

Arkadiusz **MĘŻYK**
Wojciech **KLEIN**
Krzysztof **SKOWRON**
Marek Ł. **GRABANIA**

POJAZD GAŚNICOWY Z NAPĘDEM HYBRYDOWYM CZĘŚĆ 1

Streszczenie. W artykule omówiono innowacyjny projekt pojazdu gaśnicowego z napędem hybrydowym realizowany przez konsorcjum naukowe. Przedstawiono krótki przegląd platform lądowych o podwójnym przeznaczeniu – cywilnym i wojskowym. Pokazano pozycjonowanie omawianego projektu w klasyfikacji pojazdów – platform lądowych. Omówiono założenia projektowe, cel pracy i przyjętą metodologię projektowania, w tym fazy jego powstawania i wynik końcowy. W podsumowaniu odniesiono się do opracowanej wersji konstrukcyjnej pojazdu i realizacji praktycznej w postaci demonstratora technologii oraz dalszego rozwoju projektu.

Słowa kluczowe: pojazd lądowy, lądowy pojazd gaśnicowy, napęd hybrydowy, szeregowy napęd hybrydowy.

1. WPROWADZENIE

Ważną cechą pojazdów terenowych – platform lądowych jest duża zdolność do pokonywania przeszkód terenowych. Porównując parametry trakcyjne pojazdów lądowych posiadających podwozia kołowe i gaśnicowe, poza typowymi parametrami technicznymi jak: masa całkowita, nośność, prędkość w terenie i na drodze utwardzonej oraz mocy na jednostkę masy, te ostatnie charakteryzują szczególnie niskie naciski na grunt. Ma to ogromne znaczenie przy poruszaniu – przemieszczaniu się w terenie podmokłym, powodziowym, w ostępach leśnych czy w sytuacjach kryzysowych. Często w trudno dostępnym terenie są do zrealizowania działania, których bezpośrednie wykonanie przez człowieka może powodować zagrożenie dla jego zdrowia i życia. Dobrym przykładem w tym zakresie jest brytyjska norma obronna, która za podstawowe kryterium [10] zdolności poruszania się w terenie uznaje naciski układu jezdnego na podwozie, natomiast inne kryteria pełnią rolę pomocniczą, umożliwiającą ocenę zdolności pokonywania przeszkód terenowych. W opracowaniach międzynarodowych określane jest pojęcie wysokiej mobilności pojazdu – platformy lądowej, co znajduje odbicie w dokumencie *NATO Mobility Reference Model* [1]

Istotnym parametrem docenianym przez użytkowników przy pojawiającym się obecnie kryzysie energetycznym jest także maksymalna oszczędność zużycia paliwa. Znajduje to odbicie w coraz to nowszych konstrukcjach układów napędowych pojazdów wykorzystujących na przykład napędy hybrydowe [2] stosowane coraz powszechniej również w samochodach osobowych [3]. Napędy te są szczególnie efektywne podczas jazdy na trasie lub w terenie o zróżnicowanej charakterystyce: przy pokonywaniu wzniesień, częstym zatrzymywaniu, hamowaniu, długich zjazdach itp.

Powyższe przesłanki były istotnymi podczas opracowywania założeń do innowacyjnego projektu [4], który uzyskał możliwość realizacji w ramach pierwszego konkursu *Program Badań Stosowanych* finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w Warszawie.

2. PLATFORMY ŁADOWE

Od wielu lat w technice samochodowej konstrukcje są prowadzone w taki sposób, aby na jednej płycie podłogowej zbudować kilka odmian konstrukcyjnych pojazdu kołowego. Dla ładowych pojazdów niekomercyjnych poszukiwane są również rozwiązania budowy na jednej platformie różnych wersji pojazdów. W literaturze [5] podana jest definicja platformy: *platforma - stanowi bazę mechaniczną, elektryczną, informatyczną do aplikacji wyposażenia specjalnego*. Pojęcie to stosowane jest powszechnie i obejmuje szerokie spektrum różnorodnych konstrukcji pojazdów – platform ładowych, robotów pola walki i pojazdów specjalnych [5], [6], gdzie – *pojazd specjalny, to pojazd konstrukcyjnie i wyposażeniowo przystosowany do wykonywania określonych prac* [7].

Dla bezzałogowych pojazdów ładowych (BPL) jest stosowana klasyfikacja [8] w trzech kategoriach określonych przez:

- masę pojazdu,
- prędkość poruszania się,
- autonomiczność.

Podział BPL z uwagi na ich masę wg klasyfikacji amerykańskiej [9] przedstawia tablica 1.

Tablica 1. Klasy platform – podział amerykański

L.p.	Nazwa klasy	Przedział masy [kg]
1	Małe - lekkie	14-180
2	Małe – średnie	181 - 1125
3	Małe – ciężkie	112 - 9000
4	Ciężkie	Ponad 13 500

W warunkach polskich [10] bezzałogowe platformy ładowe również zostały sklasyfikowane w ramach kryterium masy. Podział przedstawiony jest w tablicy 2.

Tablica 1. Klasy platform – podział polski

L.p.	Nazwa klasy	Przedział masy [kg]
1	Platformy lekkie	Poniżej 400
2	Platformy średnie	Poniżej 3500
3	Platformy ciężkie	Do 10000
4	Platformy bardzo ciężkie	Powyżej 10000

Pod względem autonomiczności działań bezzałogowe pojazdy ładowe można podzielić [8] na cztery kategorie.

1. Pojazdy zdalnie sterowane (TGV) – sterowanie takimi pojazdami odbywa się przez oddalonego od pojazdu teleoperatora wyposażonego w czujniki i urządzenia do nawigacji; operator steruje wszystkimi operacjami.
2. Pojazdy półautonomiczne (SAP/F) – działają w sposób samodzielny, wcześniej zaprogramowany, wyposażone są w rozbudowany system nawigacji.
3. Pojazdy wewnętrznie autonomiczne (Platform Centric – AGV, PC - AGV) – gwarantują wykonanie kompletnego zadania lub misji, prawdopodobnie zbierając informacje również ze źródeł innych niż własne czujniki, bez kierowania nimi zdalnie.

4. Sieciocentryczne – działają jak sieć rozproszona (Network - Centric Autonomus Ground Vehicles - NC - AGV); są pojazdami autonomicznymi, ale działają jak „węzły”, odbierają informacje i polecenia od sieci komunikacyjnej i rozdysponują je wewnątrz odbywającej misję grupy pojazdów w celu realizacji zadania jako drużyna.

Na świecie jest opracowywanych, jak i eksploatowanych wiele [11], [12], [13] różnych, bardzo ciekawych rozwiązań służących działaniom militarnym i cywilnym. W zastosowaniach cywilnych są to roboty pożarnicze, roboty inspekcyjne do penetracji obszarów niebezpiecznych czy roboty pirotechniczne służące do usuwania ładunków niebezpiecznych lub wybuchowych podczas ataku terrorystycznego. W sytuacjach klęsk żywiołowych wykorzystywane są amfibie, gašienicowe ciągniki – pojazdy transportowe czy pojazdy samochodowe wyposażone w gašienicowe układy jezdne [14].

Ramy artykułu nie pozwalają na dokonanie szerokiego przeglądu znanych rozwiązań. Ograniczymy się do przedstawienia kilku charakterystycznych konstrukcji zagranicznych i krajowych platform lądowych mieszczących się w klasie pojazdu (z uwagi na masę oraz realizowane funkcje) będącego przedmiotem niniejszego artykułu. Należy tu zwrócić uwagę na trend ostatnich lat w konstrukcji pojazdów – platform militarnych bazujących na rozwiązaniach cywilnych po odpowiednim dostosowaniu do nowych wymagań eksploatacyjnych.

2.1. Supacat ATMP (All Terrain Mobility Platform)

Supacat ATMP [15], [16] to pojazd skonstruowany do przewożenia ładunków i holowania przyczep o dużej wadze, o małym nacisku na podłoże. Posiada stały napęd na 6 kół, cztery pierwsze koła są sterowane, zgodnie z ruchem sterownicy typu motocyklowego. Aluminiowe nadwozie, okrywające stalową ramę podwozia umożliwia poruszanie się po wodzie. Pojazd Supacat może przewozić maksymalnie 1600 kg ładunku. Od 1984 roku w służbie w brytyjskiej armii i RAF. Supacat może być transportowany przez śmigłowiec, a także desantowany na spadochronie. Samochód może być zaopatrzonej w zamkniętą kabinę. Pojazd znajduje się również na wyposażeniu służb cywilnych (służby leśne, geodezyjne) oraz w służbach straży pożarnej. Na rysunku 1 przedstawiony jest widok pojazdów – platform Supacat ATMP podczas działań bojowych.



Rys. 1. Pojazdy Supacat ATMP

Źródło - http://www.military-today.com/trucks/supacat_atmp_images.htm

2.1. Beach Armoured Recovery Vehicle (BARV)

BARV to seria wozów zabezpieczenia technicznego konstrukcji brytyjskiej, używanych jako pojazdy asystujące jednostkom desantowym na plażach. Pokazana na rysunku 2 to nietypowa konstrukcja [17] pojazdu gąsienicowego, bazująca na konstrukcji pojazdu Supacat ATMP. Specjalnie wysoko umieszczona kabina załogi oraz dodatkowe rozwiązania techniczne umożliwiają pracę pojazdu pod lustrem wody do głębokości 3 metrów.

Pojazd cywilny adaptowany został do zadań militarnych i powstał z myślą o wykonywaniu zadań związanych ze wsparciem technicznym sojusznicych jednostek w strefie brzegowej, w warunkach pola walki.

Tworząc wersję wojskową, konstruktorzy BARV dodali do cywilnej odmiany panele opancerzenia, chroniące osoby znajdujące się w specjalnie zaprojektowanej kabinie załogi, a także przednie i tylne zderzaki. Pojazd otrzymał też specjalistyczne wyposażenie, w tym wciągarkę i hak holowniczy. W razie potrzeby istnieje możliwość zamontowania żurawia.



Rys. 2. Pojazd BARV (Beach Armoured Recovery Vehicle) w wersji wojskowej

/Źródło - <http://www.shephardmedia.com/news/mil-log/supacat-launches-beach-recovery-vehicle-concept/>

2.3. TAGSS –Tactical Amphibious Ground Support Systems

TAGS [18] jest to pojazd produkowany w Kanadzie z układem jezdnym ośmiokołowym, z nałożonymi na kołach gąsienicami polimerowymi posiadającymi metalowe wzmocnienia. Zwraca uwagę dualność układu jezdnego, w jednym wykonaniu są to koła, w drugim natomiast gąsienice. Pojazd posiada gąsienice zamontowane na kołach, przy czym cztery gąsienice są nakładane na cztery pary kół z niezależnymi zawieszzeniami. To rozwiązanie zapewnia niskie naciski na podłoże oraz polepsza parametry trakcyjne i manewrowość - mobilność [1] w terenie.

Podstawowe parametry techniczne pojazdu – platformy TAGS (bez kabiny):

- długość - 3000 mm,
- szerokość - 1900 mm,
- wysokość - 1260 mm,
- głębokość brodzenia – ok. 900 mm,
- prędkość maksymalna - 30 km/h,

- masa platformy - ok. 2 t,
- rodzaj napędu - napęd hydrauliczny/hydrostatyczny.

Pojazd wykonywany jest w wersjach: zarówno cywilnej, jak i wojskowej. Przykładowe wersje pokazane są na rysunku 3.

W warunkach polskich pojazd TAGS – platforma lądowa znalazł zastosowanie w projekcie TALOS realizowanym w konsorcjum międzynarodowym z udziałem Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów, Warszawa jako bezzałogowy pojazd naziemny (BPN) [19]. Pojazd podczas prób poligonowych pokazany jest na rysunku 3.

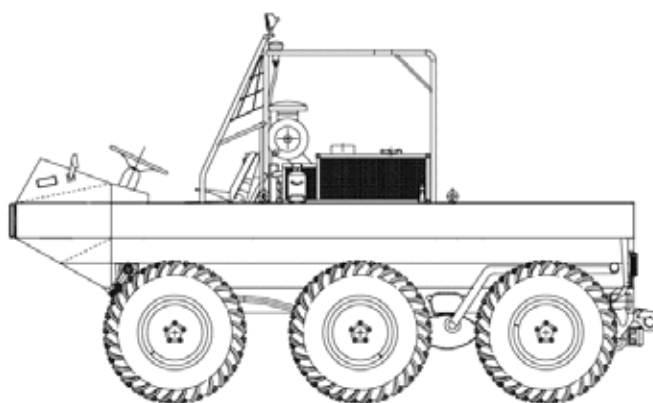


Rys. 3. TAGS jako bezzałogowy pojazd naziemny (BPN)

/Źródło - <http://www.piap.pl/layout/set/return/content/view/return/686/>

2.4. LEWIATAN

LEWIATAN to autonomiczny lub zdalnie sterowany pojazd ratowniczy [20] na potrzeby służb ratownictwa cywilnego oraz wojska. Opracowana i wykonana została także wersja specjalistyczna LEWIATAN STRAŻAK [22]. Opracowany pojazd jest całkowicie polską konstrukcją. Pojazd bazowy pokazany jest na rysunku 4.



Rys. 4. Pojazd bazowy LEWIATAN - widok z boku

/Źródło-<http://www.hydromega.com.pl/index.php?id=24/>

Charakter pojazdu umożliwia wykorzystanie w bezpośrednich akcjach związanych z ratowaniem ludzi z katastrof komunikacyjnych, usuwaniem skutków zanieczyszczeń po zjawiskach atmosferycznych, wykonywaniem przecinek leśnych w terenie zagrożonym pożarem, ewakuacją osób z terenów powodziowych oraz zabezpieczeniem działań logistycznych w trudnym terenie. LEWIATAN posiada zdolność pływania i jest wyposażony w dwie śruby napędowe zamocowane symetrycznie z tyłu pojazdu względem jego osi.

Pojazd przeznaczony jest do transportu ładunku o całkowitej masie 1,4 t. Może on być wykorzystywany również jako ciągnik do przeciągania lub holowania przyczep i obiektów o masie do 2,2 ton. Konstrukcja pojazdu umożliwia pokonywanie z marszu przeszkód wodnych. Pojazd może być wykorzystywany jako nośnik uzbrojenia, amunicji, zbiorników z środkami płynnymi oraz do ogólnego zabezpieczenia logistycznego. Wewnętrzne źródło zasilania (pompa hydrauliczna) umożliwia podłączenie do pojazdu hydraulicznych odbiorników zewnętrznych, takich jak: narzędzia hydrauliczne, piły, młoty wyburzeniowe, pługi, narzędzia do utrzymania czystości dróg, placów manewrowych oraz chodników.

LEWIATAN to pojazd o napędzie hydrostatycznym [23]. Podstawowe parametry techniczne przedstawia tablica 3.

Tablica 3. LEWIATAN - dane techniczne

Lp.	Masy i dane trakcyjne	Wartość
1	Masa własna	2200 kg
2	Ładowność maksymalna	1750 kg
3	Masa całkowita	3700 kg
4	Masa holowanej przyczepy	2200 kg
5	Prędkość maksymalna	55km/h (docelowo 75 km/h)
	Wymiary gabarytowe	
6	Długość	3500 mm
7	Szerokość	2000 mm
8	Wysokość	1950 mm

W ramach rozwoju konstrukcji została przygotowana platforma [21] do zastosowań militarnych. Widok pojazdu w wersji wojskowej – bezzałogowy pojazd zdalnie sterowany przedstawiony jest na rysunku 5.



Rys. 5. Pojazd bezzałogowy LEWIATAN ZS

/Źródło - http://www.altair.com.pl/mspo-report/view?article_id=140/

3. WIELOZADANIOWY INŻYNIERYJNY POJAZD O NAPĘDZIE HYBRYDOWYM (WIPH)

Analizując rynek krajowy pod kątem zapotrzebowania na nową klasę pojazdu terenowego przeznaczonego do prac transportowo-inżynierskich, z możliwością wykonywania zadań ratownictwa kryzysowego i realizacji różnych wersji konstrukcyjnych, autorzy wniosku rozwojowego [4] zaproponowali pojazd gaśnicowy o napędzie hybrydowym jako platformę bazową z możliwością zabudowy kabiny oraz zamontowania transportowej skrzyni ładunkowej.

Projekt uzyskał finansowanie [24] ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach I Konkursu *Program Badań Stosowanych*.

Przyjęto podstawowe dane techniczne nowoprojektowanego pojazdu:

- masa pojazdu – 3.500,00 kg,
- masa całkowita – 5.000,00 kg,
- długość – ok. 4000,00 mm,
- szerokość – ok. 2.100,00 mm,
- wysokość – ok. 2.300,00 mm,
- prędkość jazdy:
 - o w terenie – 30 km/h,
 - o po szosie – docelowo 70 km/h,
- rodzaj napędu/układ przeniesienia mocy – szeregowy napęd hybrydowy spalinowo-elektryczny, z silnikami elektrycznymi z magnesami trwałymi,
- układ jezdny – podwozie gaśnicowe z gaśnicami polimerowymi,
- załoga – 2 osoby,
- okres realizacji - 01.01.2013 – 31.12.2015,
- wynik końcowy projektu – demonstrator technologii.

Projekt WIPH jest realizowany przez konsorcjum naukowe w składzie:

- Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska – Lider konsorcjum;
- Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów, Warszawa- Członek konsorcjum;
- Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Urządzeń Mechanicznych „OBRUM” sp. z o.o., Gliwice – Członek konsorcjum.

Przyjęty został ramowy podział głównych obszarów prac badawczo-rozwojowych dla członków konsorcjum:

1. Wydział Mechaniczny Technologiczny:
 - opracowanie koncepcji układu zawieszenia – demonstrator zawieszenia,
 - opracowanie koncepcji układu napędowego, w tym układy rozdziału/ dystrybucji mocy w pojeździe – demonstrator układu napędowego,
 - opracowanie programów badań: stanowiskowych, trakcyjnych i parametrów eksploatacyjnych,

- przeprowadzenie badań pojazdu,
 - weryfikacja założeń projektowych,
 - opracowanie modelu wirtualnego pojazdu w technologii 3D, w różnych wersjach wykonania pojazdu.
2. Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów:
- opracowanie sytemu sterowania i akwizycji parametrów pojazdu,
 - opracowanie układu zdalnego sterowania pojazdem,
 - opracowanie układu – systemu autonomii pojazdu,
 - przeprowadzenie badań pojazdu,
 - weryfikacja założeń projektowych.
3. OBRUM sp. z o.o.:
- opracowanie postaci konstrukcyjnej pojazdu (wykonanie dokumentacji podzespołów:
 - podwozie – platforma bazowa,
 - kabina pojazdu,
 - skrzynia ładunkowo – transportowa.
 - wykonanie kompletnego pojazdu WIPH – demonstratora technologii,
 - przeprowadzenie badań pojazdu,
 - weryfikacja założeń projektowych.

W projekcie WIPH zastosowano zarówno najnowsze technologie informatyczne, automatyki i sterowania (magistrala CAN i protokół CANopen), przetwarzania obrazu przestrzeni (kamery z transmisją obrazu, skanery przestrzeni), jak i akwizycji danych, w tym rejestracji parametrów eksploatacyjnych urządzeń przeniesienia mocy.

Rodzaj napędu w pojeździe to innowacyjny układ przeniesienia mocy w postaci szeregowego napędu hybrydowego spalinowo-elektrycznego z silnikami elektrycznymi z magnesami trwałymi. Rozwiązanie to cechuje się ograniczoną masą przy uzyskaniu dużych prędkości pojazdu i optymalizacji zużycia paliwa.

Innym, nowatorskim rozwiązaniem w projekcie jest układ dystrybucji mocy, który jest przedmiotem oddzielnego artykułu [25].

Całość prac projektowych zrealizowana została przy wykorzystaniu prototypowania wirtualnego 3D; dokumentacja konstrukcyjna powstała w oparciu o komputerowe narzędzie do projektowania – oprogramowanie SOLID WORKS. Wszystkie istotne węzły konstrukcyjne o charakterze wytrzymałościowym były zweryfikowane poprzez metodę elementów skończonych (MES).

W rozwiązywaniu problemów na etapie projektu koncepcyjnego stosowane były techniki symulacyjne wykorzystujące oprogramowanie Matlab Simulink.

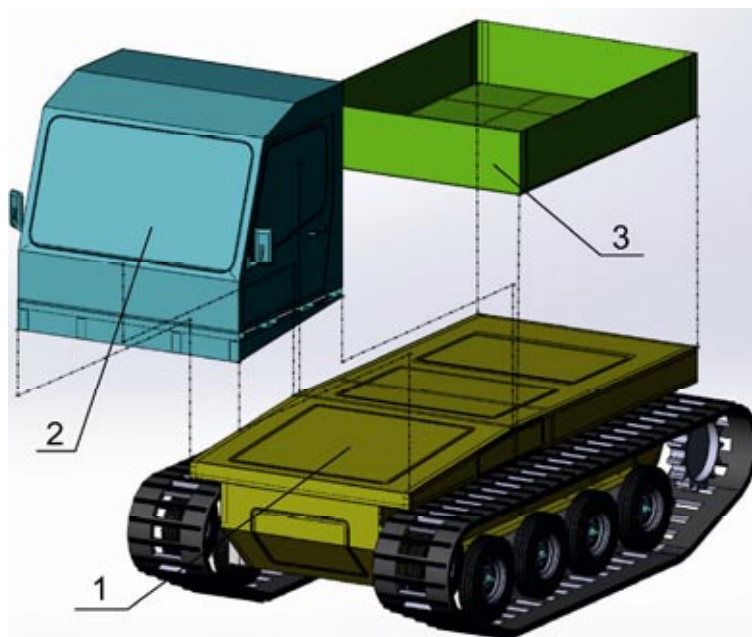
3.1. Ogólna budowa pojazdu

Pojazd WIPH [26] składa się z trzech podstawowych podzespołów:

- podwozia – platformy bazowej;
- kabiny pojazdu;
- skrzyni ładunkowej.

Wychodząc z założenia o wielowariantowości zastosowań pojazdu WIPH, podstawowym elementem konstrukcji jest podwozie – platforma bazowa, której konstrukcja w aktualnej wersji umożliwia zabudowę kabiny oraz skrzyni transportowo-ładunkowej.

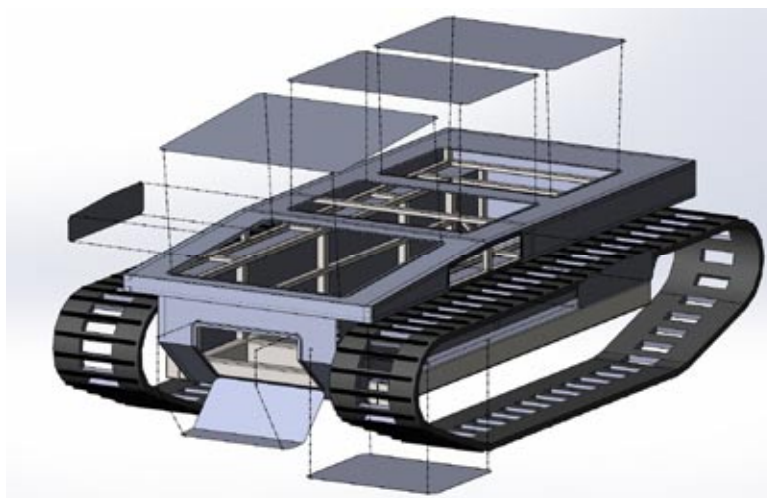
Na rysunku 6 przedstawiona jest koncepcja rozwiązania.



Rys. 6. Ogólna budowa pojazdu WIPH

1- podwozie – platforma bazowa; 2- kabina pojazdu; 3 - skrzynia ładunkowa

W korpusie obudowy podwozia znajdują się wszystkie podstawowe części i podzespoły układu napędowego i sterowania. Z uwagi na planowane testy i badania pojazdu, w tym platformy bazowej, przewidziano dostęp do najważniejszych podzespołów poprzez zaprojektowane pokrywy i klapy rewizyjne zamontowane na korpusie podwozia. Koncepcję rozwiązania pokazano na rysunku 7.



Rys. 7. Korpus podwozia – pokrywy i klapy rewizyjne

3.1.1. Podwozie – platforma bazowa

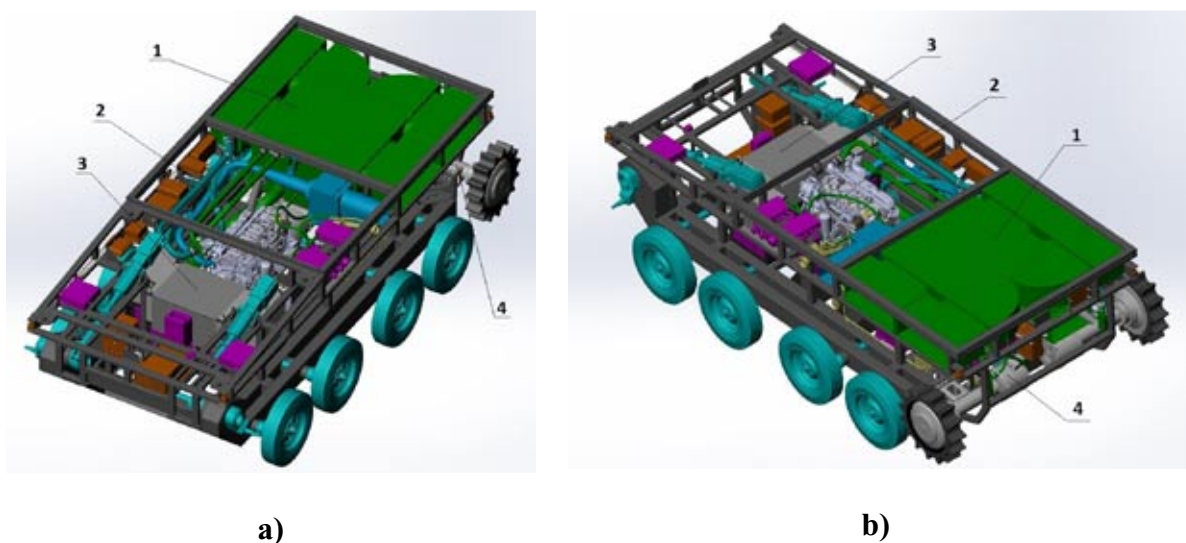
Jednym z trudniejszych elementów projektu, już na etapie koncepcji, była dążność do uzyskania jak najmniejszej masy podwozia, przy zachowaniu założonych wysokich parametrów wytrzymałościowych. Po analizach problemu został przyjęty przestrzenny model korpusu podwozia zestawiony z prostokątnych profili stalowych. Struktura przestrzenna korpusu podwozia pokazana jest na rysunku 8.



Rys. 8. Korpus podwozia - rama

3.1.1.2. Zabudowa podwozia

Kolejnym wyzwaniem stojącym przed projektantami – realizatorami projektu była optymalizacja zabudowy [27] w podwoziu wszystkich składowych komponentów (układy napędowe, układy chłodzące – powietrzne i cieczowe, układ dystrybucji mocy, układy sterowania, układy zasilania, oświetlenia itd.) z zachowaniem wymogu usytuowania środka ciężkości platformy w jej środku geometrycznym. Wykonane prace iteracyjne zakończyły się sukcesem. Na poniższym rysunku 9 przedstawiona jest zabudowa najważniejszych podzespołów napędowych i pozostałego wyposażenia w korpusie podwozia.



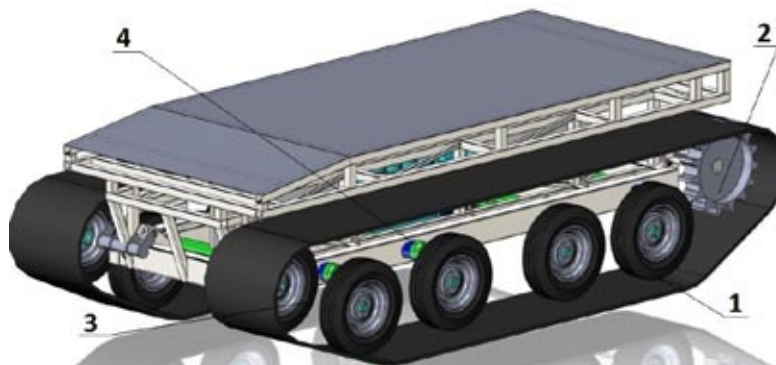
Rys.9. Zabudowa głównych podzespołów napędowych w podwoziu

a) widok z przodu, b) widok z tyłu

1-powietrzny układ chłodzenia, 2-silnik spalinowy sprzężony z generatorem; 3-bateria akumulatorów, 4- elektryczne silniki napędowe

3.1.2. Gąsienicowy układ jezdny

W zrealizowanym projekcie zostało zastosowane zawieszenie na wałkach skrętnych zintegrowane z kołami jezdными w ilości po cztery na każdą stronę pojazdu. Elementem napędowym w pojeździe są silniki elektryczne z magnesami stałymi sprzęgnięte poprzez przekładnie boczne z kołami napędowymi, tzw. gwiazdami. Gąsienice są gąsienicami gumowymi ze wzmocnieniami metalowymi, docelowo zostaną zastąpione przez gąsienice polimerowe. Dla zachowania jednakowej strzałki ugięcia obydwu gąsienic zastosowany jest specjalny układ napinania gąsienic, realizujący naciąg poprzez koło napinające. Rysunek 10 obrazuje widok podwozia.



Rys. 10. Podwozie pojazdu WIPH

1- koła jezdne, 2- koło napędowe tzw. gwiazda 3- koło napinające, 4-walek skrętny,

3.2. Kabina pojazdu

Kabina przeznaczona jest dla załogi dwuosobowej. Konstrukcja kabiny została dostosowana do możliwości zabudowy na platformie bazowej – podwoziu pojazdu. Projekt wyposażenia kabiny został opracowany z zachowaniem wymogów ergonomii obsługi przyrządów i wyposażenia. W celu uzyskania minimalnej masy, konstrukcja kabiny została zaprojektowana z profili o przekroju prostokątnym, w tym wypadku z aluminium. Dla zapewnienia bezpieczeństwa załogi konstrukcja ramy kabiny została przeliczona pod kątem parametrów wytrzymałościowych technikami MES. Na rysunku 11 pokazany jest projekt kabiny wykonany z wykorzystaniem prototypowania wirtualnego.



a)



b)

Rys. 11. Kabina pojazdu – projekt koncepcyjny

a) rama kabiny, b) kabina na ramie podwozia

3.3. Tryby pracy pojazdu WIPH

Pojazd WIPH przewidziany do prac inżynieryjno-transportowych sterowany jest z kabiny pojazdu przez kierowcę – operatora. Widok docelowy konstrukcji pojazdu przedstawia rysunek 12. Elementami sterującymi są wolant oraz zabudowane pedały gazu i hamulca. W opracowanym projekcie zmiana kierunku jazdy następuje przez zmianę prędkości obrotowej silników sprzężonych z gaśnicami. Hamowanie pojazdu jest zrealizowane natomiast przez zmianę prędkości obrotowej silników (hamowanie silnikami). Dla celów bezpieczeństwa użytkownika pojazd posiada hamulec postojowy odblokowywany na czas jazdy, sterowany z niezależnego układu hydraulicznego.



Rys.12. Pojazd WIPH – wersja transportowa

1- kamera, 2- skaner przestrzeni

Podwozie jest platformą mogącą poruszać się samodzielnie przy wykorzystaniu zdalnego sterowania realizowanego przez operatora znajdującego się poza obrysem pojazdu. Komputerowy układ sterowania ma ponadto wbudowane algorytmy autonomii, co pozwala na realizowanie także założonej/zadanej misji. Dla celów pracy autonomicznej w pojeździe są zamontowane kamery (dwie z przodu pojazdu i dwie z tyłu) oraz cztery skanery (zabudowane w czterech narożach pojazdu) służące do analizy przestrzeni (rys. 12) w trakcie jazdy.

4. PODSUMOWANIE

W zrealizowanym projekcie jako wersję podstawową WIPH przyjęto wersję inżynieryjno-transportową. Modułowość pojazdu [26] czyni go uniwersalnym i pozwala poprzez zabudowę platformy bazowej w specjalistyczne wyposażenie na szerokie wykorzystanie – zastosowanie zarówno do celów cywilnych, jak i wojskowych.

W zastosowaniach cywilnych możemy tu wymienić:

- prace transportowe służb drogowych, leśnych, geodezyjnych;
- prace inżynieryjne (realizowane po zabudowie specjalistycznego osprzętu zasilanego z dodatkowego agregatu hydraulicznego wozonego w skrzyni ładunkowej);
- wykonywanie zadań ratownictwa kryzysowego (powodzie, klęski żywiołowe).

W służbach mundurowych platforma bazowa WIPH może być wykorzystana jako pojazd bezałogowy do realizacji poniższych zadań:

- patrolowanie trudnodostępnych terenów przygranicznych;

- kontrola terenów po klęskach żywiołowych (pożary elektrowni jądrowych, zakładów chemicznych, magazynów paliw);
- pobieranie próbek terenów skażonych;
- dogaszanie pożarów na obszarach skażonych chemicznie.

Dla zastosowań militarnych platforma bazowa pojazdu WIPH może pełnić rolę pojazdu transportowego sterowanego zarówno przez załogę z kabiny, zdalnie przez operatora, a także wykonywać specjalne misje przy wykorzystaniu systemu autonomii.

Na platformie bazowej może być także zabudowany sprzęt bojowy np. uzbrojenie i platforma wykorzystana będzie jako bezzałogowy pojazd bojowy.

Zastosowane innowacyjne rozwiązania konstrukcyjne: nowoczesna konstrukcja mechaniczna, zdalne sterowanie pojazdem, elementy autonomii w układzie sterowania (wykorzystujące skanowanie przestrzeni i transmisję obrazu otoczenia), napęd pojazdu, w tym napęd hybrydowy z nowoczesnym systemem dystrybucji mocy oraz napędami w postaci silników elektrycznych z magnesami trwałymi czynią pojazd o bardzo dużym potencjale rozwojowym. Realizowany obecnie w warstwie fizycznej pojazd WIPH jako demonstrator technologii, poddany zostanie szeregu badaniom pozwalającym na potwierdzenie lub weryfikację założonych, wejściowych parametrów technicznych i eksploatacyjnych oraz ocenę innowacyjności konstrukcji.

Wyniki projektu, po jego weryfikacji stanowiąc będą bazę dla dalszego rozwoju konstrukcji, np. wykonanie prototypu pojazdu lub platformy bazowej i pozwolą ukierunkować przyszłe prace na docelowy segment odbiorców. Brak na rynku krajowym pojazdu o podobnych, nowoczesnych rozwiązaniach i parametrach technicznych stwarza dobre rokowania na wykorzystanie wyników projektu w przyszłych zastosowaniach cywilnych i wojskowych.

5. LITERATURA

- [1] RTO –TR - AVT 107- NATO Reference Mobility Modeling. September 2011 r.
- [2] Napędy hybrydowe, ogniwa paliwowe i paliwa alternatywne. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Warszawa, 2010.
- [3] Evaluation of 2004 Toyota Prius Hybrid Electric Drive System. Interim Report. ORNL/TM - 2004/247. OAK Ridge National Laboratory. U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. November 2004.
- [4] Wniosek wstępny o dofinansowanie projektu w ramach Programu badań Stosowanych (Praca zbiorowa pod redakcją prof. dr hab. inż. Arkadiusza Mężyka). Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska. (Materiały własne OBRUM sp. z o.o.– nie publikowane). Gliwice, 2012 r.
- [5] Milcar E.: Ładowe roboty. <http://www.motocaina.pl/artykul/ladowe-roboty-73.html> - [dostęp - 4.07.2015 r].
- [6] Knapczyk H.: Platformy specjalne i roboty pola walki. Zespół Naukowo-Przemysłowy przy Radzie Uzbrojenia MON. Warszawa, 26.04.2009 r. (Materiały OBRUM sp. z o.o. - nie publikowane).
- [7] Terminologia znormalizowana. Wojskowość - Obronność. Warszawa 2005 r.
- [8] Baszuk K., Szczęch L.: Rozwiązania pojazdów bezzałogowych. Zeszyty Naukowe Akademii Marynarki Wojennej. Rok LI Nr 4 (183) 2010 r.
- [9] Walentynowicz J.: Tendencje i rozwój technologiczny w zakresie platform bezzałogowych i lądowych oraz wytypowanie kierunków i zadań badawczych w ww. obszarze jakie powinny zostać ujęte w programie badań na rzecz

- wzmocnienia potencjału krajowego potencjału obronnego. Wojskowa Akademia Techniczna. Warszawa 2006 r.
- [10] Roguski J., Czerwienko D.: Bezzałogowe platformy lądowe. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza. Vol.30 Issue 2, 2013 (pp. 81-90). Józefów 2013 r.
- [11] Huw W.: Future Protected Vehicle study turns up host of concepts and new technologies. JANE'S INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW (pp.44-46). FEBRUARY 2011 r.
- [12] Likowski M., Łuczak W., Zaloga S.: Armia czasów wojny i transformacji. RAPORT. WOJSKO TECHNIKA OBRONNOŚĆ Nr 11/03 (str. 4-8). Warszawa, 2003 r.
- [13] Nativi A.: Lockheed UGV meets squaw-level needs. DEFENSE TECHNOLOGY INTERNATIONAL. FEBRUARY 2009 (pp. 18-20).
- [14] Nawrocki J.: Gąsienicowy układ jezdny. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (22) nr1/2007 (str. 47-53) ISSN 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, maj 2007.
- [15] Supacat ATMP. https://pl.wikipedia.org/wiki/Supacat_ATMP [dostęp - 4.07.2015]
- [16] *SUPACAT 6x6 Mk III*. Nowa Technika Wojskowa. Nr 1/2000 (str. 16-17). ISSN 1230-1655. Warszawa, styczeń 2000 r.
- [17] BARV od Supacat. http://www.altair.com.pl/news/view?news_id=14447 - [dostęp - 04.07.2015].
- [18] TAGS. <https://www.youtube.com/watch?v=695HxObO3nw&feature=youtu.be> [dostęp - 7.07.2015 r.].
- [19] Nita M.: System ochrony granic TALOS. NOWA TECHNIKA WOJSKOWA 11/2008 (str.66-67). ISSN 1230-1655. Warszawa, listopad 2008 r.
- [20] Pojazd ratowniczy LEWIATAN. <http://www.hydromega.com.pl/index.php?id=24> [dostęp - 04.07.2015 r.].
- [21] e-RAPORT MSPO 1/2009 - Lewiatan ZS - polski bezzałogowy pojazd rozpoznawczo - bojowy. http://www.altair.com.pl/mspo-report/view?article_id=140 [dostęp - 04.07.2015 r.].
- [22] Pierwszy polski „Strażak” bezzałogowy. <http://www.hydromega.com.pl/?n=128> - [dostęp - 04.07.2015 r.].
- [23] Bartnicki A., Typiak A., Zienowicz Z.: Zdalnie sterowana lekka platforma z hydrostatycznym układem napędowym. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (23), nr 1/2008 (str.171-177). OBRUM sp. z o.o. Gliwice, wrzesień 2008 r.
- [24] Wielozadaniowy inżynieryjny pojazd o napędzie hybrydowym. I Program Badań Stosowanych. Umowa PBS1/A6/15/2013. Warszawa, luty 2013.
- [25] Zaczyk D., Fice M.: Układ dystrybucji mocy w pojeździe hybrydowym. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (38), nr 3/2015 (str. 95-107). ISSN 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, wrzesień 2015 r.
- [26] Wielozadaniowy inżynieryjny pojazd o napędzie hybrydowym (WIPH). Sprawozdanie z realizacji Zadania 1. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, sierpień 2013. (Materiały własne OBRUM sp. z o.o. – nie publikowane)
- [27] Wielozadaniowy inżynieryjny pojazd o napędzie hybrydowym (WIPH). Raport okresowy z realizacji projektu w ramach Programu Badań Stosowanych. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, marzec 2014. (Materiały własne OBRUM sp. z o.o. – nie publikowane)

TRACKED VEHICLE WITH HYBRID DRIVE PART 1

Abstract. The paper discusses an innovative design of a tracked vehicle with hybrid drive being implemented by a research consortium. A short review of land platform of dual use, civilian and military, is presented. The position of the design discussed among other land platforms is shown. Design requirements, purpose of the work and adopted design methodology are discussed along with the creation stage and final outcome. The summary includes a reference to the developed design version and practical implementation in the form of a technology demonstrator and to further development of the project.

Keywords: land vehicle, tracked land vehicle, hybrid drive, series hybrid drive

W artykule wykorzystano wyniki projektu realizowanego ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w Warszawie – umowa PBS1/A6/15/2013.