

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	6,28	7,00
Studenci	6,08	6,00
Wszyscy	6,27	7,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	3	4, 6, 10c, 11b, 13c, 16a, 16b, 19, 22, 24, 26, 27, 28, 30, 32, 33, 34, 35	12c, 13a, 15d, 29, 31
Studenci	-	-	-	12a, 13c, 14b, 33, 34
Wszyscy	-	-	-	13c, 28, 33, 34, 35

22. Czy możliwość bieżącej obserwacji dysponowanych sił i działań przeciwnika korzystnie wpływa na podejmowane decyzje?

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,90	8,12
Studenci	8,40	9,00
Wszyscy	8,24	9,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	31	3, 4, 6, 10c, 11b, 13c, 16a, 16b, 21, 26, 33, 34, 35	13a, 15d, 19, 23, 24, 27, 28, 29
Studenci	-	-	-	-
Wszyscy	-	-	-	31

23. Czy Symulator może spełniać funkcję synchronizującą przebieg ćwiczenia?

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,36	8,00
Studenci	7,68	8,00
Wszyscy	7,48	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	12c, 26, 31	15d, 19, 27, 28, 33	3, 5, 6, 16a, 16b, 22, 24, 29, 34, 35
Studenci	-	-	-	-
Wszyscy	-	-	-	31

24. Czy Symulator wystarczająco odzwierciedla manewr elementami ugrupowania bojowego?

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,69	7,09
Studenci	6,84	7,00
Wszyscy	7,09	7,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	3, 6, 10b, 10c, 11b, 12c, 13c, 15d, 16a, 16b, 19, 26, 28, 30, 33, 34, 35	4, 11d, 13a, 17, 20a, 20b, 21, 29, 31	10a, 11c, 12b, 22, 23, 25, 27, 32
Studenci	-	-	-	12c, 15d
Wszyscy	-	-	-	10b, 15d, 19

25. Czy wymuszane przez Symulator normy czasowe wykonania zadań wpływają na urealnienie ćwiczenia?

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,94	8,00
Studenci	7,60	7,00
Wszyscy	7,91	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	12c	28	11d, 12b, 19, 24, 33
Studenci	-	-	-	26
Wszyscy	-	-	-	12c

26. W jakim stopniu Pana zdaniem walka o informację o przeciwniku wpływa na urealnienie ćwiczenia?

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,83	8,00
Studenci	7,72	8,00
Wszyscy	7,74	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	3, 6, 12c, 15d, 16a, 16b, 19, 23, 24, 27, 28, 30, 31, 33, 34, 35	4, 10b, 10c, 11b, 13a, 13c, 21, 22, 29, 32	11d, 17, 20a
Studenci	-	-	17, 18, 20a, 20d, 27	10a, 11a, 11b, 11c, 11d, 12a, 12c, 13b, 19, 20b, 20c, 25, 28, 29, 31
Wszyscy	-	-	19, 27, 28, 31	4, 10b, 11b, 11d, 15d, 17, 20a, 20b, 29

27. Czy uważa Pan, że ograniczona ilość środków bojowych, jakimi dysponuje każdy z elementów ugrupowania zespołu ćwiczącego powoduje, że decyzje podejmowane przez ćwiczących są także rozważane pod kątem ekonomiczności działań?

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,78	8,00
Studenci	8,04	9,00
Wszyscy	7,88	9,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	12c, 15d, 26, 28, 31, 33	3, 6, 16a, 19, 21, 23, 32, 34, 35	4, 10c, 11b, 13c, 16b, 22, 24, 29, 30
Studenci	-	-	10a, 11a, 12a, 17, 18, 20a, 20d, 26, 28, 29, 31	4, 8, 9, 11b, 11c, 11d, 12c, 13b, 14b, 19, 20b, 20c
Wszyscy	-	-	26, 28, 29, 31	11b, 11c, 11d, 17, 19, 20a, 20b, 33

28. Czy ograniczenie zapasu środków bojowych w Symulatorze, mające wpływ na urealnienie przebiegu ćwiczenia ma jest wystarczające?

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,65	8,00
Studenci	7,16	8,00
Wszyscy	7,32	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	3, 6, 12c, 15d, 16b, 19, 24, 26, 27, 30, 33, 34, 35	4, 10b, 10c, 11b, 11d, 13c, 16a, 21, 23, 25, 29, 31	13a, 17, 20a, 20b, 22, 32
Studenci	-	10a, 11a, 11c, 12a, 12c, 13b	4, 8, 9, 11b, 11d, 13c, 14b, 14c, 15a, 15d, 17, 18, 19, 20a, 20b, 20c, 20d, 27, 29, 33	7, 10b, 15c, 16a, 16b, 26
Wszyscy	-	-	4, 11b, 11c, 11d, 13c, 15d, 16b, 19, 20a, 20b, 26, 27, 28, 33	3, 10a, 10b, 12a, 12c, 13b, 14b, 15a, 16a, 17, 18, 20d, 21, 29, 34, 35

29. Czy straty generowane przez Symulator sprawiają iż u ćwiczących rodzą się pytania:

- a) **Dlaczego tak się stało?**
- b) **Co zrobić by sytuacja się nie powtórzyła?**

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,64	8,00
Studenci	7,80	9,00
Wszyscy	7,58	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	3, 4, 10c, 13a, 16a, 19, 30, 33, 34	10b, 12c, 13c, 15d, 20a, 24, 26, 28, 31, 35	6, 11b, 11c, 16b, 17, 20b, 21, 22, 23, 27, 32
Studenci	-	-	10a, 13b, 27, 28, 31	4, 11a, 11b, 11c, 11d, 12a, 12c, 15d, 20d, 26
Wszyscy	-	-	27, 31	11c, 11d, 17, 26, 28, 30

30. Jak Pan ocenia stopień odwzorowania w Symulatorze procesu odtwarzania gotowości bojowej?

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,10	7,00
Studenci	6,84	7,00
Wszyscy	6,82	7,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	3, 4, 6, 10b, 10c, 11b, 12c, 13a, 15d, 16a, 16b, 19, 20a, 20b, 24, 26, 28, 29, 33, 34, 35	11c, 11d, 13c, 17, 21	10a, 12b, 27, 31
Studenci	-	-	-	-
Wszyscy	-	-	-	29

31. Czy możliwość obserwowania w Symulatorze realizacji decyzji powoduje większe zaangażowanie ćwiczących w przebieg ćwiczenia?

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,71	8,00
Studenci	7,80	8,00
Wszyscy	7,76	8,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	3, 15d, 19, 22, 23, 26, 27, 33, 34, 35	4, 6, 11b, 12c, 16a, 16b, 24, 28, 29	10c, 13a, 13c, 21, 30, 32
Studenci	-	-	27, 29	26
Wszyscy	-	-	26, 27, 29	22, 23

32. Zastosowanie Symulatora w ćwiczeniu sprawia, że ćwiczenie to sytuuje się pomiędzy ćwiczeniami dowódczo – sztabowymi na mapach, a ćwiczeniami z wojskami. Proszę ocenić w skali 1 do 10, czy rozgrywane teraz ćwiczenie zaklasyfikowałby Pan bliżej ćwiczenia na mapach (ocena: 1) czy ćwiczenia z wojskami (ocena 10)?

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	5,96	6,00
Studenci	4,96	6,00
Wszyscy	5,29	6,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	-	3, 21, 26, 27, 34	4, 12c, 16a, 19, 24, 28, 29, 31, 33, 35
Studenci	-	-	-	-
Wszyscy	-	-	-	-

33. Czy stopień realności odwzorowania w Symulatorze pracy środka OPL jest wystarczający?

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	6,43	6,38
Studenci	6,24	7,00
Wszyscy	6,38	7,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	19, 35	3, 4, 6, 10c, 11b, 12c, 13c, 15d, 16a, 16b, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 34	2, 10b, 11d, 12b, 13a, 15a, 15c, 17, 20a, 20b, 21, 22, 23	11c, 25, 32
Studenci	-	-	11c, 12a, 13b, 13c, 14b, 28, 34	8, 9, 10a, 11a, 11b, 11d, 12c, 14c, 15a, 15d, 16b, 17, 20a, 20b, 20c, 20d, 21
Wszyscy	-	34	13c, 15d, 28, 35	4, 10b, 11b, 11c, 11d, 16a, 16b, 19, 20a, 20b, 21, 27

34. Czy odzwierciedlane w Symulatorze strefy wykrywania i ognia środków OPL wpływają na realność przebiegu działań bojowych?

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	6,85	7,00
Studenci	7,20	7,00
Wszyscy	7,24	7,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	3, 4, 6, 10c, 11b, 13a, 13c, 15d, 16a, 16b, 19, 24, 26, 28, 29, 30, 31, 33, 35	10b, 11c, 12c, 17, 20a, 20b, 21, 22, 27, 32	11d, 23
Studenci	-	-	33	12a, 21, 35
Wszyscy	-	33	35	13c, 21, 28

35. Czy odwzorowane w Symulatorze cechy samolotów i śmigłowców zapewniają wystarczający stopień realności tych obiektów w ćwiczeniu?

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	6,78	7,00
Studenci	6,60	7,00
Wszyscy	6,79	7,00

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	33	3, 4, 6, 10c, 11b, 13a, 15d, 16a, 16b, 19, 24, 26, 28, 30, 31, 34	10b, 11c, 11d, 12c, 13c, 20a, 21, 22, 27, 29	17, 20b, 23, 32
Studenci	-	-	-	12c, 15d, 34
Wszyscy	-	-	33, 34	15d, 19, 20b, 21, 28

36. Czy liczba stanowisk dedykowanych, którymi dysponuje pański zespół jest odpowiednia do realizacji postawionych przed zespołem zadań?

Tak / Nie

Jeżeli odpowiedź „Nie” – proszę podać liczbę potrzebnych stanowisk i ich rodzaj:

dowódca:; rozpoznanie:; opl:; lotnictwo:

logistyka:; inne (jakie):.....

37. Czy zakres uprawnień stanowisk dedykowanych jest odpowiedni do spełnienia w ćwiczeniu funkcji osób na nich pracujących?:

Tak / Nie

Jeśli „Nie” – jakich uprawnień brakuje lub jest za dużo?:

38. Jak oceniasz prostotę obsługi Symulatora?

Ocena:

Kategoria	Średnia	Mediana
Nauczyciele	7,89	8,00
Studenci	6,42	6,50
Wszyscy	6,82	7,00

39. Jakich funkcji brakuje w Symulatorze, które urealniłyby i usprawniły pracę na twoim stanowisku?:

METRYKA ARKUSZA

Współczynnik korelacji	1,00	0,99 – 0,90	0,89 – 0,80	0,79- 0,70
Nauczyciele	-	-	11a	1, 14a, 14c, 15b
Studenci	-	-	13a	10b, 15b, 15c
Wszyscy	-	-	-	-

Uogólniając, otrzymane wyniki ankietowania i obserwacji zespołu ćwiczącego pozwalają pozytywnie zweryfikować rezultat wdrożenia Symulatora operacyjno-taktycznego działań bojowych. Ocenę tę potwierdzają wyniki opracowania metodami analizy statystycznej badań ankietowych. Opracowując ankietę zbadano współczynniki korelacji przy odpowiedziach na poszczególne pytania z innymi odpowiedziami. Wartości tych współczynników wykazują dużą zgodność ocen w poszczególnych grupach pytań, a średnie arytmetyczne tych ocen potwierdzają wysokie walory symulatora. Większość z nich, przy 11 stopniowej (0-10) skali ocen, to oceny na poziomie 8,00, ponadto daje się zauważyć znaczna liczba ocen 9,00.

Na podkreślenie zasługują wysokie oceny respondentów za wpływ symulatora na realność ćwiczenia oraz jego dyscyplinujący wpływ na zespoły ćwiczące. Większość respondentów lokowała wspierane komputerowo przedmiotowym symulatorem ćwiczenie szkieletowe bliżej ćwiczenia z wojskami niż ćwiczenia na mapach. Na skali 0 – ćwiczenie na mapach, 10 – ćwiczenie z wojskami, średnia ocen kształtowała się na poziomie 6.

Ośmiu spośród ankietowanych studentów zetknęło się z Symulatorem po raz pierwszy. Zapoznanie ich z zasadami użytkowania i możliwościami Symulatora przeprowadzili studenci pierwszego roku uzupełniających studiów magisterskich z Wydziału Lotnictwa i Obrony Powietrznej. Studenci ci zrealizowali 60 godzin zajęć programowych z zastosowań symulatora w ćwiczeniach oraz do rozwiązywania problemów operacyjno-taktycznych sił po-

wietrznych. Zdarzenie to, chociaż nieplanowane jako element weryfikacji rezultatów wdrożenia, potwierdziło zakładaną przez konstruktorów prostotę i łatwość obsługi symulatora, na którą wskazywali też ankietowani.

Oceny ankietowanych pozytywnie zweryfikowały przyjęte założenia taktyczno-techniczne symulatora. Został on jednoznacznie pozytywnie oceniony za wszystkie odwzorowywane w nim obszary funkcjonalne: mapowy, edytora graficznego, obszar symulacji taktycznej, sferę informacyjną i logistyczną.

Zakończenie

Przeprowadzone badania Symulatora wskazują na jego pełną zgodność z założeniami taktyczno-technicznymi. Niektóre z opracowanych funkcji przekraczają nawet te założenia. Szczególnie wartościowe były opinie ćwiczących, którzy praktycznie, w ciągu kilku dni pracowali na Symulatorze. Uzyskane wysokie oceny, potwierdzają jego wysoką przydatność szczególnie w ćwiczeniach i szkoleniu.

Przeprowadzone badania eksperymentów symulacyjnych wskazują, że odwzorowywane w symulatorze obiekty oraz zdarzenia, a także ich wpływ na otoczenie jest prawidłowe i nie budzi zastrzeżeń. Obliczenia statystyczne wskazują, że skutki użycia wszystkich odwzorowywanych środków walki są generowane zgodnie z założonymi prawdopodobieństwami.

Badania potwierdziły również osiągnięcie zakładane parametry użytkowe Symulatora na poziomie deklarowanych, szczególnie dotyczące niezawodności pracy symulatora. Tę wysoką ocenę potwierdziły symulowane awarie sieci komputerowych ćwiczenia i możliwości szybkiego odtwarzania połączeń stanowisk dedykowanych z koordynatorem. Niewątpliwie organizując ćwiczenia należy zapewnić lepszą przepustowość routerów radiolinii cyfrowych, zapewniając dobrą jakość łączności bezprzewodowej stanowisk Symulatora rozmieszczonych na SD w terenie, poza możliwościami łączności przewodowej i wykorzystać w pełni walory pracy w sieci radiowej, którymi dysponuje Symulator. Bardzo znamienne były naciski ćwiczących na zwiększenie liczby stanowisk dedykowanych wspomaganych Symulatorem.

Z kolei badania ankietowe i obserwacje wskazały na jednoznacznie pozytywne oceny ćwiczących o Symulatorze i jego przydatności. Szczególnie wysoko oceniono realność ćwiczeń prowadzonych w oparciu o Symulator oraz dyscyplinujący jego wpływ na zespoły ćwiczące. Wskazywano, że ćwiczenia, w których zastosowano symulator upodobniają się do ćwiczeń z wojskami.

Ponadto wskazywano na znaczące cechy: prostotę i łatwość obsługi symulatora.

Załącznik 1 - Arkusz ankiety

ARKUSZ ANKIETY

**PROSZĘ O POSŁUGIWANIE SIĘ SKALĄ OCEN OD 0 DO 10
(0 – OCENA NAJNIŻSZA, 10 – OCENA NAJWYŻSZA).**

3) Czy w Symulatorze funkcja mapowa w wystarczającym stopniu obejmuje odwzorowanie map rastrowych i cyfrowych obszaru Polski w skalach 1 do:

- 1000 000
- 500 000
- 250 000
- 100 000
- 50 000

Ocena:

b) Czy w Symulatorze funkcja mapowa pozwala zmieniać skalę mapy i przesuwać obszar zobrazowania bez istotnych opóźnień czasowych:

Ocena:

12. Czy w Symulatorze funkcja mapowa pozwala przechodzić do dowolnego obszaru zobrazowania za pomocą „nawigatora” bez względu na skalę mapy oraz powrócić do wcześniej zapamiętanego położenia zobrazowania z dowolnego położenia:

Ocena:

13. Czy w Symulatorze funkcja mapowa pozwala na wyszukiwanie miejscowości na terenie Polski oraz włączanie i wyłączanie podkładu mapowego:

Ocena:

14. Czy w Symulatorze edytor graficzny pozwala na rysowanie linii, strzałek, okręgów i wielokątów i dokonywanie automatycznego pomiaru odległości rysowanej linii bez względu na skalę mapy:

Ocena:

15. Czy w Symulatorze edytor graficzny pozwala na wstawianie znaków taktycznych:

Ocena:

16. Czy w Symulatorze edytor graficzny pozwala na tworzenie napisów w dowolnym kolorze, kierunku położenia i skali:

Ocena:

17. Czy w Symulatorze edytor graficzny pozwala zapisać narysowaną sytuację - w pięciu oddzielnych warstwach i wyświetlać selektywnie narysowaną sytuację warstwami:

Ocena:

18. Czy w Symulatorze edytor graficzny pozwala zapisać i wczytać wcześniej zapisaną w pliku sytuację:

Ocena:

19. Czy Symulator pozwala odzwierciedlić rozlokowanie w trójwymiarowej przestrzeni i w czasie obiektów elementarnych:

- położenie statyczne

Ocena:

- położenie dynamiczne

Ocena:

- czas realizacji zadania

Ocena:

20. Czy Symulator pozwala odzwierciedlić realizację następujących funkcji obiektów powietrznych:

- dyżurowanie na lotnisku i w strefie

Ocena:

- realizację zadań rozpoznania w pasmach: widzialnym, podczerwieni i elektronicznym (w tym zasięg strefy rozpoznania)

Ocena:

- zwalczanie obiektów naziemnych i powietrznych (wskazanych lub samodzielne) według ustalonej dyrektywy

Ocena:

- samodzielne poszukiwanie i niszczenie

Ocena:

21. Czy Symulator pozwala odzwierciedlić realizację następujących funkcji obiektów powietrznych:

- grupowanie i rozgrupowanie

Ocena:

- przebazowanie

Ocena:

- tankowanie w powietrzu

Ocena:

22. Czy Symulator pozwala odzwierciedlić realizację następujących zadań taktycznych obiektów naziemnych:

- strefę rozpoznania i ognia na zadanej wysokości

Ocena:

- realizację rozpoznania obiektów powietrznych

Ocena:

- prowadzenie ognia do obiektów powietrznych (samodzielnie lub do wskazanego celu) według zadanych dyrektyw ogniowych z bieżącym określeniem rezultatów

Ocena:

23. Czy Symulator pozwala odzwierciedlić realizację następujących funkcji obiektów naziemnych:

- zajmowanie i opuszczanie stanowiska bojowego

Ocena:

- przemieszczanie

Ocena:

- zużycie i odtwarzanie potencjału bojowego

Ocena:

24. Czy Symulator zapewnia odzwierciedlenie następujących wymagań obszaru informacyjnego?

- strony nie posiadają pełnej informacji o sobie

Ocena:

- każda informacja starzeje się

Ocena:

- strony zdobywają informację zużywając zasoby

Ocena:

- informację można zakłócić

Ocena:

25. Czy Symulator zapewnia odzwierciedlenie następujących systemów rozpoznania:

- systemu rozpoznania obiektów powietrznych (RLS, środki OPL, pokładowe urządzenia rozpoznania samolotów)

Ocena:

- system rozpoznania obiektów naziemnych (pokładowe urządzenia rozpoznawcze samolotu oraz podwieszane zasobniki rozpoznawcze)

Ocena:

26. Czy Symulator zapewnia odzwierciedlenie zasobów logistycznych zgromadzonych na lotnisku (samoloty, uzbrojenie samolotów, zasoby środków bojowych, paliwa, innych zdefiniowanych materiałów, lotniczych i naziemnych środków transportu, infrastruktury lotniska):

Ocena:

27. Czy Symulator zapewnia odzwierciedlenie zasobów logistycznych zgromadzonych przy jednostce OP (skład środków bojowych OP, naziemne środki transportu):

Ocena:

28. Czy Symulator zapewnia odzwierciedlenie składnicy zasobów logistycznych zgromadzonych w dowolnym miejscu (zdefiniowane zasoby środków bojowych, paliwa lub inne dowolne):

Ocena:

29. Czy Symulator zapewnia odzwierciedlenie następujących funkcji logistycznych:

- Tworzenie i funkcjonowanie baz logistycznych z zasobami środków bojowych, paliwa lub innych dowolnie zdefiniowanych środków logistycznych

Ocena:

- Dowóz powietrznymi i lądowymi środkami transportu do (z) lotnisk, jednostek OP i składnic logistycznych: środków bojowych, paliwa i innych zdefiniowanych środków logistycznych

Ocena:

- Manewr powietrzny i lądowy wymienionymi środkami logistycznymi

Ocena:

- Zużywanie się potencjału zasobów logistycznych w wyniku realizacji zadań lub oddziaływania przeciwnika

Ocena:

30. Czy Symulator w ćwiczeniu obiektywnie generuje rezultaty oddziaływań bojowych?

Ocena:

31. Czy możliwość bieżącej obserwacji dysponowanych sił i działań przeciwnika korzystnie wpływa na podejmowane decyzje?

Ocena:

32. Czy Symulator może spełniać funkcję synchronizującą przebieg ćwiczenia?

Ocena:

33. Czy Symulator wystarczająco odzwierciedla manewr elementami ugrupowania bojowego?

Ocena:

34. Czy wymuszane przez Symulator normy czasowe wykonania zadań wpływają na urealnienie ćwiczenia?

Ocena:

35. W jakim stopniu Pana zdaniem walka o informację o przeciwniku wpływa na urealnienie ćwiczenia?

Ocena:

36. Czy uważa Pan, że ograniczona ilość środków bojowych, jakimi dysponuje każdy z elementów ugrupowania zespołu ćwiczącego powoduje, że decyzje podejmowane przez ćwiczących są także rozważane pod kątem ekonomiczności działań?

Ocena:

37. Czy ograniczenie zapasu środków bojowych w Symulatorze, mające wpływ na urealnienie przebiegu ćwiczenia ma jest wystarczające?

Ocena:

38. Czy straty generowane przez Symulator sprawiają iż u ćwiczących rodzą się pytania:

a) Dlaczego tak się stało?

b) Co zrobić by sytuacja się nie powtórzyła?

Ocena:

39. Jak Pan ocenia stopień odwzorowania w Symulatorze procesu odtwarzania gotowości bojowej?

Ocena:

40. Czy możliwość obserwowania w Symulatorze realizacji decyzji powoduje większe zaangażowanie ćwiczących w przebieg ćwiczenia?

Ocena:

41. Zastosowanie Symulatora w ćwiczeniu sprawia, że ćwiczenie to sytuuje się pomiędzy ćwiczeniami dowódczo – sztabowymi na mapach, a ćwiczeniami z wojskami. Proszę ocenić w skali 1 do 10, czy rozgrywane teraz ćwiczenie zaklasyfikowałby Pan bliżej ćwiczenia na mapach (ocena: 1) czy ćwiczenia z wojskami (ocena 10)?

Ocena:

42. Czy stopień realności odwzorowania w Symulatorze pracy środka OPL jest wystarczający?

Ocena:

43. Czy odzwierciedlane w Symulatorze strefy wykrywania i ognia środków OPL wpływają na realność przebiegu działań bojowych?

Ocena:

44. Czy odwzorowane w Symulatorze cechy samolotów i śmigłowców zapewniają wystarczający stopień realności tych obiektów w ćwiczeniu?

Ocena:

45. Czy liczba stanowisk dedykowanych, którymi dysponuje pański zespół jest odpowiednia do realizacji postawionych przed zespołem zadań?

Tak / Nie

Jeżeli odpowiedź „Nie” – proszę podać liczbę potrzebnych stanowisk i ich rodzaj:
dowódca:; rozpoznanie:; OPL:; lotnictwo:;
logistyka:; inne (jakie):.....

46. Czy zakres uprawnień stanowisk dedykowanych jest odpowiedni do spełnienia w ćwiczeniu funkcji osób na nich pracujących?:

Tak / Nie

Jeśli „Nie” – jakich uprawnień brakuje lub jest za dużo?:

47. Jak oceniasz prostotę obsługi Symulatora?

Ocena:

48. Jakich funkcji brakuje w Symulatorze, które urealniłyby i usprawniły pracę na twoim stanowisku?:

METRYKA ARKUSZA

Nauczyciel	Student
Prowadzone przedmioty:	Stanowisko przed przyjściem do AON:
Funkcja w ćwiczeniu:	Funkcja w ćwiczeniu:
Lat pracy na stanowisku dydaktycznym:	Rok studiów:
Czy brał Pan udział w ćwiczeniu wspomaganym komputerowo (CAX): TAK/NIE	Czy brał pan udział w ćwiczeniu wspomaganym komputerowo (CAX): TAK/NIE

Dodatkowo obiektywizm prowadzonej oceny zwiększono wspomnianą metodą obserwacji wykorzystując, jako narzędzie porządkujące ją niniejszy arkusz obserwacji:

**ARKUSZ OBSERWACJI
FUNKCJONOWANIA SYMULATORA OPERACYJNO-TAKTYCZNYCH
DZIAŁAŃ POWIETRZNYCH**

I. Metryka obserwacji:

1. Data:

.....

2. Godzina:

.....

3. Miejsce:.....

.....

4. Obiekt (funkcja, stanowisko) obserwa-

cji:.....

.....

5. Nazwa obserwowanego epizo-

du:.....

6. Nazwa pliku scenariu-

sza:.....

7. Prowadzący obserwa-

cję:.....

II. Wyniki obserwacji:

1. Liczba obserwowanych, jednocześnie pracujących stanowisk pracy:

a. kierownik ćwiczenia:

b. serwer:

c. koordynator:

d. strona A:

• dowódca:

• rozpoznanie:

• opl:

• lotnictwo:

• logistyka:

e. strona B:

- dowódca:
- rozpoznanie:
- opl:
- lotnictwo:
- logistyka:

2. Wyniki obserwacji:

a. Liczba symulowanych obiektów:

Strona	Samoloty	Środki OPL	RLP	Post. zakłóceń	Obiekty bronione
A					
B					

b. Liczba zniszczonych obiektów:

Strona	Samoloty	Środki OPL	RLP	Post. zakłóceń	Obiekty bronione
A					
B					

c. Liczba uszkodzonych obiektów:

Strona	Samoloty	Środki OPL	RLP	Post. zakłóceń	Obiekty bronione
A					
B					

d. Czas cyklu obliczeń:

e. Czas trwania epizodu:.....

f. Wystąpienie awarii: Tak / Nie

Jeśli „Tak” to ile czasu upłynęło od awarii do wznowienia symulacji:.....

g. Przeciętne obciążenie procesora na poszczególnych stanowiskach pracy:

a. Kierownik ćwiczenia:.....

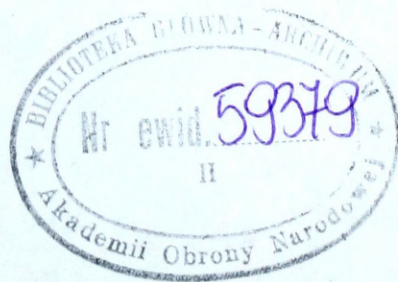
b. Serwer:.....

c. Stanowisko dowódcy strony A:.....

- d. Stanowisko dowódcy strony B:.....

- h. Przeciętna zajętość pamięci:
 - a. Kierownik ćwiczenia:.....
 - b. Serwer:.....
 - c. Stanowisko dowódcy strony A:.....
 - d. Stanowisko dowódcy strony B:.....

- i. Przeciętne obciążenie sieci:
 - a. Kierownik ćwiczenia:.....
 - b. Serwer:.....
 - c. Stanowisko dowódcy strony A:.....
 - d. Stanowisko dowódcy strony B:.....



S/6414

151-