

mgr inż. Jerzy LEŚNICZAK \*  
ppłk dr inż. Sławomir STĘPNIAK \*  
mgr inż. Grzegorz JAROMIN \*\*  
mgr inż. Janusz MICHALCEWICZ \*\*  
\* Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia  
\*\* EUROTECH Sp. z o.o.

## KONCEPCJA BEZZAŁOGOWEGO ŚRODKA UDERZENIOWEGO PRZEZNACZONEGO DO RAŻENIA CELÓW W STREFIE ODPOWIEDZIALNOŚCI BRYGADY WOJSK LĄDOWYCH

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono skróconą koncepcję wykonania demonstratora technologii systemu samolotowego, bezzałogowego środka uderzeniowego (BSU). Koncepcja dotyczy opracowania demonstratora technologii systemu BSU przeznaczonego do rażenia celów punktowych i mało powierzchniowych. Opracowanie to jest związane z realizacją projektu rozwojowego nr OR00004409 na wykonanie „Bezzałogowego środka uderzeniowego przeznaczonego do rażenia celów w strefie odpowiedzialności brygady wojsk lądowych”

## CONCEPT OF AN AERIAL UNMANNED ASSAULT SYSTEM TO FIGHT OBJECTS WITHIN THE BRIGADE RESPONSIBILITY ZONE

**Abstract:** A short concept of technology demonstrator for an aerial unmanned assault system (UAS) is presented in the paper. The system is predicted to fight focussed or small area objects. The project runs according to the development project No OR00004409 named “Aerial Unmanned Assault System to fight Objects within the Army Brigade Responsibility Zone”.

### 1. Wstęp

W ostatnim dziesięcioleciu bezzałogowe środki powietrzne (BSP) rozwijały się dynamicznie i uzyskały obecnie trwałą pozycję na współczesnym polu walki. Stały się nieodłącznym elementem różnorodnych operacji wojskowych. Stało się to możliwe dzięki zaawansowanym technologiom umożliwiającym miniaturyzację i cyfryzację urządzeń pokładowych bezzałogowych systemów. Obecnie są one podstawowym filarem systemów rozpoznania powietrznego. Służą także do identyfikacji i wskazywania celów oraz oceny skutków rażenia. Wydatnie zwiększają skuteczność prowadzonych operacji i bezpieczeństwo żołnierzy w nich uczestniczących.

W ostatnich latach nastąpił również rozwój bezzałogowych statków powietrznych w kierunku wykorzystywania ich jako bezzałogowych statków rozpoznawczo-uderzeniowych lub tylko uderzeniowych (BSU) do niszczenia obiektów i siły żywej przeciwnika. Stosowanie ich uzasadnione jest ich zaletami taktycznymi i ekonomicznymi.

Są to środki pod względem konstrukcji i technologii znacznie wyżej zaawansowane od środków rozpoznawczych. Wymagają bowiem jednoznacznej identyfikacji celu oraz precyzyjnego naprowadzania na cel.

W opracowaniach i stosowaniu BSU przodują USA i Izrael. Środki te są stosowane z dużą skutecznością przez USA w konflikcie irackim i afgańskim, a przez Izrael w konflikcie palestyńskim.

W związku z prowadzonymi misjami bojowymi, potrzeba posiadania takiego środka bojowego zaistniała w Wojsku Polskim, co znalazło odbicie w ogłoszonym przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego IX konkursu projektów rozwojowych w 2009 r. W wyniku rozstrzygnięcia tego konkursu konsorcjum naukowo-przemysłowe złożone z firm: Wojskowego Instytutu Technicznego Uzbrojenia, Wojskowej Akademii Technicznej oraz EUROTECH Sp. z o.o. otrzymało do realizacji projekt rozwojowy nr OR00004409 na opracowanie „Bezzałogowego środka uderzeniowego przeznaczonego do rażenia celów w strefie odpowiedzialności brygady wojsk lądowych” (decyzja Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr 0044/RT00/2009/09 z dnia 16.11.2009 r).

Konsorcjum zakłada, że podstawą docelowego krajowego opracowania BSU będzie powyższy projekt, którego wynikiem finalnym będzie demonstrator technologii BSU.

Poniżej przedstawiono skrócony opis koncepcji demonstratora technologii systemu bezpilotowego środka uderzeniowego.

## **2. Koncepcja bezzałogowego systemu uderzeniowego**

### **2.1. Przeznaczenie systemu**

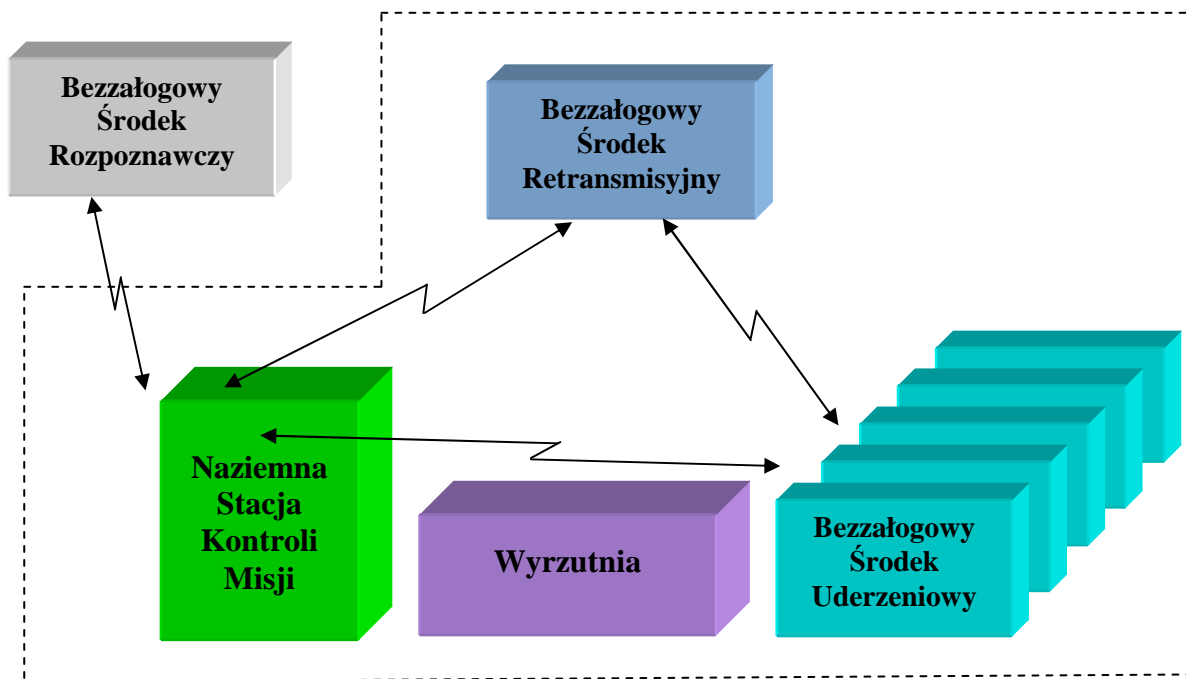
Demonstrator BSU, będzie przeznaczony do rażenia celów punktowych i mała powierzchniowych (siły żywej, pojazdów mechanicznych, stanowisk dowodzenia, stacji radiolokacyjnych, itp.). Zasięg operowania środka pokrywać się będzie z obszarem odpowiedzialności brygady Wojsk Lądowych (do 50 km).

### **2.2. Ogólna struktura systemu**

Na rys. 2.1 przedstawiono schemat struktury systemu BSU.

Biorąc pod uwagę postawione wymagania taktyczno-techniczne dla systemu BSU przyjęto, że w skład systemu będą wchodzić:

- |  |   |         |
|--|---|---------|
| - bezzałogowe środki uderzeniowe (BSU)   | - | 5 kpl.; |
| - naziemna stacja kontroli misji (SKM) zintegrowana z systemem rozpoznania i dowodzenia brygady Wojsk Lądowych | - | 1 kpl.; |
| - bezzałogowy środek retransmisji danych (BSRT)  | - | 1 kpl.; |
| - mobilna wyrzutnia  | - | 1 kpl.  |

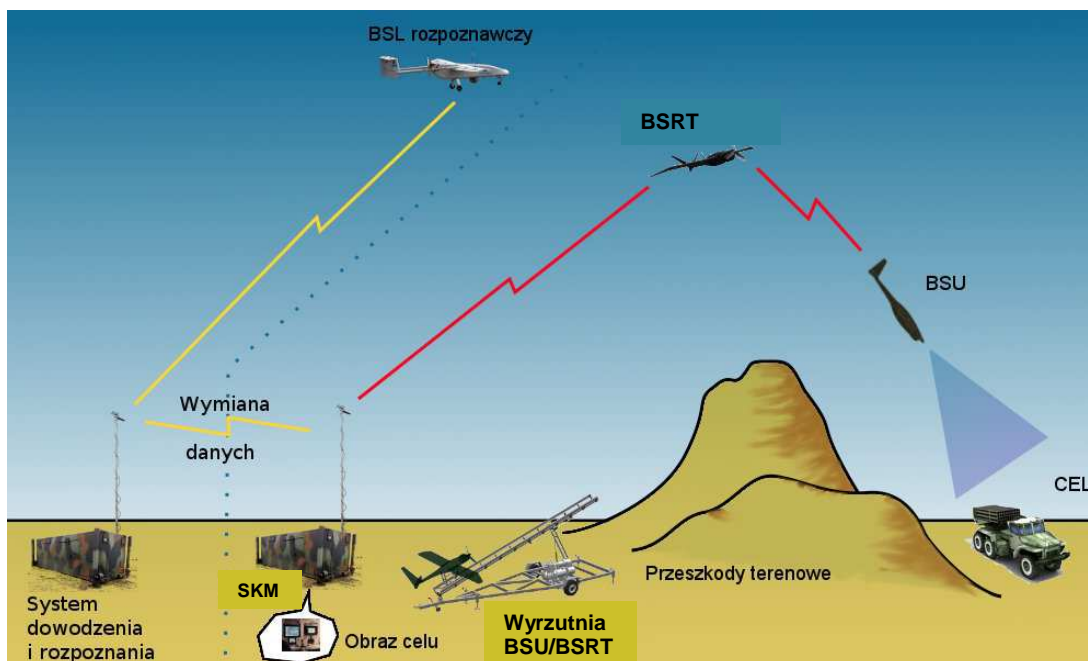


Rys. 2.1. Schemat struktury systemu Bezzałogowego Środka Uderzeniowego

## 2.2. Koncepcja funkcjonowania systemu BSU

### 2.2.1. Schemat funkcjonalny i funkcjonowanie systemu

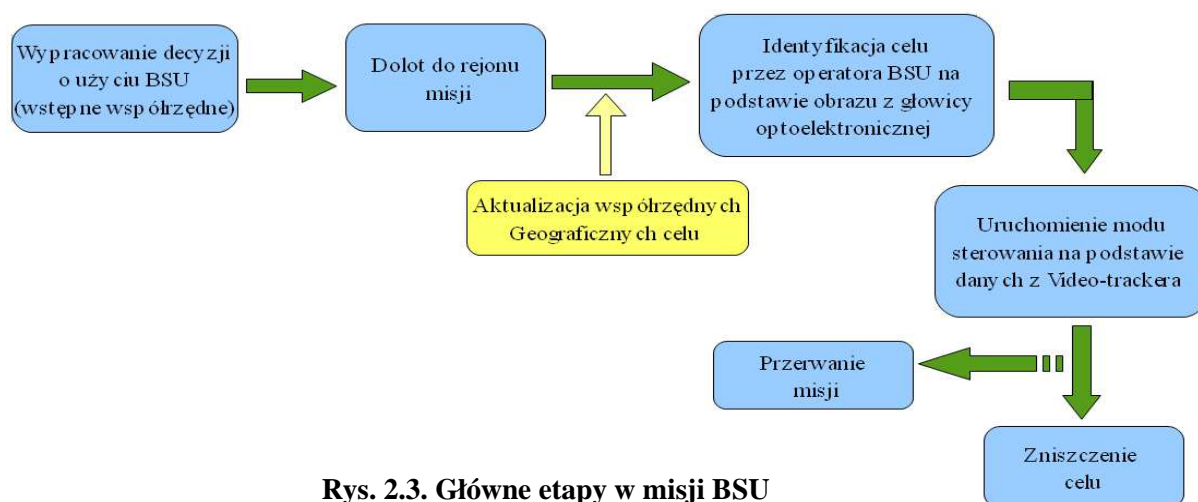
Na rys. 2.2. przedstawiono ogólny schemat funkcjonowania systemu BSU



Rysunek 2.2. Schemat funkcjonalny Bezzałogowego Systemu Uderzeniowego

- BSU - Bezzałogowy Środek Uderzeniowy
- BSRT - Bezzałogowy Środek Retransmisyjny
- SKM - Naziemna Stacja Kontroli

Na rys. 2.3. Przedstawiono koncepcję realizacji głównych etapów misji.



**Rys. 2.3. Główne etapy w misji BSU**

Naprowadzanie na cel realizowane będzie dwuetapowo. W pierwszym etapie misji współrzędne celu do zniszczenia będą przesyłane na pokład BSU ze stacji naziemnej systemu nadzoru i kontroli lotu (SKM) na podstawie danych z systemu rozpoznania wyższego szczebla i BSU będzie automatycznie kierowany w rejon wykonywania zadania. W drugim etapie misji, po osiągnięciu miejsca przeznaczenia, operator systemu wprowadzać będzie BSU w tryb pracy pozwalający na ręczne operowanie głowicą optoelektroniczną w celu wyszukania wskazanego celu. Po identyfikacji celu, operator wprowadzać będzie do systemu obraz celu, jako obiekt do śledzenia przy pomocy video-trackera. W fazie ataku system sterowania BSU przechodzić będzie na specjalny tryb pracy w którym dane do sterowania płatowcem wypracowywane będą na podstawie parametrów kątowych głowicy optoelektronicznej pracującej w trybie śledzenia celu. Rażenie celu nastąpić będzie przez bezpośrednie uderzenie BSU z głowicą bojową w atakowany obiekt lub przez detonację głowicy na komendę wysłaną ze stacji naziemnej. Operator w każdej chwili może przerwać realizację misji.

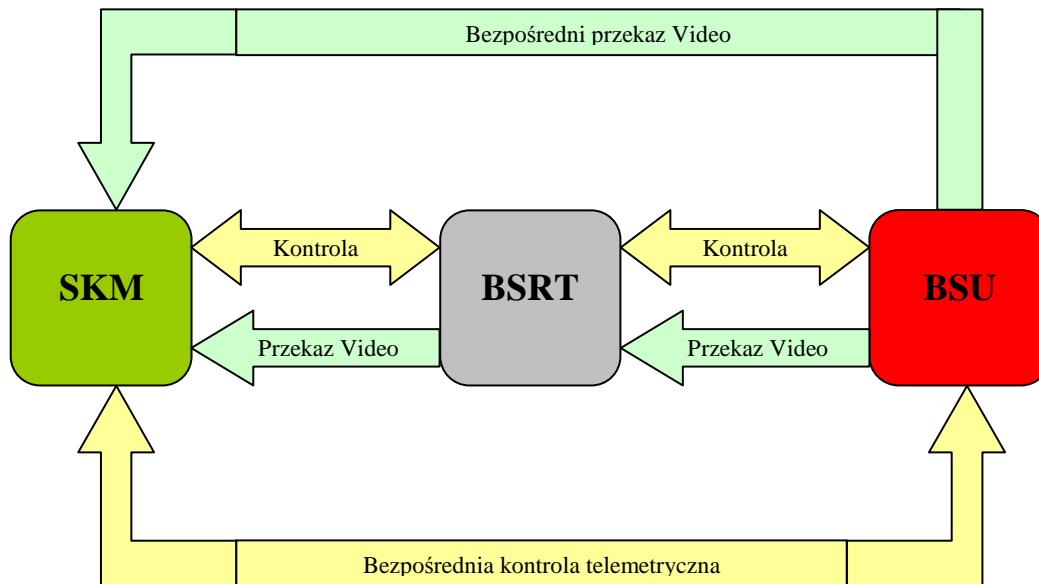
Opisany sposób naprowadzania na cel stwarza konieczność skutecznego rozwiązania zdolności śledzenia celu przy pomocy głowicy optoelektronicznej.

Należy również podczas realizacji demonstratora systemu uwzględnić sytuacje awaryjne, w której śledzony obiekt zostanie zgubiony w wyniku np. utraty łączności z SKM, a ponowne nawiązanie łączności będzie niemożliwe. W takich przypadkach odpowiednie procedury i algorytmy sterowania BSU umożliwią jego doprowadzenie do rejonu kontrolnego lub spowodują jego zniszczenie. W toku badań zostaną opracowane odpowiednie scenariusze odzyskiwania BSU w przypadku utraty łączności z SKM.

Głowica optoelektroniczna składać się będzie z kamery światła widzialnego oraz z kamery na podczerwień. Takie rozwiązanie zwiększy możliwości wykrywania, identyfikacji i śledzenia obiektu. Rozwiązanie problemu jednoznacznej identyfikacji obiektu przeznaczonego do zniszczenia jest jednym z ważniejszych zagadnień projektu. Konieczność rozwiązania tego problemu wynika z dynamicznie zmieniających się warunków działania podczas operacji militarnych.

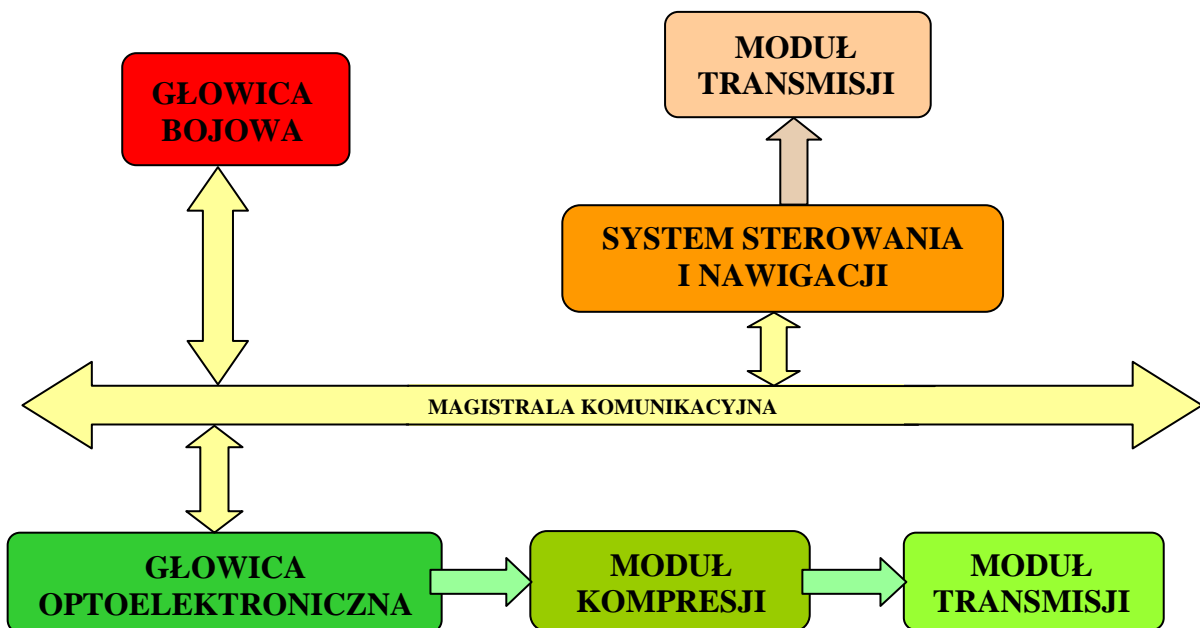
### 2.2.2. Opis koncepcji przepływu informacji w systemie BSU

Prawidłowe funkcjonowanie systemu wymaga wymiany informacji pomiędzy SKM, BSRT i BSU. Na rys. 2.4 przedstawiono wymianę danych pomiędzy kluczowymi elementami systemu biorącymi udział w realizacji zadania.



Rysunek 2.4. Wymiana danych podczas realizacji zadania

Na rys. 2.5 przedstawiono schemat blokowy komunikacji (wymiany danych) pomiędzy poszczególnymi zespołami BSU. Na głównej magistrali występuje dwustronna komunikacja systemu sterowania z głowicą optoelektroniczną oraz głowicą bojową.



Rys. 2.5. Komunikacja pomiędzy głównymi podsystemami BSU

### 2.3. Koncepcja bezzałogowego środka lotniczego dla systemu uderzeniowego

Założono, że demonstrator technologii systemu BSU bazować będzie na opracowanej przez firmę EUROTECH bezzałogowej platformie powietrznej MJ-7 SZOGUN, wyposażonej w autonomiczny, programowalny układ sterowania i nawigacji (autopilot). Platformę lotniczą MJ-7 SZOGUN przedstawiono na rys. 2.6.

Platforma ta funkcjonuje obecnie jako bezzałogowy samolotowy imitator celu powietrznego z programowalną trasą lotu dla potrzeb szkolenia bojowego pododdziałów

przeciwlotniczych. Została ona sprawdzona w warunkach poligonowych z wynikiem pozytywnym, co daje podstawy do zastosowania jej jako platformy do BSU.



**Rys. 2.6. Platforma bezzałogowa MJ-7 SZOGUN**

Najważniejszym elementem istniejącego systemu MJ-7 Szogun jest cyfrowy system sterowania i nawigacji umożliwiający autonomiczny lot według zadanych punktów trasy, niezależnie od łączności ze stacją naziemną. Punkty zwrotne definiowane są poprzez współrzędne geograficzne oraz wysokość. W zasięgu łącza telemetrycznego stacja naziemna obrazuje istotne parametry lotu oraz pozwala na zmianę planu misji podczas jej realizacji.

Platforma przystosowana jest do startu klasycznego lub z wyrzutni oraz do lądowania na spadochronie lub na podwoziu kołowym.

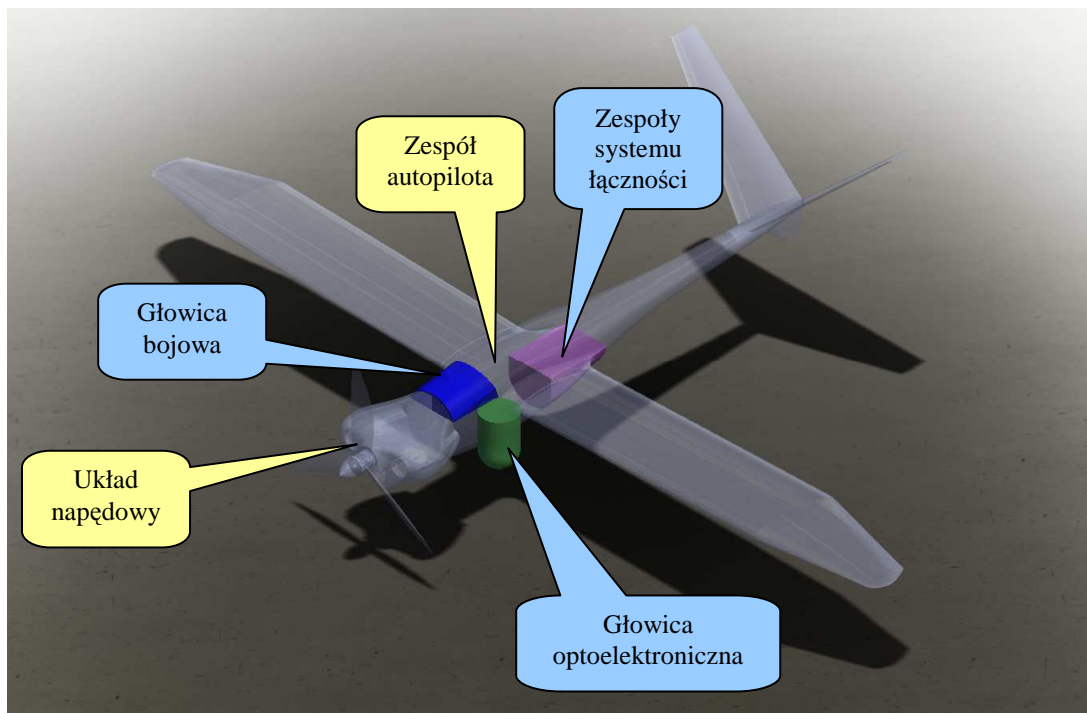
Obecne parametry taktyczno-techniczne platformy są następujące:

- |                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| - Rozpiętość                        | - 3,16 m;              |
| - Długość                           | - 1,97 m;              |
| - Masa własna                       | - 23 kg;               |
| - Masa ładunku użytecznego          | - 6 kg;                |
| - Przewidywana przestrzeń ładunkowa | - 15 dm <sup>3</sup> ; |
| - Prędkość                          | - 100 - 250 km/godz.;  |
| - Długość trwania lotu              | - 2 godz.              |

Platforma wraz z osprzętem opracowana została w pełni w kraju, co pozwala na jej elastyczną adaptację do funkcji demonstratora technologii BSU. Dla potrzeb BSU konieczna będzie odpowiednia modyfikacja platformy SZOGUN i jej wyposażenie w podsystemy wynikające z nowych zadań jakie będzie wykonywać w ramach BSU. Do wyposażenia będzie obejmować między innymi zamontowanie:

- głowicy optoelektronicznej do obserwacji i naprowadzania BSU na cel;
- systemu łączności zapewniającego komunikację z autopilotem oraz przekaz obrazu z głowicy optoelektronicznej do SKM;
- głowicy bojowej z zapalnikiem i układem zabezpieczeń.

Wymagać to będzie wprowadzenia licznych zmian konstrukcyjnych w odniesieniu do konstrukcji płatowca oraz systemu sterowania. Na rys. 2.7 pokazano schemat rozmieszczenia podzespołów w płatowcu BSU.



**Rysunek 2.7. Rozmieszczenie w płatowcu zespołów wyposażenia BSU**

Konstrukcja płatowca musi zostać dostosowana przede wszystkim do szybkiego i łatwego montażu głowicy bojowej z mechanizmami zabezpieczająco-wykonawczymi oraz do zabudowy głowicy obserwacyjnej wraz z mechanizmem jej wysuwania z kadłuba po starcie BSU. Ponadto w konstrukcji płatowca muszą być zabudowane moduły elektroniczne współpracujące z głowicą obserwacyjną, takie jak: moduł obliczeniowy video-trackera, moduł transmisji bezprzewodowej, moduł szyfrowania danych itp.

W systemie sterowania i nawigacji niezbędne będzie wprowadzenie szeregu modyfikacji związanych ze zmianami algorytmów sterowania oraz ze sprzężeniem z autopilotem układów wykonawczych nowych podsystemów BSU. Niezbędne będzie również podniesienie dokładności zespołów pomiarowych systemu sterowania w celu zwiększenia jakości i precyzji sterowania.

Dodatkowo będą wprowadzone następujące zmiany w platformie SZOGUN:

- zasilanie awioniki i innych modułów pokładowych z pokładowej prądnicy;
- zdalny rozruch zespołu napędowego;
- podniesienie niezawodności i zwiększenie osiągnięć operacyjnych platformy;
- zwiększenie masy startowej do 30 kg, przy zachowaniu wymaganej prędkości.

Demonstrator BSU wyposażony będzie w głowicę bojową o następujących cechach:

- ciężar głowicy - min. 5 kg;
- typ głowicy - odłamkowo-burząca w postaci kasety montowanej w kadłubie BSU;
- zapalnik inicjowany uderzeniowo i/lub na komendę operatora naziemnej stacji kontroli misji.

#### **2.4. Koncepcja bezzałogowego środka retransmisyjnego**

Bezzałogowy środek retransmisyjny przeznaczony będzie do zwiększenia zasięgu łączności radiowej przy przesyłaniu danych i obrazu pomiędzy BSU i SKM. Zakłada się, że względów użytkowych i ekonomicznych, że BSRT będzie maksymalnie zunifikowany pod względem obsługi z BSU. Jego konstrukcja zostanie zoptymalizowana pod kątem zmniejszenia możliwości jego wykrycia przez środki rozpoznania przeciwnika.

## 2.5. Koncepcja wyrzutni startowej

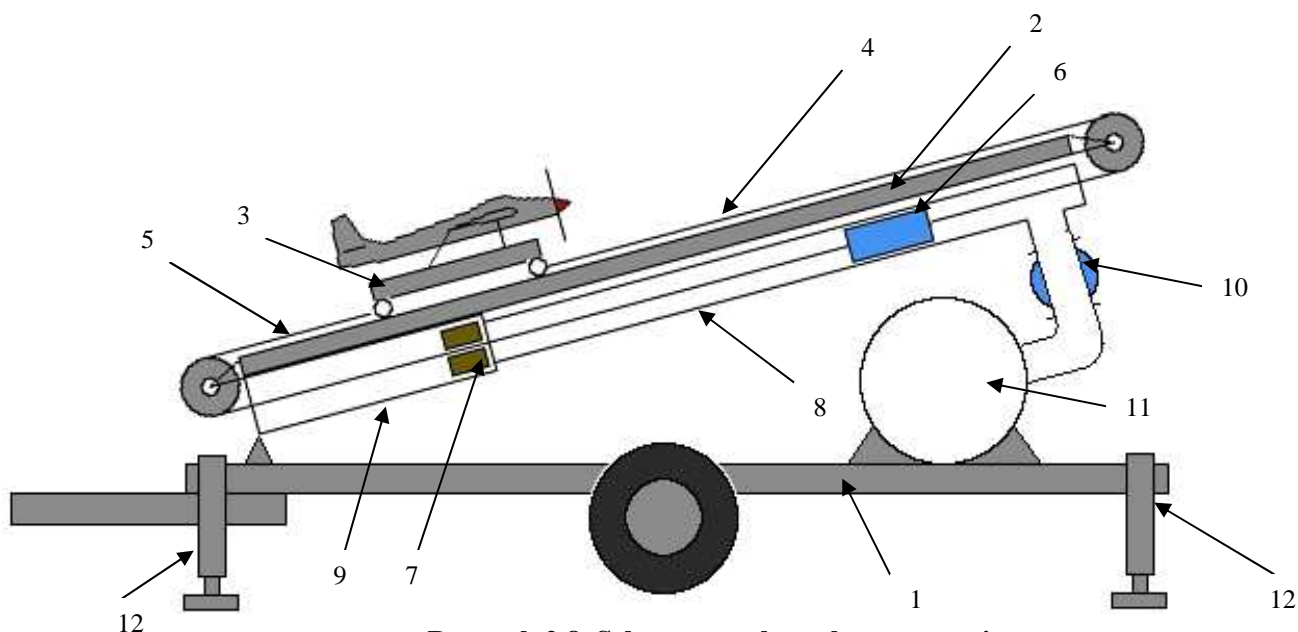
Wyrzutnia przeznaczona będzie do przeprowadzania startów bezałogowych platform latających BSU i BSRT. Działanie wyrzutni ma polegać na nadaniu wyrzucanej platformie odpowiedniej prędkości postępowej przy jednoczesnym zachowaniu ograniczonej wartości przeciążenia.

Po analizie możliwych rozwiązań wyrzutni startowych dla BSU (z napędem sprężystym, hydraulicznym, pneumatycznym, raketowym) wybrano rozwiązanie z wyrzutnią pneumatyczną, które charakteryzuje się stałą wartością przeciążeń oddziaływujących na miotany obiekt oraz możliwością elastycznego doboru parametrów startowych w zależności od masy miotanego obiektu oraz niedużą masą.

Konstrukcja wyrzutni i jej wyposażenie techniczne będą zapewniać:

- realizację startu BSU i BSRT niezależnie od warunków terenowych;
- niezależność pod względem energetycznym (własne agregaty);
- mobilność (instalacja na przyczepie);
- krótki czas odnowienia gotowości startowej;
- dobrą odporność na warunki pogodowe;
- prostotę obsługi;
- diagnostykę wyrzutni;
- bezpieczne użytkowanie.

Na rys. 2.8. przedstawiono schemat strukturalny wyrzutni.



**Rysunek 2.8. Schemat strukturalny wyrzutni.**

- 1 - podwozie (przyczepa), 2 - szyna startowa, 3 - wózek startowy, 4 - linka napędowa,  
5 - linka hamulca, 6 - tłok napędowy, 7 - tłok hamulca, 8 - cylinder napędowy,  
9 - cylinder hamulca, 10 - zawór główny, 11 - zbiornik i układ przygotowania powietrza,  
12 - podpory.

## 2.5. Koncepcja stacji kontroli misji dla systemu BSU

Przyjęto koncepcję zamontowania SKM w kontenerze na podwoziu samochodu terenowego. Uzyskamy w ten sposób maksymalnie mobilną stację.

SKM będzie umożliwiać:



- ciągły nadzór nad BSU i BSRT;
- współpracę z systemem dowodzenia wyższego poziomu dowodzenia.

Schemat strukturalny SKM pokazano na rys. 2.9. W skład SKM wchodzić będą:

- podwozie samochodowe – samochód terenowy z zabudową kontenerową, pozwalającą na rozmieszczenie na nim modułów SKM;
- moduł zasilania SKM – zestaw przetwornic pozwalający na zasilanie stacji z zewnętrznych źródeł energii (sieć elektryczna lub przenośne generatory) oraz zintegrowanego układu zasilania akumulatorowego;
- stanowiska dla operatorów BSU/BSRT – zabudowane w kontenerze stanowiska zapewniające: wizualizację parametrów lotu oraz parametrów nawigacyjnych, możliwość zmiany parametrów nawigacyjnych dla poszczególnych BSU/BSRT, możliwość wywołania procedur awaryjnych oraz ergonomię pracy dla operatora;
- stanowisko dowodzenia – przestrzeń do zabudowy w kontenerze stanowiska umożliwiającego wymianę danych w ramach systemu dowodzenia;
- moduł komunikacyjny – zabudowany na teleskopowym maszcie zestaw sterowanych i urządzeń nadawczo – odbiorczych;
- moduł nawigacyjny – moduł określający położenie i kąt magnetyczny SKM;
- moduł meteorologiczny – moduł określający bieżące warunki meteorologiczne (ciśnienie, temperatura, wilgotność, kierunek i siła wiatru);
- moduł rejestracji danych – odpowiednio przygotowany zestaw nośników pozwalający na rejestrację wszystkich informacji wymienianych między BSU/BSRT, a SKM.



**Rysunek 2.9. Schemat funkcjonalny SKM**

- 1 – podwozie, 2 - zabudowa kontenerowa, 3 - stanowiska dla operatorów  
 4 - moduł zasilania, 5 - moduł komunikacyjny, 6 - moduł nawigacyjny  
 7 - moduł meteorologiczny, 8 - klimatyzacja i ogrzewanie

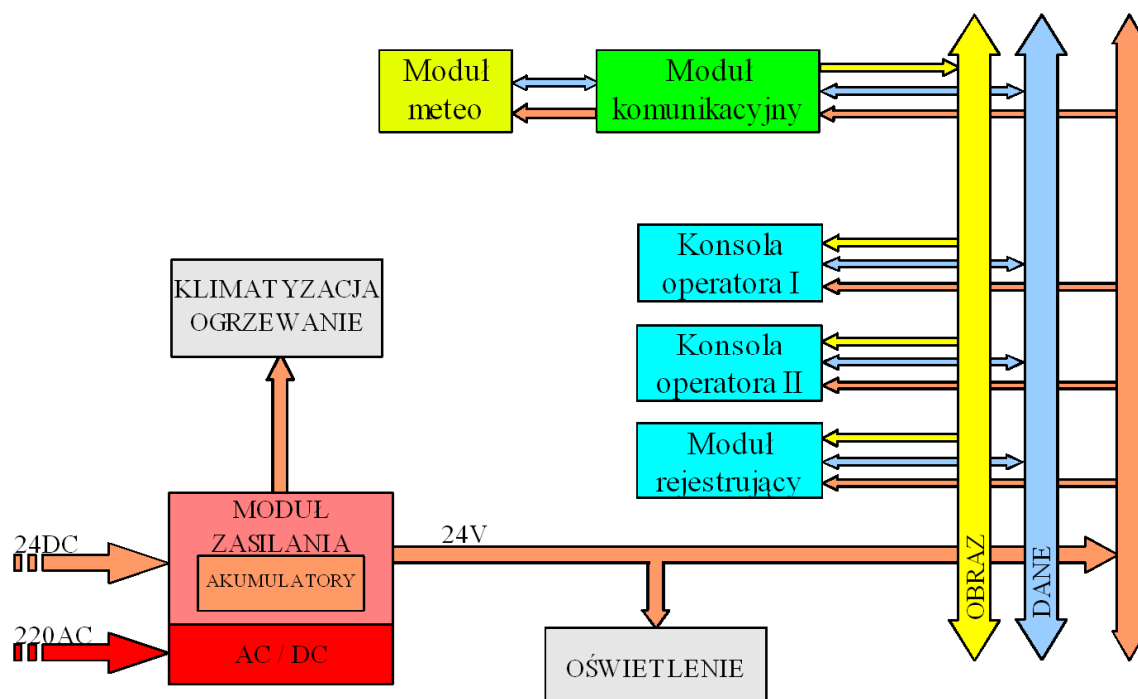
Moduły stacji połączone zostaną dwoma magistralami (rys.2.10.):

- magistralą DANYCH – przeznaczona do przesyłania informacji o wysokim priorytecie, takich jak parametry lotu i dane nawigacyjne, mody pracy, dane do kierowania anteną, itp.;
- magistralą OBRAZU – przeznaczona do przesyłania obrazu z BSU/BSRT do stanowisk operatorów.

Dane z magistral mogą być zapisywane w module rejestrującym. Do zarządzania pracą BSU/BSRT przygotowane zostaną dwa równorzędne panele operatorskie. Panele będą podłączone do magistral, każdy z nich będzie mógł odbierać i wysyłać dane do wybranego BSU/BSRT. Do każdego panelu dołączony będzie monitor na którym będą zobrazowane dane pilotażowe i nawigacyjne, mapa terenu oraz inne informacje niezbędne do wykonania misji. Dodatkowo na drugim monitorze wyświetlany będzie obraz z kamery umieszczonej na BSU oraz dane dotyczące tego obrazu.

Połączenie SKM z BSU/BSRT realizowane będzie poprzez moduł komunikacyjny. Będzie to specjalnie przygotowany moduł, umieszczony na rozkładanym maszcie, w którym znajdą się łącza do transmisji danych i video, anteny oraz układ ich automatycznego nakierowywania na śledzony obiekt. Dodatkowo moduł komunikacyjny będzie połączony z modulem meteorologicznym, od którego będzie odbierał dane i wysyłał je poprzez magistralę do stanowisk operatorów.

Moduł meteorologiczny będzie zbierał podstawowe dane dotyczące czynników atmosferycznych, przede wszystkim będą to siła i kierunek wiatru oraz ciśnienie powietrza. Są to dane potrzebne w szczególności w fazie startu i lądowania BSU/BSRT.



Rysunek 2.10. Schemat blokowy SKM.

### 3. Podsumowanie

Przedstawiona powyżej w postaci skróconej koncepcja demonstratora technologii systemu BSU jest częścią składową realizowanego przez konsorcjum naukowo-przemysłowe, złożone z firm: Wojskowego Instytutu Technicznego Uzbrojenia, Wojskowej Akademii Technicznej oraz EUROTECH, projektu rozwojowego nr OR00004409 na opracowanie „Bezzałogowego środka uderzeniowego przeznaczonego do rażenia celów w strefie odpowiedzialności brygady wojsk lądowych”. W chwili obecnej realizowany jest model demonstratora technologii systemu BSU, który będzie poddawany badaniom w warunkach

stacjonarnych i poligonowych. Badania poligonowe będą zasadniczymi badaniami weryfikującymi prawidłowość przyjętej koncepcji oraz opracowanego projektu technicznego. Wyniki tych badań będą stanowiły podstawę, do wprowadzenia ewentualnych zmian w przyjętych dotychczas założeniach i opracowywanej konstrukcji demonstratora.

*Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2009 ÷ 2011*