

Streszczenie: Celem niniejszego artykułu jest zaprezentowanie wyników badań dotyczących oceny i znaczenia logistyki w misjach kosmicznych ze szczególnym uwzględnieniem misji na Księżyc. Na potrzeby realizacji powyższego celu autorka przeprowadziła badania wśród pasjonatów eksploracji kosmosu, w tym również misji kosmicznych, a zarazem członków grup zajmujących się tą tematyką, chętnie dzielących się swoją wiedzą i spostrzeżeniami na portalu społecznościowym Facebook.

Słowa kluczowe: misje kosmiczne, logistyka kosmiczna, sektor kosmiczny, agencje kosmiczne, baza na Księżycu.

1. Wstęp

W ciągu ostatnich 60 lat funkcjonowania przemysłu kosmicznego zauważyć można istotne nasilenie procesu eksploracji przestrzeni kosmicznej, którego ważną częścią są misje kosmiczne. Głównymi promotorami misji kosmicznych są zarówno agencje kosmiczne, jak i prywatne koncerny. Realizacja projektów kosmicznych, ze względu na ich złożony i długoterminowy charakter, wymaga wspomagania przez wiele dziedzin nauki i praktyki, w tym przez logistykę.

Celem niniejszego artykułu jest zaprezentowanie wyników badań dotyczących oceny i znaczenia logistyki w misjach kosmicznych ze szczególnym uwzględnieniem misji na Księżyc. Na potrzeby realizacji powyższego celu autorka przeprowadziła badania wśród pasjonatów eksploracji kosmosu, w tym również misji kosmicznych, a zarazem członków grup zajmujących się tą tematyką, chętnie dzielących się swoją wiedzą i spostrzeżeniami na portalu społecznościowym Facebook (Kotomaj, 2021).

Chcąc zrealizować wyżej wymieniony cel, autorka stawia następujące hipotezy:

H1. Logistyka, tuż obok inżynierii, jest jednym z kluczowych obszarów misji kosmicznych.

H2. W ciągu najbliższych 20 lat wysoko rozwinięta logistyczna infrastruktura Księżycza umożliwi organizację misji kosmicznych w najdalsze zakątki galaktyki.

H3. Zlecenie przez rządowe agencje sektora kosmicznego projektów wykonawczych firmom prywatnym umożliwi obniżenie kosztów logistycznych.

H4. Polskie podmioty sektora kosmicznego mają duże szanse na udział w międzynarodowych projektach związanych z planowaniem i realizacją misji kosmicznych, a głównym źródłem ich przewagi konkurencyjnej jest bardzo wysoki kapitał intelektualny.

W pierwszej części artykułu autorka zdefiniowała pojęcie logistyki kosmicznej, wskazała również na podobieństwa oraz różnice w stosunku do jej ziemskiego odzwierciedlenia. Następnie wyjaśniła pojęcie misji kosmicznych, wymieniając projekty kosmiczne, które uważa za kluczowe dla rozwoju kosmicznej logistyki. W drugiej części publikacji zaprezentowała wyniki przeprowadzonych badań, wizję bazy logistycznej na Księżycu oraz nowoczesnych technologii, które mogą być dla niej użyteczne. Artykuł zakończyła, przedstawiając wnioski, w tym rekomendacje dla dalszych badań.

2. Logistyka kosmiczna oraz misje kosmiczne

Omawiając zagadnienie dotyczące logistyki kosmicznej, w pierwszej kolejności należy wyjaśnić samo pojęcie logistyki, która jest pierwowzorem dla swojego „kosmicznego odzwierciedlenia”. W literaturze przedmiotu spotkamy wiele definicji tego terminu. Jedna z nich mówi, że „logistyka jest organizowaniem, planowaniem, kontrolą i realizacją przepływów dóbr – od ich powstania i zakupu przez produkcję i dystrybucję do końcowego odbiorcy, w celu zaspokojenia wymagań rynku przy przestrzeganiu minimalnych kosztów i minimalnego nakładu kapitałowego” (Krawczyk, 2011). Najlepszym, zdaniem autorki, objaśnieniem w kontekście podjętego tematu pracy jest to dotyczące współczesnej logistyki rozumianej jako logiki procesów planowania, rozdziału i kontroli zasobów finansowych i ludzkich w ich funkcjach wspomagania produkcji i zaopatrzenia.

W nawiązaniu do definicji logistyki logistykę kosmiczną można określić jako teorię i praktykę zarządzania przepływem materiałów, usług i informacji na potrzeby realizacji celów systemu kosmicznego. W prezentowanym ujęciu logistyka kosmiczna odnosi się do działań związanych z projektami i systemami kosmicznymi, podejmowanych zarówno w kosmosie, jak i na Ziemi. Ostatecznym celem logistyki w kosmosie jest maksymalizacja potencjału eksploracyjnego pochodzącego z wydajności pojazdu, skuteczności i efektywności procesów i możliwości infrastruktury (Baraniecka, 2019).

Ze względu na fakt, iż pojęcie logistyki kosmicznej w polskiej literaturze przedmiotu nie jest tak powszechne, autorka samodzielnie je zdefiniowała, określając je jako „ogół procesów logistycznych, tj. produkcji, magazynowania, dystrybucji, przepływów towarów oraz ludzi w transporcie kosmicznym, zarządzanych przez jednostki kosmiczne biorące nieustanny udział w eksploracyjnych misjach, przyczyniając się do rozwoju sektora kosmicznego”.

Porównując wyżej cytowane definicje, można zauważyć, że w obu podkreśla się potrzebę minimalizacji kosztów. W logistyce kosmicznej poziom kosztów zależy

głównie od procesu produkcji rakiet i wyniesienia na orbitę, a później przemieszczania się w przestrzeni kosmicznej statków kosmicznych. Stąd na poziom kosztów logistyki kosmicznej obecnie tak istotnie wpływa obecność rakiet recyklingowych oraz podjęcie współpracy organizacji rządowych (agencji kosmicznych) z prywatnymi koncernami (Davis, 2016).

Logistyka kosmiczna w porównaniu ze swoim „ziemskim odzwierciedleniem” jest bardziej wymagająca pod względem standardów, jak również w jakiś sposób „zjawiskowa”, dlatego iż swoje działania prezentuje w przestrzeni kosmicznej, gdzie z jednej strony warunki są skrajnie trudne, a z drugiej otoczenie jest wyjątkowo piękne. Proces planowania przedsięwzięć z zakresu logistyki kosmicznej wymaga ogromnego zaangażowania, precyzji, jak również skrupulatnego prześledzenia wszystkich elementów, by w momencie realizacji nie doszło do katastrofalnych w skutkach błędów.

W opinii autorki w obecnym czasie logistyka ziemską wiezie prym w praktyce i teorii tej dziedziny, jednakże z biegiem lat to logistyka kosmiczna będzie nabierała znaczenia, między innymi z tego powodu, iż Ziemia powoli zaczyna się przeludniać, zasoby stopniowo ulegają wyczerpaniu, a ludzie myślą o „planecie B”, która ma być ratunkiem lub alternatywą dla gatunku ludzkiego¹. Realną wizją jest rozwój logistyki kosmicznej w gospodarce światowej przewyższający swoją dynamiką logistykę naziemną, głównie z racji tego, iż przyszłe pokolenia będą coraz bardziej otwarte na eksplorację oraz „uprzemysłowienie” Układu Słonecznego, które swój początek będzie miało podczas powrotu ludzi na Księżyc i wydobywania wody spod jego powierzchni².

Wgłębiając się w tematykę obejmującą przestrzeń pozaziemską, należy stwierdzić, że w centrum zainteresowania zarówno agencji kosmicznych, jak i koncernów prywatnych znajdują się zaawansowane przedsięwzięcia kosmiczne, jakimi są misje kosmiczne. Misje takie definiowane są jako operacje wyższej rangi realizowane przez obiekty kosmiczne (satelity, sondy kosmiczne) bądź wyspecjalizowaną grupę osób, zwaną dalej astronautami, dzięki którym możliwe jest gruntowne przebadanie przestrzeni kosmicznej, prowadzące do poszerzenia wiedzy wśród ludzi. Przez pojęcie misji kosmicznych rozumie się także działania mające na celu zapewnienie funkcjonowania Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, konserwacje obiektów kosmicznych oraz operacje ułatwiające życie na Ziemi. Ze względu na to, iż pojęcie misji kosmicznych nie jest powszechnie przedstawione w literaturze naukowej, powyższa definicja stanowi własną propozycję autorki artykułu.

Na podstawie przeglądu historii misji kosmicznych autorka wytypowała kilka projektów, które uważa za najważniejsze dla rozwoju logistyki w misjach kosmicznych. Do 2021 roku należą do nich: Program Voyager, budowa Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS), pierwsze historyczne lądowanie recyklingowej rakiety Fal-

¹ Na podstawie badań przeprowadzonych przez CBOS (b.d.) oraz informacji zawartych na stronie WWF (b.d.).

² Na podstawie artykułu *Water and oxygen made on the Moon* (b.d.).

con 9 (firmy Space X) oraz pierwsza komercyjna wyprawa na Międzynarodową Stację Kosmiczną.

Wyżej wskazane misje zostały wytypowane celowo. Według autorki, są tak zwanym idealnym logistycznym planem eksploracji najdalszych zakątków galaktyki, do którego realizacji potrzebny jest niezwykle zaawansowany technologicznie sprzęt (sonda), mający przed misją załogową „przetrzeć szlaki”, dostarczając niezbędnych danych pozwalających dokładniej przygotować się do międzyplanetarnego przedsięwzięcia. Z kolei umiejętność budowania stacji kosmicznej może zapewnić przetrwanie życia gatunku ludzkiego w miejscu, w którym jest to niemożliwe.

Kluczową kwestią skutecznego planu eksploracji najdalszych zakątków galaktyki jest partnerstwo pomiędzy agencjami rządowymi a prywatnym sektorem kosmicznym, który z biegiem lat uczestniczyć będzie w większości misji kosmicznych, wspomagając przy tym kosmiczne organizacje rządowe, aby poznawanie przestrzeni pozaziemskiej przebiegało skutecznie i bezpiecznie. Do spełnienia wyżej wymienionych zadań niezbędna jest „kosmiczna maszyna recyklingowa” (rakietna recyklingowa), dzięki której możliwe będzie wyniesienie w przestrzeń kosmiczną wszystkich niezbędnych materiałów, jak i astronautów. Wyróżnikiem takiej rakiety jest to, iż jest w stanie powrócić na miejsce, z którego wystartowała, a w dalszej kolejności być użyta do następnej misji, powalając znacząco obniżyć koszty.

Przechodząc do logistyki kosmicznej w kontekście planowanych misji księżycowych, zauważyć można przede wszystkim nasilenie aktywności ze strony największych światowych mocarstw, tj. Chin, Stanów Zjednoczonych, Europy, Japonii, Rosji oraz państw Bliskiego Wschodu. Jednym z ważniejszych powodów zaangażowania powyższych mocarstw są korzyści ekonomiczne. Planowane misje na Srebrny Glob są ogromnym skokiem technologicznym względem misji organizowanych w latach 60.-70. XX wieku, które głównie skoncentrowane były na poznaniu naszego naturalnego satelity. Obecne plany są ambitniejsze, gdyż zakładają wydobywanie naturalnych surowców (m.in. Helu-3) spod powierzchni Księżyca, które po odpowiednim przetransportowaniu na Ziemię pozwoliłyby zaspokoić roczne zapotrzebowanie energetyczne całej ludzkości. Inne zakładają utworzenie stacji logistyczno-badawczej oraz kopalni księżycowych surowców, przy których logistyka odegra kluczową rolę podczas ich eksploatacji oraz transportu między Ziemią a Księżycem. Działania logistyki w kontekście przyszłych misji księżycowych mają także usprawnić transport kosmiczny (integralną część logistyki), który w przypadku misji księżycowych w XX wieku był bardzo słabo rozwinięty, ponieważ zaangażowane były jedynie Stany Zjednoczone. Obecnie zakładane jest, iż oprócz maszyn agencji kosmicznych włączone zostaną prywatne firmy kosmiczne ze swoimi „pojazdami”. Do bardziej futurystycznych planów realizowanych przez firmy kosmiczne należy sprzedaż nieruchomości nie tylko na powierzchni Księżyca, lecz również w innych obiektach kosmicznych, jednakże obecnie plany są trudne do przewidzenia, ponieważ pierwsze kroki należą do agencji kosmicznych, których priorytetem

jest wydobycie surowców oraz utworzenie strategicznego punktu obsługi Srebrnego Globu (Borowski, 2007).

Wbrew pozorom kosmiczne obiekty mają potężny potencjał, który w znaczącym stopniu może podnieść poziom życia na Ziemi, a także zwiększyć udział logistyki kosmicznej w światowej gospodarce. Księżyc stanowi najbliższy punkt bogactwa surowców energetycznych oraz zasobów niezbędnych do przeprowadzenia misji kosmicznych (paliwo, woda, tlen) (Schrunck, Sharpe, Cooper i Thangavelu, 2007, s. 107-115). Przyszłe misje księżycowe zakładają wydobycie na Księżycu niezbędnych surowców przy wykorzystaniu nowoczesnych technologii, a także eksplorowanie nieznanych części Srebrnego Globu, wspieranych przez logistykę, o których autorka szerzej piszę w punkcie 3.1.

Przyszłe działania logistyczne w obrębie infrastruktury księżycowej zostaną znacznie rozwinięte w ramach realizacji programu Artemis, który to w porównaniu z programem Apollo nie koncentruje się jedynie na przylocie na powierzchnię Srebrnego Globu i pozostawieniu „malutkiej ludzkiej cząstki”, lecz ma w zanadru wiele czynności, które ułatwią jego eksplorację. Głównym krokiem, który pozwoli ludziom na osadzenie się na Srebrnym Globie, będzie utworzenie stacji Gateway na jego orbicie, mającej stanowić owoc międzynarodowej współpracy między agencjami kosmicznymi. Stacja na orbicie Księżyca, a następnie baza logistyczna na jego powierzchni będą odgrywać decydującą rolę dla przemysłu kosmicznego, ponieważ wspomogą realizację przyszłych misji kosmicznych w najodleglejsze zakątki galaktyki dzięki wydobyciu i produkcji niezbędnych surowców, ich późniejszemu magazynowaniu, a także transportowaniu astronautów (Licbarska, 2020)

3. Prezentacja wyników badań

Badania, które przeprowadziła autorka, miały na celu ocenę stopnia rozwoju sektora kosmicznego oraz znaczenia logistyki w misjach kosmicznych na przykładzie zrealizowanych oraz planowanych misji na Księżyc oraz uzyskanie wizji bazy logistycznej na Srebrnym Globie na podstawie spostrzeżeń oraz wyobrażeń respondentów. Metodą gromadzenia danych był sondaż diagnostyczny zrealizowany przy wykorzystaniu ustandaryzowanego kwestionariusza ankietowego. Składał się on z 24 pytań, głównie zamkniętych. Projektując badania, autorka uwzględniła ich cel oraz postawione hipotezy, które zostały zaprezentowane we wprowadzeniu. Autorka skierowała swój kwestionariusz do grup: Startuj w kosmos – staże, szkolenia i inicjatywy kosmiczne, AstroWiedza oraz Wszechświat i my. Wybór respondentów był celowy i wynikał z ich dużej dostępności i zainteresowania udziałem w badaniu oraz posiadania szerokiej, chociaż niepotwierdzonej odpowiednimi kwalifikacjami, wiedzy na temat eksploracji kosmosu, w tym misji kosmicznej.

Autorka, drogą internetową, wysłała ankiety do 952 osób w grupie Startuj w kosmos – staże, szkolenia i inicjatywy kosmiczne, 29,5 tys. osób w grupie Astro-

Wiedza oraz 35,3 tys. osób z grupy Wszechświat i my. Otrzymała 71 odpowiedzi. Na podstawie uzyskanych danych podjęła wnioskowanie i zweryfikowała hipotezy.

3.1. Wizja bazy logistycznej na Księżycu

Wizja rozwoju bazy logistycznej na Księżycu należy do najbardziej niesamowitych rzeczy, nad którą pracuje światowy sektor kosmiczny. W ramach prowadzonych badań autorka poruszyła tę kwestię, uzyskując bardzo ciekawe wyniki. Respondenci wskazali, iż dużym wyczynem i przełomem będzie, jeśli w ogóle uda się utworzyć planowaną konstrukcję, a jeśli tak się stanie, będzie się ona rozwijała przez wiele lat. Głównym powodem wydłużonego procesu rozwoju bazy wskazanym w badaniu jest odległość od Ziemi, ograniczone możliwości człowieka, którymi może dysponować na Księżycu, skrajne warunki próżni oraz dyskusyjne podejście agencji kosmicznej NASA do zarządzania programem Artemis, w ramach którego planowana jest rozbudowa bazy. Jak zostało wskazane w badaniu, niewłaściwe zarządzanie może stać się głównym powodem opóźnienia budowy rakiety Space Launch System, która jest jednorazowa, co może utrudnić terminową realizację poszczególnych etapów budowy bazy.

W opinii respondentów pierwsza baza księżycowa ze względu na ograniczone zdolności transportowe będzie niedużym obiektem, przypominającym połączone ze sobą hermetyczne moduły, które swoim kształtem będą nawiązywały do konstrukcji Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Główne moduły będą transportowane z Ziemi bezpośrednio na powierzchnię Księżyca, natomiast lżejsze oraz mniej skomplikowane habitaty zostaną wydrukowane w technologii 3D bezpośrednio na jego powierzchni. Skromna budowla z biegiem lat przeobrazi się w gigantyczną konstrukcję umożliwiającą kolonizację Księżyca. Z czasem baza będzie ewaluować w księżycowe miasto i destynację dla kosmicznych turystów. Badania wykazały, iż w dalekiej przyszłości na powierzchni Księżyca utworzone zostaną potężne kompleksy baz wielozadaniowych, które będą centrami badań, magazynami, fabrykami, ośrodkami wydobywczymi (bazą górniczą) oraz międzyplanetarną stacją paliw dla rakiet. Wiele odpowiedzi respondentów dotyczyło alternatywnej wizji bazy jako infrastruktury wyposażonej w nowoczesne technologie, która będzie odpowiednio zarządzana. Ponadto zlokalizowana będzie pod powierzchnią, czyli będzie umieszczona w księżycowych jaskiniach. Stanowi to bezpiecznie rozwiązanie, gdyż baza nie będzie narażona na promieniowanie kosmiczne oraz potencjalne kolizje z obiektami kosmicznymi. Według innych wizji respondentów baza zlokalizowana będzie w kraterach osłoniętych kopułą, która będzie wypełniona tlenem. Powyższy plan stanowi interesujące uzupełnienie specyficznej infrastruktury księżycowej bez jej znaczącej modyfikacji.

W ramach realizacji przyszłych misji kosmicznych, których ostateczną destynacją będzie Srebrny Glob, a w przyszłości inne zakątki w Układzie Słonecznym, niebagatelnym czynnikiem są nowoczesne technologie, które mogą zostać wyko-

rzystane, aby w pełni wesprzeć logistyczne aspekty misji oraz inne ważne etapy kosmicznych przedsięwzięć. Zważywszy na to, iż misje księżycowe planowane były już w XXI wieku, można zauważyć ogromny postęp technologiczny. W zakresie podjętego badania autorka zapytała respondentów, jakie technologie mogą być znaczące w misjach eksploracyjnych Srebrnego Globu. Jest to według niej jedno z najbardziej intrygujących pytań, które zostało przedstawione w kwestionariuszu ankietowym. Przede wszystkim dlatego, iż odpowiedzi na nie zostały udzielone przez osoby zainteresowane przestrzenią kosmiczną, mające ogromną wiedzę i ciekawe pomysły, które warto by było poznać i w pewnym stopniu uwzględnić, powracając na Księżyc. Uzyskane odpowiedzi bardzo zaciekały autorkę, ponieważ pokazały wiele nieznanych technologii oraz to, w jaki sposób mogą być wykorzystane, aby usprawnić przebieg badawczych misji kosmicznych, a w przyszłości bardziej zaawansowanych międzyplanetarnych projektów. Pierwszą z prezentowanych innowacyjnych technologii jest metoda ISRU (*In-Situ Resource Utilization*), która polegać będzie na produkcji, pozyskiwaniu oraz przetwarzaniu materiałów z obiektów kosmicznych takich jak Księżyc. Technologia ta zastąpi pozyskiwanie materiałów (energii do statków oraz rakiet kosmicznych, materiałów podtrzymujących życie, materiałów pędnych itd.) z Ziemi. Zredukuje to znacząco koszty oraz zmniejszy ładowność rakiet podczas wysyłania ich w przestrzeń kosmiczną, dzięki czemu będą mogły zabrać inne ważne materiały. Technologia ISRU w znaczącym stopniu może usamodzielniać załogę ekspedycji, a ponadto przyczynić się do utworzenia kosmicznego zakładu produkującego niezbędne materiały dla misji kosmicznych. Kolejną dosyć ciekawą propozycją technologii jest komunikacja pomiędzy Ziemią a Księżycem, która zdaniem autorki w dużym stopniu może usprawnić kontakt pomiędzy załogą ekspedycji a specjalistami na Ziemi, dzięki czemu możliwa będzie szybka reakcja na niespodziewane wydarzenia, z którymi będą musieli poradzić sobie astronauty. Technologia ta może polegać na umieszczeniu satelitów, które zapewnią dostęp do Internetu oraz usług telekomunikacyjnych, co zdaniem autorki będzie stanowiło przełom w eksploracyjnych misjach kosmicznych. Technologia, która w zdecydowanym stopniu wspomogłaby księżycowe misje kosmiczne, a ponadto w szybszym tempie dostarczy ważnych danych niż ekspedycja astronautów, będą minidrony. Według autorki jest to świetny pomysł, który jak najbardziej powinien zostać wykorzystany. Zastanawia zatem, dlaczego agencje kosmiczne na tym etapie nie zajęły się zintensyfikowaniem tej technologii, która stanowi istotne narzędzie badawcze mogące wpłynąć na zmiany projektowania misji kosmicznych. Kolejnymi zaproponowanymi i dosyć intrygującymi technologiami są: nanotechnologia, sztuczna inteligencja oraz Neuralink. Jak zauważa autorka, przedstawione pomysły na tym etapie kojarzą się z filmami *science-fiction*, jednakże w przyszłości mogą stanowić kluczowe rozwiązania i jeśli zostaną właściwie przekształcone i przystosowane do warunków próżni, przyczynią się do tego, że przemysł kosmiczny będzie jednym z najbardziej nowoczesnych sektorów. Pomocną technologią w misjach księżycowych będzie przede wszystkim pozyskiwanie tlenu, który może zostać wytworzony

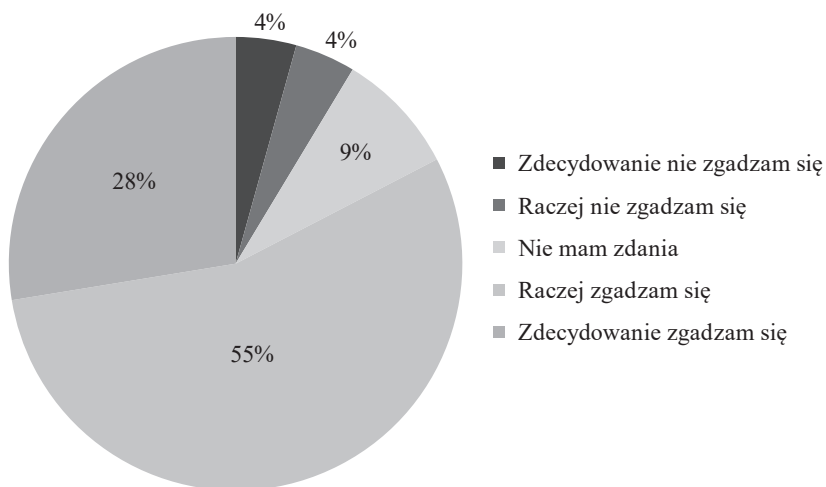
w wieloraki sposób, między innymi przetworzony z wydychanego dwutlenku węgla oraz pozyskiwany z dostępnych surowców księżycowych. Oprócz samego tlenu dla utrzymania funkcji życiowych astronautów ważne będzie pozyskiwanie wody ze skał księżycowych, która również będzie mogła zostać przekształcona na wdychany tlen, a ponadto opracowanie specjalnych szklarni, w których możliwa będzie uprawa roślin oraz uzyskanie świeżego pożywienia. Zdaniem autorki aspekty związane z podtrzymaniem życia załogi stanowią największą barierę misji kosmicznych, a wykorzystanie zaprezentowanych technologii może rozwiązać w znaczącym stopniu istniejący problem oraz zminimalizować liczbę dostaw na trasie Ziemia-Księżyc. Respondenci wykazali, iż najważniejszymi technologiami, które powinny zostać wykorzystane w misjach księżycowych, jest szeroko pojęta robotyka, a wraz z nią autonomiczna robotyka, która zdaniem autorki pracy najlepiej sprawdzi się w trudnych warunkach, które panują na Księżycu. Będą to między innymi małe bezzałogowe eksploratory przedstawiane jako minirakiety latające nisko nad powierzchnią, których zadaniem będzie szukanie nietypowych oraz nieznanych do tej pory struktur, oraz nowe generacje pojazdów księżycowych, które będą pełniły funkcję bezpiecznego oraz szybkiego przewoźnika astronautów, a ponadto będą wykorzystane do transportu ciężkich materiałów. W wynikach badań wykazane zostało, iż kluczowe będą działania jednostek wojskowych, jednakże autorka pracy do końca nie jest pewna, na czym miałyby one polegać. Być może, jak wykazał pewien respondent, związane będą z pomocą wojska w ulokowaniu bazy księżycowej oraz jej mniejszych jednostek w strategicznych miejscach, zapewniając przy tym jednocześnie idealną lokalizację dla obserwatorium oraz obserwatorium radioastronomicznego. Jak wykazał jeden z respondentów, intrygując autorkę pracy, będzie to statek kosmiczny firmy SpaceX stanowiący klucz do wszystkiego. W opinii autorki respondent widzi ogromne szanse w poczynaniach firmy, których znaczenie będzie istotne podczas powrotu na Księżyc.

W dalszej kolejności, nawiązując do bazy księżycowej, badanie obejmowało wyrażenie opinii na temat jej rozwoju, którą zapoczątkuje program Artemis. Większość respondentów (55% oraz 28%), jak zostało ukazane na rys. 1, wyraziło pozytywną opinię. Mniejsze grono badanych (9%) nie wyraziło swojej opinii. Pozostali badani (4% oraz 4%) są zdecydowanymi realistami – ciężko im wyobrazić sobie, iż księżycowy program Artemis sprostą tak odważnemu planowi, jakim jest osiedlenie na kosmicznych obiektach.

W związku z prezentacją potencjalnej wizji bazy logistycznej (rys. 2) autorka zapytała respondentów, czy taki projekt ma szanse realizacji. Dane zaprezentowane na rys. 3 pokazują, iż dla 48% oraz 37% badanych jest on realny. 5% badanych wstrzymało się od udzielania opinii w tym zakresie, natomiast dla 7% oraz 3% respondentów jest on nie do spełnienia.

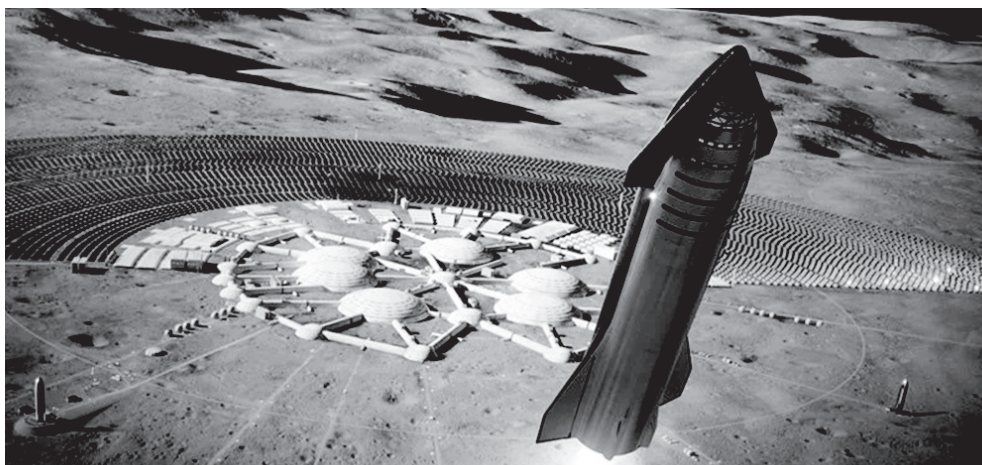
Na rysunku 4 zaprezentowane zostały wyniki wyrażające opinie respondentów na temat stacji Gateway, która ma być zlokalizowana na orbicie Księżyca i która będzie dla astronautów miejscem pełniącym funkcję przygotowawczą przed misją

na Srebrny Glob bądź podróżą na Marsa. Jak wynika z analizy danych, dla większości respondentów jest to zdecydowanie realny (45%) lub realny (42%) scenariusz. Mniejszy odsetek badanych nie wyraził swojego zdania lub był w mniejszym lub w większym stopniu negatywnie nastawiony w związku z postawionym pytaniem. Należy zwrócić uwagę, że żaden z respondentów nie wyraził w pełni negatywnego zdania.



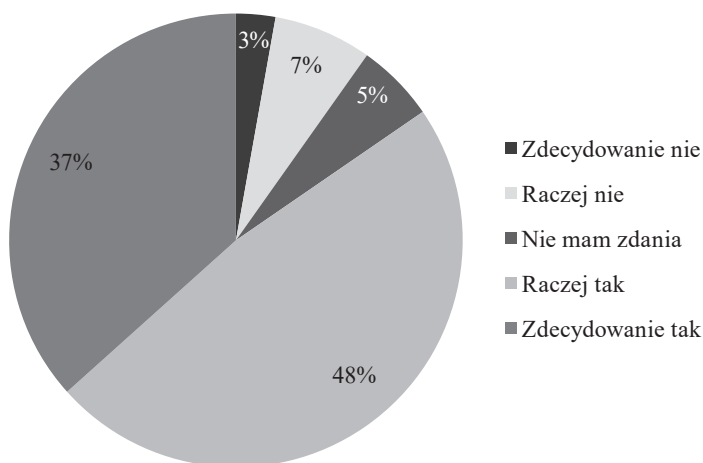
Rys. 1. Opinia respondentów na temat budowy bazy na powierzchni Księżyca, która zostanie zapoczątkowana dzięki rozwojowi programu Artemis

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.



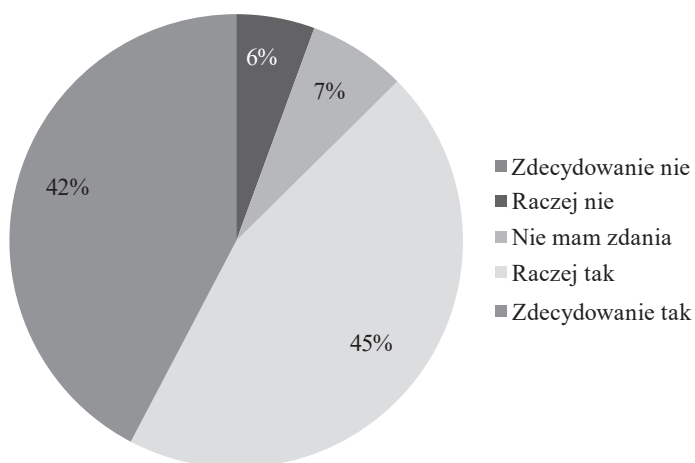
Rys. 2. Baza księżycowa wraz z miejscami do przeprowadzania startów misji kosmicznych

Źródło: (*Science Alert*, 2019).



Rys. 3. Opinia respondentów na temat przedstawionej wizji bazy księżycowej

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

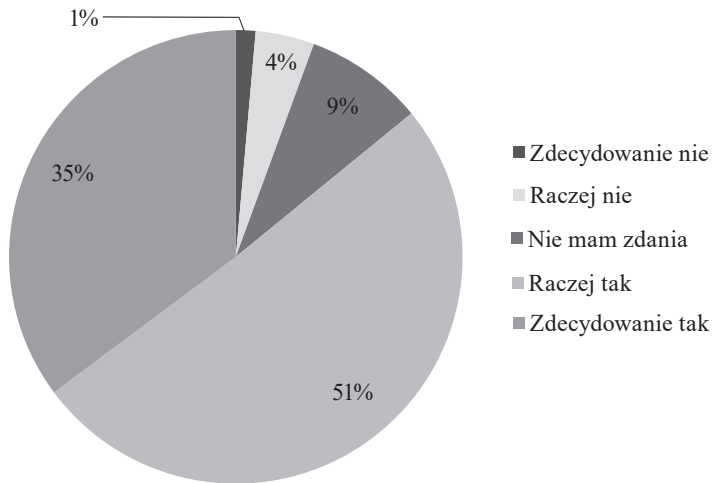


Rys. 4. Opinia respondentów na temat utworzenia na orbicie Księżyca stacji kosmicznej Gateway

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

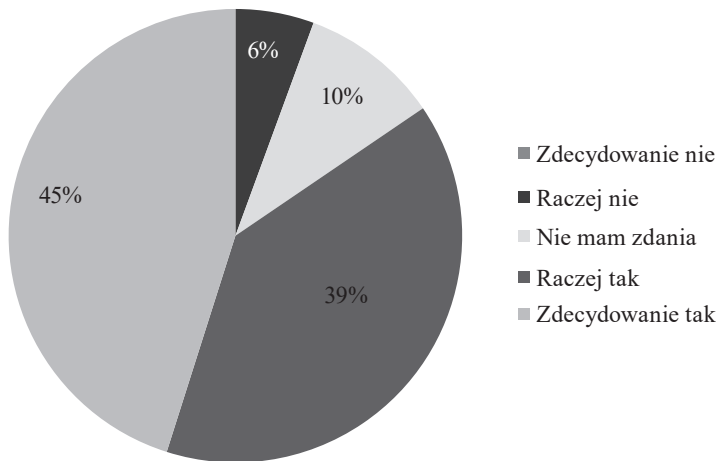
W następnym pytaniu respondenci zostali poproszeni o wyrażenie swojego zdania na temat futurystycznego planu odnoszącego się do utworzenia portu lotniczego (kosmodromu) na powierzchni Księżyca, który mógłby pozwolić na realizację lotów kosmicznych w dalsze zakątki Układu Słonecznego. Ten niezwykle zaawansowany projekt miał zróżnicowany odbiór, co zostało ukazane na rys. 5. Większość badanych wyraziła aprobatę (51%), 35% – zdecydowaną aprobatę, mniejsza grupa (9%)

nie miała zdania w tej kwestii, 4% udzieliło odpowiedzi „raczej nie”, najmniej zaś ankietowanych, czyli 1%, wskazało „zdecydowanie nie”.



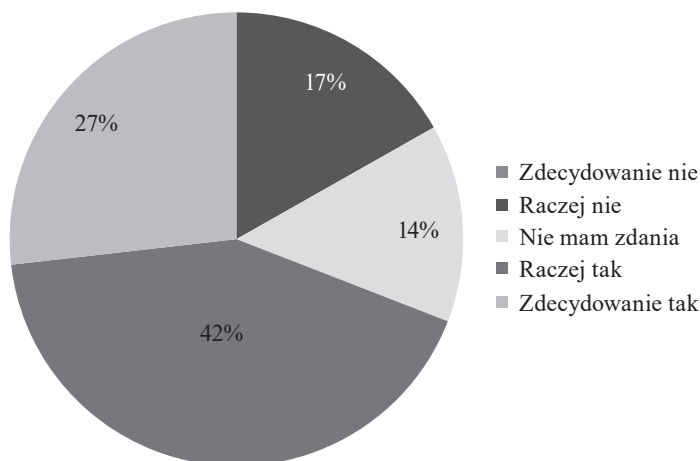
Rys. 5. Opinia respondentów na temat utworzenia portu lotniczego na powierzchni Księżyca

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.



Rys. 6. Opinia respondentów na temat użycia druku 3D przy budowie bazy na Księżycu oraz w innych miejscach w galaktyce

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.



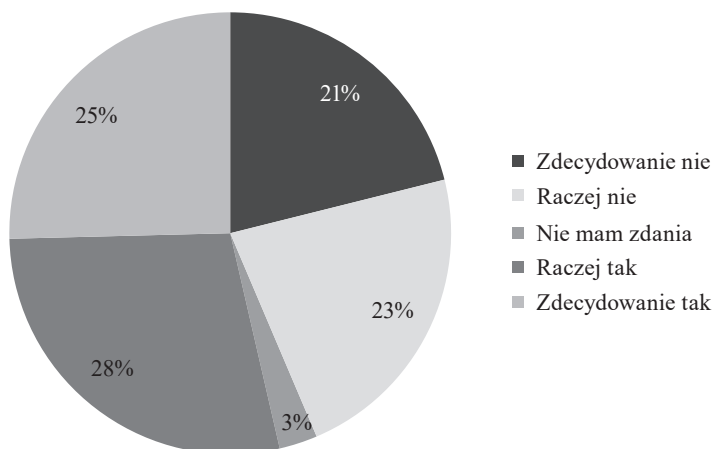
Rys. 7. Opinia respondentów na temat możliwości pozyskania wody z powierzchni Księżyca

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Respondenci zapytani o wykorzystanie druku 3D podczas budowy bazy na Księżycu oraz w innych miejscach w galaktyce wyrazili w większości pozytywną opinię (rys. 6). W dalszej kolejności dość liczną odpowiedzią było brak zdania (10%), natomiast najrzadziej wskazywano negatywną opinię (6%).

Na rysunku 7 ukazano dane, które obrazują opinie respondentów odnośnie do możliwości pozyskania wody z powierzchni Księżyca. Uzyskane wyniki dały autorce szeroki obraz postrzegania tego zjawiska przez respondentów. Dla szerszego grona badanych istnieje ogromna szansa na pozyskanie wody z powierzchni Srebrnego Globu (42% oraz 27%). Równie liczne grono ankietowanych nie ma zdania (14%) na ten temat, a 17% uważa, iż raczej nie ma możliwości pozyskania wody z powierzchni Księżyca. Warte uwagi jest to, iż żaden z respondentów nie wskazał zdecydowanie negatywnej odpowiedzi.

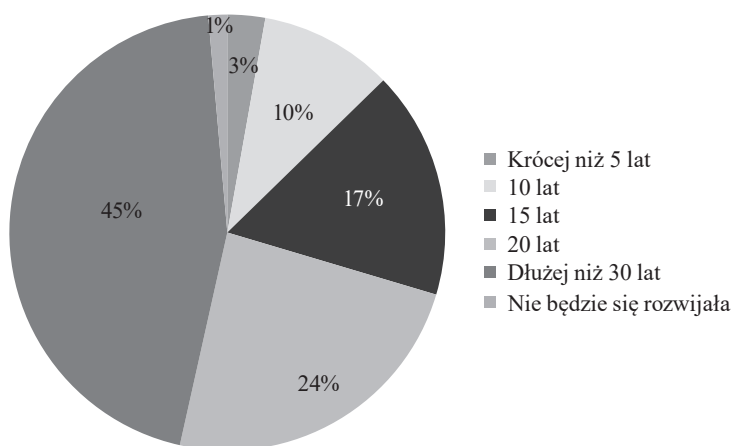
W dalszej części opracowanego kwestionariusza ankietowego autorka zapytała respondentów, czy uważają, iż rozwinięta logistyczna infrastruktura księżycowa pozwoli na realizację misji w najdalsze zakątki galaktyki. Jak można zauważyć na rys. 8, odpowiedzi są na podobnym poziomie, co powoduje, że to pytanie jest jednym z ciekawszych w kwestionariuszu. Najmniej liczną odpowiedzią był brak zdania respondentów (3%). W pozostałych zbliżonych do siebie wynikach prym wiodła pozytywna odpowiedź, iż raczej (28%) istnieją szanse rozwiniętej logistycznej infrastruktury księżycowej. W dalszej kolejności – na poziomie 23% – wskazano zdecydowaną aprobatę, natomiast mniej liczne, lecz pasujące się na dosyć wysokim poziomie były negatywne odpowiedzi (23% oraz 21%).



Rys. 8. Opinia respondentów na temat możliwości powstania rozwiniętej logistycznej infrastruktury księżycowej

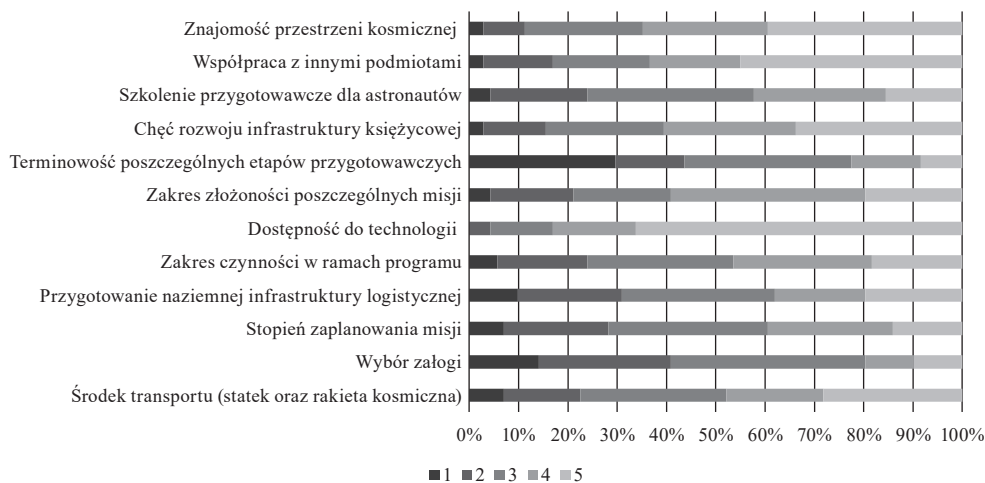
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Uczestnicy badania zapytani o potencjalny okres rozwoju logistycznej infrastruktury księżycowej wyrazili odmienne zdanie, co zostało ukazane na rys. 9. Dla najliczniejszego grona (45%) okres ten będzie dłuższy niż 30 lat. Dla 24% wynosić on będzie 20 lat, dla 17% badanych 15 lat, natomiast 10% badanych uważa, iż będzie to 10 lat. Dla mniejszej grupy odważnie myślących respondentów jej okres rozwoju wynosić będzie krócej niż 5 lat, a 1% badanych uważa, iż nie będzie się ona rozwijała.



Rys. 9. Okres rozwoju logistycznej infrastruktury księżycowej

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.



Rys. 10. Obszary, w których nastąpił największy progres programu Artemis w porównaniu z programem Apollo (liczba głosów)

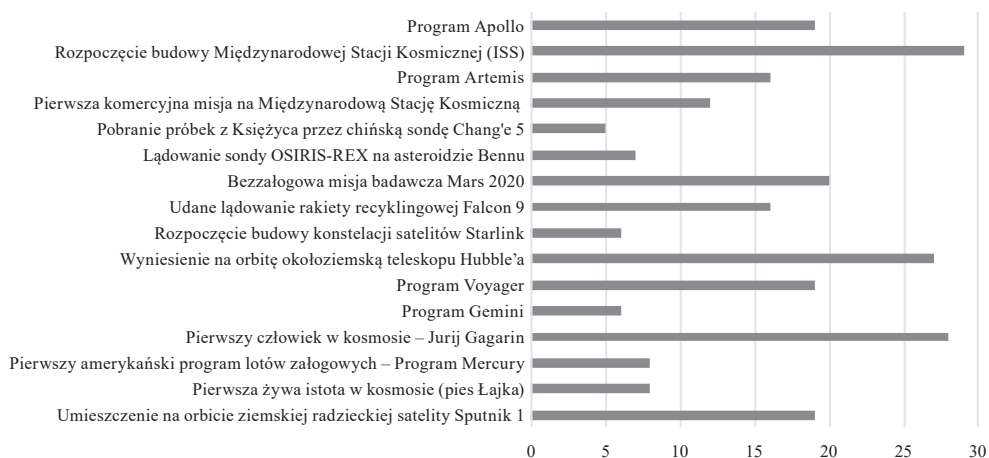
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Również transport i logistyka kosmiczna zostały zbadane w ramach analizy porównawczej – respondenci oceniali przygotowanie do dwóch misji na Księżyc: już zrealizowanej, czyli Apollo, i planowanej misji Artemis. Autorka, aby stwierdzić, który z programów księżycowych został lepiej przygotowany, zapytała respondentów, jak postrzegają obydwa programy. Na rysunku 10 ukazane zostały czynniki, a wraz z nimi ich poszczególne oceny przyznane przez respondentów odnośnie do progresu, jaki nastąpił według nich w planowanym programie Artemis w porównaniu z programem Apollo z ubiegłego wieku. Program Artemis przoduje w kategorii związanej z dostępnością do technologii. Respondenci wykazali, iż znajomość przestrzeni kosmicznej w przypadku programu Artemis została znacznie poprawiona w porównaniu z programem Apollo. Jak pokazują dane na rys. 16, duży progres nastąpił w kategorii związanej ze współpracą z innymi podmiotami. Respondenci pozytywnie ocenili obszar związany z chęcią rozwoju infrastruktury księżycowej. Analizując omawiane dane, zauważyć można wskazane przez respondentów poważne niedociągnięcia w programie Artemis związane z poszczególnymi etapami przygotowawczymi. W opinii respondentów terminowość stanowi piątą achillesową programu, przez co wiele czynności może zostać opóźnionych, a sam program będzie się ciągnął latami, zniechęcając partnerów do partycypacji w przedsięwzięciu oraz interesariuszy do śledzenia zmian w projekcie księżycowym, pod tym względem program Artemis zdecydowanie zawiódł interesariuszy. Pozostałe wyniki wskazują na inne wątpliwości, jakie respondenci mają na temat programu Artemis, który mimo iż opracowywany jest w nowej erze, przegrywa w wielu aspektach ze

starszym o niespełna wiek programem Apollo. W opinii badanych wiele do życzenia pozostawiają najważniejsze obszary misji, mianowicie naziemna infrastruktura oraz środek transportu, które powinny zostać zdecydowanie lepiej ocenione, a jednak tak się nie stało. Projekt odnośnie do tych kwestii nie ma rzetelnych wzorców tak jak program Apollo, który pod tym względem przoduje i logistycznie przewyższa program Artemis. Pozostałe nieopisane kwestie, tj. szkolenie przygotowawcze dla astronautów, zakres złożoności poszczególnych misji, zakres czynności w ramach programu oraz stopień zaplanowania misji, są obszarami ocenionymi dosyć neutralnie, w związku z czym można wywnioskować, iż respondenci mają pewne wątpliwości co do dominacji programu Artemis, skłaniając się bardziej w kierunku wyboru programu Apollo. Jednak program Artemis ma jeszcze trochę czasu, aby zmodyfikować zakładane plany, które być może będą stanowiły większy progres w porównaniu z programem Apollo.

3.2. Ocena znaczenia logistyki w misjach kosmicznych

Oprócz umożliwienia identyfikacji różnych wizji bazy logistycznej na Księżycu, wyniki badań pozwoliły autorce przyrzeć się znaczeniu logistyki w eksploracji kosmosu, szczególnie w misjach kosmicznych.



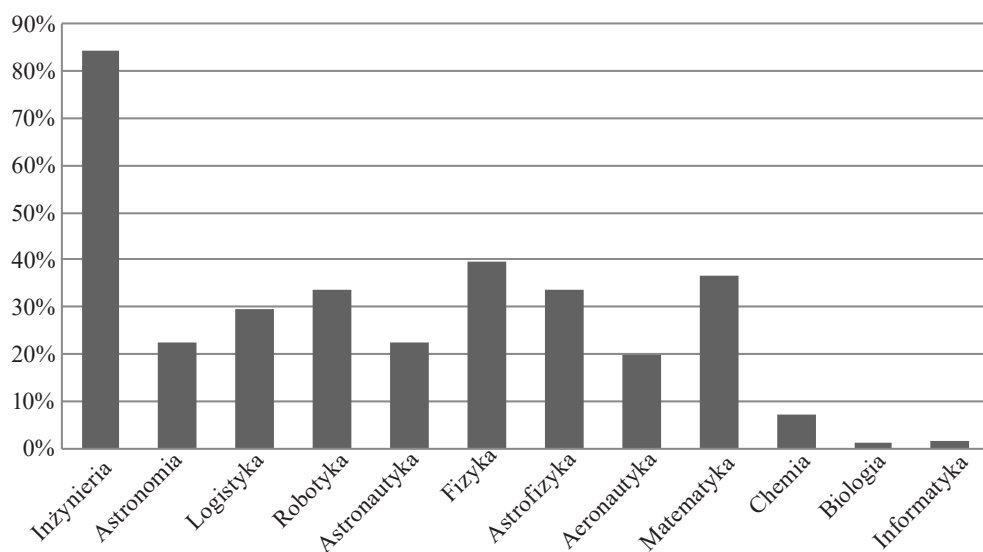
Rys. 11. Najważniejsze misje kosmiczne w eksploracji przestrzeni kosmicznej (liczba głosów)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Na początku procesu badawczego respondenci zostali zapytani o to, jakie misje uważają za najważniejsze w eksploracji przestrzeni kosmicznej. Jak zostało ukazane na rys. 11, respondenci wskazali, iż jednym z najważniejszych przedsięwzięć w historii przemysłu kosmicznego jest rozpoczęcie budowy Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (29 głosów), następnie dostanie się pierwszego człowieka w prze-

strzeń kosmiczną (28 głosów). 27 głosów otrzymała misja wyniesienia na orbitę okołozemską teleskopu Hubble'a, w dalszej kolejności licznie wskazane zostały: bezzałogowa misja badawcza Mars 2020 (20 głosów), program Apollo (19 głosów) oraz umieszczenie na orbicie ziemskiej radzieckiej satelity Sputnik 1 (19 głosów). Wyróżniającą się misją na tle pozostałych jest także udane lądowanie rakiety recyklingowej Falcon 9, które otrzymało 16 głosów. Pytanie to pozwoliło ustalić autorce, jak zmieniała się logistyka kosmiczna w ciągu lat.

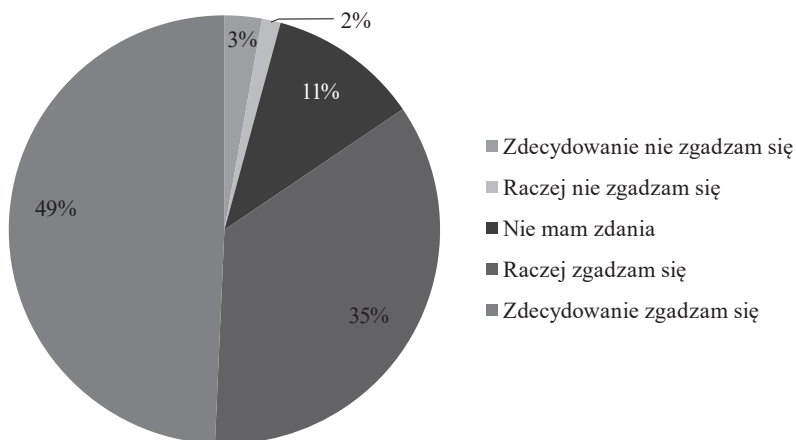
W przypadku dziedzin, które decydują o skuteczności misji kosmicznych, respondenci w głównej mierze wskazywali (rys. 12) nauki ścisłe. Najwięcej głosów otrzymała inżynieria (84,5%) jako dziedzina, następnie wyróżniona została fizyka, uzyskując 39,4% wskazań, niewiele mniej uzyskała matematyka (36,6%) oraz robotyka (33,8%) wraz z astrofizyką (33,8%). Pozostałe wyniki nieuwzględnione w powyższych rozważaniach obejmują wyłącznie nauki ścisłe, jedyną zaś dziedziną niewchodzącą w skład nauk ścisłych wyróżniającą się na tle uzyskanych wyników jest logistyka, która otrzymała 26,9% głosów.



Rys. 12. Dziedziny decydujące o sukcesie misji kosmicznych

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Respondenci, oceniając wpływ logistyki na skuteczność misji kosmicznych (rys. 13), wskazali, iż w głównej mierze logistyka ma ogromny wpływ na skuteczność projektów kosmicznych (pozytywne odpowiedzi na poziomie 49% oraz 35%). 11% respondentów nie miało zdania w tej kwestii, natomiast 3% i 2% badanych określiło, iż logistyka nie ma wpływu na skuteczność misji.

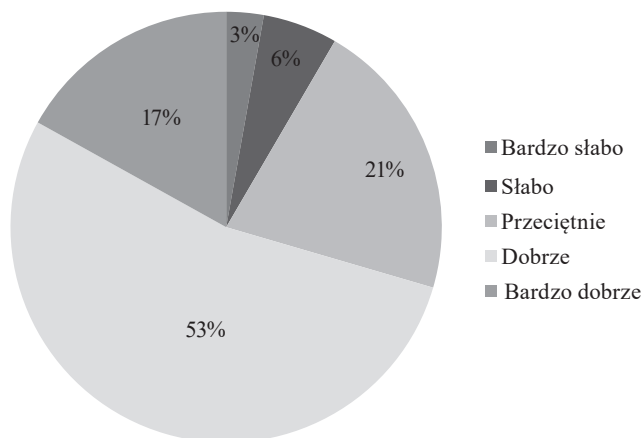


Rys. 13. Ocena przez respondentów wpływu logistyki na skuteczność misji kosmicznych

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Kolejne zagadnienia, o które byli pytani respondenci, dotyczyły rozwoju transportu kosmicznego i znaczenia w eksploracji kosmosu prywatnych podmiotów sektora kosmicznego. W tej części autorka zgromadziła również dane na temat oceny globalnego i polskiego sektora kosmicznego.

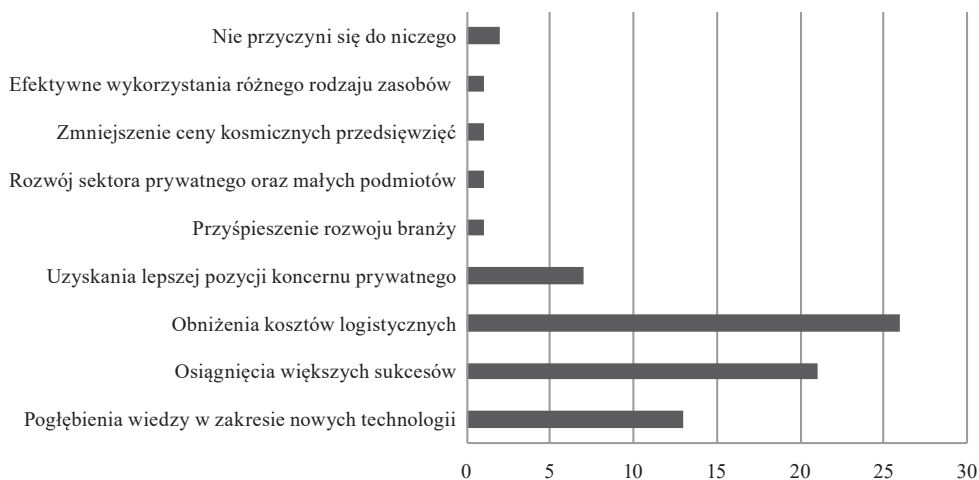
Respondenci, oceniając obecny poziom rozwoju transportu kosmicznego, wykazali (rys. 14), iż według nich jest on bardzo zróżnicowany. Jego stopień rozwoju przez większość badanych został określony jako dobry (53%), mniej liczna grupa (21%) stwierdziła, iż jest on przeciętny, dla 17% badanych jego stopień rozwoju jest bardzo dobry, natomiast 9% badanych wyraziło negatywną opinię na ten temat.



Rys. 14. Ocena stopnia rozwoju obecnego sektora transportu kosmicznego

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

W dalszej kolejności respondenci zostali poproszeni o wskazanie, do czego według nich może przyczynić się zlecenie misji kosmicznych przez agencje rządowe prywatnym firmom kosmicznym. Jak widać na rys. 15, doprowadzi to do wielu istotnych oraz pożytecznych efektów – głównie, jak zostało wskazane przez respondentów, do obniżenia kosztów logistycznych (26 głosów). Kolejną najczęściej wybieraną odpowiedzią przez badanych było osiągnięcie znaczących sukcesów przez prywatny koncern (21 głosów). Mocno wyróżniona została odpowiedź mówiąca o pogłębieniu wiedzy w zakresie nowych technologii (13 głosów) oraz uzyskanie lepszej pozycji koncernu prywatnego (7 głosów).



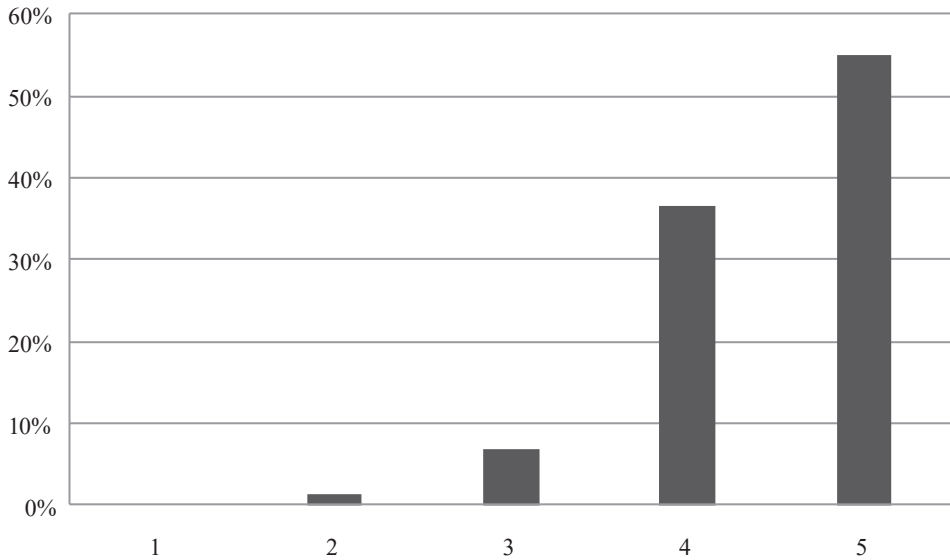
Rys. 15. Efekty, do których przyczyni się zlecenie projektów kosmicznych przez agencje rządowe firmom prywatnym (liczba głosów)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

W przypadku znaczenia prywatnego koncernu dla rozwoju misji kosmicznych respondenci wskazali (rys. 16.), iż jest ono bardzo duże i duże (54,9% oraz 36,6%), dla mniejszego grona jest ono średnio istotne (7%), a pojedynczy respondenci stwierdzili, że firmy prywatne nie mają znaczenia dla rozwoju projektów kosmicznych, takich jak misje kosmiczne.

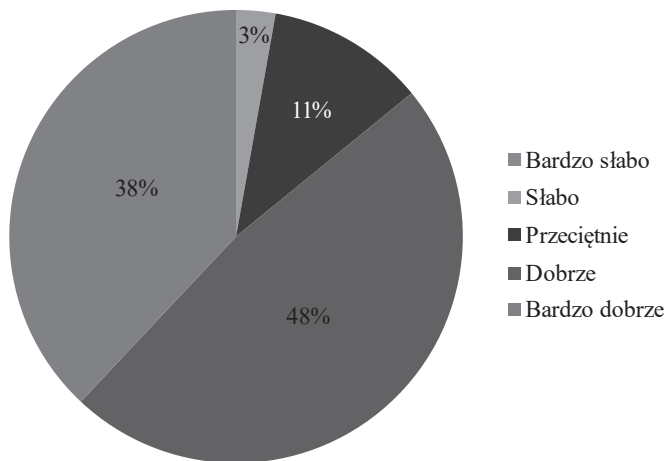
W ramach oceny rozwoju prywatnego sektora kosmicznego na świecie 48% respondentów stwierdziło, iż rozwija się on dobrze (rys. 17). Dla 38% badanych jego rozwój jest na poziomie bardzo dobrym, przez 11% respondentów oceniany jest jako przeciętny, natomiast dla 3% jest on słaby.

Najpopularniejszą firmą sektora kosmicznego wskazaną przez respondentów (rys. 18) jest firma SpaceX – wskazało ją aż 97% respondentów. Drugą firmą, która została wskazana przez osoby uczestniczące w badaniu, jest Virgin Galactic (3% odpowiedzi). Pozostałe firmy nie zostały uwzględnione przez respondentów.



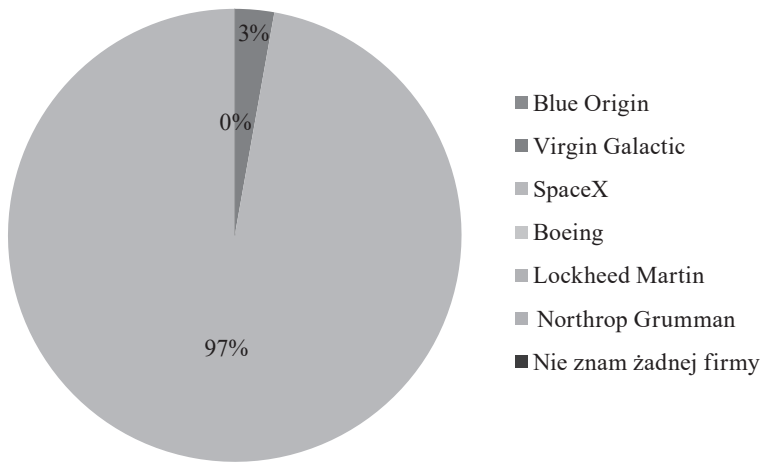
Rys. 16. Znaczenie prywatnych firm sektora kosmicznego dla rozwoju misji kosmicznych

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.



Rys. 17. Ocena rozwoju prywatnego sektora kosmicznego na świecie

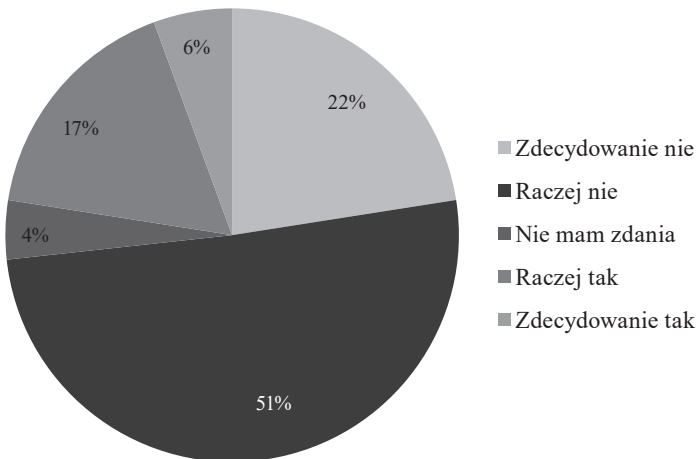
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.



Rys. 18. Najbardziej znana firma prywatnego sektora kosmicznego według respondentów

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

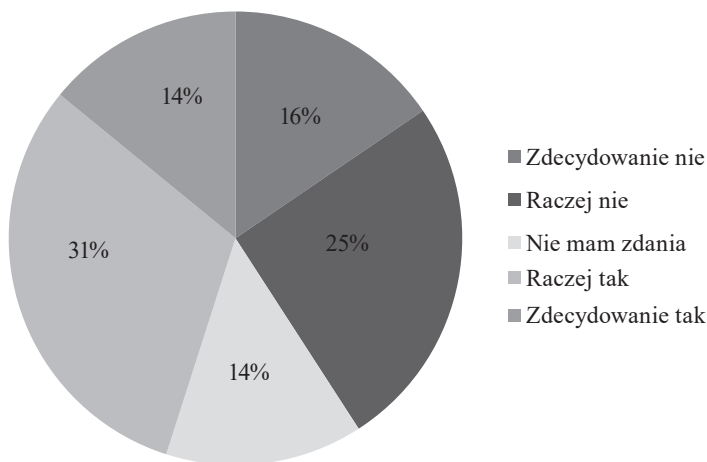
Misje kosmiczne są bardzo ważnym narzędziem w odkrywaniu nieznanych faktów na temat przestrzeni pozaziemskej. Jak zostało przedstawione na rys. 19, zdaniem większości badanych osób (51% oraz 22%) ich szansa na dynamiczny rozwój bez firm prywatnych jest niemożliwa. 17% oraz 6% badanych uważa, iż misje kosmiczne są całkowicie samowystarczalne i nie wymagają udziału prywatnego koncernu, aby mogła nastąpić ich znacząca dynamizacja, natomiast dla 4% respondentów jest to bez znaczenia.



Rys. 19. Opinia respondentów na temat dynamicznego rozwoju misji kosmicznych bez udziału prywatnych firm

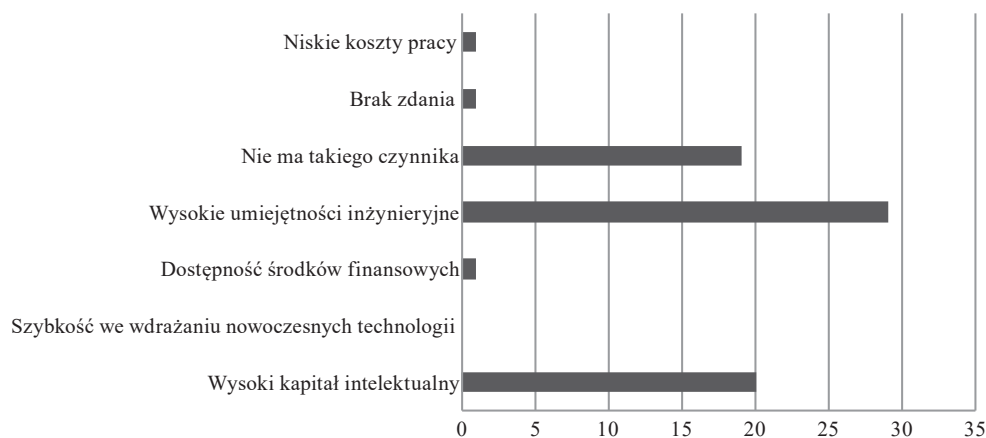
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Na rysunku 20 zaprezentowano opinie respondentów na temat udziału polskiego sektora kosmicznego w najważniejszych planowanych misjach kosmicznych. 31% respondentów, oceniając takie możliwości, zaznaczyło odpowiedź „raczej tak”, 25% uważa, iż polski sektor raczej nie ma szans, 16% twierdzi, iż polski sektor zdecydowanie nie ma szans, 14% respondentów nie ma zdania w tym temacie; również 14% badanych odpowiedziało, iż polski sektor zdecydowanie ma szansę na udział w najważniejszych planowanych misjach.



Rys. 20. Opinia respondentów na temat udziału polskiego sektora kosmicznego w najważniejszych planowanych misjach kosmicznych

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.



Rys. 21. Główny czynnik przewagi polskich podmiotów sektora kosmicznego w międzynarodowych projektach kosmicznych (liczba głosów)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Kontynuując rozważania na temat polskiego sektora kosmicznego, autorka zapytała respondentów o główny czynnik stanowiący źródło przewagi polskich podmiotów sektora kosmicznego w międzynarodowych projektach związanych z ich przygotowaniem oraz późniejszą realizacją. Na rysunku 21 widać, iż głównym czynnikiem budującym konkurencyjność polskiego sektora kosmicznego są wysokie umiejętności polskich inżynierów (29 głosów). Respondenci wykazali, że źródłem przewagi konkurencyjnej może być również wysoki kapitał intelektualny (20 głosów), ale także mocno wyróżniono odpowiedź mówiącą o tym, iż nie ma takiego czynnika (19 głosów).

4. Wnioski końcowe oraz propozycja dalszych badań

Reasumując powyższe rozważania, można stwierdzić, iż misje kosmiczne są złożonymi i fascynującymi wydarzeniami, które nieustannie ekscytują ludzi, a w ich realizację angażują się specjaliści z wielu dziedzin. W związku z ich dynamizacją w ciągu ostatnich lat zauważyć można, iż agencje kosmiczne oraz koncerny prywatne coraz chętniej decydują się na realizację projektów pozaziemskich, co przekłada się na ich odmienny charakter, w efekcie wpływając na zróżnicowane i nieustannie ewoluujące zaplecze logistyczne.

Nawiązując do przeprowadzonych badań, należy stwierdzić, że wątpliwość może budzić dobór respondentów uczestniczących w badaniu ze względu na to, iż nie należą do nich eksperci, lecz pasjonaci przestrzeni pozaziemskiej. Zatem stwierdzić można, iż odpowiedzi udzielone w przeprowadzonym badaniu opierają się jedynie na osobistych zainteresowaniach, a także spostrzeżeniach w zakresie dziedzin związanych z uniwersum, misjami oraz technologiami kosmicznymi. Jednakże jak zauważa autorka, pasjonaci przemysłu kosmicznego potrafią łatwiej, krytyczniej oraz bardziej innowacyjnie spojrzeć na pewne działania agencji oraz prywatnych koncernów kosmicznych ze względu na ich przekrojowe zainteresowania oraz nadgorliwe śledzenie poczyną w zakresie rozwoju misji kosmicznych, ze szczególnym uwzględnieniem planowanych misji na Srebrny Glob, co pozwala ustalić oraz ocenić rozwój logistyki misji kosmicznych.

W przeprowadzonym badaniu wskazane zostały misje, które zdaniem respondentów są najważniejsze w eksploracji przestrzeni kosmicznej, i to właśnie w nich logistyka odegrała jedną z ważniejszych ról w wykonywaniu kluczowych zadań. Jako że misje kosmiczne stanowią imponujące narzędzie badania przestrzeni kosmicznej, wymagają udziału wielu dziedzin nauki i gospodarki, które przede wszystkim należą do obszaru nauk ścisłych. Badania wykazały jednocześnie, co skłania do odrzucania postawionej hipotezy H1, że to nie logistyka, a nauki ścisłe w pierwszej kolejności stanowią kluczowy czynnik powodzenia misji kosmicznych. Niemniej jednak po osiągnięciu kluczowych ścisłych umiejętności ważna staje się logistyka, która dzięki swojemu potencjałowi znajduje zastosowanie w wielu projektach. Logistyka, pomimo że obecnie nie stanowi kluczowej dziedziny, w przyszłych mi-

sjach kosmicznych będzie znacząco ewoluowała jako uniwersalna dziedzina. Wyróżnikiem logistyki, która istotnie determinuje sukces misji, jest jej kompletność, terminowość oraz dostępność, a jak uważa autorka, są to bardzo ważne zagadnienia dla przemysłu kosmicznego, które mogą zagwarantować, że logistyka znacząco wpłynie na skuteczność projektów kosmicznych, dlatego dzięki swojej specyfice w łatwiejszy oraz skoordynowany sposób przyczyni się do sukcesu bardzo skomplikowanych misji księżycowych. Patrząc na stan obecnie funkcjonującego sektora transportowego, który jest ważną częścią logistyki, na podstawie przeprowadzonych badań można zauważyć, że rozwija się na dobrym poziomie, zmierzając ku jeszcze lepszej pozycji, aby sprostać bardziej skomplikowanym projektom, w tym w głównej mierze dotyczącym Srebrnego Globu. W przypadku prywatnego sektora kosmicznego zauważyć można jego ogromny rozwój. Obecnie realizację projektów kosmicznych wyróżnia działalność prywatnych koncernów, które – co potwierdza postawioną hipotezę H3 – pozwalają na obniżenie kosztów logistycznych, przyczyniając się do coraz większego postępu, dzięki czemu misje kosmiczne będą mogły odbywać się bezustannie. Wspomaganie działań agencji kosmicznych poprzez działania logistyczne koncernów prywatnych wpływa na lepsze przygotowanie oraz rozwój misji. Autorka, opierając się na przeprowadzonych badaniach, zauważyła pewną tendencję wzrostową dla logistyki, która nie jest w pełni wykorzystywana przez agencje kosmiczne, natomiast koncerny prywatne dążą do tego, aby móc wykorzystać jej potencjał jak najlepiej oraz przenieść ją na bardziej zaawansowany wymiar. Przykładem tego jest budowa bazy logistycznej na Księżycu. Wysoko zaawansowany projekt ma być owocem pracy nad programem Artemis. Jak wskazały wyniki badań, a co jednocześnie skłania do odrzucenia postawionej hipotezy H2, baza będzie niezwykle miejscem wspieranym przez logistykę, jednakże aby była ona wysoko rozwiniętym projektem, musi minąć 30 lat. Logistyczne działania związane z możliwościami wysoko rozwiniętej logistycznej infrastruktury na powierzchni Księżyca w głównej mierze będą polegały na realizowaniu zadań na jego powierzchni, jednakże mogą nastąpić też pewne logistyczne modyfikacje, które umożliwią organizowanie misji w dalsze zakątki galaktyki. W ramach przeprowadzonych badań autorka stwierdziła, że respondenci nie do końca są pewni, czy Polska ma szansę na udział w międzynarodowych projektach kosmicznych, w tym tych związanych z misjami księżycowymi. Było to jedno z najtrudniejszych pytań skierowanych do respondentów. Jednak zauważyć można, iż polski sektor ma duże szanse na udział w ważnych misjach kosmicznych, między innymi dlatego – jak wykazały badania, a co jednocześnie skłania do odrzucenia postawionej hipotezy H4 – że jego głównym źródłem przewagi konkurencyjnej jest wysoki odsetek inżynierów o unikalnych umiejętnościach, którzy mogliby sprostać ambitnym planom misji kosmicznych oraz wesprzeć swoją inżynierską wiedzą misje księżycowe, jednak tylko wtedy, gdy polski sektor wykorzysta w pełni swój potencjał.

W dotychczasowych projektach kosmicznych logistyka lepiej rozwijała się w naziemnych projektach niż w tych dotyczących przestrzeni kosmicznej, czego

głównym powodem była niedostateczna znajomość przestrzeni kosmicznej. Jednak w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat jej znaczenie widocznie w misjach kosmicznych wzrosło. Jak wynika z przeprowadzonych badań, logistyka w swoim rozwoju będzie podążać za wizjonerskimi projektami kosmicznymi. Na pewno nastąpi znaczący wzrost jej znaczenia w kosmosie, ponieważ będzie rozwijana w jeszcze większym stopniu przez koncerny prywatne, a ponadto przyszłe misje dotyczyć będą odleglejszych destynacji, na drodze do których będą powstawać strategiczne punkty logistyczne pełniące funkcję miejsc produkcji, magazynowania niezbędnych surowców, materiałów, ale także miejsc przesiadkowych dla astronautów. W przestrzeni kosmicznej powstanie wiele takich miejsc, aby wspierać realizację misji kosmicznych, co będzie stanowić główny cel logistyki, która uczestniczyć będzie w budowie, wznoszeniu oraz późniejszym eksploataowaniu obiektów.

Jak wnioskuje autorka na podstawie przeprowadzonych badań oraz przeglądu literatury, logistyka związana z obecnymi misjami w porównaniu z misjami księżycowymi, które miały miejsce w ubiegłym wieku, będzie bardzo dobrze rozwijana. Pierwsze misje księżycowe miały bowiem na celu zorientowanie się na temat infrastruktury Księżyca oraz połączenia między nim a Ziemią, dzięki czemu obecnie pozwalają lepiej przygotować się do przyszłych przedsięwzięć i rozwinąć działania logistyczne. Przyszły udział logistyki w misjach księżycowych będzie bardzo znaczący, nie tylko w samej budowie, wynoszeniu załogi na powierzchnię Srebrnego Globu czy obsłudze bazy oraz technologii. Poprzez działania związane z przygotowaniem oraz kompletacją materiałów niezbędnych do opracowania księżycowych środków transportu, bazy księżycowej, technologii, a także samej infrastruktury logistycznej nastąpi integracja nauki ścisłej reprezentowanej przez inżynierię z „nieastronomiczną” logistyką. Dzięki zaistnieniu logistyki w projektach księżycowych nabierze ona jeszcze większego znaczenia w przyszłościowych misjach kosmicznych, a poprzez swoje unikalne procesy wytyczy nowe tory dla projektów pozaziemskich.

Dalszymi propozycjami dla kontynuowania tematyki poruszanej w artykule jest przeprowadzenie analizy porównawczej uzyskanych wyników badań z faktycznymi wydarzeniami, które będą miały miejsce za kilka lat w trakcie trwania programu Artemis, a także omawianie tej kwestii ze znawcami (ekspertami), praktykami z dziedziny astronomii oraz pracownikami sektora kosmicznego.

Literatura

- Baraniecka, A. (2019). Space logistics – current status and perspectives, modelling of logistics processes and systems. Part XXI. *Research Journal of the University of Gdańsk. Transport Economics and Logistics*, t. 82.
- Borowski, K. (2007). Inwestycje alternatywne – nieruchomości na Księżycu, Marsie i innych ciałach niebieskich. *Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów. Zeszyt Naukowy*, (85), 75-82.

- CBOS. (b.d.). *Badanie pt. „Problemy demograficzne świata” Centrum Badania Opinii Społecznej (CBOS)*. Pobrane z https://cbos.pl/SPISKOM.POL/1999/K_185_99.PDF
- Davis, L. A. (2016). First stage recovery. *Senior Advisor, US National Academy of Engineering, Engineering*, (2), 152-153.
- ESA. (b.d.). *Water and oxygen made on the Moon*. Pobrane z https://www.esa.int/About_Us/Business_with_ESA/Business_Opportunities/Water_and_oxygen_made_on_the_Moon
- Kotomaj, K. (2021). *Logistyka misji kosmicznych na przykładzie misji na Księżyc* (praca dyplomowa licencjacka napisana w Katedrze Zarządzania Strategicznego i Logistyki pod kierunkiem dr Anny Baranieckiej). Wrocław: Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu.
- Krawczyk, S. (red.). (2011). *Logistyka. Teoria i praktyka* (cz. 1). Warszawa: Difin.
- Licbarska, J. (2020). Pozyskiwanie zasobów z kosmosu – szansa czy konieczność? *Alcumena – Pismo Interdyscyplinarne*, 2(2).
- Schrunk, D., Sharpe, B., Cooper, B. L. i Thangavelu, M. (2007). *The moon: Resources, future development and settlement*. Springer Science & Business Media.
- Science Alert. (2019). Pobrane z https://www.sciencealert.com/images/2019-09/processed/starship_spacex_moon_base_1024.jpg
- Water and oxygen made on the Moon*. (b.d.). Pobrane 21 stycznia 2021 z https://www.esa.int/About_Us/Business_with_ESA/Business_Opportunities/Water_and_oxygen_made_on_the_Moon
- WWF. (b.d.). *Od dziś ludzkość żyje na ekologiczny kredyt. Jedna Ziemia nam nie wystarczy*. Pobrane z <https://www.wwf.pl/aktualnosci/od-dzis-ludzkość-żyje-na-ekologiczny-kredyt-jedna-ziemia-nam-nie-wystarczy>

LOGISTICS OF SPACE MISSIONS ON THE EXAMPLE OF A MISSION TO THE MOON

Abstract: The purpose of this article is to present the results of research on the assessment and importance of logistics in space missions, with particular emphasis on missions to the Moon. In order to achieve the above goal, the author conducted research among enthusiasts of space exploration, including space missions, and at the same time members of groups dealing with this subject, willing to share their knowledge and insights on the social network Facebook.

Keywords: space missions, space logistics, space sector, mission to the Moon, base on the Moon.