

Rozwój robotów lądowych w Łukasiewicz – PIAP

Piotr Szynekarczyk, Józef Wrona

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP, Al. Jerozolimskie 202, 02-486 Warszawa

Cezary Zieliński

Politechnika Warszawska, Instytut Automatyki i Informatyki Stosowanej, Nowowiejska 15/19, 00-665 Warszawa

Streszczenie: W artykule przedstawiono historyczny rozwój robotów opracowanych i wyprodukowanych przez Sieć Badawczą Łukasiewicz – Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP, a przeznaczonych do realizacji zadań na lądzie. Roboty te wytwarzane były i nadal są przede wszystkim dla wojska i służb specjalnych, takich jak straż pożarna, straż graniczna, policja czy jednostki antyterrorystyczne. Potrzeby tych służb były motorem rozwoju tej linii robotów. Studia literaturowe oraz wieloletnie doświadczenia własne dotyczące konstruowania robotów lądowych doprowadziły do sformułowania metodyki ich projektowania, której zarys został omówiony.

Słowa kluczowe: robot lądowy, robot bojowy, robot dla służb specjalnych

1. Wprowadzenie

Robotami lądowymi są wszystkie urządzenia poruszające się po lądzie, niezależnie od tego, czy robią to autonomicznie czy są zdalnie sterowane przez operatora. Tym terminem nie są objęte urządzenia, które do realizacji swych zadań potrzebują kierowcy znajdującego się na ich pokładzie. Roboty lądowe mogą poruszać się na kołach (roboty kołowe), nogach (maszyny kroczące) lub gąsienicach, bądź mogą mieć konstrukcję hybrydową (np. gąsienicowo-kołową). Natomiast autonomia jest pojęciem stopniowalnym. Przyjęło się, że urządzenia teleoperowane przypisuje się zerowemu poziomowi autonomii, natomiast te działające w pełni samodzielnie poziomowi piątemu [13, 15]. Potrzebę autonomii działania robotów bojowych i specjalnego przeznaczenia dostrzeżono w Polsce na początku XXI w. [27], ale wobec konfliktu w Ukrainie prace nad tym zagadnieniem stały się koniecznością [30].

Środowisko, koncepcja użycia, doświadczenia z produkcji i eksploatacji zbiorczo determinują konstrukcję bezzałogowych systemów lądowych. W ostatnich latach można zaobserwować nieustanną ewolucję robotów stosowanych w wojsku, policji i innych służbach [19]. Powstają też nowe taktyki, techniki i procedury ich użycia. Na początku były to bardzo proste urządzenia powstałe w wyniku osobistego zaangażowania pirotechników. Później prace te zostały zinstytucjonalizowane i roboty stały się bardziej zaawansowane. Przez wiele kolejnych lat kształt tych konstrukcji był głównie wynikiem uwarunko-

wań technicznych. W efekcie dalszego rozwoju roboty zaczęły dysponować funkcjami w coraz większym stopniu wynikającymi z potrzeb użytkowników, taktyki ich użycia i środowiska, ale też doświadczeń wynikających z zarządzania całym cyklem ich życia. Zakres zastosowań robotów poszerzył się znacząco w ostatnich latach. Związane jest to zarówno z postępem technologicznym, jak i ze wzrostem świadomości użytkowników, którzy coraz wyraźniej dostrzegają zasadność zastąpienia człowieka w wielu zadaniach przez systemy robotyczne, a także dostrzegają korzyści wynikające ze współpracy ludzi z robotami.

Celem artykułu jest przedstawienie rozwoju robotów lądowych projektowanych przez Instytut Łukasiewicz – PIAP. Rozwój ten podyktowany był koniecznością wypełnienia luki w zdolnościach obronnych i wpisanie się w potrzeby Sił Zbrojnych RP, wynikające z koncepcji użycia CONOPS (ang. *Concept of Operations*) oraz taktyk, technik i procedur TTPs (ang. *Tactics, Technics and Procedures*) dotyczących bezzałogowych systemów lądowych. W kontekście prowadzonych konfliktów zbrojnych, obecnie dużą wagę przykładają się do mobilności robotów lądowych.

2. Typowe zastosowanie robotów lądowych specjalnego przeznaczenia

Dotychczas jedno z najczęstszych zastosowań robotów specjalnego przeznaczenia to neutralizacja improwizowanych ładunków wybuchowych IED (ang. *Improvised Explosive Devices*) [22]. Jest to zadanie bardzo niebezpieczne, zatem zasadne jest wykorzystanie do tego celu robotów zamiast ludzi.

Roboty o takim przeznaczeniu znacznie redukują lub całkowicie eliminują czas przebywania pirotechnika w strefie zagrożenia. Taktyki, techniki i procedury stosowane podczas neutralizacji IED obejmują: inspekcję i rozpoznanie, identyfikację, w tym wykonywanie zdjęć rentgenowskich, niszczenie ładunków różnymi metodami lub podejmowanie ładunków wybuchowych, w celu ich wywiezienia w bezpieczne miejsce

Autor korespondujący:

Piotr Szynekarczyk, Piotr.Szynekarczyk@piap.lukasiewicz.gov.pl

Artykuł recenzowany

nadesłany 25.09.2025 r., przyjęty do druku 17.11.2025 r.



Zezwala się na korzystanie z artykułu na warunkach licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Int.

do ich neutralizacji (np. na poligon). Realizacja takich zadań wymaga dostarczenia w pobliże zagrożonego rejonu różnego rodzaju czujników i narzędzi. Niezbędne są także zdolności robotów do manipulowania różnymi przedmiotami. Podobne uwagi dotyczą sytuacji, kiedy mamy do czynienia z innymi zagrożeniami, np. skażeniem chemicznym środowiska.

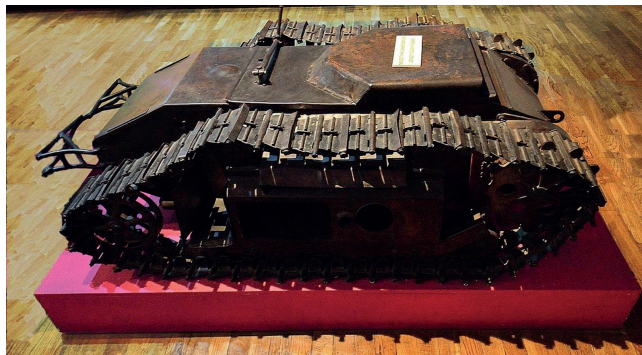
Niezależnie od doświadczenia i fachowości, ryzyko podejmowane przez pirotechnika jest bardzo duże, gdyż IED mogą być zdalnie detonowane (np. za pomocą telefonów komórkowych nawet z bardzo dużej odległości). Kiedy całe ryzyko zostaje przejęte przez robota, pirotechnik może skoncentrować się na wykonywanym zadaniu, co zwiększa skuteczność jego działań. Nawet jeśli robot nie może dotrzeć bezpośrednio do bomby, w dalszym ciągu może skutecznie wspomagać pirotechnika, np. przez inspekcję drogi dojścia, czy też dostarczanie mu narzędzi niezbędnych do rozminowania ładunku. Ponadto kamery robota mogą być użyte do nagrania przebiegu wydarzeń, w celu budowania bazy danych dotyczących doświadczeń, tzw. „Lessons Learned” (LL), celem ich przyszłej analizy i wykorzystania w kolejnych misjach, jak również do szkolenia. Rezultaty analiz danych typu LL są także wykorzystywane do formułowania nowych TTP, mają też wpływ na rozwój konstrukcji robotów lądowych specjalnego przeznaczenia.

Oprócz misji wykrywania, identyfikowania, usuwania, neutralizacji ładunków wybuchowych EOD (ang. *Explosive Ordnance Disposal*) roboty lądowe mogą realizować wiele innych zadań stawianych m.in. przed Wojskami Specjalnymi. Zaliczyć można do nich wsparcie działań antyterrorystycznych – zarówno wsparcie bierne (rozpoznanie zagrożeń chemicznych, wykrywanie i neutralizacja improwizowanych ładunków wybuchowych, rozpoznanie obrazowe na małych odległościach np. w budynkach), jak i aktywne (udział w działaniach wyłomowych, torowanie podejść do obiektów szturm, nadzór techniczny i utrzymanie kontroli nad opanowanymi elementami celu, oślepianie i ogłuszanie przeciwnika, odwracanie uwagi i działania pozoracyjno-mylące).

3. Metodyka projektowania

Nie tylko same roboty podlegały ewolucji, ale również sposoby ich projektowania. Obecnie w Łukasiewicz – PIAP korzysta się z metod stosowanych podczas prac nad projektem Europejskiej Agencji Obrony dotyczącego bezzałogowych systemów lądowych [2] oraz metody PDCA (ang. *Plan-Do-Check-Act*) [6, 7], zaadoptowanej do rozwoju robotów lądowych. Poszczególne etapy PDCA, w kontekście rozwoju robotów lądowych, zostały zastosowane w następujący sposób:

1. Planowanie (*Plan*): Określenie celu rozwojowego dla robota oraz opracowanie strategii ich osiągnięcia. Obejmuje określenie funkcji, które robot ma wykonywać, środowiska, w którym ma operować, identyfikację wymagań technicznych, harmonogram prac oraz alokację zasobów.
2. Realizacja (*Do*): Wykonanie zaplanowanego działania. Obejmuje projektowanie, konstruowanie i programowanie robota zgodnie z wcześniej ustalonymi specyfikacjami. Może również zawierać wstępne testowanie prototypów oraz weryfikację ich funkcji.
3. Sprawdzanie (*Check*): Ocena wyników działań podjętych w fazie realizacji. Testuje się roboty pod kątem ich wydajności, niezawodności, bezpieczeństwa i zgodności z wymaganiami sformułowanymi przez użytkownika końcowego. W przypadku robotów przeznaczonych dla wojska i służb wymagania są efektem tzw. Wymagań Operacyjnych OR (ang. *Operational Requirements*), wynikających z koncepcji ich użycia CONOPs oraz TTP. Analizuje się uzyskane dane w celu identyfikacji ewentualnych niezgodności lub obszarów wymagających poprawy.



Fot. 1. Goliath w Muzeum Wojska Polskiego w Warszawie [Adrian Gryczuk/CC BY-SA 3.0-pl/Wikimedia Commons]

Photo 1. Goliath tracked mine in the Polish Army Museum in Warsaw

4. Działanie (*Act*): W oparciu o wyniki dokonanej oceny podejmuje się działania korygujące i doskonalące. Może to obejmować wprowadzanie poprawek do projektu, modyfikację oprogramowania, wprowadzanie usprawnień w konstrukcji lub procesach produkcyjnych. Następnie cykl PDCA może być powtórzony, aby zapewnić ciągłe doskonalenie robotów lądowych.

Stosowanie metody PDCA usystematyzowało podejście do rozwoju robotów, umożliwiając identyfikację i eliminację problemów, tym samym ciągłe doskonalenie jakości tworzonych robotów oraz ich wydajności.

4. Roboty lądowe do zastosowań specjalnych w Polsce

Pierwsze roboty lądowe, które pojawiły się na ziemiach Polski nie kojarzą się szczególnie dobrze. Urządzenia przypominające współczesne roboty lądowe dały znać o sobie w czasie II Wojny Światowej. Zostały opracowane w Niemczech w 1942 r. Najbardziej znaną konstrukcją był Goliath (Fot. 1) [16], który był samobieżną zdalnie sterowaną miną i służył do niszczenia umocnień, robienia przejść w polach minowych itp. Pojazd ten był stosowany między innymi do niszczenia barykady podczas Powstania Warszawskiego. Do napędu Goliatha przesyłano elektryczne sygnały sterujące za pośrednictwem kabla włączonego przez pojazd. Repertuar poleceń ograniczał się do wskazania kierunku ruchu: przód-tył, lewo-prawo oraz rozkazu detonacji ładunku wybuchowego. W 1945 r. w magazynach niemieckich było wciąż ponad 2,5 tysiąca sztuk tej broni. W sumie do końca drugiej wojny światowej wyprodukowano 2650 lekkich nosicieli ładunków wybuchowych Goliath o napędzie elektrycznym i 5079 o napędzie spalinowym.



Fot. 2. Robot SR-10 Inspector

Photo 2. SR-10 Inspector robot



Fot. 3. Robot SR-10 Inspector (po lewej) i Expert (po prawej)
Photo 3. SR-10 Inspector (left) and Expert (right) robots



Fot. 4. Robot Expert podczas testów
Photo 4. Expert robot undergoing tests



Fot. 5. Robot Expert podejmuje ładunek spod podwozia samochodu
Photo 5. Expert robot acquiring a load from underneath a car

Po raz drugi roboty lądowe w Polsce dały znać o sobie również w mało przyjemnych okolicznościach. Tym razem był to rezultat tragicznej w skutkach detonacji ładunku wybuchowego, podłożonego na warszawskiej stacji benzynowej Shell, w kwietniu 1996 r. By w przyszłości nie narażać antyterrorystów, zakupiono pierwsze trzy roboty pirotechniczne MV-4 (produkcji niemieckiej firmy Telerob). W Polsce pojawiły się na początku 1997 r. Jednakże najprawdopodobniej pierwszym wykorzystywanym w Polsce robotem był robot HOB0 produkcji irlandzkiej firmy Kentree Ltd, stanowiący pod koniec XX w. wyposażenie służb antyterrorystycznych na lotnisku Okęcie.

Historia robotów pirotechnicznych polskiej produkcji rozpoczęła się w 1999 r., kiedy skonstruowano (opracowany w Instytucie Łukasiewicz – PIAP) prototyp robota SR-10 Inspector (Fot. 2 i 3). Od 2000 r. roboty te były sukcesywnie wprowadzane na wyposażenie oddziałów pirotechnicznych polskiej policji oraz wojsk inżynieryjnych, oddziałów saperskich. Inspector [10] miał masę 550 kg, osiągał prędkość 1 km/h, jego manipulator o pięciu stopniach swobody miał zasięg 2 m i mógł podnieść masę do 60 kg, a robot na w pełni naładowanych akumulatorach mógł pracować przez 8 godzin. Wyposażony był w cztery kamery.

Typowym zastosowaniem robota SR-10 Inspector było rozbrajanie i usuwanie ładunków wybuchowych [9]. Możliwość dostosowania tego robota do różnorodnych zadań pozwalało na użytkowanie go przez takie służby, jak policja, jej oddziały prewencji oraz grupy antyterrorystyczne, wojsko – szczególnie wojska inżynieryjne, w tym oddziały saperskie, wojska chemiczne, straż graniczna.

Sukces robotów klasy SR-10 Inspector zachęcił konstruktorów Łukasiewicz – PIAP do tego, aby bazując na dotychczasowych doświadczeniach podjąć się zaprojektowania i wdrożenia nowego robota Expert (Fot. 3, 4 i 5). Pierwszy egzemplarz sprzedano w 2004 r.

Zakres zastosowań robota Expert jest praktycznie taki sam, jak robota SR-10 Inspector, jednak robot Expert został zaprojektowany z myślą o wykorzystaniu go w małych przestrzeniach, tam gdzie większy robot nie mógłby swobodnie operować [20, 21]. Takie przestrzenie to przede wszystkim środki transportu: samoloty, autobusy czy też wagony kolejowe oraz inne ciasne przestrzenie (np. korytarze między fotelami na stadionie). Założenie o pracy wewnątrz środków transportu, a przede wszystkim w samolotach, narzuciło ostre wymagania co do wymiarów bazy mobilnej (mała) oraz samego manipulatora (długi). Na robocie zainstalowano sześć kamer umieszczonych na: manipulatorze (kamera główna), chwytaku oraz z tyłu i z przodu, a ponadto dwie kamery usytuowano po bokach gasienic przednich, co pozwala na inspekcję np. przestrzeni pod fotelami. Dzięki zainstalowaniu dwóch zestawów gasienic, w tym przednich o zmiennym nachyleniu, robot z łatwością pokonuje takie przeszkody jak schody. Ponadto robot ma stabilizatory boczne, które po ich rozłożeniu stabilizują robota umożliwiając podnoszenie dużych ciężarów. Masa Experta z podstawowym wyposażeniem wynosi 197 kg, maksymalna prędkość to 2 km/h, maksymalny udźwig to 8–15 kG w zależności od obszaru w przestrzeni roboczej manipulatora, zasięg ramienia to 290 cm w pionie od podłoża i 230 cm w poziomie od pionowej osi obrotu. Robot może pracować do 4 godzin na w pełni naładowanych akumulatorach. Zasięg transmisji radiowej służącej zdalnemu sterowaniu i pozyskiwaniu obrazów z kamer wynosi 800 m w terenie otwartym.

Nowe zastosowania, a w związku z tym i wymagania dotyczące robotów do zastosowań specjalnych, pojawiły się na początku XXI w. wraz z konfliktami w Afganistanie i w Iraku i pokazały, jak środowisko i koncepcja użycia bezzałogowych systemów lądowych determinuje rozwój ich konstrukcji. W tym czasie w USA realizowany był już program Future Combat Systems, lecz po nowych doświadczeniach tzw. wojny asymetrycznej, program ten został zmodyfikowany. Dotychczasowa doktryna zakładała użycie robotów skomplikowanych i drogich.

Do 2004 r. w Afganistanie i w Iraku armia amerykańska dysponowała 162 robotami [1], które wzięły udział w 11 000 akcji.

Okazało się jednak, że takie drogie konstrukcje zaczęły same w sobie stawać się celami ataków terrorystycznych. Ponadto stwierdzono, że oprócz ceny zakupu istotny jest także czas szkolenia operatora oraz koszt cyklu życia produktu, w tym bieżący serwis. Po zrewidowaniu strategii, do października 2008 r. liczba robotów będących w użyciu przekroczyła 6000 sztuk [3].

Konstrukcje robotów zostały uproszczone. Dotychczas przy projektowaniu robotów priorytetem było obdarzenie maszyny jak największą liczbą funkcji możliwych do realizacji, przy marginalnym traktowaniu kwestii ekonomicznych i ergonomicznych. Oprócz koncepcji użycia i warunków środowiskowych, w dużej mierze rozwój techniki i technologii dyktował ostateczny kształt robota. Tworząc nowe konstrukcje wzięto pod uwagę cenę robota i prostotę jego serwisu, jednocześnie projektowano je tak, aby dysponowały funkcjami niezbędnymi do wykonywania różnorodnych zadań.

Przykładami konstrukcji zbudowanych zgodnie z nowymi trendami są dwa roboty powszechnie stosowane w Afganistanie oraz w Iraku: Packbot (prod. iRobot) oraz Talon (prod. Foster-Miller). W Polsce również pokazały się pierwsze nowe konstrukcje odpowiadające nowym wymaganiom. Są to dwa roboty powstałe w Łukasiewicz – PIAP: PIAP SCOUT® i PIAP IBIS® [28].

Robot PIAP SCOUT® (Fot. 6 i 7) jest przeznaczony do szybkiego rozpoznania terenu i miejsc trudnodostępnych, takich jak przestrzeń pod podwoziami pojazdów, gruzowiska, szyby wentylacyjne, miejsca pod fotelami w środkach transportu i wąskie pomieszczenia. Został zaprojektowany z myślą o użyciu przez jednostki specjalne wojska i policji, ale może też być wykorzystany do monitorowania bezpieczeństwa publicznego [18]. Duża szybkość poruszania (7 km/h) i solidna, modułowa konstrukcja o małej masie (27,5 kg) i gabarytach sprawiają, że robot PIAP SCOUT® [25, 26, 29] znakomicie uzupełnia możliwości dużych robotów, które z racji na swoje wymiary i masę mają ograniczenia sprawiające, że w pewnych sytuacjach nie mogą zastąpić człowieka. Robot PIAP SCOUT® dysponuje manipulatorem o dwóch stopniach swobody, udźwigu 5 kG, i zasięgu 1,17 m; jest wyposażony w cztery kamery, a czas jego pracy na w pełni naładowanych akumulatorach wynosi 2 godziny. Do sprzedaży został wprowadzony w 2010 r.

Jednostki specjalne wojska, policji lub innych formacji używają robota PIAP SCOUT® do wykrywania i neutralizowania ładunków wybuchowych, przemieszczania ładunków, ułatwiania prowadzenia zdalnych negocjacji z terrorystami, dokonywania szybkiego rozpoznania terenu, nagrywania przebiegu akcji dzięki towarzyszeniu zespołowi szturmowemu lub wykonywania zdjęć rentgenowskich. Wielkość i masa robota umożliwiają przenoszenie go w plecaku wojskowym.

Robot PIAP SCOUT® był również zrealizowany w wersji badawczej. W ramach projektu NCBiR *RobREx – Autonomia dla robotów ratowniczo-eksploracyjnych*, prowadzonego w latach 2012–2015, korzystano z jego prototypu z niezależnym napędem każdego z czterech kół. Wersja komercyjna miała dwa silniki, każdy za pomocą pasa zębatego napędzał dwa koła znajdujące się z jednego boku pojazdu, jeden dla lewej, a drugi dla prawej strony robota. Egzemplarz badawczy był testowany zarówno przez PIAP [24], jak i Politechnikę Warszawską [8, 9, 23] i Politechnikę Wrocławską [8, 9]. Celem tego projektu było stworzenie technologii, by robot mógł wspomagać ludzi w akcjach ratowniczych i eksploracyjnych prowadzonych w pomieszczeniach mieszkalnych, biurowych, budynkach użyteczności publicznej lub w ich bezpośrednim otoczeniu.

Robot PIAP IBIS® to duży i szybki robot pirotechniczno-bojowy zaprojektowany do dynamicznych operacji w trudnym terenie. Robot jest posadowiony na platformie mobilnej o napędzie sześciokołowym. Każde z kół ma niezależny napęd, a unikalna konstrukcja ruchomego zawieszenia z niezależnymi



Fot. 6. Robot PIAP SCOUT®
Photo 6. PIAP SCOUT® robot



Fot. 7. Robot PIAP SCOUT®
Photo 7. PIAP SCOUT® robot



Fot. 8. Robot PIAP IBIS®
Photo 8. PIAP IBIS® robot

wahaczami zapewnia stabilność i kontakt wszystkich kół z podłożem podczas jazdy terenowej lub po płaskiej nawierzchni. Może się poruszać z prędkością do 10 km/h. Jego masa wynosi 295 kg. Udźwig manipulatora wynosi 30 kG, a jego zasięg 3,15 m. Może być sterowany za pośrednictwem radia bądź światłowodu. Pierwsze egzemplarze tego robota przekazano klientom w 2011 r.

Robot PIAP IBIS® (Fot. 8 i 9) przystosowany jest do współpracy z wyrzutnikami pirotechnicznymi, czujnikami skażeń chemicznych i radioaktywnych, magistralą do zdalnej detonacji ładunków wybuchowych, systemem negocjacyjnym, nożycami do cięcia drutu, wiertarkami, urządzeniami rejestrującymi i bronią strzelecką.

Robot PIAP IBIS® doskonale radzi sobie na sypkim podłożu (również piaszczystym), skałach, śniegu lub w terenie zurbanizowanym.



Fot. 9. Robot PIAP IBIS®
Photo 9. PIAP IBIS® robot



Fot. 10. Robot PIAP IBIS® MEDEVAC
Photo 10. PIAP IBIS® MEDEVAC robot

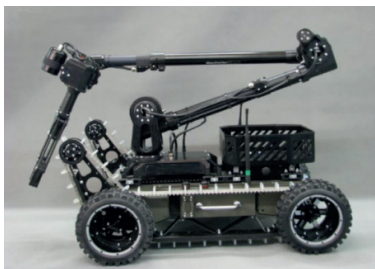
zowanym z dużą liczbą przeszkód terenowych, gdzie jego duża prędkość, zwrotność i stabilność mogą być w pełni wykorzystane.

Istnieje również odmiana robota IBIS nazwana PIAP IBIS® MEDEVAC (Fot. 10), która służy do transportu i ewakuacji medycznej. W miejsce standardowego manipulatora został zamontowany wytrzymały kosz wraz z systemem mocowania noszący dla transportowanego pacjenta lub kosza do transportu sprzętu. Na burtach kosza zostały zamontowane panele systemu MOLLE, które umożliwiają montaż różnorodnego wyposażenia (np. plecaków medycznych). Parametry robota są następujące: maksymalna prędkość 10 km/h, masa własna pojazdu 250 kg, maksymalna masa ładunkowa 200 kg, a zasięg sterowania radiowego wynosi 1000 m.

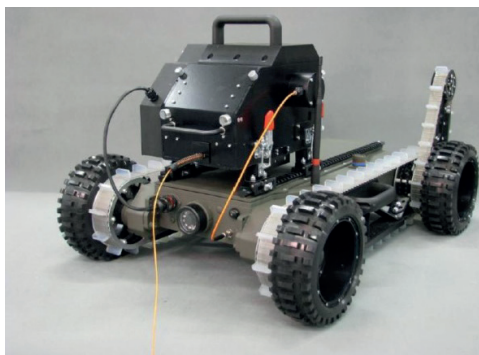
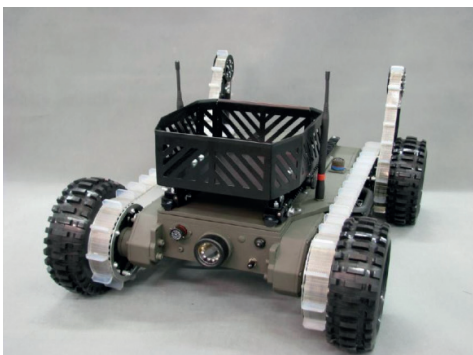
Robot PIAP GRYF® (Fot. 11) [11] stanowi istotnie rozszerzoną wersję robota PIAP SCOUT®. Zmiana jest na tyle duża, że producent (Łukasiewicz – PIAP) postanowił nadać tej konstrukcji oddzielną nazwę. W stosunku do PIAP SCOUT®, PIAP GRYF® ma nowe cechy, pozwalające mu na wykonywanie znaczenie rozszerzonego zakresu zadań. Wśród tych różnic wymienić należy:

- większą i silniejszą bazę mobilną (masa robota 47 kg);
- zwiększoną ruchliwość manipulatora (pięć stopni swobody, dodatkowy obrót manipulatora względem bazy mobilnej, zasięg 2,5 m);
- większy udźwieg manipulatora (do 15 kG),
- możliwość demontażu kół w celu redukcji wysokości robota, co umożliwia prowadzenie akcji w ciasnych duktach.

Pozostawiono kołowo-gąsienicowy układ jezdnny zdolny przemieszczać pojazd z prędkością do 6,5 km/h. PIAP GRYF®, podobnie jak PIAP SCOUT® na w pełni naładowanych akumulatorach może działać przez 2 godziny oraz może być szybko rekonfigurowany przez użytkownika na miejscu akcji. Dodatkowo można przesuwac manipulator wzdłuż bazy mobilnej. Do tej samej szyny, wzdłuż której przesuwany jest manipulator, można szybko mocować różnego rodzaju wyposażenie dodatkowe (np. koszyk, automatyczną nawijarkę światłowodu, czujnik skażeń). Zasięg transmisji radiowej niezbędnej do sterowania i akwizycji danych wynosi 800 m. Badano też możliwość sterowania



Fot. 11. Robot PIAP GRYF®
Photo 11. PIAP GRYF® robot



tym robotem z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości [17]. Komercjalizację robota PIAP GRYF® rozpoczęto w 2011 r.

Robotem podobnym do PIAP GRYF® jest PIAP FENIX®. Jego masa wynosi zaledwie 18 kg, prędkość maksymalna 8,5 km/h i może pracować do 5 godzin na w pełni naładowanych akumulatorach. Maksymalny zasięg transmisji radiowej w terenie otwartym to 800 m, a transmisji światłowodowej to 300 m. Transmisja światłowodowa jest odporna na zakłócenia elektromagnetyczne, obecnie często wykorzystywane przez wroga. Udźwig manipulatora wynosi 5 kG. Robot PIAP FENIX® [13] został zaprojektowany do prowadzenia rozpoznania w bezpośredniej styczności z nieprzyjacielem oraz w miejscach trudno dostępnych dla człowieka. Zamontowane na bazie mobilnej kamery, m.in. dzień-noć lub termowizyjna, umożliwiają prowadzenie obserwacji przez całą dobę. Robot może pracować z różnym ekwipunkiem dodatkowymi, takim jak: wyrzutniki pirotechniczne (np. Mini Mamba – Richmond Defence Systems), urządzenia rentgenowskie (PROTOS – LOGOS IMAGING) oraz aktywną nawigarką światłowodową. Sprzedaż robota PIAP FENIX® rozpoczęto w 2023 r.

Robot PIAP PATROL® [15] został skonstruowany do wykonywania zadań C-IED (ang. *Counter – Improvised Explosive Device*) i obrony przed czynnikami CBRN (Chemicznymi, Biologicznymi, Radiologicznymi i Nuklearnymi). Jego sprzedaż rozpoczęto w 2022 r. Jest to robot gasienicowy o masie 95 kg, poruszający się z prędkością do 8 km/h, na w pełni naładowanych akumulatorach działający do 5 godzin i zasięgu łączności radiowej wynoszącym 800 m w terenie niezabudowanym. Jego manipulator o sześciu stopniach swobody ma zasięg 2 m i jest zdolny do podnoszenia ładunków o masie do 22 kg. Konstrukcja robota umożliwia montaż kilku akcesoriów jednocześnie, takich jak mobilne systemy rentgenowskie i czujniki CBRN [12].

Robotem o odmiennej konstrukcji i przeznaczeniu jest PIAP TRM® (Taktyczny Robot Miotany), który został zaprojektowany do aktywnej teleobserwacji w zastosowaniach militarnych, policyjnych i ratowniczych [6]. Jest on odpowiedzią na zapotrzebowanie na rozpoznanie terenu prowadzone przez jednostki specjalne przed przystąpieniem do akcji. Sprzedaż tego robota rozpoczęto w 2010 r.

PIAP TRM® (Fot. 12) to urządzenie, którego masa to zaledwie 1,5 kg, porusza się z maksymalną prędkością 3,3 km/h, jest odporny na upadek z wysokości 9 m, zasięg transmisji radiowej w budynkach wynosi od 30 m do 100 m, a w przestrzeni otwartej do 350 m. Baza mobilna może się przemieszczać przez 1 godzinę na w pełni naładowanym akumulatorze. Urządzenie wyposażone jest w kamerę, mikrofon, oświetlacze LED, i/lub LED IR. Dzięki temu wyposażeniu oraz swoim parametrom robot może być wrzucony do obiektu, ale też wprowadzony do obiektu z pewnej odległości, w sposób teleoperowany. Umieszczona w urządzeniu kamera, mikrofon oraz mobilne zdolności robota powodują, że jest to znakomite narzędzie rozpoznawcze, znacząco ograniczające ryzyko utraty zdrowia lub życia członków grup specjalnych i sekcji szturmowych wykonujących akcje w niebezpiecznym terenie. PIAP TRM® w założeniach może być wyposażony w dodatkowe urządzenie zewnętrzne, które pozwala na przenoszenie specjalizowanych ładunków: oślepiających, ogłu-

szających, sygnalizacyjnych oraz wybuchowych. Wyposażenie dodatkowe pozwala na wykorzystanie PIAP TRM® do akcji bezpośrednich takich jak np. odwracanie uwagi przeciwnika od kierunku szturm, czy krótkotrwałej dezorganizacji jego działań.

Ważną cechą PIAP TRM® jest to, że może on sam stanowić wyposażenie dodatkowe dla większych robotów produkcji Łukasiewicz – PIAP. W takim przypadku może on zostać dowieszony przez większą platformę na miejsce misji lub może zostać użyty jako dodatkowa ruchoma kamera do wspomagania skomplikowanej akcji wykonanej przez większego robota (PIAP SCOUT®, PIAP GRYF® lub PIAP IBIS®). Podsumowując PIAP TRM® może realizować scenariusze typu inspekcja i rozpoznanie terenu i obiektów, nasłuchiwanie dźwięków i rozmów w bezpośrednim otoczeniu robota, działając w różnych warunkach oświetlenia, z możliwością oświetlania celów lub niebezpiecznych przedmiotów oraz rejestracji obrazu i dźwięku na karcie pamięci SD. Z jednego panelu sterowania można kierować trzema robotami PIAP TRM®.

Mimo że typowym zastosowaniem robotów lądowych są misje typu EOD/IED, to Łukasiewicz – PIAP projektuje roboty dostosowane do konkretnych misji, tak aby mogły jak najskuteczniej i jak najszybciej realizować zamiar taktyczny dowódcy operacji.

PIAP SCOUT® oraz PIAP GRYF® doskonale nadają się do skrytej obserwacji przeciwnika. W przypadku wyposażenia ich w urządzenia noktowizyjne, termowizyjne lub inne optoelektroniczne (takie wyposażenie było testowane w Łukasiewicz – PIAP), robot może przez wiele godzin przebywać w niekorzystnych lub niebezpiecznych dla człowieka warunkach, dostarczając cennych informacji o przeciwniku i terenie działania.

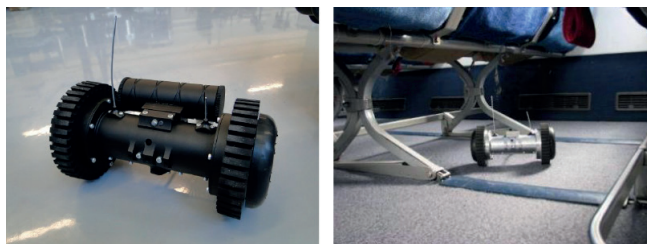
Podobne zastosowanie może mieć robot PIAP TRM®, z tym że w tym przypadku jest to raczej wsparcie rozpoznawcze. To samo urządzenie może być również użyte do celowego i kontrolowanego odwrócenia uwagi przeciwnika od kierunku ataku. W tym celu możliwe jest wykorzystanie dodatkowego wyposażenia robota TRM zawierającego materiały pirotechniczne lub wybuchowe przeznaczone do generowania huk, dymu lub błysku. W krańcowym przypadku może to być misja samobójcza robota TRM.

Roboty Łukasiewicz – PIAP mogą być także wyposażone w broń. W zastosowaniach policyjnych takim wyposażeniem używanym w praktyce są wyrzutnik pirotechniczny i strzelba gładkolufowa, a w wojsku nawet systemy raketowe.

Realizacja zadań związanych z wykrywaniem skażeń CBRN jest w pewnym stopniu związana z działaniami Wojsk Specjalnych. Odpowiednie wyposażenie robotów w czujniki skażeń nie stanowi specjalnego problemu od strony technicznej. Roboty produkcji Łukasiewicz – PIAP były testowane z wieloma rodzajami takich czujników.

W Łukasiewicz – PIAP zaprojektowano dużą bezzałogową platformę hybrydową HUNTeR® (Fot. 13) przeznaczoną do realizacji zadań szybkiego reagowania. Ów robot może osiągać prędkość ok. 50 km/h i pokonywać zróżnicowany teren. Ma masę ponad 4 ton, długość 470 cm i szerokość 220 cm. Rozstaw osi pojazdu wynosi 220 cm, a koła mają średnicę 1 m. Jest zbudowana na zawieszeniu zależnym typu 3-link z drążkiem Panharda, ze sprężynami śrubowymi i amortyzatorami o sterowanym tłumieniu. Pojazd jest napędzany przez dwa trakcyjne silniki elektryczne. W konstrukcji zastosowano blokadę mechanizmów różnicowych i dwie osie skrętne poprawiające dzielność terenową. Zamontowana na platformie spalinowa prądnica zasila akumulator. Hybrydowy układ zasilania umożliwia długą pracę robota oraz ciche poruszanie się przy wyłączonym silniku spalinowym. Platforma ma hamulce tarczowe oraz hamulce postojowe. Jest teleoperowana z przenośnego panelu.

Wysoka mobilność jest możliwa dzięki zastosowaniu aktywnego zawieszenia oraz osiąganiu dużej prędkości. Robot może przewozić drona (UAV), który zwiększa możliwości komunikacyjne w terenie, co daje zdalnemu operatorowi lepsze rozeznanie



Fot. 12. Robot PIAP TRM®
Photo 12. PIAP TRM® robot



Fot. 13. Platforma mobilna PIAP HUNTER®
Photo 13. PIAP HUNTER® mobile platform

w otoczeniu. System może realizować zadania patrolowe w trybie działania autonomicznego, wykorzystując zaawansowane techniki planowania ścieżki, omijania przeszkód i rozpoznawania obiektów. służyć do obserwacji i patrolowania granic, terenów wojskowych lub miejskich, a także do wsparcia ogniowego lekkiej piechoty czy osłony kolumny wojsk zmechanizowanych. Robot jest wyposażony w kamerę termowizyjną, kamerę dzienną, kamery jezdne oraz system komunikacji radiowej. Ponadto w robocie zastosowano Zdalny Moduł Uzbrojenia ZMU-03, opracowany przez Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o.o., należącej do Grupy WB (największej prywatnej grupy kapitałowej realizującej zadania z zakresu obronności państwa). Moduł ZMU-03 jest lekkim systemem wieżowym wyposażonym w karabin maszynowy kaliber 12,7 mm (M2 Browning), cztery wyrzutniki granatów dymnych oraz głowicę obserwacyjną. Jest przeznaczony do lekkich pojazdów kołowych, w tym platform bezzałogowych. Głowica obserwacyjna systemu jest wyposażona w kamerę dzienną, termowizyjną oraz dalmierz laserowy, umożliwiając wykrycie, rozpoznanie i śledzenie obiektów na polu walki zarówno w warunkach dziennych, jak i nocnych. Moduł ZMU-03 ma również system stabilizacji karabinu maszynowego oraz głowicy, a także serwo mechanizm wizyjny, dzięki któremu operator może prowadzić zdalnie niezakłóconą obserwację oraz kierować ogniem podczas jazdy.

5. Znaczenie stosowania robotów w wojsku, kierunki dalszych prac, wnioski końcowe

W ostatnich czasach można zaobserwować dwie nowe linie rozwojowe robotów do zastosowań wojskowych. Po pierwsze są to działania idące w kierunku osiągnięcia autonomii robotów podczas wykonywania misji. Zaznaczyć należy, że osiągnięcie autonomii działań robotów lądowych UGV (ang. *Unmanned Ground Vehicle*) jest znacznie trudniejsze niż w przypadku bezzałogowych platform latających. Wynika to z faktu, że środowisko robota latającego, drona, jest zdecydowanie mniej skomplikowane niż środowisko lądowe. W rezultacie roboty nowej generacji bezzałogowych platform lądowych będą musiały nie tylko sprawnie poruszać się po drogach i bezdrożach, a także podejmować kluczowe decyzje, np. czy zniszczyć cel.

Ostatnie działania zbrojne wskazują na coraz częstsze wykorzystanie bezzałogowych platform na polu walki. Roboty konstrukcji i produkcji Łukasiewicz – PIAP są używane nie tylko przez polskie wojsko i służby specjalne, ale także w ponad dwudziestu innych krajach.

Istotny jest dialog między producentem robotów i wojskiem, będącym użytkownikiem końcowym robotów, aby rozumieć wymagania i potrzeby wojska. Dialog jest elementem optymalizującym zarządzanie cyklem życia tych skomplikowanych, technologicznie zaawansowanych systemów. Ciągłość zamówień zapewnia ciągłość dostaw i utrzymanie mocy produkcyjnych na optymalnym poziomie z możliwością osiągnięcia kolejnych, wyższych poziomów, w razie takiej konieczności.

Kierunki dalszych prac dotyczących robotów lądowych dla wojska i służb mundurowych powinni nakreślać użytkownicy końcowi. Jednakże producenci powinni wskazywać możliwości ich rozwoju na podstawie informacji pozyskanych z obszaru eksploatacji (ang. *end-user inputs*) oraz technologii innowacyjnych (ang. *emerging and disruptive*), które mogą poszerzyć możliwości tych systemów o nowe konstrukcje napędów (np. silniki bezszczotkowe) tak, aby uzyskać duży moment obrotowy przy niskich prędkościach, baterie (o większej mocy, mniejszej wadze), innowacyjne technologie nowych materiałów (większa wytrzymałość, mniejszy ciężar), digitalizacja (mniej kabli, mniej awarii) modularność systemu, innowacyjna komunikacja, w tym cyfrowe radio (większy zasięg, mniejsze zużycie energii, odporność na zagłuszanie, autonomia działania). Istotna jest integracja technologiczna, standaryzacja systemów, opracowanie taksonomii dla tego obszaru, ustanowienie zasad etycznych i prawnych dla całego cyklu zarządzania życiem bezzałogowych platform lądowych.

Zdobyte doświadczenie pozwala na wyciągnięcie wniosków odnoszących się do rozwoju robotów lądowych. Wskazuje ono wyraźnie, że zarówno środowisko, jak i koncepcja użycia bezzałogowych systemów lądowych determinuje ich rozwój w obszarze kształtowania ich konstrukcji.

Przyszłe działania będą określane na podstawie analizy potrzeb, a w przypadku systemów wojskowych analizy potrzeb zwiększania możliwości pozyskania zdolności obronnych i definiowania luk technologicznych, których opracowanie spełniłoby wymagania stawiane tym systemom zarówno w środowisku cywilnym, jak i wojskowym [5] udowadniając, że zarówno środowisko, jak i koncepcja użycia bezzałogowych systemów lądowych determinuje ich rozwój.

6. Podsumowanie

W artykule przedstawiono rozwój konstrukcji robotów lądowych wytwarzanych przez Łukasiewicz – PIAP. Instytut rozpoczął swoją przygodę z robotyką w latach 80. XX w., kiedy kupiono licencję na produkcję robotów przemysłowych IRB-6 od szwedzkiej firmy ASEA (obecnie ABB). Sterowniki tych robotów były udoskonalane w Instytucie, co skutkowało ich zastosowaniami w przemyśle. W ten sposób zdobyto niezbędne kompetencje do projektowania różnorodnych robotów. Pod koniec XX w. postanowiono zainteresować się robotami dla służb specjalnych i wojska. Ten artykuł koncentruje się właśnie na tych urządzeniach. Prezentuje ich parametry oraz zakres zastosowań. Można go uznać za podsumowanie dokonań Łukasiewicz – PIAP w zakresie konstrukcji terenowych robotów lądowych. Obecnie prace koncentrują się na obdarzeniu robotów autonomią działania [30].

Bibliografia

1. *The Emerging UMV and UGV Markets 2008-2018 – a new report*, Shephard, December 2008.
2. *Unmanned Ground Systems Landscaping and Integration Study* (UGS-LIS), FINAL STUDY REPORT, European Defence Agency, GMV-UGS-LIS-PRS-001-15, 2015.
3. *Unmanned Systems Roadmap 2007–2032*, US Department of Defence, December 2007.

4. Budny E., Szynkarczyk P., Wrona J., *Unmanned Ground Military and Construction Systems Technology Gaps Exploration*, 2017 Proceedings of the 34th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC), National Taiwan University of Science and Technology (NTUST), 577–581, DOI: 10.22260/ISARC2017/0080.
5. Czupryniak R., Szynkarczyk P., Trojnecki M., *Tendencje rozwoju mobilnych robotów lądowych (2), Nowe kierunki w robotyce mobilnej*, „Pomiary Automatyka Robotyka”, R. 12, Nr 7-8, 2008, 10–13.
6. Dong Y., Li L., *The Application Practice of PDCA Cycle in Improving Product Quality*, “Frontiers in Business, Economics and Management”, Vol. 19, No. 2, 2025, 169–172, DOI: 10.54097/db53kn09.
7. Jagusiak-Kocik M., *PDCA cycle as a part of continuous improvement in the production company – a case study*, “Production Engineering Archives”, Vol. 14, 2017, 19–22.
8. Janiak M., Zieliński C., *Platforma mobilna Rex – struktura układu sterowania*, XIII Krajowa Konferencja Robotyki, Kudowa Zdrój, 2-6 Lipca 2014, Postępy robotyki. Prace Naukowe – Elektronika, z. 194, Red. K. Tchoń, C. Zieliński. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2014, 45–54.
9. Janiak M., Zieliński C., *Control system architecture for the investigation of motion control algorithms on an example of the mobile platform Rex*, “Bulletin of the Polish Academy of Sciences – Technical Sciences”, Vol. 63, No. 3, 2015, 667–678, DOI: 10.1515/bpasts-2015-0078.
10. Klimasara W., *Koncepcja, projekt oraz konstrukcja mechaniczna mobilnego robota interwencyjno-inspekcyjnego SR-10 Inspector*, VII Krajowa Konferencja Robotyki, 5-8 września 2001, Łądek Zdrój. Prace Naukowe Instytutu Cybernetyki Technicznej Politechniki Wrocławskiej, Konferencje, Vol. 102, Nr 46, 2001, 139–148.
11. Kowalski G., Głowska J., Macias M., Puchalski S., *Modular robotic system for forensic investigation support*, “Counterterrorism, Crime Fighting, Forensics, and Surveillance Technologies”, Proceedings of SPIE, Vol. 10441, 2017, DOI: 10.1117/12.2278735.
12. Kowalski G., Wołoszczuk A., Sprońska A., Buliński D., Czubaczyński F., *Modular Robotic Toolbox for Counter-CBRN Support*, International Conference on Systems, Control and Information Technology, SCIT 2016, “Advances in Intelligent Systems and Computing”, Vol. 543, 2017, 396–408, DOI: 10.1007/978-3-319-48923-0_43.
13. Krakówka T., Stankiewicz B., *The Development of PIAP Fenix Mobile Robot*, International Conference Automation, ICA 2017, “Advances in Intelligent Systems and Computing”, Vol. 550, 2017, 380–389, DOI: 10.1007/978-3-319-54042-9_35.
14. Krakówka T., Typiak A., *Problematyka doboru obciążeń przy projektowaniu i optymalizacji manipulatorów przenośnych robotów mobilnych do zastosowań specjalnych*, „Pomiary Automatyka Robotyka”, R. 26, Nr 1, 2022, 61–67, DOI: 10.14313/PAR_243/61.
15. Litman T., *Autonomous Vehicle Implementation Predictions: Implications for Transport Planning*, Victoria Transport Policy Institute, November 2018, [www.vtppi.org/avip.pdf].
16. Łysoń M., *Dlaczego zdalnie sterowane miny Goliath nie oplaciły się nazistom?*, „Chip”, 19.03.2022.
17. Macias M., Dąbrowski A., Fraś J., Karczewski M., Puchalski S., Tabaka S., Jaroszek P., *Measuring Performance in Robotic Teleoperation Tasks with Virtual Reality Headgear*, Conference on Automation 2019, “Advances in Intelligent Systems and Computing”, Vol. 920, 2020, 408–417, DOI: 10.1007/978-3-030-13273-6_39.
18. Piwiński J., Sprońska A., Zawieska K., Domański M., *Wnioski z projektu innowacyjnego „Wpływ robotów mobilnych na zbiorowe zachowanie ludzi”*, „Pomiary Automatyka Robotyka”, R. 15, Nr 2, 2011, 484–494.
19. Szynkarczyk P., *Ewolucja konstrukcji robotów mobilnych specjalnego przeznaczenia w kontekście zmian wymagań dla bezpieczeństwa publicznego [w:] „Bezpieczeństwo społeczności lokalnych”* (red. B. Bębenek, I. Żuchowski), Pultusk 2022, ISBN 978-83-7549-298-9, 17–34.
20. Szynkarczyk P., *Neutralising and assisting robot SMR-100 Expert – design problematics*, “Bulletin of the Polish Academy of Sciences Technical Sciences”, Vol. 53, No. 1, 2005, 87–92.
21. Szynkarczyk P., Czupryniak R., Trojnecki M., Andrzejuk A., *Current State and Development Tendency in Mobile Robots for Special Applications*, International Conference WESIC '08, 2008, 30–41.
22. Szynkarczyk P., Wrona J., Pasternak M., Rubiec A., Serafin P., *Unmanned Ground Vehicle Equipped with Ground Penetrating Radar for Improvised Explosives Detection*, “Journal of Automation, Mobile Robotics and Intelligent Systems”, Vol. 15, No. 2, 2021, 20–31, DOI: 10.14313/JAMRIS/2-2021/10.
23. Trojanek P., Zieliński C., Kornuta T., Winiarski T., *Metoda projektowania układów sterowania autonomicznych robotów mobilnych. Cz.2: Przykład zastosowania*, „Pomiary Automatyka Robotyka”, R. 15, Nr 10, 2011, 84–90.
24. Trojnecki M., Dąbek P., *Badania symulacyjne i doświadczalne ruchu robota kołowego SCOUT podczas manewru zakręcania*, XII Forum Inżynierskiego ProCAX, Kraków 15–17 października 2013 r., „Mechanik”, Vol. 87, Nr 2, 2014.
25. Trojnecki M., Dąbek P., Kacprzyk J., Hendzel Z., *Motion Stabilization System of a Four-Wheeled Mobile Robot for Teleoperation Mode: Experimental Investigations in Indoor Environment*, Intelligent Systems'2014, “Advances in Intelligent Systems and Computing”, Vol. 323, 2014, 117–128, DOI: 10.1007/978-3-319-11310-4_11.
26. Trojnecki M., Dąbek P., Kacprzyk J., Hendzel Z., *Trajectory Tracking Control of a Four-Wheeled Mobile Robot with 16w Rate Linear Controller*, “Advances in Intelligent Systems and Computing”, Vol. 267, 2014, 507–521, DOI: 10.1007/978-3-319-05353-0_48.
27. Trojnecki M., Szynkarczyk P., *Tendencje rozwoju mobilnych robotów lądowych (3), Autonomia robotów mobilnych – stan obecny i perspektywy rozwoju*, „Pomiary Automatyka Robotyka”, R. 12, Nr 9, 2008, 5–9.
28. Trojnecki M., Szynkarczyk P., Andrzejuk A., *Tendencje rozwoju mobilnych robotów lądowych (1), Przegląd robotów mobilnych do zastosowań specjalnych*, „Pomiary Automatyka Robotyka”, R. 12, Nr 6, 2008, 11–14.
29. Wilk Ł., Trojnecki M., Dąbek P., Cader M., *Modelowanie nietypowej opony robota mobilnego SCOUT z zastosowaniem systemów CAr*, XII Forum Inżynierskie ProCAX, Kraków 15–17 października 2013 r., „Mechanik”, Vol. 87, Nr 2, 2014.
30. Zieliński C., Arabas J., Belter D., Kasprzak W., Kowalczyk Z., Ławryńczuk M., Malinowski M., Mazur A., Mazurczyk W., Niewiadomska-Szynkiewicz E., Pazderski D., Skrzypczyński P., Sochacki M., Szmidt J., Szynkarczyk P., Szynkiewicz W., Wrona J., Zielińska T., *Autonomia robotów pola walki i robotów specjalnego przeznaczenia*, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów – PIAP, Wydawnictwo Naukowe Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji, 2025, <https://lukasiewicz.gov.pl/wp-content/uploads/2025/06/Autonomia-Robotow.pdf>

Development of Land Robots in Łukasiewicz – PIAP

Abstract: The purpose of this article is to present the historical development of land robots designed and manufactured by the Łukasiewicz Network – Industrial Institute for Automation and Measurements (PIAP). These robots have been manufactured primarily for the military forces and emergency services, such as firefighters, border guards, police, and anti-terrorist units. Because the requirements of these services were the driving force behind the development of this line of robots, the article also presents these needs. Literature studies and many years of experience in constructing land robots have led PIAP to formulate a design methodology. The thus elaborated methodology is also outlined here.

Keywords: land robot, combat robot, robot for special forces

dr hab. inż. Piotr Szynkarczyk

piotr.szynkarczyk@piap.lukasiewicz.gov.pl

ORCID: 000-0002-1937-5000

Doktor habilitowany (2019), absolwent polsko-amerykańskich studiów podyplomowych w zakresie Komercjalizacji Innowacyjnych Przedsięwzięć i Nowych Technologii realizowanych przez Uniwersytet Łódzki wraz z University of Texas w Austin w USA (2010), doktor (2000), magister, specjalność – robotyka (1992). W 2023 r. ukończył studia podyplomowe we Francuskim Instytucie Zarządzania uzyskując dyplom Executive MBA. Od 1993 r. zatrudniony w Instytucie PIAP, obecnie dyrektor Sieci Badawczej Łukasiewicz – Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów PIAP. Współtwórca pierwszych polskich robotów pirotechnicznych Inspector i Expert stosowanych w kraju i za granicą. Autor i współautor 12 zgłoszeń patentowych i ponad 70 publikacji naukowo-technicznych w wydawnictwach polskich i zagranicznych. Od wielu lat odnosi sukcesy we wdrożeniach, marketingu i globalnej sprzedaży robotów mobilnych specjalnego przeznaczenia. Jako ekspert kształtuje kierunki rozwoju, konstrukcji i produkcji robotów w instytucie Łukasiewicz-PIAP. Odznaczony Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski (2015) Złotym medalem „Za Zasługi dla Obronności Kraju” (2015), oraz Brązowym Krzyżem Zasługi (2005).



dr hab. inż. Józef Wrona

jozef.wrona@piap.lukasiewicz.gov.pl

ORCID: 0000-0003-3318-6844

Absolwent Wojskowej Akademii Technicznej (mgr inż. 1985, doktorat 1998, habilitacja 2019). Dyrektor Programu Współpracy Międzynarodowej w Obszarze Technologii Obronnych w Łukasiewicz – PIAP oraz koordynator Kierunku Horyzontalnego w Sieci Badawczej Łukasiewicz „Rozwiązania z zakresu podwójnego zastosowania – cywilnego i wojskowego (dual use)”. Był Dyrektorem Instytutu Budowy Maszyn w Wojskowej Akademii Technicznej (WAT). W ramach NATO Advanced Fellowships Programme odbył staż naukowy w Purdue University, w USA. W Ministerstwie Obrony Narodowej był Krajowym Dyrektorem ds. Badań i Technologii Obronnych, w tym w Organizacji NATO ds. Badań/Nauki i Technologii (NATO RTO/STO) i Europejskiej Agencji Obrony (EDA). Był przewodniczącym Komitetu Sterującego w NCBiR. Uczestniczył w zarządzaniu (po stronie rządowej) 57 programami i projektami krajowymi i międzynarodowymi, oraz kilkunastoma projektami po stronie wykonawcy. Zajmuje się inżynierią mechaniczną, szczególnie załogowymi i bezzałogowymi platformami lądowymi. Autor ponad 50 prac z tego zakresu. Członek Rady Dyrektorów I.A.A.R.C. (International Association for Automation and Robotics in Construction).



prof. dr hab. inż. Cezary Zieliński

cezary.zielinski@pw.edu.pl

ORCID: 0000-0001-7604-8834

Jest profesorem na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych (WETI) Politechniki Warszawskiej (PW). W PW pracuje od 1985 r., a od 2008 r. również w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów. W PW sprawował funkcje: prodziekana ds. nauki i współpracy międzynarodowej WEITI (2002-2005), zastępcy dyrektora ds. naukowych Instytutu Automatyki i Informatyki Stosowanej (IAiIS) (2005-2008), dyrektora IAIS (2008-2016, 2020–) oraz prodziekana ds. ogólnych WEITI (2016–2020). Od 1996 r. jest kierownikiem Zespołu Robotyki w IAiIS. Od 2007 roku jest członkiem Komitetu Automatyki i Robotyki Polskiej Akademii Nauk. Pracował również w Loughborough University of Technology (1992) oraz Nanyang Technological University (1999–2001). Jego zainteresowania badawcze koncentrują się na zagadnieniach związanych z metodami programowania i sterowania robotów. Jest autorem i współautorem ponad 200 publikacji z tego zakresu.

