

Adam BARTNICKI¹
Janusz ŁOPATKA²

WYMAGANIA STAWIANE PLATFORMOM MOBILNYM W ZADANIACH ZMNIEJSZENIA ZAGROŻENIA WYWOŁANEGO NIEKONTROLOWANYM UWALNIANIEM SUBSTANCJI NIEBEZPIECZNYCH

W referacie przedstawiono wymagania jakie powinny spełniać zdalnie sterowane platformy mobilne, biorące udział w akcjach likwidacji skutków zdarzeń destrukcyjnych z udziałem substancji niebezpiecznych. Poszukując pożądanых cech tego typu robotów wzorowano się na robotach militarnych wykorzystywanych w misjach usuwania niewybuchów UXO (Unexploded Ordnance) i usuwania dużych ładunków improwizowanych IED (Improvised Explosive Device).

REQUIREMENTS MADE ON MOBILE PLATFORMS IN TERMS OF CONDUCTING MISSIONS AIMING AT REDUCING THREAT CAUSED BY UNCONTROLLED LEAK OF DANGEROUS SUBSTANCES

This paper focuses on requirements made on remote-controlled mobile platforms taking part in missions concerning effects liquidation of incidents with dangerous substances. In search of desired characteristics of such vehicles authors followed an example of military robots applied in UXO (Unexploded Ordnance) and IED (Improvised Explosive Device) missions.

1. WSTĘP

W procesach dynamicznych gdzie skutki zdarzenia rosną z upływem czasu, czynnikiem decydującym o powodzeniu akcji ratowniczej jest czas od zaistnienia zdarzenia do podjęcia działań ratowniczych. Brak sprzętu o odpowiedniej mobilności powoduje, że dotarcie na miejsce akcji jest znacznie opóźnione i wymaga olbrzymiego wysiłku fizycznego, a pomoc poszkodowanym i ich ewakuacja poza strefę zagrożenia przeciąga się w czasie.

Stąd też istotnego znaczenia nabiera problem zbudowania pojazdu wsparcia akcji ratowniczych prowadzonych w szczególnie trudnych warunkach. Przez szczególnie trudne warunki należy rozumieć:

- a) możliwość powstania wybuchu par cieczy i gazów;
- b) możliwość „okrażenia” przez pożar;
- c) wyrzuty i wykipienia substancji toksycznych, produktów rozkładu termicznego lub spalania;

¹ Wojskowa Akademia Techniczna

² Wojskowa Akademia Techniczna

- d) bardzo silne promieniowanie ciepłe;
- e) wysoką zmienność sytuacji i wystąpienie niespodziewanych zagrożeń, przy których wyposażenie ratowników w standardowe środki ochrony indywidualnej jest niewystarczające (o czym świadczą wypadki, również śmiertelne wśród ratowników) jak i konieczność prowadzenia działań na obszarach niedostępnych dla standardowych pojazdów ratowniczych obejmującym m.in. tereny:
 - podmokłe w wyniku powstania rozlewisk powodziowych;
 - grząskie i bagniste obszary torfowisk;
 - bezdroża leśne;
 - rumowiska, gruzowiska, nasypy kolejowe oraz inne obszary katastrof technicznych.

Przewidywane użycie zdalnie sterowanego pojazdu w rejonach niebezpiecznych, pociągające za sobą brak możliwości bezpośredniej obserwacji jego otoczenia, stawia szczególnie wysokie wymagania systemowi sterowania i zobrazowania, który powinien umożliwiać obserwację terenu i otoczenia, osprzętów roboczych oraz lokalizację pojazdu względem przeszkód [1]. Z tych względów należy opracować system wizyjny pozwalający na zobrazowanie położenia pojazdu i jego lokalizację względem obiektów o znanym położeniu oraz względem celu misji. Zebrane dane powinny być przesyłane do stanowiska operatora. Efektywność działania wymaga teleoperacji na dystansie do 0,5 km (min. 0,3 km). Zasadniczym problemem, jaki powinien zostać rozwiązany jest teleoperacja przy ograniczonej przepustowości kanałów transmisji danych, możliwości zobrazowania położenia i otoczenia pojazdu.

2. BEZZAŁOGOWE POJAZDY WOJSKOWE WYKORZYSTYWANE W MISJACH UXO I IED

W przypadku Bezzałogowych Platform Lądowych (BPL) podstawowym celem jest zwiększanie dystansu między człowiekiem, a zagrożeniem. Dotyczy to głównie realizacji zadań w warunkach szczególnie uciążliwych lub szkodliwych dla ludzi.

Przeprowadzona analiza stanu zagadnienia pokazała, iż na świecie istnieje wiele rozwiązań tego typu pojazdów, niemniej jednak są to zwykle inspekcyjne roboty policyjne i militarne, których zadania polegają najczęściej na rozpoznaniu zagrożenia, podjęciu niewielkich ładunków, przeniesieniu ich w bezpieczne miejsce bądź neutralizację w miejscu zidentyfikowania (rys.1, 2, 3) [2,3].

Lekkie roboty inżynieryjne (policyjne i wojskowe), z uwagi na masę, moc i źródła zasilania mają ograniczone możliwości robocze, a istnieje wiele niebezpiecznych zadań wymagających rozwijania dużych sił oraz zdolności do pracy przez wiele godzin. Należą do nich przede wszystkim :

- misje UXO – oczyszczania terenu, usuwanie niewybuchów i amunicji ze stref bezpieczeństwa, dróg, pasów startowych itp.;
- misje IED – usuwania dużych ładunków improwizowanych w tym spychanie/ściągnięcie samochodów-pułapek.

Dlatego poszukiwano rozwiązań konstrukcyjnych, które spełnią nowe oczekiwania i będą zdolne do realizacji stawianych im zadań na współczesnym polu walki. Pierwsze konstrukcje tego typu robotów powstały w latach 90-tych i były to zautomatyzowane, przystosowane do teleoperacji ciężkie maszyny inżynieryjne – głównie koparki gąsienicowe, kołowe i samochodowe oraz ładowarki i spycharki. Jednak ich cena i koszty

eksploatacji były stosunkowo wysokie, a możliwości robocze słabo dostosowane do potrzeb.



Rys.1. MarcBot przy masie 11 kg jest w stanie dojechać na odległość 100 m w 10 s (prędkość maksymalna ok. 50 km/h) i przekazać obraz podejrzanego obiektu – koszt ok. 10 tys. USD – w eksploatacji ok. 2000 szt.



Rys.2. PackBot przy masie 18 kg rozwija prędkość 8 km/h, jest w stanie pokonać schody i krawężniki oraz podejmować ładunki o masie do 2,5 kg – cena wersji podstawowej ok. 100 tys. USD – w eksploatacji ok. 2500 szt.



Rys.3. Talon przy masie ok. 50 kg rozwija prędkość 8 km/h i dzięki manipulatorowi może podejmować przedmioty o masie do 10 kg (nowy model 30 kg) - cena zależności od wyposażenia od 80-150 tys. USD – w eksploatacji ok. 2500 szt.

Ponadto poziom podatności transportowej, zwrotności i mobilności w porównaniu z potrzebami okazał się niewystarczający. W efekcie rozpoczęto prace nad znacznie lżejszymi konstrukcjami, zdolnymi podejmować ładunki o masie do ok. 200 kg i dobrze

poruszającymi się w terenie. W pracach tych wykorzystywano zarówno istniejące konstrukcje maszyn bazowych (zwykle miniładowarek o skręcie burtowym) jak i opracowywano specjalne rozwiązania (np. niemiecki robot ACER, brytyjski robot EOD BAE System).

Konflikt w Iraku spowodował wyraźne przyspieszenie rozwoju tego typu robotów i sprecyzowanie potrzeb. Efektywne usuwanie i neutralizacja IED oraz UXO - zwłaszcza w terenie zurbanizowanym, gdzie z uwagi na zagrożenia dla ludności, budowli oraz infrastruktury niedopuszczalna jest ich detonacja w miejscu znalezienia, wymaga :

- a) zdolności podejmowania leżących na powierzchni lub częściowo zagłębionych w gruncie :
 - granatów moździerzowych o średnicy 60-120 mm (masa 0,5-3 kg);
 - amunicji artyleryjskiej o średnicy 60-155 mm (masa do 50 kg);
 - bomb lotniczych o masie do 250 kg i średnicy do 500 mm;
 - min przeciwpancernych o średnicy 150-350 mm (masa do 10 kg);
 - min przeciwpiechotnych – zróżnicowane kształty o wymiarach 20-100 mm;
 - butli napełnionych gazem – średnica do 400 mm masa do 80 kg;
 - beczek napełnionych paliwem lub chemikaliami – średnica do 600 mm, masa do 250 kg;
- b) podejmowania bloków i elementów betonowych np. maskujących IED o masie do 200 kg (przestawianych ręcznie przez 4-6 ludzi), płyt chodnikowych, krawężników, kostki drogowej (trelinki), kręgów i rur odwadniających itp.;
- c) unoszenia elementów konstrukcyjnych ograniczających dostęp do UXO lub IED typu :
 - słupy drewniane i pnie;
 - betonowe słupy trakcyjne o długości do 8 m;
 - płyty stropowe (do 1000 kg);
 - kratownice stalowe;
 - kształtowniki stalowe (pręty, kątowniki, rury itp.).
- d) zdolności do rozładunku pojazdów transportowych z materiałów niebezpiecznych oraz jednostek ładunkowych maskujących lub zawierających materiały niebezpieczne – np. europalet lub zasobników i kontenerów;
- e) wyciągania, przepychania lub unoszenia samochodów-pułapek – minimum o masie do 1500 kg (samochody osobowe), pożądane 3000 kg (pick-upy oraz vany).

Na podstawie tak zdefiniowanych zadań, jako pożądany poziom możliwości roboczych inżynierskich robotów wsparcia można przyjąć zdolności do :

- podejmowania wszelkiego typu amunicji artyleryjskiej, raketowej oraz lotniczej o masie nawet do 500 kg i średnicach od 80 do 600 mm;
- podejmowania wszelkiego typu beczek i butli o masie do ok. 250 kg, zawierających potencjalnie groźne i niebezpieczne substancje;
- usuwania poprzez wyciąganie, przewracanie, przepychanie itp. – podejrzanych samochodów osobowych o masie ok. 2000 kg;
- rozładunku samochodów ciężarowych podejrzanych o przewożenie materiałów niebezpiecznych – wskazana zdolność podejmowania europalet.

Analiza możliwości zapewnienia wysokiej efektywności użycia inżynierskich robotów wsparcia wskazała, że istotnymi cechami konstrukcji powinny być :

- masa rzędu 2500-3500 kg umożliwiające rozwijanie sił uciągu niezbędnych do usuwania samochodów-pułapek oraz niezbędny poziom stateczności podczas podnoszenia ładunków;
- osprzęt spycharkowy lub ładowarkowy – niezbędny do torowania i spychania obiektów;
- szybkozłącza umożliwiające wymianę narzędzi lub osprzętu – w tym zastosowanie uzbrojenia i neutralizatorów;
- udźwąg powyżej 200 kg - wskazane jest przy tym duże pole pracy;
- hydrostatyczny układ napędowy umożliwiający precyzyjną kontrolę rozwijanych prędkości i sił napędowych;
- burtowy układ skretu zapewniający łatwość korygowania położenia;
- niskie naciski na podłoże – umożliwiające efektywną pracę poza terenem utwardzonym.

Pilna potrzeba wprowadzenia robotów na wyposażenie pododdziałów EOD spowodowała nacisk na szybką adaptację i przystosowanie do teleoperacji istniejących, dostępnych na rynku, dopracowanych pod względem technicznym minimaszyn – eliminując tym samym problem długiego cyklu rozwojowego konstrukcji. Obecnie armia USA dysponuje w Iraku ok. 100 inżynieryjnymi robotami wsparcia (rys.4).



Rys.4. Inżynieryjny robot wsparcia RC-50 Robotic Platform – masa 3450 kg, moc 42 kW, uciąg 23 kN, obciążenie wywracające 1360 kg, udźwąg 680 kg, prędkość maksymalna 14,5 km/h – maszyna bazowa Cat 247B MTL

Wyposażone są one w standardowe dla miniładowarek szybkozłącza do mocowania narzędzi, dzięki którym można dostosować osprzęt do nowego zadania poprzez wymianę narzędzia na jedno z 80 dostępnych na rynku w czasie nieprzekraczającym 1 min. oraz szybko wprowadzić nowe specjalne rozwiązania – trały, detektory, urządzenia neutralizujące, itp. Mogą one operować przez 6-8 h bez uzupełniania paliwa, a odległość teleoperacji w sprzyjających warunkach sięga 2,5 km. Jako podstawowe wyposażenie przewidziano: manipulator z chwytakiem, wieloczynnościową łyżkę ładowarkową oraz desruptor.

Nieco odmienną koncepcją robota EOD jest platforma „Skorpion” (rys.5) zbudowana na bazie minikoparki Bobcat. Jest ona nieco wolniejsza (prędkość maksymalna 5,1 km/h),

lecz dzięki wyposażeniu w dwa, mogące ze sobą współpracować osprzęty (koparkowy i spycharkowy) o dużym polu pracy, ma bardzo szerokie możliwości robocze - możliwy jest m.in. rozładunek podejrzanych samochodów, przepychanie i przeciąganie samochodów-pułapek oraz podejmowanie ładunków z rowów, lejów, przepustów itp.



Rys.5. Izraelski Scorpion EOD Robotic Platform – masa ok. 3300 kg, moc 30 kW, udźwig na maksymalnym wysięgu (4,5 m) ok. 500 kg, na minimalnym wysięgu ok. 1800 kg, siła uciągu ok. 20 kN, prędkość maksymalna 5,1 km/h

Do wad przedstawionych konstrukcji należy zaliczyć :

- stosunkowo niskie prędkości przejazdowe - jest to konsekwencją oparcia się na rozwiązaniach komercyjnych maszyn z burtowym układem skrętu i półelastycznych układach jezdnych, w których długość gąsienicy na gruncie nie przekracza 1,5 m;
- niskie zdolności pokonywania przeszkód terenowych (np. wysokość pokonywanej ścianki nie przekracza 0,2 m) – które w przypadku aplikacji cywilnych minimaszyn mają drugorzędne znaczenie – jednak podczas usuwania IED i innych materiałów niebezpiecznych niezbędna jest możliwość sprawnego pokonywania przeszkód (szerokie i wąskie rowy, ścianki, murki, kłody itp.) w zakresie przekraczającym możliwości przeciętnego samochodu terenowego czy minimaszyny.

Zdecydowanie lepszym rozwiązaniem jest budowa robotów dedykowanych dla potrzeb realizacji zadań zmniejszania i likwidacji zagrożeń, w których uczestniczą zarówno pododdziały inżynieryjne jak i podmioty ratownicze. Oczywiście są to procesy długofalowe i kosztowne, niemniej jednak konieczne chociażby ze względu na wymóg zwiększania efektywności działania żołnierzy i ratowników. W Katedrze Budowy Maszyn Wojskowej Akademii Technicznej prowadzone są badania, w wyniku których powstają kolejne konstrukcje zdalnie sterowanych platform mobilnych przeznaczonych do wspierania działań w strefach bezpośredniego zagrożenia życia i zdrowia człowieka (rys.6, 7). Powstałe demonstratory technologii, zbudowane w oparciu o hydrostatyczne układy napędowe i systemy zdalnego sterowania na bazie magistrali CAN, potwierdzają zasadność tworzenia tego typu konstrukcji, a przeprowadzone badania wskazują na ich bardzo dobre właściwości trakcyjne i robocze [5].



Rys.6. Inżynieryjny robot wsparcia misji EOD/IED „Marek”



Rys.7. Inżynieryjny robot wsparcia taktycznego „Bogus”

Podobnie jak misje EOD/IED zadania realizowane przez jednostki ratownicze straży pożarnej w procesie zmniejszania zagrożenia wywołanego niekontrolowanym uwalnianiem substancji niebezpiecznych wymagają wykorzystania zdecydowanie większego sprzętu, który z łatwością będzie przemieszczał się w trudnodostępnym terenie i będzie rozwijał stosunkowo duże siły w osprzęcie roboczym oraz siły uciągu, a więc wymagają dysponowania pojazdem o odpowiednim poziomie mobilności, ładowności, przystosowanym do zdalnego sterowania oraz zapewniającym niskie koszty eksploatacji – niezależnie od rozwoju technologii informatycznych.

3. WYMAGANIA DLA BEZZAŁOGOWYCH PLATFORM MOBILNYCH WYKORZYSTYWANYCH W AKCJACH RATOWNICZYCH

Różnorodność zadań przed jakimi stają obecnie jednostki służb ratowniczych, w tym jednostki straży pożarnej, niejednokrotnie nie odbiegają od zadań realizowanych przez jednostki specjalne misji pokojowych choćby na Bliskim Wschodzie. Stąd też wymagania dla robotów wsparcia pokojowych misji ratowniczych nie będą odbiegały od wymagań stawianych robotom pracującym w warunkach prowadzonych działań bojowych. Zasadnicza różnica będzie polegała na tym, iż w przypadku zadań wykonywanych w warunkach pokoju robot nie będzie narażony na oddziaływanie ze strony przeciwnika.

Poszukując cech jakie powinien spełniać robot wsparcia misji ratowniczych, podobnie jak w przypadku robotów militarnych, należy rozgraniczyć te wymagania w aspekcie sprecyzowanych zadań dla konkretnego robota. Niemniej jednak wspólną grupą wymagań dla wszystkich robotów tego typu będą wymagania związane z możliwościami trakcyjnymi, a więc mobilnością w różnych warunkach terenowych, zarówno w terenie otwartym jak i zurbanizowanym. Wymagania w zakresie mobilności obejmują zdolności:

- poruszania się po podłożach o niskiej nośności (wskazane $CI = 150$ kPa);
- poruszania się po terenie zalanym (pożądane brodenie do 0,1 m głębokości wody);
- do wjechania i wyjechania z rowu (inspekcja przepustów);
- do pokonywania wysokich krawężników (min. 0,2 m);
- do poruszania się po gruzowiskach;
- do pracy w pozycji odwróconej lub zdolność do przywracania pozycji roboczej;
- pokonywania schodów i odporność na stoczenie się ze schodów;
- do poruszania się przy znacznych nachyleniach poprzecznych;
- do pokonywania pochyleń wzdłużnych;
- poruszania się w wysokiej roślinności;
- do poruszania się po ścieżkach i chodnikach;
- do pokonywania cieśnin (wąskich przejść);
- do zawracania w miejscu lub wykonywania manewrów skrętu ze stosunkowo małym promieniem.

Pożądane zdolności robocze w terenie zurbanizowanym obejmują:

- otwieranie drzwi zamkniętych na klamkę;
- wyważanie drzwi;
- obserwacja przedmiotów nisko położonych;
- obserwacja przedmiotów wysoko położonych;
- obserwacja przedmiotów znajdujących się wewnątrz mebli;
- otwieranie drzwiczek meblowych;
- podejmowanie przedmiotów z regałów i szaf;
- otwieranie szuflad;
- wyjmowanie przedmiotów z szuflad i segregatorów biurowych;
- przesuwanie przedmiotów manipulatorem;
- przepychanie mebli;
- wynoszenie przedmiotów na zewnątrz;
- wyrzucanie przedmiotów przez okno;
- wyłączanie instalacji elektrycznych i bezpieczników;
- otwieranie windy (przywoływanie).

Pożądane zdolności robocze w terenie otwartym obejmują :

- zdolności do rozładunku pojazdów transportowych z materiałów niebezpiecznych oraz jednostek ładunkowych zawierających materiały niebezpieczne – np. europalet lub zasobników i kontenerów;
- wyciągania, przepychania lub unoszenia pojazdów z substancjami niebezpiecznymi;
- sprawdzanie przepustów i kanałów odwadniających;
- sprawdzanie studzienek kanalizacyjnych;
- sprawdzanie pojazdów ciężarowych, cystern, kontenerów;

- sprawdzanie samochodów osobowych;
- sprawdzanie cystern kolejowych;
- odkopywanie drobnych przedmiotów;
- unoszenie przedmiotów o masie do 50 kg;
- podejmowanie przedmiotów z rowów o głębokości min. 1,5 m;
- przepychanie przedmiotów o masie do 100 kg;
- możliwość szybkiej wymiany osprzętu;
- możliwość obserwacji z wysokości;

Przedstawione požądane zdolności robocze zdalnie sterowanych platform mobilnych w zadaniach ratownictwa w terenie zurbanizowanym, wymagają aby były to pojazdy lekkie o masie rzędu 150-200 kg, prędkościach przejazdowych około 5-10 km/h i roboczych do kilku km/h z możliwością bezstopniowej ich zmiany. Zasięg teleoperacji około 100-200m i czas realizacji misji 1-2 godz. Roboty te powinny być wyposażone w osprzęt roboczy o kinematyce pozwalającej zarówno na penetrację przestrzeni wewnątrz budynków jak i podejmowania niewielkich przedmiotów oraz układ jezdny umożliwiający poruszanie się po trudnym podłożu. Bardzo ważnym elementem wyposażenia są systemy sensoryczne pozwalające na wykrycie i określenie rodzaju skażeń wywołanego substancjami niebezpiecznymi.

Analiza możliwości zapewnienia wysokiej efektywności użycia robotów wsparcia misji ratowniczych wskazała, że istotnymi cechami konstrukcji powinny być :

- masa rzędu 2500-3500 kg umożliwiająca rozwijanie sił uciągu niezbędnych do usuwania materiałów niebezpiecznych oraz niezbędny poziom stateczności podczas podnoszenia ładunków;
- osprzęt roboczy – niezbędny do torowania i spychania obiektów;
- szybkołączka umożliwiające wymianę narzędzi lub osprzętu;
- udźwig powyżej 200 kg - wskazane jest przy tym duże pole pracy;
- hydrostatyczny układ napędowy umożliwiający precyzyjną kontrolę rozwijanych prędkości i sił napędowych;
- burtowy układ skrętu zapewniający łatwość korygowania położenia;
- niskie naciski na podłoże – umożliwiające efektywną pracę poza terenem utwardzonym.

Wyposażenie robota w manipulator zapewni rozszerzenie jego możliwości roboczych i poprawi efektywność użycia :

- dzięki odpowiedniemu zasięgowi i wyposażeniu w głowicę obserwacyjną umożliwi prowadzenie szczegółowego rozpoznania w miejscach słabowidocznych lub niedostępnych;
- może stanowić ruchomą platformę dla działka wodnego, umożliwiając podejmowanie akcji gaśniczych z góry lub z większego dystansu;
- może stanowić ruchomą platformę dla sensorów i detektorów rozpoznania zagrożeń i skażeń;
- dzięki sterowanemu zrywakowi może służyć do prac rozgrodzeniowych lub pobierania próbek.

W przypadku robotów realizujących zadania w terenie otwartym zasięg teleoperacji powinien wynosić 100-200 m, a czas pracy – nawet do kilku godzin.

4. WNIOSKI

Obecnie pojazdy dla potrzeb działań ratowniczych realizowanych w warunkach szczególnych zagrożeń nie są produkowane w Polsce, a ich brak jest silnie odczuwalny w jednostkach ratowniczych. Wstępne analizy wskazują, że szacunkowe zapotrzebowanie na tego typu pojazdy w kraju wynosi ok. 100 szt. w ciągu najbliższych 5 lat. Jednak opracowanie nowoczesnej wielozadaniowej konstrukcji otworzy nowe obszary zastosowań, w których niezbędne są platformy wysokiej mobilności oraz możliwości eksportu, ponieważ oferowane obecnie na rynku europejskim rozwiązania bazują na aplikacjach wojskowych, które zostały opracowane w latach 70/80-tych i są obecnie już przestarzałe technicznie i słabo dostosowane do istniejących potrzeb. Zaprojektowano je jako pojazdy transportowe, gdzie główny nacisk położono na zdolność pokonywanie terenu o niskiej nośności oraz rozwijanie wysokich prędkości jazdy. W efekcie posiadają one ograniczone zdolności pracy osprzętami specjalnymi wynikające:

- z braku odpowiedniego zawieszenia (elastyczne zawieszenie uniemożliwia precyzyjną kontrolę osprzętów oraz istotnie pogarsza stateczność pracujących maszyn);
- niedostosowania konstrukcji nośnej pojazdu do obciążeń od osprzętów roboczych;
- z braku napędów hydraulicznych dużej mocy.

Ponadto nie są przystosowane do zdalnego sterowania, co ma zasadnicze znaczenie dla pracy w warunkach wysokich zagrożeń.

Warunkiem osiągnięcia powodzenia w szybkim wprowadzaniu robotów w zadaniach ratowniczych są jasno określone zadania i realistyczne oczekiwania wynikające ze starannie dopracowanych koncepcji użycia robotów. Niezbędne jest zawężenie zakresu realizowanych zadań oraz ograniczenie wymagań do minimalnego poziomu zapewniającego niezbędną funkcjonalność.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] BARTNICKI A.: *Problemy zdalnego sterowania współczesnymi robotami inżynierskimi*, ROBOTY INŻYNIERYJNE WSPÓŁCZESNEGO POLA WALKI SEMINARIUM KBM, WAT 2010
- [2] ŁOPATKA J.: *Możliwości robocze bezzałogowych platform lądowych*, ROBOTY INŻYNIERYJNE WSPÓŁCZESNEGO POLA WALKI SEMINARIUM KBM, WAT 2010
- [3] MUSZYŃSKI T.: *Inżynierskie roboty wsparcia*, ROBOTY INŻYNIERYJNE WSPÓŁCZESNEGO POLA WALKI SEMINARIUM KBM, WAT 2010
- [4] PUTON J.: *Wykrywanie zagrożeń chemicznych i radiologicznych*, ROBOTY INŻYNIERYJNE WSPÓŁCZESNEGO POLA WALKI SEMINARIUM KBM, WAT 2010
- [5] SPRAWKA P.: *Testy poligonowe robotów inżynierskich*, ROBOTY INŻYNIERYJNE WSPÓŁCZESNEGO POLA WALKI SEMINARIUM KBM, WAT 2010