



KAPSUŁY ŻYCIA – EWAKUACJA PRZYSZŁOŚCI. TECHNOLOGIA BEZZAŁOGOWYCH SYSTEMÓW POWIETRZNYCH W PROCESIE TRANSPORTU RANNYCH ŻOŁNIERZY Z POLA WALKI

Life capsules – the evacuation of the future.

An unmanned aerial systems technology in the transport
of wounded soldiers from the battlefield



Tomasz Ząbkowski¹, Piotr Kasprzak², Miłosz Borowski¹, Kamil Ciechan³

1. Wojskowy Instytut Medyczny – Państwowy Instytut Badawczy, Klinika Urologii Ogólnej, Czynnościowej i Onkologicznej, Polska
2. Pion Badawczy, Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia w Zielonce, Polska
3. Aplikant radcowski, Okręgowa Izba Radców Prawnych w Warszawie, Polska

Tomasz Ząbkowski –  0000-0001-5354-4069

Piotr Kasprzak –  0000-0002-8911-4682

Miłosz Borowski –  0000-0002-0017-302X

Kamil Ciechan –  0000-0001-5583-3606

Streszczenie

Wprowadzenie i cel: Autorzy przedstawiają wykorzystanie nowych technologii do wdrożenia specjalnie zaprojektowanych „kapsuł życia” jako części systemu ewakuacji rannych żołnierzy z pola walki. W artykule omówiono możliwości transportu „kapsuł życia” za pomocą załogowych i bezzałogowych systemów powietrznych oraz wprowadzono zasadnicze obliczenia matematyczne dotyczące niezawodności funkcjonowania bezzałogowego i załogowego transportu rannych żołnierzy. **Materiał i metody:** W pracy uwzględniono dodatkowo zasady prognozowania procesów niezawodnościowych w przewidywanych okresach eksploatacji. W procesie analitycznym przewiduje się także wykorzystanie zróżnicowanego transportu w obszarze techniki lądowej, powietrznej i morskiej. Integracja nowych technologii – bezzałogowych systemów powietrznych – i humanizmu w procesie transportu rannych żołnierzy z pola walki stanowi najwyższą wartość w doskonaleniu procesu ratowania ludzkiego życia. **Wyniki:** W artykule zostały przedstawione podstawowe rozwiązania umożliwiające transport rannych żołnierzy z pola walki. Wyprowadzenie rannych żołnierzy, poza względami moralnymi, ma również znaczenie dla przywracania zdolności bojowej walczącego wojska. **Wnioski:** W pracy omówiono zasadnicze uwarunkowania zmierzające do usprawnienia procesów transportowych rannych żołnierzy na polu walki. Uwarunkowania te stanowią podstawę do podejmowania prac zmierzających do opracowania i wdrożenia transportowych kapsuł życia. Opracowane rozwiązania konstrukcyjne transportowych kapsuł życia, z uwagi na ich szczególną przydatność, powinny być dostosowane do zróżnicowanych sytuacji bojowych. W procesie transportowania rannych żołnierzy z pola walki istotne znaczenie ma infrastruktura transportowa, która dotyczy w różnym stopniu wszystkich środków transportu, a w szczególności środków lotniczych. W pracy opisano ogólny zarys metody i sposoby transportu rannych żołnierzy z pola walki. Zróżnicowane metody i sposób transportowania powinny być poddane szczegółowym opracowaniom. Cały proces transportu powinien stanowić podstawę do podjęcia prac badawczo-rozwojowych i wdrożeniowych.

Abstract

Introduction and objective: The authors present the use of new technologies to implement specially designed “life capsules” as part of a system for evacuating wounded soldiers from the battlefield. The article shows the possibilities of transporting “life capsules” by means of manned and unmanned aerial systems and introduces essential mathematical calculations regarding the reliability of operation of unmanned and manned transport of wounded soldiers. **Material and methods:** In addition, the principles of forecasting reliability processes over the expected operating periods have been taken into account. The analytical process also envisages the use of differentiated transportation in the areas of land, air and sea technology. The integration of new technologies – unmanned aerial systems – and humanism in the process of transporting wounded soldiers from the battlefield, represents the highest value in improving the process of saving human lives. **Results:** The article presented here covers the basic solutions for transporting wounded soldiers from the battlefield. Taking out wounded soldiers, in addition to moral considerations, is also important for restoring the combat capability of a fighting arm. **Conclusions:** The paper presents the fundamental conditions aimed at improving the transport processes of wounded soldiers on the battlefield. These conditions are the basis for undertaking work aimed at developing and implementing transport life capsules. The developed design solutions of transport life capsules, due to their special usefulness, should be adapted to diverse combat situations. In the process of transporting wounded soldiers from the battlefield, the transport infrastructure is of vital importance, which applies

to varying degrees to all means of transport, especially airborne means. The paper provides an overview of the method and means of transporting wounded soldiers from the battlefield. Diverse methods and means of transport should be subjected to detailed studies. The whole process of transportation should be the basis for undertaking research and development and implementation work.

Słowa kluczowe: drony, kapsuły życia, ewakuacja, pole walki, bezzałogowy system powietrzny, ranny żołnierz

Keywords: drones, life capsules, evacuation, battlefield, unmanned aerial system, wounded soldier

DOI 10.53301/lw/176285

Praca wpłynęła do Redakcji: 10.09.2023

Zaakceptowano do druku: 04.12.2023

Autor do korespondencji:

Kamil Ciechan
ul. Pięciolinii 8, 02-784 Warszawa
e-mail: Ind.kamil@gmail.com

Wstęp

Na świecie toczy się obecnie około 50 konfliktów zbrojnych, w które zaangażowanych jest ponad 60 państw i 370 ugrupowań partyzanckich. Tylko w 2012 roku w konfliktach zbrojnych śmierć poniosło co najmniej 100 tysięcy osób. Do tego dochodzą cywilne ofiary klęsk humanitarnych, będących konsekwencją konfliktów o charakterze międzynarodowym, ale także wojen domowych i różnorodnych „konfliktów wewnętrznych”, które trwają nieprzerwanie od dekad. We współczesnym konflikcie zbrojnym niezbędna jest większa liczba placówek medycznych, które dzięki wyszkoleniu i nowym technologiom pozwolą zmniejszyć liczbę ofiar śmiertelnych. Medycyna pola walki stoi przed wieloma wyzwaniami związanymi z zapewnieniem wsparcia w operacjach wojskowych, których profil zmienił się i będzie zmieniał dynamicznie [1].

Uczestnictwo Polski w pokojowych misjach wojskowych związanych z przynależnością do ONZ, NATO bądź UE, walka z terroryzmem, kryzys migracyjny związany z uchodźcami ukraińskimi powodują wzrost zagrożenia zdrowia i życia. W związku z tymi zagrożeniami problematyka urazów wynikających ze skutków oddziaływania pola walki staje się wiodącym przedmiotem zainteresowań naukowych Wojskowego Instytutu Medycznego – Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie jako jednostki naukowo-badawczej. W obliczu obecnej sytuacji destabilizacji i zagrożeń polityczno-militarnych na arenie międzynarodowej jednym z głównych tematów jest sprawne, małoinwazyjne i szybkie transportowanie rannych żołnierzy z pola walki. Analiza przyczyn zgonów podczas działań wojennych wskazuje, że znacznie można byłoby je ograniczyć, gdyby były dostępne alternatywne metody i środki działań. 90% zgonów następuje zanim ranni znajdą się w placówkach medycznych [2]. Zgodnie z wytycznymi Tactical Combat Casualty Care (TCCC) opieka nad osobami z urazami w środowisku taktycznym ma trzy główne cele [2]:

- udzielić pomocy poszkodowanemu,
- zapobiec dodatkowym ofiarom,
- ukończyć misję.

Wojskowi eksperci medyczni i środowisko naukowe zgodnie potwierdzają, że pozaszpitalna faza opieki jest obszarem, w którym nastąpi kolejny „wielki skok” roz-

wojowy, głównie ze względu na postępujące innowacje w technologii, szkoleniach i komunikacji. W procesie transportowania rannych żołnierzy z pola walki mogą być zaangażowane zróżnicowane środki, do których należą [3]:

- bezzałogowe i załogowe systemy transportu – bezzałogowe statki powietrzne (ang. *unmanned aerial vehicle*, UAV) – „kapsuły życia”, przenoszone przez zdalnie sterowane drony, lub „drony życia”,
- załogowe systemy transportu – „kapsuły życia”, które będą integralną częścią pozostałych środków transportowania rannych.

Transport tradycyjny, za pomocą specjalnie przygotowanych noszy i sanitariuszy zdolnych do przenoszenia rannych w bezpieczne miejsce lub do punktu opatrunkowego, jest metodą mało efektywną. Jest on narażony na ostrzał przeciwnika, a ponadto wydłużony czas transportu do ustalonego punktu może mieć niekorzystny wpływ na stan zdrowia rannych żołnierzy. Poza tym brak osłony w czasie ewakuacji może powodować przejęcie transportu przez stronę przeciwną, co może zagrażać bezpieczeństwu rannych żołnierzy.

Wykorzystanie bezzałogowych statków powietrznych jako metody transportowania rannych

Drony przenoszące specjalnie zaprojektowane kapsuły życia to rodzaj bezzałogowych statków powietrznych, które cechuje możliwość latania bez pilota, z rannymi żołnierzami na pokładzie lub w kapsułach życia. Sterowanie takimi statkami powietrznymi odbywa się zdalnie, za pomocą fal radiowych, lub autonomicznie (wcześniej zaplanowaną trasą). Bezzałogowe statki powietrzne nie mają określonego rozmiaru ani typu napędu. Bardzo często posiadają wyposażenie służące do nadzoru i monitoringu w postaci głowic optoelektronicznych. Jedną z kluczowych cech dronów jest to, że nie potrzebują żadnej dodatkowej infrastruktury, aby szybko zarejestrować i monitorować wyznaczony obszar lub obiekt. Główną zaletą jest niezwykle krótki czas reakcji – uruchomienia i przygotowania jednostki do lotu. Systemy bezzałogowych statków powietrznych to idealne urządzenia, które dzięki niewielkim wymiarom i dużej zwrotności mogą obsługiwać przeloty między przeszkodami, budynkami, a nawet wlatywać do pomieszczeń przez otwarte bramy, okna, drzwi [4]. Modele wyposażone w kamery termowi-



Rycina 1. Generacja CityAirbus

Źródło: www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2022-05-airbus-lays-the-foundations-for-future-urban-air-mobility-in

zyjne i noktowizyjne (wykorzystujące światło podczerwone aktywne lub wzmacniające światło gwiazd) mogą być używane jako maszyny poszukiwawcze w akcjach ratowniczych, do codziennego patrolowania wybranego obszaru, i mogą pracować przez całą dobę nad terenami zalesionymi. Przekazują obraz w czasie rzeczywistym, pozwalając na natychmiastową reakcję odpowiednich służb w sytuacji zagrożenia [5–7].

Systemy transportu rannych żołnierzy z pola walki opancerzonymi środkami transportu

Do opancerzonych środków transportu należą m.in. transportery opancerzone, bojowe wozy piechoty oraz czołgi. Wymienione środki ewakuacji powinny być wcześniej przygotowane konstrukcyjnie do takiego zadania, które obejmuje funkcja niezawodności w postaci:

$$FP(t) = Pst(t) \times Pk(t) \quad (1),$$

gdzie $Pst(t)$ to niezawodność środka transportu przeznaczonego do transportu rannych,

$Pk(t)$ – niezawodność kapsuły bojowej do transportu rannych żołnierzy.

Wymienione opancerzone środki transportu rannych żołnierzy powinny być zmodyfikowane konstrukcyjnie, adekwatnie do kapsuły transportowej. Z uwagi na ograniczenia konstrukcyjne środków transportu powinny one

charakteryzować się układem umożliwiającym montaż lub alokację kapsuły w poszczególnych środkach transportu. Kapsuły życia powinny być odpowiednio wyposażone i przystosowane do sytuacji takich jak urazy lub wypadki niewymagające udziału specjalistycznych środków medycznych. Główną ich rolą jest sprawna ewakuacja rannego z pola walki. Złożone kapsuły powinny stanowić stały element wyposażenia środków transportu opancerzonego. Poszczególne kapsuły powinny dysponować własnym napędem, uruchamianym w zależności od sytuacji transportowej. Kapsuły, ze względu na ich szczególną przydatność na polu walki, powinny cechować się wysokim stopniem niezawodności funkcjonalnej. Do szacowania tej niezawodności wykorzystuje się wskaźnik gotowości $Wg(t)$ kapsuły do wykonywania zadań w postaci:

$$Wg(t) = \exp(-\Lambda(t)) \times t \quad (2),$$

gdzie $\exp \times (t)$ to funkcja wykładnicza kapsuły transportowej,

t – czas użytkowania kapsuły transportowej.

Dla użytkowników kapsuły transportowej bardzo ważną jest niezawodność jej funkcjonowania. Przy ocenie tej niezawodności wykorzystuje się zależność (2) oraz wartość intensywności uszkodzeń $\times (t)$. Intensywność uszkodzeń elementów kapsuły wyznaczana jest w zależności:

$$\Lambda(t) = n(t) / t \quad (3),$$

gdzie $n(t)$ to liczba funkcjonalnych elementów kapsuły transportowej,

t – wartość czasu pracy elementu kapsuły do uszkodzeń.

Transport rannych żołnierzy za pomocą śmigłowca

Ranni żołnierze mogą być transportowani z pola walki również za pomocą śmigłowca. Transport może odbywać się dwoma sposobami:

- bezpośrednio na pokładzie maszyny,
- z wykorzystaniem kapsuły transportowej.

Drugi sposób jest bardzo efektywny z uwagi na pojemność transportową. Ograniczeniem w tym przypadku jest udźwieg śmigłowca, a więc transport za pomocą śmigłowca opisany funkcją udźwigu w postaci:

$$U(l) = f(U(k) \times Ck \times Lr) \quad (4),$$

przy czym $U(k)$ to udźwieg konstrukcyjny śmigłowca,

Ck – ciężar kapsuły transportowej za pomocą śmigłowca,

Lr – liczba rannych żołnierzy.

Z zależności (4) wynika, że elementy kapsuły transportowej charakteryzują się zróżnicowanymi wartościami wskaźników gotowości. Elementy o najniższych wartościach wskaźnika (czyli ilości uszkodzeń) powinny podle-

gać modernizacji bądź wymianie na nowe, jeżeli wartość ich wskaźnika jest niska. Operacje te zapewnią poprawne funkcjonowanie kapsuły transportowej.

Wymienione elementy systemu transportowego stanowią połączony system według struktury niezawodnościowej szeregowej. Oznacza to, że pełną funkcjonalność poszczególnych elementów kapsuły osiąga się szczególnie podczas jej lotu.

Transport rannych żołnierzy za pomocą samolotu

Transport rannych żołnierzy z pola walki samolotem jest podobny do transportu śmigłowcem. Różnica polega na zwiększonym udźwigu kapsuły transportowej. Parametry procesu transportowania opisywane są wskaźnikiem lotu $Wl(t)$ w postaci:

$$Wl(t) = f(U_s(f) \times Ck(f) \times Tl(t)) \quad (5),$$

gdzie $U_s(t)$ to wartość udźwigu samolotu,

$Ck(t)$ – ciężar kapsuły transportowej za pomocą samolotu,

$Tl(t)$ – długość trasy lotu samolotu.

Wymienione czynniki mają zasadniczy wpływ na procesy transportowania rannych żołnierzy samolotem. Wspomniana kapsuła transportowa powinna uwzględniać udźwieg samolotu oraz czas jego lotu do punktu sanitarnego.



Rycina 2. Airbus Skyways, umożliwiający dostawy od brzegu do morza

Źródło: www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2019-03-airbus-skyways-drone-trials-worlds-first-shore-to-ship-deliveries



Rycina 3. Kolejna generacja CityAirbus

Źródło: www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2021-09-airbus-reveals-the-next-generation-of-cityairbus

nego. Każdy z wymienionych czynników w zależności (5), poza długością trasy lotu, ma ustaloną wartość. Ewakuacja rannych żołnierzy transportem samolotowym podlega optymalizacji. Korekty można dokonywać poprzez zmianę wagometru kapsuły w dwóch wariantach:

- poprzez zmniejszenie liczby transportowanych rannych,
- poprzez zastosowanie samolotu o większym udźwigu.

Wadą tego rodzaju transportowania jest stosunkowo wysoki koszt eksploatacji samolotu i jego ochrona podczas transportu.

W procesie przygotowania transportu rannych żołnierzy istnieje możliwość ewakuacji poszkodowanych za pomocą rozkładanej kapsuły, umiejscowionej wewnątrz samolotu. Podobnie jak w przypadku transportu za pomocą śmigłowca, należy dysponować kapsułą o konstrukcji składanej.

Transport rannych żołnierzy akwenem

Akwen, zarówno morski, jak i śródlądowy, stanowi korzystną drogę transportu żołnierzy rannych na polu walki. Transport morski jest stosowany w szczególnych warunkach, ze względu na znaczne odległości. Podobnie jak w przypadku innych środków transportu, należy dysponować kapsułą w formie składanej i w formie rozwiniętej. Transport rannych żołnierzy drogą wodną jest często wykorzystywany ze względu na niskie koszty i stosunkowo łatwe zabezpieczenie transportowe. Może odbywać się z wykorzystaniem kapsuły transportowej bądź bezpośrednio na pokładzie „barkii transportowej”. Proces transportowania powinien być znany medycznemu służbom nadbrzeżnym, by w razie potrzeby była możliwość udzielenia odpowiedniej pomocy medycznej.

Dyskusja

Z badań przeprowadzonych w 2022 roku w Ukrainie dowiadujemy się, że wysoka jakość wyszkolenia taktycznego i medycznego personelu oraz odpowiednie środki

i metody działania w znacznym stopniu zwiększają szanse rannych na przeżycie [8]. Rozwój nowych materiałów, mocnych silników (elektrycznych lub mechanicznych), mocnych akumulatorów o wysokiej pojemności lub alternatywnych źródeł energii dla silników elektrycznych lub mechanicznych (elektryczność, benzyna, słońce) oraz mocnych anten z zaawansowanymi systemami GPS, stanowi główny punkt rozwoju przyszłych metod ewakuacji [9].

W 2018 roku na podstawie przeprowadzonego przez National Health Service projektu badawczego dotyczącego transportu testów do transfuzji krwi i testów medycznych między szpitalami w Londynie wykazano, że użycie dronów mogłoby zaoszczędzić gospodarce brytyjskiej 21 miliardów dolarów rocznie [10]. W 2021 roku wprowadzono projekt 4D-TBO firmy Airbus. Koncentrował się on na analizie transmisji w czasie rzeczywistym czterowymiarowych danych dotyczących trajektorii lotu (szerokości geograficznej, długości geograficznej, wysokości, czasu). Kolejne testy dotyczące wykorzystania medycznego dronów przy transporcie leków do chemioterapii potwierdzają bezwzględny rozwój tej technologii w sektorze medycznym i stanowią dowód, iż owa technologia na stałe zmienia znaczenie pojęcia transport [11].

Pierwsze użycie bezałogowych statków powietrznych zostało odnotowane w sierpniu 1849 roku przez Austriaków. Wówczas były to balony wypełnione materiałami wybuchowymi, które służyły jako bomby. Jednym z pierwszych twórców dronów był Charles Kettering, który we współpracy z Elmerem Sperryem, Orvillem Wrightem i Robertem Milikanem stworzył w 1915 roku samolot o nazwie „Kettering Bug”. Pomimo dość prymitywnej konstrukcji był to samolot automatyczny, który na podstawie czujników określał swoją wysokość, przebytą odległość oraz położenie.

Systemy bezałogowych statków powietrznych to idealne urządzenia m.in. do patrolowania dużych obszarów, tj. ochrony mienia czy ochrony granic państwowych. Dodat-

kowo jednostki mogą również wykonywać zdjęcia lotnicze wykorzystywane w geodezji.

Pierwsze badania nad bezzałogowymi statkami powietrznymi były prowadzone w USA, Wielkiej Brytanii, Rosji, Niemczech i Izraelu. Prekursorem tych statków był powstały w 1994 roku „Predator” – trzy lata później na stałe włączony do amerykańskich sił powietrznych i wykorzystywany w misjach wojskowych. Do zadań bezzałogowych statków powietrznych należy również obsługa i monitoring imprez masowych oraz wypadków lub sytuacji kryzysowych wymagających interwencji. Mogą z nich korzystać następujące podmioty administracji publicznej: straż pożarna, policja, straż graniczna, armia, a także firmy geodezyjne [12].

Chiny i Japonia są pionierami w wykorzystaniu dronów podczas klęsk żywiołowych, tj. trzęsień ziemi i tsunami. Podczas trzęsienia ziemi w Syczuanie w 2008 roku (gdzie odnotowano 69 tys. zabitych i 18 tys. zaginionych) drony udowodniły swoją wartość w ocenie realnych zniszczeń. Zastosowanie bezzałogowych statków powietrznych przez chiński rząd umożliwiło ocenę stanu autostrad, budynków, szkół, szpitali, zakładów elektrycznych, mostów oraz innych obiektów. W roku 2011 w Japonii bezzałogowe statki powietrzne zostały wykorzystane do oceny szkód w elektrowni jądrowej Fukushima Daiichi. Kolejnym przykładem, doskonale przedstawiającym sytuację wpływu bezzałogowych statków powietrznych na ocenę występującego zagrożenia, jest potężne trzęsienie ziemi w Nepalu w 2015 roku [9].

W przypadku katastrof naturalnych wyróżnia się trzy rodzaje misji:

- Monitoring lotniczy, którego celem jest ocena wielkości/obszaru szkód. Etap 1 skupia się na wykorzystaniu bezzałogowych statków powietrznych wyposażonych w kamery o wysokiej rozdzielczości. Celem nadrzędnym tego etapu jest wstępna ocena zniszczeń infrastruktury zaraz po katastrofie naturalnej.
- Logistyka lekkiego ładunku, w tym dostarczanie wody, żywności, leków i sprzętu, w przypadku odległych obszarów dotkniętych skutkami klęski żywiołowej.
- Ocena skutków klęski żywiołowej.

Każda katastrofa naturalna wymaga budowania różnych struktur i kształtów bezzałogowych statków powietrznych, wraz z różnymi potężnymi silnikami i bateriami.

Kluczowe dla rozwoju tego segmentu jest znalezienie idealnej równowagi pomiędzy oprogramowaniem (oprogramowanie oraz sieć) i sprzętem (moc baterii, silnik). Powyżej zaprezentowane zostały przykładowe rodzaje inteligentnych platform, dronów oraz bezzałogowych statków powietrznych [9].

Elektroniczny system sterowania i komunikacji z bezzałogowym statkiem powietrznym odpowiada m.in. za: lot drona w górę i w dół, jego rotację oraz reakcję i stabilność. Większość systemów sterowania wyposażona jest w ten sam zestaw czujników, z różnicą w szybkościach obliczeń i stosowanych algorytmach [13]. Należą do nich:

- kontroler lotu, odpowiedzialny za możliwość sterowania maszyną,

- Electronic Speed Control – jednostka odpowiedzialna za silnik,
- płyta zasilająca, rozdzielająca zasilanie regulatorów,
- moduł SIM, który umożliwia transmisję danych telemetrycznych,
- kamera zbliżeniowa – element systemu antykolizyjnego,
- klawiatura numeryczna do wprowadzania kodów PIN.

Dla każdego środka transportu powinny być opracowane następujące dokumenty:

- projekt koncepcyjny metody transportu rannych żołnierzy,
- pojemność techniczna transportu,
- projekt technologiczny transportu,
- prototypy wyposażenia i adaptacja środków transportu,
- dokumentacja z badań prototypowych z opisem rezultatów badań,
- dokumentacja z badań państwowych z opisem rezultatów badań,
- produkcja seryjna rozwiązań prototypowych.

Podsumowanie

W artykule zostały przedstawione podstawowe rozwiązania umożliwiające transport rannych żołnierzy z pola walki. Wyprowadzenie rannych żołnierzy, poza względami moralnymi, ma również znaczenie dla przywracania zdolności bojowej walczącego wojska. Metody bezzałogowego i załogowego transportowania rannych mają charakter koncepcyjny, wymagają zatem szczegółowego zaprojektowania, opracowania rozwiązań prototypowych oraz przeprowadzenia wymaganych badań laboratoryjnych i eksploatacyjnych. Szczególnych prac konstrukcyjnych i badawczych wymagają także rozwiązania konstrukcyjne dotyczące kapsuły transportowej, która jest podstawowym narzędziem w procesach transportowych. Zdaniem autorów, z uwagi na to, że kapsuła może być stosowana w różnych środkach transportu, powinna być dostosowana do ewakuacji rannych żołnierzy z pola walki i wyposażona w konstrukcję składaną.

W procesie ewakuacji rannych żołnierzy z pola walki istotne znaczenie ma proces identyfikacji rannych żołnierzy i czas ich transportu. W tym procesie istotną pomoc mogą stanowić odpowiednio przygotowane do tych prac drony. Powinny być one wyposażone w odpowiednie kamery rejestrujące i urządzenia przesyłające sygnały do punktów pomocy sanitarnej. Stosowane na polu walki drony powinny mieć możliwość identyfikowania rannych, a także powinny być wyposażone w podstawowe środki opatrunkowe.

Wnioski

Z przedstawionej analizy transportowej rannych żołnierzy wynikają następujące wnioski końcowe:

- Uwarunkowania zmierzające do usprawnienia procesów transportowych rannych żołnierzy na polu walki stanowią podstawę działań zmierzających do opracowania i wdrożenia transportowych kapsuł życia.

- Opracowane rozwiązania konstrukcyjne transportowych kapsuł życia, z uwagi na ich szczególną przydatność, powinny być dostosowane do zróżnicowanych sytuacji bojowych.
- W procesie transportowania rannych żołnierzy z pola walki istotne znaczenie ma infrastruktura transportowa, która dotyczy w różnym stopniu wszystkich środków transportu, a w szczególności środków lotniczych.
- Zróżnicowane metody i sposób transportowania rannych żołnierzy powinny stanowić podstawę do podjęcia prac badawczo-rozwojowych i wdrożeniowych.

Piśmiennictwo

1. Homer T, Beckett A. Medical support for future large-scale combat operations. *Journal of Military Veteran and Family Health* 2022; 8(s2): 18–28. doi: 10.3138/jmvfh-2022-0006
2. Okhrimenko IM, Lyakhova NA, Nagaynik TG, et al. Emergency pre-medical care on the battlefield as a critical point to saving the life of the wounded. *Emerg Med Serv*, 2022; 9: 150–154. doi: 10.36740/EmeMS202203102
3. Figurski J. Niezawodność funkcjonowania procesów logistycznych. *Syst Logist Wojsk*, 2021; 54: 125–135. doi: 10.37055/slw/140410
4. Kardasz P, Doskocz J, Hejduk M, et al. Drones and possibilities of their using. *J Civil Environ Eng*, 2016; 6: 233. doi: 10.4172/2165-784X.1000233
5. Loke SW. The internet of flying-things: opportunities and challenges with air-borne fog computing and mobile cloud in the clouds. *Internet Things J*, 2015
6. Martin HJ. The UK and armed drones. Key considerations for the future of the UK's programme. British American Security Information Council, 2013
7. Moffitt BA, Bardley TH, Parekh D, Mavirs D. Design and performance validation of a fuel cell unmanned aerial vehicle. *Collection of Technical Papers – 44th AIAA Aerospace Sciences Meeting*. 2006. 13. doi: 10.2514/6.2006-823
8. Okhrimenko IM, Lyakhova NA, Nagaynik TG, et al. Emergency pre-medical care on the battlefield as a critical point to saving the life of the wounded. *Emerg Med Serv*, 2022, IX, 3: 150–154
9. Estrada MAR, Ndoma A. The uses of unmanned aerial vehicles – UAV's (or drones) in social logistic: natural disasters response and humanitarian relief aid. *Procedia Comput Sci*, 2019; 149: 375–383. doi: 10.1016/j.procs.2019.01.151
10. Healthcare IT News. NHS test drones for blood and medical test delivery between London hospitals. 26.07.2018. <https://www.healthcareitnews.com/news/nhs-test-drones-blood-and-medical-test-delivery-between-london-hospitals>
11. BBC. Isle of Wight NHS trust trials drones for chemotherapy deliveries. 24.09.2021. <https://www.bbc.com/news/uk-england-hampshire-58672437>
12. Myose R, Strohl R. Uninhabited aerial vehicle (UAV). AccessScience, McGraw Hill, Jan. 2020. doi: 10.1036/1097-8542.205300
13. Hejduk M. The use of unmanned aerial vehicles – drones supply courier. [Engineer's Thesis]. Wrocław, 2015