

Dr inż. Cezary SZCZEPAŃSKI
Dr inż. Przemysław MAĐRZYCKI
Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych

PROJEKT I INTEGRACJA SYSTEMU OBSERWACJI TERENU

System obserwacji terenu zaprojektowany jest do całodobowej ochrony obiektów i obszarów o specjalnym znaczeniu takich, jak: bazy wojskowe, lotniska, porty, grupy obiektów użyteczności publicznej, obszary i rejony działań wojsk lub sił bezpieczeństwa, obszary akcji ratowniczych. System składa się z dwu podsystemów: stacjonarnego i mobilnego. Podstawowym elementem obu jest głowica optoelektroniczna umieszczona na maszcie automatycznie rozwijającym się w wersji stacjonarnej oraz na śmigłowcu w wersji mobilnej. Ponadto w ich skład wchodzi, stanowiska operatora w specjalizowanym kontenerze, systemy transmisji danych obrazowych, rozbudowane o terminale wnośne w wersji mobilnej systemu oraz zabezpieczenie logistyczne. W pracy przedstawiono taki system opracowany, zintegrowany i przebadany w ITWL dla potrzeb wojsk polskich operujących w Iraku. Omówiono właściwości funkcjonalne systemu wynikające z wymagań użytkownika, ze szczególnym naciskiem położonym na zautomatyzowanie użytkowania przez personel normalnie operujący w warunkach bojowych. Przedstawiono i przedyskutowano elementy automatyzacji systemu wynikające z warunków eksploatacji, możliwości technicznych i finansowych użytkownika. Przeanalizowano odmiany systemu, jakże mogą znaleźć zastosowanie w innych warunkach operacyjnych i klimatycznych oraz nieco zmienionych zadaniach.

DESIGN AND INTEGRATION OF THE TERRAIN OBSERVATION SYSTEM

Integrated terrain observation system is designated to all day cover of high importance objects and areas, like: military bases, aerodromes, harbors, high level command centers, administration and other public buildings, areas of: military or security services operations, rescue operations. The system consists of two subsystems stationary and mobile. Each of them include the optoelectronic head, located on the top of the mast in stationary system or at the helicopter fuselage in the mobile one. The operator station is located in the special container allowing for the receiving the visual data from the heads then processing them and sending to the command center. Such the system was described and presented in the

paper, with the special interest in the automation of its elements, coming out from the specification, operational and financial conditions.

1. WPROWADZENIE

Zagadnienie ochrony obiektów i obszarów specjalnego znaczenia nie jest problemem nowym, a wręcz przeciwnie. Znane jest niemal od zarania ludzkości i od tak dawnych czasów nastęrcza szereg problemów. Od wielu już lat doskonalone są zarówno metody ochrony jak i przenikania na tereny chronione. Jednak w ostatnich latach na skutek burzliwego rozwoju optoelektroniki pojawiły się w tej dziedzinie jakościowo nowe możliwości. Nowe technologie w tej dziedzinie pozwalają objąć efektywną ochroną zarówno pojedyncze obiekty jak i całe obszary, na których prowadzone są działania, zarówno w dzień jak i w nocy, w praktycznie dowolnych warunkach atmosferycznych.

Dodatkowym impulsem do opracowania takich systemów obserwacji terenu były działania wojsk polskich w Iraku, gdzie większość strat w ludziach spowodowanych zostało właśnie niemożliwością, wynikającą z braku odpowiedniego sprzętu, obserwacji terenów baz lub rejonów prowadzonych działań bojowych. Biorąc to pod uwagę opracowano w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych system obserwacji terenu, w wersjach przeznaczonych do ochrony baz oraz terenu działań dynamicznych, jak na przykład trasy konwoju. Obie te wersje mogą pracować w układzie zintegrowanym lub niezależnie od siebie. Wypracowywane przez nie informacje mogą być dalej przesyłane i wykorzystywane przez dowódców rejonów i działań, na różnym szczeblu.

2. WYMAGANIA ODNOŚNIE SYSTEMU

Wymagania, co do przedstawianego systemu wynikały bezpośrednio z jego przewidywanego zastosowania [1], a mianowicie do:

- ochrony baz wojskowych,
- monitorowania tras konwojów,
- monitorowania działań grup bojowych w terenie,
- monitorowania ważnych obiektów terenowych.

Jeżeli ponadto przyjmiemy, że system obserwacji terenu służący do jego ochrony powinien zapewniać możliwość obserwacji w promieniu 5-6 km od punktu obserwacyjnego tak, aby możliwe było uruchomienie skutecznego przeciwdziałania ewentualnym zagrożeniom, to uzyskamy szereg parametrów taktycznych opracowanego systemu:

- prowadzenie obserwacji w dzień i w nocy w każdych warunkach atmosferycznych panujących w warunkach klimatycznych obszaru działań,
- zasięg obserwacji nie mniejszy niż 10 km,
- dokładność obserwacji:
 - a) wykrycie pojedynczego człowieka z odległości minimum 6 km,
 - b) wykrycie grupy ludzi z odległości minimum 7 km,
 - c) wykrycie samochodu terenowego z odległości minimum 8 km,
 - d) wykrycie samochodu ciężarowego z odległości minimum 10 km;
- możliwość automatycznego śledzenia wybranego celu,
- możliwość określenia położenia śledzonego celu,

- możliwość obserwacji dookólnej.

Wymagania techniczne związane są z zasadami eksploatacji sprzętu przez jednostki operacyjne w warunkach bojowych panujących podczas prowadzonych misji bojowych. Podstawowe wymagania techniczne wspólne dla obu wersji systemu obserwacji mają postać:

- zapewnienie stabilnego obrazu obserwowanego terenu w dzień i w nocy,
- możliwość powiększania obrazów obserwowanego terenu w dzień i w nocy,
- zapewnienie transmisji obrazów z głowicy obserwacyjnej do stanowiska operatora oraz do stanowiska lub stanowisk dowodzenia,
- możliwość integracji z innymi systemami,
- rejestracja przesyłanych obrazów,
- naziemne stanowisko odbiorcze (operatora lub/i dowodzenia) zapewni możliwość pracy autonomicznej systemu przez 24 godziny,
- kontener zawierający naziemne stanowisko odbiorcze powinien być wyposażony w układ samopoziomowania.

Wersja mobilna systemu obserwacji terenu ma być zamontowana na śmigłowcu typu W-3WA „Sokół” lub Mi-8. Powinna, oprócz wymienionych powyżej możliwości, spełnić następujące wymagania użytkowe i techniczne:

- spełniać wymagania eksploatacji na statkach powietrznych dla warunków klimatycznych panujących na obszarze prowadzonych działań,
- stanowisko operatora powinno być zabudowane na pokładzie śmigłowca,
- stanowiska dowodzenia mogą być stałe, ulokowane w bazie, a także ruchome w pojeździe operującym na chronionym terenie.

Wersja stacjonarna systemu miała być zamontowana na maszcie rozwijanym na terenie bazy lub innego obszaru chronionego. Oprócz ogólnych wymagań odnośnie systemów, w stosunku do wersji stacjonarnej odnoszą się następujące dodatkowe wymagania szczegółowe:

- maszt, na którym ma być montowana głowica obserwacyjna powinien być zdolny do samodzielnego rozwinięcia się,
- stanowisko operatora systemu powinno być zabudowane w kontenerze,
- maszt powinien być zabudowany na przyczepie, którą może holować standardowy samochód ciężarowy.

3. STRUKTURA SYSTEMU

Jak już wspomniano wcześniej, struktura przedstawianego systemu została ściśle podporządkowana jego funkcjom i warunkom eksploatacji. Składa się on z dwu podsystemów: mobilnego i stacjonarnego, które mogą funkcjonować niezależnie od siebie lub zintegrowane, jako jednolity system obserwacji obszaru nawet o znacznej powierzchni.

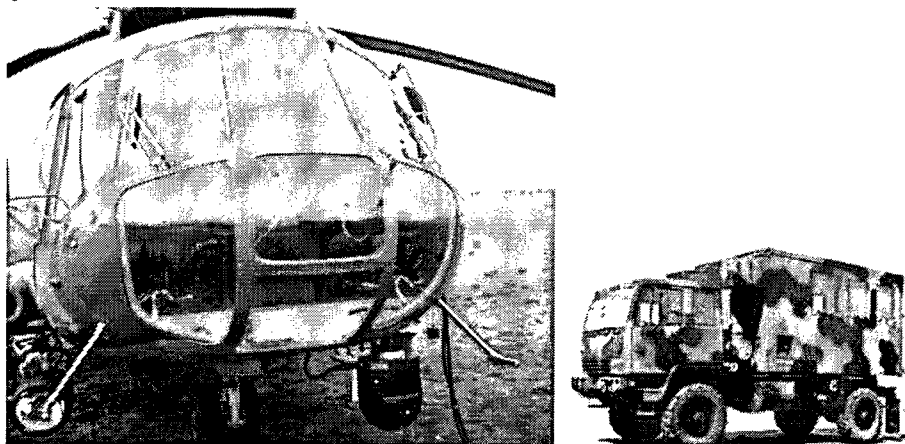
3.1. System mobilny

W skład systemu mobilnego wchodzi:

- śmigłowiec,
- głowica optoelektroniczna,
- system transmisji obrazu na ziemię,

- stanowisko operatora.

Przykładowe elementy mobilnego systemu obserwacji terenu przedstawiono na rys.1 Śmigłowiec w systemie pełni funkcje nosiciela sprzętu obserwacyjnego, transmisji danych obrazowych i ich rejestracji oraz stanowiska operatora głowicy optoelektronicznej.



Rys. 1. Moduły mobilnego systemu obserwacji terenu

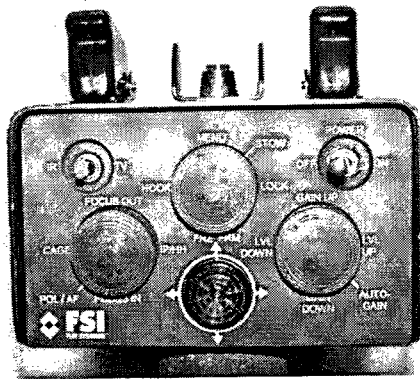
Głowica zapewnia możliwość wykrycia i rozpoznania obiektów będących potencjalnym zagrożeniem na obserwowanym terenie, przez całą dobę, w warunkach klimatycznych panujących w rejonie działań. W jej skład wchodzi następujące elementy:

- kamera dzienna o dużej czułości i rozdzielczości, ze zmienną ogniskową,
- kamera nocna z funkcją powiększania i zmniejszania obrazu,
- dalmierz,
- układ automatycznego śledzenia obiektu.

Głowica zapewnia pracę 24 godziny na dobę przez cały rok.

Funkcję operatora pełni specjalnie przeszkolony członek załogi, wykonujący także inne zadania. W nietypowych sytuacjach ewentualnie może tę funkcję pełnić drugi pilot śmigłowca. W związku z tym całość zagadnień związanych z operowaniem głowicą, zapisywaniem obrazu i jego transmisją na ziemię jest w znacznym stopniu zautomatyzowana tak, aby maksymalnie odciążyc operatora w ich realizacji. Sterowanie głowicą obserwacyjną realizuje się za pomocą joysticka przedstawionego na rys. 2. System transmisji danych na ziemię oraz ich ewentualnej rejestracji na pokładzie śmigłowca włączany jest na początku wykonywanej misji i dalej pracuje automatycznie aż do wyłączenia.

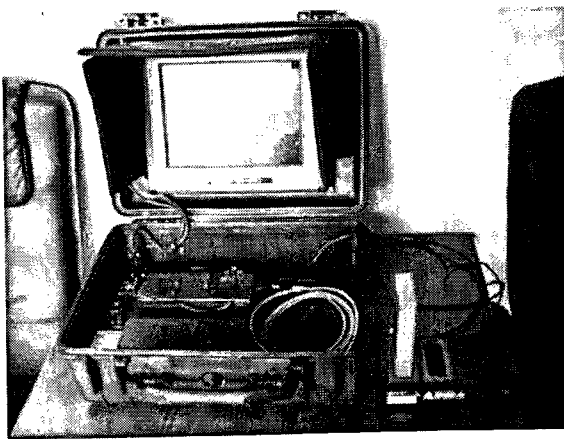
Obrazy wygenerowane przez głowicę optoelektroniczną przekazywane są na ziemię za pomocą systemu transmisji danych obrazowych. W jego skład wchodzi zespół anten nadawczych, umieszczonych na śmigłowcu (por. rys.4) oraz odbiorczych, umieszczonych na stacjonarnych i mobilnych stanowiskach dowodzenia, a także naziemnym stanowisku operatora.



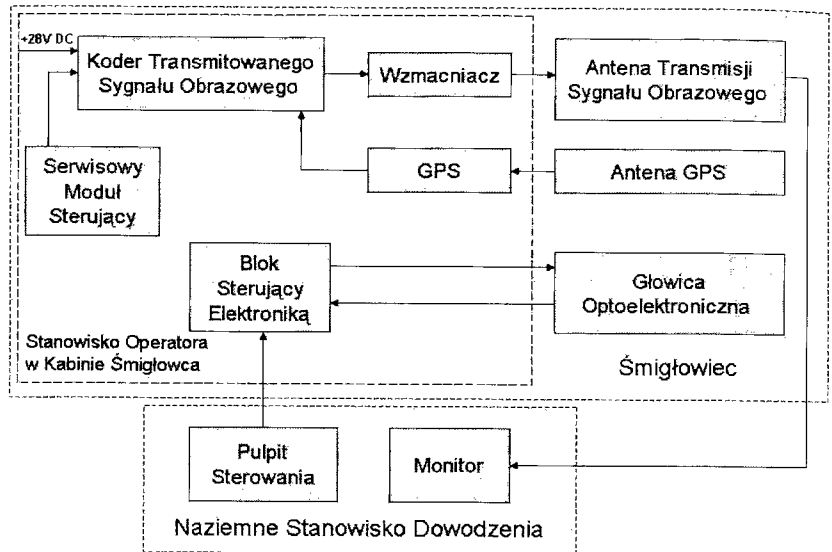
Rys. 2. Pulpit joysticka sterowania głowicą optoelektroniczną.

Naziemne mobilne stanowiska operatora mają postać terminali wyośnych, które mogą pracować w dowolnym pojeździe albo pomieszczeniu, gdzie podejmowane są decyzje o ewentualnym podjęciu akcji zapobiegawczej, w stosunku do wykrytych zagrożeń. Stanowisko tego typu przedstawiono na rys. 3. Jego głównymi elementami są: monitor zobrazowania sytuacji, anteny odbiorcze systemu transmisji obrazu, ewentualny wtórny system sterowania głowicą oraz system interfejsów umożliwiający przekazywanie danych do innych systemów, jak np. zapis obrazu, wyświetlanie wielkoformatowe, itp. W systemie nie ma ograniczenia ilości terminali mobilnych, mogących odbierać dane transmitowane z głowicy obserwacyjnej umieszczonej na pokładzie śmigłowca. Dodatkowo stacjonarne stanowisko operatora ma postać analogiczną do stanowiska stosowanego w systemie stacjonarnym i będzie opisane w dalszej części pracy.

Mobilny system obserwacji terenu ma budowę otwartą, umożliwiającą jego modyfikację i dalszy rozwój, w zależności od potrzeb użytkownika i rozwoju techniki. Jego struktura została przedstawiona na rys.4.



Rys. 3. Wyośny terminal odbioru danych obrazowych

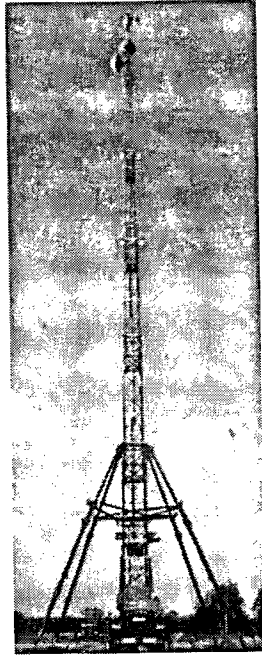


Rys. 4. Struktura mobilnego systemu obserwacji terenu

3.2. System stacjonarny

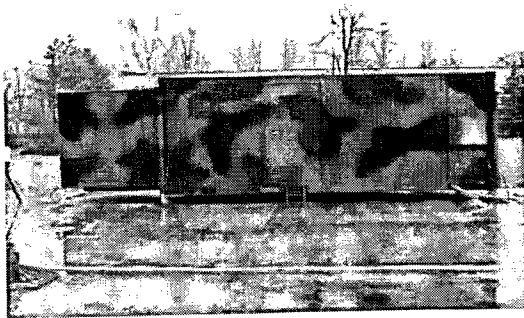
W stosunku do systemu mobilnego, zamiast śmigłowca jako nośnik głowicy optoelektronicznej wykorzystywany jest maszt. Ponadto nie ma w tym systemie mobilnych stanowisk operatorów, a tylko pojedyncze stanowisko stacjonarne umieszczone w specjalnym kontenerze dowodzenia. Oba te elementy przedstawiono na rys. 5 i 6.

Maszt zastosowany w stacjonarnym systemie obserwacji terenu umożliwia zamocowanie głowicy optoelektronicznej na wysokości około 40 m. Jest on samo-rozkładalny i nie ma żadnych odciągów. Zabudowany jest na przyczepie, która może być holowana przez standardowe samochody ciężarowe eksploatowane w wojskach. Czas rozłożenia go do pracy po przewiezieniu na miejsce działania nie przekracza 40 minut. Maszt przewidziany jest do pracy w warunkach określonych przez Polskie Normy Obronne, jednak podczas wiatru silniejszego niż 120 km/h należy go opuścić do położenia dolnego, jednak bez konieczności składania do pozycji poziomej.



Rys. 5. Maszt ze stacjonarnego systemu obserwacji terenu

Stanowisko operatora przeznaczone jest do sterowania głowicą optoelektroniczną, zapisu obrazów przekazywanych na ziemię, przekazywania tych obrazów na stanowiska dowodzenia wraz z informacjami umożliwiającymi szybkie i skuteczne podjęcie ewentualnego przeciwdziałania wobec wykrytych obiektów. Interfejs tego stanowiska jest przedstawiony dokładniej w następnym rozdziale niniejszej pracy. Całość stanowiska umieszczona jest w kontenerze zapewniającym właściwe funkcjonowanie sprzętu i obsługi w warunkach klimatycznych prowadzonych operacji. Przedstawiono ten kontener na rys. 6.



Rys. 6. Kontener stanowiska operatora stacjonarnego systemu obserwacji terenu

Kontener operatora zapewnia autonomię pracy całego systemu obserwacji w czasie zdefiniowanym przez użytkownika oraz komfortowe warunki pracy obsługi systemu zapewniające jej wysoką efektywność. Wyposażony jest w zautomatyzowany system samodzielnego załadunku i wyładunku na samochód ciężarowy lub przyczepę. System ten zapewnia także zautomatyzowane poziomowanie kontenera po ustawieniu go na ziemi.

4. OPROGRAMOWANIE OPERATORA SYSTEMU

Oprogramowanie interfejsu stanowiska operatora musiało spełniać szereg sformalizowanych wymagań oraz posiadać cechy umożliwiające jego wykorzystywanie przez operatorów nie będących zawodowymi informatykami. Zostało ono opracowane w Zakładzie Lotniczych Systemów Szkoleniowych i Systemów Dowodzenia Lotnictwem ITWL. Poniżej przedstawione zostaną pokrótce jego najważniejsze właściwości.

Wymagania sprzętowe:

- komercyjny komputer klasy PC;
- dwumonitorowa karta graficzna.

Oprogramowanie:

- system operacyjny Microsoft Windows 2000 lub Microsoft Windows XP;
- oprogramowanie narzędziowe – Borland C++ Builder 6.

Możliwości operacyjne:

Interfejs graficzny stanowiska został opracowany w oparciu o dwa monitory ekranowe pracujące w rozdzielczości 1280x1024 piksele.

Monitor 1

Zobrazowanie danych w postaci parametrów liczbowych oraz graficznej:

- zobrazowanie aktualnych parametrów położenia głowicy:
 - o azymut w tysięcznych;
 - o elewacja w stopniach.
- zobrazowanie odczytu odległości z dalmierza laserowego w metrach;
- zobrazowanie pozycji masztu w metrach według siatki UTM;
- zobrazowanie pozycji punktu na mapie wskazanego kursorem myszy w stosunku do masztu:
 - o odległość w metrach;
 - o azymut w tysięcznych.
- zobrazowanie pozycji punktu wskazanego na mapie kursorem myszy w metrach według siatki UTM;
- graficzne zobrazowanie aktualnego położenia głowicy w elewacji;
- zobrazowanie skali mapy wyświetlanej na drugim monitorze;

Sterowanie trybami pracy i zobrazowaniem na monitorze z podkładem mapowym:

- sterowanie zmianą skali mapy (1:25 000, 1:50 000, 1:100 000);
- wybór znaków graficznych obiektów do wyrysowania na monitorze z podkładem mapowym;

- wybór opcji ustawienia pozycji masztu;
- wybór opcji wyświetlania danych z głowicy;
- wybór opcji wyświetlania odległości wskazanego na mapie punktu od masztu z wyrysowaniem linii łączącej maszt z tym punktem.

Monitor 2

Zobrazowanie danych w postaci graficznej:

- zobrazowanie podkładu graficznego w postaci mapy rastrowej w dowolnym formacie graficznym (np. BMP lub JPEG) z nałożoną siatką UTM otrzymanej w wyniku konwersji z formatu CADRG;
- zobrazowanie pozycji masztu oraz aktualnego położenia głowicy w azymucie w postaci linii wskazującej miejsce, gdzie „patrzy” głowica;
- zobrazowanie linii łączącej wskazany na mapie punkt z punktem, w którym znajduje się maszt;
- możliwość wyrysowania na mapie graficznych symboli obiektów w miejscu ich wykrycia;
- możliwość wskazania pozycji stania masztu.

Informacje o parametrach głowicy, wskazaniach dalmierza laserowego oraz położeniu masztu (GPS) mogą być wprowadzone do aplikacji w czasie rzeczywistym przez port szeregowy np. RS232 lub RS422.

Interfejs operatora systemu został opracowany przy wykorzystaniu komercyjnego oprogramowania na komercyjnym sprzęcie komputerowym, co sprawia, iż przyjęte rozwiązanie jest:

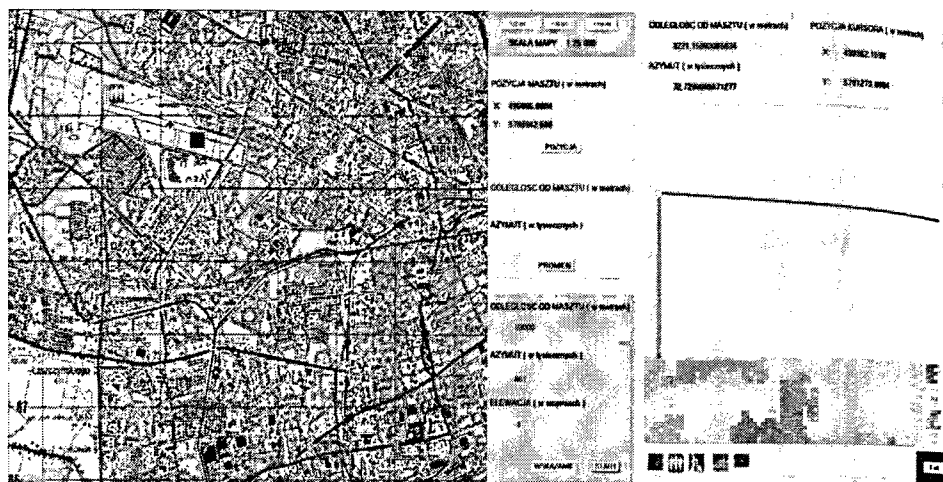
- podatne na modyfikacje i dalszy rozwój;
- otwarte, co daje możliwość współpracy z innymi systemami;
- graficzne interfejsy są przyjazne, co daje gwarancje łatwej obsługi przez operatora.

Podstawowe cechy użytkowe oprogramowania interfejsu, uzgodnione podczas badań z jednym z użytkowników końcowych:

- zobrazowanie graficzne w czasie rzeczywistym linii widzenia sensora,
- automatyczne wypracowanie położenia obserwowanego obiektu we współrzędnych UTM i tysięcznych,
- zautomatyzowane przekazanie istotnych obrazów i informacji na stanowiska dowodzenia, zgodnie z obowiązującymi procedurami,
- łatwe nanoszenie na wyświetlaną mapę znaków taktycznych symbolizujących zaobserwowane obiekty,
- zautomatyzowana rejestracja obrazów odbieranych z głowicy optoelektronicznej.

Ponadto oprogramowanie interfejsu stanowiska operatora musi zapewnić monitoring elementów tych systemu obserwacji terenu, które odpowiednie dane o swoim stanie technicznym generują.

Elementy graficznego interfejsu operatora systemu przedstawiono na rys. 7.



Rys. 7. Wstępny interfejs stanowiska operatora

5. PODSUMOWANIE

Przedstawiony w pracy system obserwacji terenu zapewnia w pełni nadzór nad terenem zarówno w dzień jak i w nocy, w warunkach atmosferycznych występujących w Polsce oraz w rejonach podzwrotnikowych. Praktycznie jako jedyny w chwili obecnej w kraju, stwarza rozliczne możliwości jego zastosowania, między innymi do:

- nadzoru i obserwacji wyznaczonych obszarów o specjalnym znaczeniu,
- nadzoru i obserwacji dynamicznie zmieniających się obszarów związanych z prowadzonymi działaniami bojowymi, jak np. konwoje czy operacje antyterrorystyczne,
- zapewnienia bezpieczeństwa imprez masowych,
- stałej obserwacji obiektów takich, jak lotniska, porty, bazy wojskowe, sztaby i centra dowodzenia,
- zabezpieczenia granic państwa.

System ten jest podatny na zmiany i modyfikacje, co ułatwi jego dostosowanie do potrzeb innych użytkowników.

LITERATURA

- [1] P. Mądrzycki, C. Szczepański, K. Butlewski, D. Karczmarz, W. Puchalski, R. Marchwicki: *Sprawozdanie z pracy: integracja i badania systemu obserwacji terenu*, ITWL, Warszawa 2004.