



BEZZAŁOGOWE PLATFORMY LĄDOWE - PERSPEKTYWY ZASTOSOWAŃ W WOJSKU POLSKIM

UNMANNED GROUND VEHICLES - PERSPECTIVES OF APPLICATION IN THE POLISH ARMY

Przemysław SIMIŃSKI, *przemyslaw.siminski@uph.edu.pl*, ORCID 0000-0002-2323-3152
Uniwersytet w Siedlcach, ul. Stanisława Konarskiego 2, 08-110 Siedlce
Siedlce University, 2 Stanisława Konarskiego St. 2, 08-110 Siedlce, Poland

DOI : 10.5604/01.3001.0054.4795

Streszczenie: W artykule przedstawiono perspektywy wykorzystania bezzałogowych platform lądowych (BPL) w Wojsku Polskim. Omówione zostały potrzeby Sił Zbrojnych w tym zakresie, aktualny stan rozwoju technologii BPL na świecie i w Polsce, potencjał polskiego przemysłu oraz możliwości i wyzwania związane z wdrożeniem BPL do uzbrojenia polskiej armii. Wskazano, że istnieje realne zapotrzebowanie wojska na tego typu systemy, które powinny cechować się prostotą, niskimi kosztami i szybkim czasem wdrożenia.

Słowa kluczowe: bezzałogowe platformy lądowe, wojsko polskie, technologie wojskowe, systemy uzbrojenia

1. Wstęp

Bezpieczeństwo pojazdów ma bardzo duże znaczenie dla ludzi. Bez bezpiecznych pojazdów ryzyko śmierci lub trwałego uszkodzenia ciała rośnie. Od lat rozwój konstrukcji pojazdów nie może obywać się bez równoległego rozwoju aspektów bezpieczeństwa. Budowanie nowych konstrukcji pojazdów nie powinno wiązać się z pogorszeniem ich bezpieczeństwa. Dotyczy to w bardzo dużym stopniu pojazdów specjalnych. Podczas bu-

Abstract: The paper presents perspectives of using unmanned ground vehicles (UGV) in the Polish Army. Demands of the Armed Forces on them are discussed both with the current state of UGV technology in the world and in Poland, and the potential of the Polish industry and the chances and challenges for implementation of UGV into the Polish Army. It is indicated that there is a real demand of the military for such systems which have to be simple, cheap, and quick in implementation.

Keywords: unmanned land platforms, Polish army, military technologies, weapon systems

1. Introduction

Safety of vehicles is of a great importance for people. Unsafe vehicles increase a risk of fatalities and permanent body injuries. For many years, the development of vehicles designs would not have been conducted without a parallel development of safety aspects. New designs of vehicles have not to be connected with deterioration of their safety. It concerns in great degree the special vehicles. When special

dowania wersji specjalnych lub modernizacji pojazdów wprowadzane są zmiany konstrukcyjne i eksploatacyjne, wpływające na bezpieczeństwo załogi. Szczególne pozostają warunki pracy kierowców, często z silnie ograniczoną widocznością, małą ilością miejsca oraz całym spektrum zagrożeń bojowych. Z tego względu wydaje się konieczne podjęcie kroków w kierunku ograniczenia zagrożeń. Jednym ze sposobów, a zarazem najwyższym stopniem troski o bezpieczeństwo załogi, a także dającym możliwości zwiększenia stopnia trudności misji, jest rozwój bezzałogowych platform lądowych (BPL, ang. UGV).

2. Zarys problematyki BPL do zastosowań militarnych

Autor w opracowaniu [1] wprowadził klasyfikację bezzałogowych platform lądowych, która określa ich podstawowe możliwości funkcjonalne. Przeznaczenie BPL związane zostało, przede wszystkim, z gabarytami:

- „miniplatformy” – BPL o masie do 30 kg przenoszone przez żołnierzy i wykorzystywane do rozpoznania terenu, na niewielkie odległości i w stosunkowo łatwym terenie,
- „małe platformy” o masie do 300 kg, transportowane pojazdami na większe odległości o ładowności ok. 150 kg, przeznaczone do transportu, rozpoznania, ewakuacji rannych oraz ograniczonych działań bojowych, o stosunkowo dużej prędkości jazdy i zdolności pokonywania terenu,
- „średnie platformy”- o masie do 1500 kg, nieopancerzone, transportowane pojazdami na większe odległości o ładowności ok. 500 kg, przeznaczone do transportu, rozpoznania, ewakuacji rannych oraz

versions of vehicles are constructed or upgraded some structural and functional changes are incorporated which affect the safety of crewmembers. Working conditions of drivers belong to a special risk due to limited visibility and space, and the overall spectrum of combat threats. For this reason it seems that there is a need for taking the steps limiting these threats. One of such steps could be a development of the unmanned ground vehicles (UGV), especially as it shows a highest degree of care for safety of crewmembers and gives chances for increasing the level of mission difficulty.

2. Outline of Questions on UGV Military Applications

Autor of [1] introduced a classification of the unmanned ground vehicles which identifies their basic functional performance. Designation of UGV was connected most of all with the overall size:

- „mini-vehicles” – UGV portable by soldiers and the mass to 30 kg for reconnaissance of terrain at low distances in relatively easy accessible terrain,
- „small-vehicles” with the mass to 300 kg, transported on vehicles for larger distances, with loading of ca. 150 kg, dedicated for transport, reconnaissance, evacuation of injured, and limited combat operations, with relatively high speed and capacity for negotiating the terrain,
- „medium vehicles”- with the mas to 1500 kg, uncladded, transported on vehicles for greater distances, at loading capacity ca. 500 kg, dedicated for transport, reconnaissance, evacuation of injured, and limited combat operations, with the speed above 25 km/h and high

- ograniczonych działań bojowych, o prędkości jazdy powyżej 25 km/h i wysokiej mobilności,
- „platformy taktyczne” o masie 3-5 t, dużej mobilności, ładowności ok. 1-2 t, opancerzone odpowiednio do wersji platformy (mocniej opancerzone wersje bojowe i lżej opancerzone wersje transportowe), przeznaczone do transportu lekkiego uzbrojenia, rozpoznania, niszczenia min, prac ziemnych, rozpoznania powierzchniowego, transportu większych ładunków, dowozu amunicji,
 - „platformy duże” - bezzałogowe wersje bojowych wozów załogowych, przeznaczone do działania na terenie o dużym ryzyku i dużym zagrożeniu dla życia ludzi lub tam gdzie występują braki wyszkolonych załóg.

W Polsce dostrzeżono potrzebę rozwijania technologii tego typu pojazdów oraz wprowadzania ich do służby w Siłach Zbrojnych RP. Przejawem tego może być decyzja Inspektoratu Uzbrojenia MON o zakupie do 2020 roku 50 mobilnych bezzałogowych pojazdów rozpoznawczych (kryptonim Balsa). W wymaganiach funkcjonalnych, określających parametry urządzenia pożądanego przez Inspektorat Uzbrojenia MON, można znaleźć takie elementy, jak: waga (poniżej lub równe 20 kg), co plasuje tego BPL jako miniplatformę. Jednocześnie ogranicza to zastosowanie do funkcji rozpoznawczych, przy dość wysokim koszcie. Generalnie przyjęło się, że bezzałogowe platformy lądowe mogą znaleźć zastosowanie wszędzie tam, gdzie obecność człowieka wiąże się z podwyższonym ryzykiem. Powszechny jest pogląd, że strata BPL jest stratą mniej wnikliwą niż utrata życia lub zdrowia przez człowieka. BPL pozwolą na zwiększenie możliwości bojowych choćby poprzez możliwość przebywania w otoczeniu

mobility,

- „tactical vehicles” with mass of 3-5 t, high mobility, loading ca. 1-2 t, armour clad suitably to the version of a vehicle (combat versions with a heavier armour and transporting versions with a lighter armour), dedicated for transportation of light weapon systems, reconnaissance, liquidation of mines, engineering works, superficial reconnaissance, transportation of larger loads, transport of ammunition,
- „big vehicles” – unmanned versions of manned combat vehicles dedicated for operation in the terrain with high risk and threat for the life of people, or at the shortages of well-trained crews.

A demand for developing the technology of such vehicles and their deployment in the Armed Forces of the Republic of Poland was noticed in Poland. It is proved by the decision of the Inspectorate of Armament of MoD on buying 50 mobile unmanned reconnaissance vehicles to 2020 (code name Balsa). Functional specifications for parameters of the equipment demanded by the Inspectorate of Armament of MoD include such elements as: weight (below or equal to 20 kg) what puts the UGV in category of mini-vehicles. At the same time the application is limited to reconnaissance functions at relatively high cost. In general, there is an opinion that the unmanned ground vehicles can be used in all situations of increased risk for people. It is a common view that the loss of UGV is less painful than the loss of life or health by a man. The UGV can increase the combat capacities by creating possibilities for long term staying in the environment which is harmful for people and conducting the observation or hitting with combat assets.

szkodliwym dla człowieka przez długi okres, wykonując obserwację lub rażenie środkami.

Jednym z założeń zastosowania BPL jest zmniejszenie kosztów operacji. Efektywność tego kryterium wydaje się być trudna w ocenie, jeśli uwzględnimy sztab ludzi i sprzętu potrzebnego do operowania BPL. Koszty wytworzenia BPL w kompletacji z wykorzystaniem komponentów militarnych są wysokie, a możliwość jego utraty duża. Koszty wykorzystania będą rosły jeśli BPL będzie budowany jako nowa platforma całkowicie od podstaw. Przy czym jest to sprzęt, który łatwo można zniszczyć. Niebagatelny wpływ na koszt ma też podejście do wdrażania, czyli spełnienie wielu specjalistycznych wymagań, zwłaszcza środowiskowych, które zakładają wykorzystanie pojazdu na co najmniej 15 lat. Przy stopniu komplikacji technologii oraz szybkości zmian na polu walki jest to nieefektywne, a zarazem niezwykle kosztowne. W przypadku takich pojazdów bezcelowe.

Aktualnie pojazdy bezzałogowe są wykorzystywane w konflikcie w Ukrainie. Oba kraje, Ukraina i Rosja, używają systemów bezzałogowych w różnych dziedzinach. Niedawno Rosja rozmieściła cztery bezzałogowe pojazdy naziemne (UGVs) Marker, aby wesprzeć swoje wysiłki wojenne w Ukrainie [2]. Trzytonowy, sześciokołowy Marker to system modułowy, który może przenosić: pociski przeciwpancerne, ciężkie karabiny maszynowe, granatniki, moduły startowe bezzałogowych statków powietrznych (UAV), system zakłócania – jammer [2].

Pojazdy bezzałogowe mogą przyczynić się do bezpieczeństwa Ukrainy i prawdopodobnego sukcesu w konflikcie. 29 listopada 2023 estońska spółka Milrem Robotics poinformowała, że w kooperacji z niemiecką spółką Krauss Maffei-Wegmann (KMW) dostarczy do Ukrainy 14 bezzałogowych samobieżnych platform gaśnicowych THEMIS

Reduction of costs of operation is one of the backgrounds in application of UGV. The efficiency of this criterium seems to be a bit difficult for evaluation if a team of personnel is regarded for operation of the UGV. The costs of production of UGV according with the completeness of the military components are high and a chance of its loss is high. The costs of application can grow if the UGV is built as a completely new vehicle. And at the same it is the equipment which can be easily destroyed. An approach to the implementation has also important influence on the cost as it concerns the compliance with many specialistic requirements, especially environmental ones, which assume the use of the vehicle for at least 15 years. It is inefficient, and by the same very expensive, at the level of technological complexity and the rate of changes on the battlefield. It is aimless in the case of such vehicles.

Now the unmanned vehicles are used in the Ukrainian conflict. Both countries, Ukraine and Russia, use the unmanned systems in different domains. Recently, the Russians deployed four unmanned ground vehicles (UGVs) Marker to support their military efforts in Ukraine [2]. Marker is a three tons modular system with six wheels and can transport: antitank ammunition, heavy machineguns, grenade launchers, launching modules of unmanned aerial vehicles (UAV), jammer [2].

The unmanned vehicles can contribute to the security of Ukraine and to a possible success in the conflict. On 29 November, 2023 the Estonian company Milrem Robotics informed that it can provide to Ukraine in cooperation with German company Krauss Maffei-Wegmann (KMW) 14 unmanned self-propelled tracked platforms THEMIS (Tracked Hybrid Modular Infantry System) in

(Tracked Hybrid Modular Infantry System), w konfiguracji ewakuacji rannych z pola walki CASEVAC (casualty evacuation) oraz zadań saperских [3].

W Europie rośnie zainteresowanie UGV, zwłaszcza w Estonii, która dąży do budowy i utrzymania efektywnego sektora obrony opartego na eksporcie wysokich technologii na skalę europejską [4]. W 2020 roku rynek bezzałogowych pojazdów naziemnych był szacowany na 2,28 miliarda dolarów i oczekuje się, że podwoi się do 2030 roku [4]. Armia USA planuje zbudować i wdrożyć trzy typy BPL do 2030 roku [5]. Te pojazdy będą miały za zadanie zwiad na polu bitwy, potyczki przeciwko ludziom lub innym pojazdom rozpoznawczym bezzałogowym oraz prowadzenie pełnoskalowych bitew przeciwko silnie opancerzonym pojazdom przeciwnika. General Dynamics Land Systems dostarczyło do armii USA pierwszą partię 16 małych wielozadaniowych pojazdów transportowych (S-MET), które są pierwszymi tego rodzaju robotami naziemnymi w historii armii [5].

W Rosji powstała jednostka wyposażona w 20 UGV Uran-9, które mają być badane pod kątem ich zastosowania w walce w ciągu najbliższych kilku lat. W połowie grudnia 2022 roku, po ogłoszeniu przez Putina zwiększenia budżetów wojskowych, wyprodukowano 342 pojazdy Uran-9 [6].

3. Potrzeby Sił Zbrojnych i podstawowe wymagania

Standardowy pełny proces wdrażania sprzętu wojskowego do Sił Zbrojnych zakłada powstanie Wymagań Operacyjnych, które są podstawą do opracowania Wstępnych Założeń Taktyczno-Technicznych, dopiero ich zatwierdzenie (około 3 lat) pozwala na procedowanie zakupu i wdrożenie. Mimo, że aktualnie nie ma takich dokumen-

configuration for evacuation of injured from the battlefield CASEVAC (casualty evacuation) and sappers' tasks [3].

There is an increasing interest in UGV in Europe, especially in Estonia's efforts to build and maintain the effective defence sector based on export of high technologies on the European scale [4]. In 2020 the market of unmanned ground vehicles was estimated on USD 2.28 bn and its doubling until 2030 is expected [4]. The US Army is going to build and implement three types of UGVs until 2030 [5]. The vehicles would be aimed to reconnaissance missions on the battlefield, and to fight against infantry or other unmanned reconnaissance vehicles, and to execute a full scale fighting against heavily armoured enemy vehicles. General Dynamics Land Systems supplied to the US army a first lot of 16 small multipurpose transport vehicles (S-MET) which are the first ground robots of this type in the history of army [5].

In Russia a unit was created and equipped with 20 UGV Uran-9 which have to be tested for potential use in the combat in the nearest years. In the middle of December of 2022, after Putin's announcement of the increasement of military budgets, 342 vehicles Uran-9 were produced. [6].

3. Demands of Armed Forces and Basic Requirements

A standardised and complete process of implementation of military equipment into the Armed Forces assumes the preparation of the Operational Requirements which are the basis for preparation of the Initial Tactical-Technical Specifications, and only after their approval (ca. 3 years) the procedure of acquisition and implementation can be launched.

tów w SZ RP istnieje pełna zgoda, że BPL są niezbędne w armii. Świadczy o tym fakt, że został powołany pełnomocnik ministra obrony do spraw pozyskiwania, wdrażania i integracji bezzałogowych systemów powietrznych, lądowych i morskich. Ponadto, zastępca szefa Zarządu Planowania Użycia Sił Zbrojnych i Szkolenia P3/P7 Sztabu Generalnego WP, podkreślił w lutym b.r. znaczenie platform bezzałogowych w rozwoju Sił Zbrojnych RP. Wydaje się, że biorąc pod uwagę otoczenie i potrzeby, wypracowanie odpowiedniej ścieżki krytycznej wdrożenia jest kwestią miesięcy.

Siły zbrojne potrzebują pojazdów stonkowo tanich, łatwych w obsłudze i skutecznych. Zapewnienie niezbędnego dla BPL poziomu mobilności wiąże się z koniecznością uzyskania zdolności do: rozwijania prędkości maksymalnej min. 25 km/h; poruszania się w terenie o nośności $CI=50$ kPa; prostopadłego pokonywania wzniesień o nachyleniu min. 60%; poruszania się na zboczach o nachyleniu min. 30%; pokonywania rowów o szerokości min. 0,8 m; pokonywania ścianek pionowych o wysokości min. 0,4 m; pokonywania brodów o głębokości 0,4 m; manewrowania między drzewami i kamieniami. Do wymienionych przeszkód należy dodać urozmaicone rodzaje nawierzchni. Wszystko to powoduje, że to zintegrowanie różnych podzespołów stanowi spore wyzwanie technologiczne (czyli czas i koszty).

Aktualnie, od kilku lat (od 2005) realizowanych jest szereg niezależnych od siebie projektów, dofinansowanych najczęściej z budżetu państwa. Projekty te nie są wzajemnie skorelowane. Nie prowadzą również do wdrożenia produktu, a często są wykorzystywane do promocji wizerunku ośrodka naukowego bądź uczelni, czy też opracowania kilku publikacji. Zadaje się, że dotychczas

Despite the fact that such documents are missing now, there is full consensus in the Armed Forces of the Republic of Poland that the UGVs are indispensable for the army. It is confirmed by calling a commissioner of the minister of defence for acquisition, implementation and integration of unmanned aerial, and land, and sea systems. Moreover, the Deputy of the Chief of the Board for Planning the Use and Training of Armed Forces P3/P7 of the Polish Military General Staff underlined in February this year the meaning of unmanned platforms for the development of the Armed Forces of the Republic of Poland. It seems that preparation of a road map for the implementation is a question of months considering the environment and demands.

The armed forces need the vehicles which are relatively cheap, easy in handling, and efficient. The safeguarding of the level of mobility needed for UGVs is connected with following capabilities: maximal speed of minimum 25 km/h; moving in the terrain of specific load $CI=50$ kPa; vertical negotiation of heights with minimal inclination 60%; moving along the slopes with minimal inclination 30%; negotiation of channels with minimal width 0.8 m; vertical walls of minimal height 0.4 m; fords with the depth of 0.4 m; manoeuvrability between trees and stones. Different types of surface has to be added to the listed obstacles. It all makes the integration of different subunits create a significant technological challenge (i.e. time and costs).

Currently, in recent years (since 2005) a few independent projects have been conducted, usually with the state budget assistance. These projects are not mutually correlated. They also do not contribute to implementation of a product but are often used for promotion of a scientific centre or university, or for preparation of a few publications. It seems that previously there was a shortage of integrated

brakowało integracji sił i nastawienia na wdrożenie, konkretnych, solidnych rozwiązań w tym obszarze, co powoli ulega zmianie.

4. Rzeczywistość rynkowa

Zdecydowana większość informacji na temat krajowego potencjału rynkowego stanowi tajemnicę przedsiębiorstwa, jednak jako wiodące w obszarze platform można wskazać po stronie przemysłu: STEKOP, MACRO-SYSTEM Sp. z o. o., PIAP oraz wojskowe instytuty badawcze: WITPiS, WITU, ITWL, WITI. Istnieją jeszcze rozwiązania uczelni technicznych, jednak ich głównym celem jest nie komercjalizacja, a edukacja przyszłych kadr inżynierskich, tym niemniej istnieje tam potencjał liczący kilka znaczących zespołów badawczo-eksperymentalnych.

Na dość realistyczne, konkretne i godne uwagi (NIESTETY) zasługuje podejście rosyjskie. Rosjanie pod wpływem własnych doświadczeń dostrzegli istotne miejsce dla wszelkiego typu robotów, w tym uzbrojonych maszyn lądowych. Nowoczesny sprzęt kosztuje, a więc trudno przy niedostatecznych środkach utrzymywać go w dużych ilościach. Rosjanie zauważyli, że niecelowe jest również projektowanie uniwersalnej uzbrojonej maszyny, zdolnej do współdziałania z każdą formacją wojsk lądowych czy specjalnych, w niemal każdych warunkach terenowych i środowiskowych. Sprzeczne wymagania taktyczno-techniczne oraz wysoki koszt uzbrojenia i wyposażenia specjalistycznego takiego robota sprawiają, że rozważanie takiej konstrukcji ze względów użytkowych i ekonomicznych jest obecnie błędem. Nie szarżują także z wieloletnim opracowywaniem wysublimowanych technologii, lecz stawiają na skuteczność. Starają się więc rozwijać rodziny specjalistycznych robotów o różnej skali unifikacji konstruk-

efforts and attitude to implementation of real and firm solutions in this area, but this has been slowly changing.

4. Market Reality

Decisive volume of information on the homeland market potential is company confidential but following industry companies may be pointed out as leading ones: STEKOP, MACRO-SYSTEM Ltd., PIAP, with following military research and testing institutes: Military Institute of Armour and Vehicles Technology, Military Institute of Armament Technology, Air Force Institute of Technology, Military Institute of Engineering Technology. Moreover, there are also some solutions on technological universities, but they are mainly aimed to educate future engineering staff and not to focus on the commercialisation, and anyway there is a potential of a few meaningful teams of experts and researchers.

The Russian approach deserves (unfortunately) an attention as relatively realistic and firm. The Russians have realised on the base of own experience that there is a significant place for different types of robots, including armed ground machines. Modern equipment is expensive and it's not easy to maintain great amounts of it at limited assets. The Russians have also noticed that it is unreasonable to design a universal armed machine capable to co-operate with each formation of land or special troops in almost all conditions of terrain and environment. Contradictory tactical-technical requirements and the high costs of weapon systems and specialised equipment of such robot make that consideration of such design is now unjustified for the utility and economic reasons. Hence, they do not push forward with multiyear developments of perfect technologies, but instead they prefer the effectiveness. Therefore, they try to develop

cyjnej. Przykładem jest Uran-9, w skład którego wchodzi cztery opancerzone rozpoznawczo-bojowe pojazdy bezzałogowe, przewożone na bazie ciężarówki KamAZ-6350. Uran to pojazd bojowy, zdalnie sterowany z wykorzystaniem kanału radiowego (zasięg uzależniony od środowiska działania wynosi nie mniej niż 3000 metrów). Może się poruszać w trybie cichym (wykorzystując napęd elektryczny), autonomicznie po zadanej trasie (z samodzielnym wykrywaniem i omijaniem napotykanym przeszkód terenowych). Uzbrojenie Urana-9 składa się z 30 mm armaty automatycznej 2A72, 7,62 mm karabinu maszynowego PKTM, czterech wyrzutni ppk i sześciu 93 mm rakietowych miotaczy ognia. Masa pojazdu wynosi 14 000 kg, ma on długość 5600 mm, szerokość 2500 mm i wysokość 3100 mm. Jako główne źródło napędu zastosowano silnik diesla JaMZ-5347-16 o mocy 300 kW, zapewniający osiągnięcie prędkości maksymalnej 35 km/h i zasięgu 200 km.

the families of specialised robots with various degrees of structural unification. Uran-9 is an instance of it and it consists of four armoured reconnaissance-combat unmanned vehicles transported on the base of truck KamAZ-6350. Uran is a remotely controlled combat vehicle using a radio link (the range depending on the operational conditions is not lower than 3000 metres). It may move in quiet (using electric drive) and autonomous modes along the programmed path (with autonomous detection and passing by encountered terrain obstacles). Uran-9 is armed with 30 mm automatic gun 2A72, 7.62 mm machinegun PKTM, four launchers of antitank guided missiles, and six 93 mm rocket flame throwers. Mass of the vehicle is 14 000 kg, with the length 5600 mm, width 2500 mm and height 3100 mm. Diesel motor JaMZ-5347-16 with power of 300 kW is used as a main source of the drive to provide maximal speed 35 km/h and range 200 km.



Rys. 1. BMP-3 Uran-9
Fig. 1. BMP-3 Uran-9

Innym nośnikiem dla uzbrojonej maszyny bezzałogowej stał się bwp BMP-3 (w sumie 3 wersje: Wichr, Dragun, Udar). Nie tylko BMP-3 jest proponowany do wykonania wersji bezzałogowej, lecz również czołg T-72.

Kolejny pojazd to po prostu zrobotyzowany gaśnicowy transporter opancerzony BTR-MDM Rakuszka-M (Obiekt 955M) o wadze 17 000 kg.

The combat infantry vehicle BMP-3 is another carrier for the armed unmanned machine (3 versions in total: Wichr, Dragun, Udar). Not only BMP-3 is proposed for preparation of the unmanned version, but tank T-72 as well.

A next vehicle is simply the robotised tracked armoured transporter BTR-MDM Rakuszka-M (Object 955M) with the weight 17 000 kg.

Rys. 2. BMP-3 Udar
Fig. 2. BMP-3 Udar



Rys. 3. BTR-MDM Rakuszka-M
Fig. 3. BTR-MDM Rakuszka-M

Podobne podejście, czyli konwersje wdrożonych i sprawdzonych konstrukcji do rozwiązania bezzałogowego występują i w USA. Jednym z najbardziej zaawansowanych wojskowych transporterów bezzałogowych jest wprowadzony przez amerykańską korporację Oshkosh Truck system PLS (Palletized Load System). Zastosowany w nim zestaw do bezzałogowej nawigacji był już wcześniej testowany w latach 2004-2005 podczas wyścigów DARPA Grand Challenge oraz przeszedł dodatkowe testy w środowisku pustynnym, podobnym do tego na Bliskim Wschodzie. Prace nad tym zestawem prowadzone były we współpracy z Rockwell Collins oraz włoskim Uniwersytetem w Parmie. Zastosowane rozwiązania pozwalają zastąpić żołnierzy w realizacji zadań konwojowania transportów z zaopatrzeniem i skierować ich do wykonywania innych przedsięwzięć. System PLS może przewozić

Similar approach, i.e. conversions of implemented and checked designs into the unmanned solutions, is represented in the US, as well. The system PLS (Palletized Load System) introduced by the American corporation Oshkosh Truck) is one of the most advanced military unmanned transporters. A system of unmanned navigation applied in it was previously tested in 2004-2005 during the races DARPA Grand Challenge and passed additional tests in desert environment similar to the Middle East. The work over this system was conducted in co-operation with Rockwell Collins and the Italian University in Parma. Applied solutions can replace the soldiers who can be used for other actions in realisation of tasks in logistic transport convoys. System PLS can transport goods with the mass up to 16.5 t, and it is equipped

materiały o masie do 16,5 t, a ponadto wyposażony jest w pokładowy system podejmowania ładunku. Na pojeździe zostały zainstalowane:

- 4 LIDAR-y, 3 kamery wizyjne umieszczone z przodu pojazdu,
- 1 LIDAR i 2 kamery wizyjne umieszczone z tyłu pojazdu,
- 2 układy GPS o wysokiej dokładności pozycjonowania pojazdu.

Oprócz powyższych, istnieje jeszcze możliwość zaprojektowania platformy od podstaw.

5. Możliwość wdrożenia BPL do Sił Zbrojnych RP

Zdolność operacyjna, w aspekcie wykorzystania rozwiązań BPL gwarantujących osiągnięcie celów operacyjnych w Wojskach Lądowych, dotyczy rozwoju rodziny bezzałogowych platform lądowych (BPL) przeznaczonych do realizacji misji i zadań zdefiniowanych przez Siły Zbrojne RP. Wymagana zdolność operacyjna wynika z realnych potrzeb Sił Zbrojnych tj.:

- wymagań dotyczących warunków eksploatacji dla BPL ,
- wymagań dotyczących gotowości do realizacji zadań realizowanych przez BPL (max. 2 godziny),
- wymagań dotyczących transportowalności BPL zbliżone jak dla platform załogowych,
- wymagań dotyczących trwałości BPL - czas eksploatacji ok. 10 lat (nie 25),
- wymagań dotyczących obsługiwalności BPL – zbliżone jak dla platform załogowych (szkolenie krótkie, realne kwalifikacje kadry).

Chociaż Wojsko Polskie nie ma na razie doświadczeń z użyciem platform lądowych, a jedynie coraz więcej związanych z platformami powietrznymi, to na ich przykładzie należy omawiać dostosowanie Norm Obron-

with own subsystem for lifting the loads. The vehicle is equipped with:

- 4 LIDARs, 3 video cameras in the front of vehicle,
- 1 LIDAR and 2 video cameras in the rear of vehicle,
- 2 GPS units of high accuracy of vehicle positioning.

Apart of the above mentioned there is a possibility for designing a completely new platform.

5. Possibility of Implementation of UGVs to the Armed Forces of the Republic of Poland

Operational capability, concerning the aspect of using UGV solutions warranting the realisation of operational objectives in the Land Forces, refers to development of a family of the unmanned ground vehicles (UGV) dedicated for realisation of missions and tasks defined by the Armed Forces of the Republic of Poland. The required operational capability arises from real demands of the Armed Forces, i.e.:

- Requirements relating to conditions of operation for UGVs,
- Requirements relating to readiness for execution of tasks realised by UGVs (max. 2 hours),
- Requirements relating to transportability of UGVs which are similar to manned vehicles,
- Requirements for life cycle of UGVs – the life cycle is ca. 10 years (not 25),
- Requirements for UGVs serviceability – similar to manned vehicles (short training, real staff qualifications).

Even if the Polish Military has no experience now with the use of the land platforms, the increasing number of aerial platforms can be used to discuss the adaptation

nych do platform bezzałogowych. Aktualne NO nie oddają specyfiki BPL. Na ich podstawie nie wiadomo jak zakwalifikować samą platformę bezzałogową, na której instalowane będą urządzenia, będące częściami całego systemu: do której z grup od N.7 do N.13 należy ją przypisać. Do wyboru mamy w tym zakresie:

- N.7 – obiekty naziemne (w tym wyrzutnie raketowe) na podwoziach kołowych, bez uzbrojenia artyleryjskiego i moździerzy;
- N.8 – obiekty naziemne (w tym wyrzutnie raketowe) na podwoziach gąsienicowych z opancerzeniem przeciwkumulowym, bez uzbrojenia artyleryjskiego i moździerzy;
- N.9 – nieopancerzone obiekty (w tym wyrzutnie raketowe) na podwoziach gąsienicowych, bez uzbrojenia artyleryjskiego i moździerzy;
- N.10 – czołgi i obiekty zbudowane na ich bazie;
- N.11 – lekkie czołgi, bojowe wozy piechoty, kołowe transportery opancerzone i obiekty zbudowane na ich bazie;
- N.12 – samobieżne obiekty z uzbrojeniem artyleryjskim (w tym przeciwlotniczym) i moździerze z opancerzeniem przeciwkumulowym;
- N.13 – nieopancerzony samobieżny i holowany system artyleryjski (w tym przeciwlotniczy) i moździerzowy.

Z kolei grupa N.14 dotyczy urządzeń przeznaczonych do pracy na otwartym powietrzu, w tym przenośnych (plecakowych), przewożonych wszystkimi rodzajami transportu, działającymi w miejscu i/lub w ruchu.

Platforma powinna móc poruszać się po trudnym geograficznie terenie – przy czym nie tylko w warunkach leśnych (zagłębienia, wykroty, dziury, wystające korzenie, krzaki,

of Defence Standards to the unmanned platforms. Now, the specificity of UGVs is not represented in Defence Standards. Existing standards are not helpful at qualifying the alone unmanned platform on which the equipment constituting the entire system has to be integrated to one of groups from N.7 to N.13. There is a following selection of them:

- N.7 – ground objects (including missile launchers) on the wheeled carriage without artillery and mortar guns;
- N.8 – ground objects (including missile launchers) on tracked carriages with antibullet armours, and without artillery and mortar guns;
- N.9 – unarmoured objects (including missile launchers) on tracked carriages, and without artillery and mortar guns;
- N.10 – tanks and objects constructed on their basis;
- N.11 – light tanks, infantry combat vehicles, wheeled armoured transporters and objects constructed on them;
- N.12 – self-propelled objects with artillery guns (including antiaircraft one) and mortars with antibullet armour;
- N.13 – unarmoured, self-propelled and towed artillery (including antiaircraft one) and mortar system.

And in turn, group N.14 relates to equipment designed to operate on the open air, including the portable ones (in backpacks), transported by all types of transportation, and operating in place and/or in motion.

The platform has to be able to move in a geographically difficult terrain – including not exclusively the conditions in the woods (dips, tracks, holes, sticking out roots, bushes, low branches over the ground, etc.), but also the urban area (driveways, kerbstones,

nisko nad ziemią gałęzie itp.), ale też zabudowy miejskiej (podjazdy, krawężniki, pokrywy studzienek kanalizacyjnych, klomby, murki itp.). Jednocześnie pracować będzie w otwartym terenie i elementy całego systemu będą częściowo przenośne. Przykładem znacznych rozbieżności w wymaganiach mogą być czynniki środowiskowe, takie jak: drgania sinusoidalne, dla których zakres częstotliwości w obu grupach jest rozstrzelony do absurdalnego wręcz zakresu, poza tym zapisy różnych norm są ze sobą niezgodne (NO-06-A-103:2005 i NO-06-A107:2005) albo czas trwania impulsu w uderzeniach mechanicznych wielokrotnych, dla których nie ma nawet części wspólnej dla obu podanych zakresów. W drugim przypadku wykonywanie badań niezawodnościowych sprowadzać by się musiało do przeprowadzenia dwóch odmiennych prób dla każdego z kryteriów przypisanych do każdej z grup N. Mniejsze, ale jednak, niedopasowanie dotyczy na przykład czynnika temperaturowego, w przypadku którego obniżone wartości pracy i graniczne, dla obu grup są takie same, natomiast w przypadku wartości podwyższonych w grupie N.14 wymagana temperatura pracy jest niższa niż ta dla grupy N.11. Jednocześnie część wymagań w normach obronnych wzajemnie sobie zaprzecza lub straciło rację bytu.

Ponieważ zakresy akceptowalnych oddziaływań dla tych omawianych grup N są niekiedy znacznie różniące się między sobą, należałoby realizować stworzenie nowej kategorii w grupie N (N.15) lub wręcz nowej grupy (np. B jak Bezzałogowe) z ujednoczonym wykazem parametrów, jakie musi spełnić bezzałogowy system zdefiniowany przez przynależność do tej grupy/kategorii.

coverings of draining channels, flower beds, low walls, etc.). At the same time it has to operate in the open terrain and the components of the whole system have to be partially portable. There are serious divergences in the requirements and an instance of them can be represented by following environmental requirements: sinusoidal vibrations covering the unreasonably wide range of frequencies in two groups, moreover, the wordings of different standards are uncompliant (NO-06-A-103:2005 and NO-06-A107:2005), or the time of pulse duration in mechanical multiple impacts, which even not overlay with each other for two given ranges. In the second case the execution of dependability tests would require two different trials to be performed for each criterium designated to each of N groups. A smaller, but still existing incompatibility refers for instance to the temperature factor where for the case of lower and extremal values of operation they are identical for two groups, whereas in the case of the higher values the required temperature of operation in group N.14 is lower than in group N.11. At the same time a part of the requirements in defence standards mutually denies each other, or has lost any reason of existence.

Because the scopes of acceptable interactions for discussed groups N are sometimes significantly different between each other, then it should be considered a creation of a new category in group N (N.15), or even a new group (e.g. B – Bezzałogowe (Unmanned)) with unified specification of parameters which have to be met by the unmanned system defined by affiliation to this group/category.

6. Ocena potencjału i koncepcja wdrożenia

Istnieje realne i duże zapotrzebowanie na bezzałogowe platformy lądowe dla Sił Zbrojnych. Pojazdy te powinny być możliwie nieskomplikowane, relatywnie niedrogie i możliwie szybko gotowe do wdrożenia (realnie max. 1,5-2 lata). Konstrukcja ich powinna opierać się zatem na wdrożonych i sprawdzonych platformach o bardzo wysokiej mobilności. Możliwości projektowo-produkcyjne stanowić powinny, po stronie przemysłu, firmy, które zajmują się konstrukcją i wytwarzaniem urządzeń, wchodzących w skład zaawansowanych elektronicznych systemów bezpieczeństwa. W firmach tych polityka bezpieczeństwa powinna spełniać najwyższe normy i standardy obowiązujące na rynku elektronicznych systemów bezpieczeństwa. Powinno to wynikać z m.in. faktu zatrudniania specjalistów, którzy od kilkudziesięciu lat tworzą stabilny zespół konstrukcyjno – projektowy, wykorzystujący w codziennej pracy olbrzymie doświadczenie wynikające z praktyki, jaką nabyli i nadal nabywają podczas tworzenia kolejnych rozwiązań.

Docelowych rozwiązań dla polskiej armii należy doszukiwać się w możliwości konwersji typowego podwozia pojazdu kołowego na pojazd bezzałogowy. Podwozia takie powinny umożliwiać:

- tryby pracy: zdalne sterowanie, jazda autonomiczna, podążanie za przewodnikiem (follow me);
- tempomat z utrzymaniem kierunku jazdy;
- wykrywanie przeszkód;
- omijanie przeszkód.

Realizacja powyżej wskazanych funkcjonalności zostanie osiągnięta poprzez adaptację wypracowanej architektury, składającej się z trzech elementów na podstawie [7, 8, 9,10]:

1. CSSP – Centralny System Sterowania Po-

6. Evaluation of Potential and Concept of Implementation

There is a real and high demand on the unmanned ground vehicles for the Armed Forces. These vehicles have to be relatively simple, and cheap, and ready for implementation (actually within max. 1.5-2 years). Therefore, their design have to be based on implemented and examined platforms of high mobility. The designing-manufacturing capacities on the side of industry shall involve the companies dealing with the design and production of hardware which is a part of advanced electronic safety systems. The policy of safety in such companies has to meet the highest standards binding on the market of electronic safety systems. Among others, it has to be a result of employment of specialists who have been creating for a few decades a stable team of designers exploiting in their everyday work the huge amount of experience they acquired, and still have been acquiring, at creation of successive solutions.

Final solutions for the Polish Army can be prepared by a conversion of a typical wheeled vehicle carriage into an unmanned vehicle. Such carriages have to provide:

- Modes of operation: remote control, automatic moving, following a guide;
- Speeder and holding driving direction;
- Detection of obstacles;
- Avoidance of obstacles.

Fulfilment of the functionalities indicated above can be achieved by an adaptation of prepared architecture, consisting of three elements, on the basis of [7, 8, 9,10]:

1. VCCS – Vehicle Control Central System – an operational unit comprising an embedded necessary informatic (IT) infrastructure for the remote control of

- jazdem – jednostka operacyjna, zawierająca w sobie niezbędną infrastrukturę informatyczną (IT), pozwalającą na zdalne sterowanie napędem pojazdu oraz sterowanie pół automatyczne;
2. Zespół efektorów końcowych – opracowane rozwiązania mechatroniczne, wymagające dostosowania do współpracy z mechanizmami pojazdów (obsługa układów hamulcowych, elektromechaniczna kolumna kierownicza, system obsługi manualnych, półautomatycznych i automatycznych skrzyń biegów);
 3. Link radiowy – zespół radiomodemów wysokiej przepustowości danych, współpracujących z CSSP, umożliwiający przekaz danych i wizji z systemu sterowania pojazdem, z uwzględnieniem minimalnych opóźnień.

Dodatkowo muszą mieć możliwość obsługi trybu pracy cichej (ang. silent mode) w celu realizacji zadań patrolowych i obserwacyjnych.

Obecnie na rynku występują 2 nowe, bardzo ciekawe konstrukcje pojazdów bezzałogowych, które zaprezentowano po raz pierwszy na MSP 2023 w Kielcach.

TAERO jest załogowo-bezzałogowym pojazdem kołowym o dużej mobilności, przystosowanym do desantowania techniką spadochronową. Posiada modułową konstrukcję z modułami transportowymi lub bojowymi. Może być wykorzystywany w wielu rolach - jako pojazd rozpoznawczy, ewakuacji medycznej, nośnik uzbrojenia itp. Napęd pojazdu jest hybrydowy - silnik diesla o mocy 96 kW i silnik elektryczny o mocy 50 kW. Zasięg w trybie diesla do 400 km, w trybie elektrycznym do 30 km. Pojazd ma napęd 4x4 z możliwością załączenia blokad mechanizmów różnicowych. Masa własna wynosi 2800 kg, ładowność 1000 kg. Pojazd wyposażony jest w system nawigacji GNSS/INS, kamery dzienne i termowizyjne, system łączności radiowej o zasięgu do 5

vehicle's drive and for semi-automatic control;

2. System of terminal effectors – developed mechatronic solutions which have to be adapted to work together with mechanisms of vehicles (handling the braking systems, electromechanical steering column, a system for handling the manual, and semi-automatic, and automatic gear boxes);
3. Radio link – system of radio-modules with high rate data transmission working together with VCCS for transmission of data and video from the vehicle control system at minimal delays.

And additionally, there has to be a possibility for a silent mode to realise patrolling and observation tasks.

Currently, there are 2 new and very interesting designs of unmanned vehicles present on the market, which were exposed first time in the International Defence Salon (IDS) in Kielce in 2023.

TAERO is a manned-unmanned wheeled vehicle of high mobility adapted for parachute landing. It has a modular structure with transporting or combat modules. It may be used in different ways – as a reconnaissance vehicle, or a carrier of weapon systems, etc. The vehicle is driven by a hybrid unit - Diesel motor with power of 96 kW and electric motor with power of 50 kW. The range for Diesel drive is to 400 km and for electric drive to 30 km. The vehicle has a 4x4 drive with an option blocking the differential mechanisms. The own mass is 2800 kg and load capacity is 1000 kg. The vehicle is equipped with GNSS/INS navigation system, and video and thermo-vision cameras, and radio-communication system with the range to 5 km. It can be controlled remotely or move autonomously along a programmed path. It

km. Może być sterowany zdalnie lub jeździć autonomicznie według zaprogramowanej trasy. Posiada funkcje bezpieczeństwa, takie jak możliwość autodestrukcji oraz tryb awaryjnego sterowania mechanicznego. Producentem jest konsorcjum: Wojskowy Instytut Techniki Pancernej i Samochodowej, STEKOP S. A., Auto Podlasie Sp. z o. o., AP Solutions Sp. z o. o., JPBC Sp. z o. o. Produkt w 100% produkowany w kraju.

has the functions of safety such as an option of self-destruction, and an option of emergency mechanical steering. It is produced by consortium consisting of the Military Institute of Armour and Vehicle Technology, STEKOP S. A., Auto Podlasie Ltd., AP Solutions Ltd., and JPBC Ltd. The product is in 100% manufactured in the country.

Rys. 4. TAERO

Fig. 4. TAERO



Posiada szerokie możliwości zastosowania w działaniach rozpoznawczych, w tym także w operacjach wymagających technik desantowania spadochronowego. Stanowi odpowiedź na wzrastające zapotrzebowanie na nowoczesne środki obrazowania, a co za tym idzie wzrastające zapotrzebowanie na energię na polu walki. Rozwiązanie to ma zastosowanie w sytuacjach zagrażających życiu żołnierzy, gdzie dostarczenie sprzętu może odbywać się w trybie bezzałogowym poprzez autonomiczną pracę komponentów lub zdalny nadzór. Szczególnie użyteczne w sytuacjach izolacji, gdzie konieczność dostarczenia sprzętu staje się kluczowym wyzwaniem. Pojazd może podążać do określonej lokalizacji, podczas gdy dron prowadzi obserwację z powietrza i wraca do bieżącej pozycji pojazdu. Możliwość autonomicznego lądowania drona na platformie pojazdu jest

It has a wide spectrum of applications in reconnaissance actions, including operations with parachute landing. It is an answer to increased demand on modern assets of imaging, what is followed by increased demand on the energy on the battlefield. This solution can be used in soldiers' life threatening situations where the supply of the equipment can be made in the unmanned mode by the autonomous operation of the components, or by the remote surveying. They are especially useful in situations of isolation when a must for supply of the equipment becomes a key challenge. The vehicle can move to a specific localisation, whereas a drone provides the aerial observation returning to the current position of the vehicle. There is a possibility for an autonomous landing of the drone on the vehicle's platform due to the markers placed on it.

realizowana dzięki umieszczonym markerom. Pojazd TAERO (załogowo-bezzałogowy) stanowi mobilną bazę operacyjną, która może być zdalnie sterowana lub działać w trybie autonomicznym. Jego zdolność do autonomii pozwala na przemieszczanie się w terenie i docieranie do konkretnych lokalizacji bez załogi na pokładzie. To znacznie zwiększa bezpieczeństwo żołnierzy w sytuacjach niebezpiecznych. Jest także kluczowym elementem dla dostarczania sprzętu w trudno dostępne miejsca. Dron OWLNEST (dron bojowy) zapewnia zdolność lotu nad obszarami trudno dostępnymi dla pojazdu TAERO. Jego zdolność do wykonywania samodzielnych misji umożliwia zbieranie danych w czasie rzeczywistym, wykonywanie zadań rozpoznawczych, a także bezpośredniego wspierania działań bojowych. Po wrót do aktualnej pozycji pojazdu zapewnia stałą łączność i koordynację działań. OWL CUBE to moduł transportowy, który może być przenoszony przez pojazd TAERO lub dostarczany na pole walki metodą desantu spadochronowego. To mobilne centrum logistyczne, które przechowuje i transportuje różnorodny sprzęt rozpoznawczy i logistyczny, zapewniając szybką reakcję na zmieniające się warunki i potrzeby na polu walki.

UNL (Uniwersalny Nośnik Lądowy) jest pojazdem kołowym w konfiguracji 6x6, o wymiarach 2 x 1,2 x 1 m, masie własnej 830 kg i ładowności 300 kg. Napędzany jest silnikiem elektrycznym o mocy 72 kW, zasilanym z baterii 27 kWh. Może osiągać prędkość maksymalną 30 km/h, prędkość w terenie 5 km/h, pokonywać brody do 0,3 m głębokości oraz wzniesienia do 40 stopni nachylenia. Czas pracy na jednym ładowaniu wynosi 10 godzin. Pojazd może być wykorzystywany w wielu rolach – jako platforma rozpoznawcza, transportowa lub bojowa. W wersji rozpoznawczej posiada moduł optoe-

TAERO vehicle (manned-unmanned) creates a mobile operational base which can be remotely controlled, or operate in autonomous mode. The autonomous capacities of it allow for moving in terrain and reaching to specific localisations without any crewmen onboard. It significantly increases the safety of soldiers in dangerous situations. It is also a key factor for delivery of the equipment into the places of difficult access. Drone OWLNEST (combat drone) provides capabilities for flights over the areas which are difficultly accessible for vehicle TAERO. Its capacities for execution of independent missions provide collection of data in real time, execution of reconnaissance tasks, and also direct support of combat operations. The return to the current position of the vehicle provides permanent communication and coordination of actions. OWL CUBE is a transporting module which can be carried on the TAERO vehicle, or delivered on the battlefield by parachute landing. It is a mobile logistic centre storing and transporting different reconnaissance and logistic equipment to secure a rapid reaction to changing conditions and demands of the battlefield.

A ULC (Universal Land Carrier) is a wheeled vehicle in configuration 6x6, and dimensions 2 x 1.2 x 1 m, and own mass of 830 kg, and loading 300 kg. It is driven by electric motor with power of 72 kW, powered by 27 kWh battery. It can reach maximal speed 30 km/h, in terrain the speed is 5 km/h, and it can cover the fords deep to 0.3 m and the heights with up to 40 degrees of inclination. One charging of battery provides 10 hours of operation. The vehicle can be used in many options – as a reconnaissance, or transport, or combat platform. The reconnaissance version has an optoelectronic module with cameras and a laser

lektroniczny z kamerami i laserowym znacznikiem celów. W wersji bojowej jest wyposażony w Zdalnie Sterowany Moduł Uzbrojenia z karabinem maszynowym do zwalczania piechoty i lekkich pojazdów opancerzonych. UNL cechuje modułowa konstrukcja, możliwość holowania przyczepy (do 500 kg) oraz opcja samopoziomowania nadwozia. Instalacja elektryczna działa przy napięciu poniżej 60V. Producentem jest firma MACRO-SYSTEM Sp. z o. o. Produkt w 100% produkowany w kraju.

marker of targets. The combat version is equipped with a Remotely Controlled Weapon Module with a machinegun fighting the infantry and the light armoured vehicles. The ULC is characterised by a modular design, a possibility for towing a trailer (to 500 kg), and the option of platform self-levelling. The electric installation operates at the voltage below 60V. It is manufactured by MACRO-SYSTEM Sp. z o. o. The product is in 100% manufactured in the country.



Rys. 5. Uniwersalny Nośnik Lądowy

Fig. 5. Universal Land Vehicle

7. Wnioski

1. Biorąc pod uwagę cele Sił Zbrojnych można stwierdzić, że istnieje realne i duże zapotrzebowanie na bezzałogowe platformy lądowe dla Sił Zbrojnych.
2. BPL powinny być możliwie nieskomplikowane, relatywnie niedrogie i możliwie szybko gotowe do wdrożenia (realnie max. 1,5-2 lata). Konstrukcja ich powinna opierać się zatem na wdrożonych i sprawdzonych platformach o bardzo wysokiej mobilności.
3. Aktualnie posiadane zaplecze techniczne oraz potencjał polskiego przemysłu, czego przykładem są ukończone i realizowane prace badawczo rozwojowe, jest rozproszony i nieskoncentrowany na

7. Conclusions

1. After considering the objectives of the Armed Forces it can be stated that there is a real and high demand on the unmanned ground vehicles (UGV) for the Armed Forces.
2. The UGVs have to be relatively unsophisticated, and cheap and ready for implementation (actually within max. 1.5-2 years). Therefore, their design has to be based on implemented and examined platforms of high mobility.
3. Present technological background and the potential of the Polish industry, confirmed for instance by completed and continued research and development projects, is scattered and not focused on the imple-

- wdrożeniu realnego, kompleksowego pojazdu.
4. Analiza potencjału wskazuje na platformy AIRCON i UNL, jako propozycje które są w stanie sprostać wymaganiom jakie stawiają Siły Zbrojne w zakresie BPL. Potencjał naukowy kadry biorącej udział w pracach badawczo - rozwojowych również jest wystarczający do zapewnienia wsparcia technologicznej strony przedsięwzięcia.
 5. Rekomendowana jest konwersja nowoczesnego, wdrożonego już pojazdu do SZ RP do platformy bezzałogowej. Pozwoli to skrócić czas wdrożenia i osiągnąć realną wartość całego systemu przez osiągnięcie funkcji użytecznych dla wojska.
 6. Należy pamiętać, że BPL są podatne na zniszczenie ze względu na brak załogi, która mogłaby podjąć działania w przypadku uszkodzenia.
4. The analysis of the potential points the platforms AIRCON and ULC, as the proposals which can withstand the requirements of the Armed Forces for the UGVs. The scientific potential of specialists involved in the research-development projects is also sufficient to provide assistance for technological aspects of the venture.
 5. A conversion of modern vehicle which has been already used by the Armed Forces of the Republic of Poland for the unmanned platform is recommended. It can shorten the time of implementation and secure a real value of the whole system by providing the functions which are useful to the army.
 6. It has to be remembered that the UGVs are vulnerable to destruction due to the lack of a crew which could intervene in the case of damage.

Bibliografia / Bibliography

- [1] Simiński P. *Koncepcja Bezzałogowych Platform Lądowych na potrzeby działań ratowniczych. Logistyka w ratownictwie*, s. 147-158. Instytut Naukowo Wydawniczy „Spatium”. Radom 2021.
- [2] <https://www.csis.org/analysis/release-robot-hounds-providing-unmanned-ground-vehicles-ukraine>
- [3] <https://milmag.pl/czternascie-estonskich-robotow-themis-dla-ukrainy/>
- [4] <https://finabel.org/unmanned-ground-forces-the-emergence-of-a-new-industry-in-europe-and-its-future-implications/>.
- [5] <https://www.chathamhouse.org/2021/09/advanced-military-technology-russia/05-military-robotics-development>.
- [6] <https://www.unmannedsystemstechnology.com/2021/08/eastern-europe-distribution-agreed-for-rapidly-deployable-ugv/>.
- [7] Silarski M., Nowakowski.: Performance of the SABAT neutron-based explosives detector integrated with an unmanned ground vehicle: a simulation study. *Sensors*, 2022, vol. 22.24.
- [8] Semjon J.: Verification of a Newly Developed Mobile Robot's Actuator Parameters. *Machines*, 2023, vol. 11.3: p. 411.
- [9] CHENG, Cheng, et al. A Unmanned Aerial Vehicle (UAV)/Unmanned Ground Vehicle (UGV)

Dynamic Autonomous Docking Scheme in GPS-Denied Environments. *Drones*, 2023, 7.10: 613.

- [10] PATEL, Tirth, et al. Effective motion sensors and deep learning techniques for unmanned ground vehicle (UGV)-based automated pavement layer change detection in road construction. *Buildings*, 2022, 13.1: 5.

