

Wykorzystanie autonomicznych robotów dostawczych w usługach kurierskich ostatniej mili

Andrzej Białokozowicz

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: andrzej.bialokozowicz.104308@student.pb.edu.pl

Urszula Ryciuk 

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: u.ryciuk@pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2022-0048

Streszczenie

Rynek usług kurierskich rozwija się obecnie bardzo dynamicznie zarówno na świecie, jak i w Polsce. Przedsiębiorstwa kurierskie dopasowując swoją ofertę do zmiennych warunków wdrażają nowe innowacyjne rozwiązania pozwalające na podniesienie efektywności transportu ostatniej mili oraz zapewniających wysoką jakość usług oczekiwaną przez klientów. Do takich rozwiązań zaliczają się autonomiczne roboty dostawcze, które są testowane i wdrażane coraz częściej jako nowa forma dostawy przesyłek. Celem artykułu jest ocena możliwości zastosowania autonomicznych robotów dostawczych w sektorze usług kurierskich w Polsce. W artykule przedstawiono koncepcję wdrożenia autonomicznych robotów dostawczych, wyniki przeprowadzonego sondażu diagnostycznego oraz wyniki analizy SWOT – mocne, słabe strony, a także szanse i zagrożenia związane z wdrożeniem autonomicznych robotów dostawczych w dostawach kurierskich.

Słowa kluczowe

Usługi kurierskie, ostatnia mila, autonomiczne roboty dostawcze, ADR, SADR, RADR, analiza SWOT

Wstęp

Usługi kurierskie KEP (kurier – ekspres – paczka) są wyspecjalizowaną częścią usług logistycznych, które łączą w sobie usługi transportowe, spedycyjne i logistyczne. Usługi te wraz z upływem czasu oraz w wyniku zmieniających się warunków rynkowych, nasilającej się konkurencji oraz rosnących wymagań klientów ewoluowały, zmieniając swój zakres i znaczenie, tak aby być w stanie zmierzyć się z coraz większą presją czasu, jaka nakładana jest na branżę [Park i in., 2016]. Jednak pomimo rozwoju i upływu lat istota usługi kurierskiej pozostała niezmienna i polega na odebraniu przesyłki od nadawcy przez kuriera i dostarczeniu jej bezpośrednio do odbiorcy [Rydzkowski, 2007, s. 69].

Obecnie rynek usług kurierskich rozwija się bardzo dynamicznie zarówno na świecie, jak i w Polsce. Głównym jego motorem napędowym jest transformacja cyfrowa, a w szczególności e-commerce. Przedsiębiorstwa kurierskie dopasowując swoją ofertę do zmiennych warunków wdrażają nowe innowacyjne rozwiązania pozwalające na podniesienie efektywności transportu ostatniej mili oraz zapewniających wysoką jakość usług oczekiwaną przez klientów. Do takich rozwiązań zaliczają się innowacyjne środki transportu, a w szczególności autonomiczne pojazdy, które są dużo łatwiej dostępne, niż zaledwie kilka lat temu. Przykładem są autonomiczne roboty dostawcze, które testowane są coraz częściej jako nowa forma dostawy przesyłek. Wspomniane testy oraz badania naukowe dotyczące ich zastosowania przeprowadzone za granicą udowodniły techniczną przydatność autonomicznych robotów oraz pokazały, że w najbliższych latach należy spodziewać się ich masowego komercyjnego zastosowania w usługach kurierskich [Pani i in., 2020; Boysen i in. 2021].

Celem artykułu jest ocena możliwości zastosowania autonomicznych robotów dostawczych w sektorze usług kurierskich w Polsce. W artykule przedstawiono koncepcję wdrożenia autonomicznych robotów dostawczych, wyniki przeprowadzonego sondażu diagnostycznego, co pozwoliło na porównanie autonomicznych robotów dostawczych oraz pozostałych tradycyjnych form dostawy oraz wyniki analizy SWOT – mocne, słabe strony, a także szanse i zagrożenia związane z wdrożeniem autonomicznych robotów dostawczych w dostawach kurierskich. Badanie ankietowe przeprowadzono techniką CAWI (ang. *Computer Assisted Web Interview*). Łącznie uzyskano zwrotnie 316 poprawnie wypełnionych kwestionariuszy ankietowych.

1. Istota i rodzaje usług kurierskich

Geneza usług kurierskich jest ściśle powiązana z powstaniem usług pocztowych, ponieważ to one zapoczątkowały wyodrębnianie tego sektora rynku [Marczuk i in., 2015, s. 3075]. Natomiast przyczyną wyodrębnienia sektora usług kurierskich była niedoskonałość działania narodowych przedsiębiorstw pocztowych, oraz niska jakość świadczonych usług. Aktualnie usługi kurierskie należą do bardzo konkurencyjnego rynku usług typowo pocztowych i są szczególną grupą usług pocztowych związanych z przesyłaniem informacji, wartości materialnych i nominalnych, prowadzonych przez wyspecjalizowane firmy [Drab-Kurowska, 2010, s. 90].

Obecnie w polskim prawie brak jest jednoznacznej definicji usługi kurierskiej stanowiącej filar usług branży KEP (kurier, ekspres, paczka) [Gulc, 2017, s. 61]. Definicja usług kurierskich, czyli „usług niemających charakteru powszechnego, polegających na zarobkowym, przyspieszonym przewozie i doręczaniu w gwarantowanym terminie przesyłek” funkcjonowała w systemie polskiego prawa na podstawie nieobowiązującej już Ustawy z dnia 23 listopada 1990 r. o łączności [Dz.U. 1990 nr 86, poz. 504 z późniejszymi zmianami]. Wymieniona ustawa została zastąpiona Ustawą z dnia 23 listopada 2012 r. Prawo pocztowe. Natomiast w ustawie tej, jak również w jej kolejnych nowelizacjach nie zdecydowano się na uwzględnienie definicji usług kurierskich. W wyniku tego przedsiębiorstwa kurierskie po części realizują swoje świadczenia w oparciu na przepisach pocztowych, a po części na przewozowych.

W obowiązującym aktualnie prawie pocztowym wprowadzono pojęcie przesyłki kurierskiej definiowanej jako „przesyłka listowa będąca przesyłką rejestrowaną lub paczką pocztową, przyjmowaną, sortowaną, przemieszczaną i doręczaną w sposób łącznie zapewniający [Ustawa z dnia 23 listopada 2012 r. Prawo pocztowe]:

- bezpośredni odbiór przesyłki pocztowej od nadawcy;
- śledzenie przesyłki pocztowej od momentu nadania do doręczenia;
- doręczenie przesyłki pocztowej w gwarantowanym terminie określonym w regulaminie świadczenia usług pocztowych lub w umowach o świadczenie usług pocztowych;
- doręczenie przesyłki pocztowej bezpośrednio do rąk adresata lub osoby uprawnionej do odbioru;
- uzyskanie pokwitowania odbioru przesyłki pocztowej w formie pisemnej lub elektronicznej”.

Natomiast zważywszy na Prawo Przewozowe, przesyłka to nadanie przewoźnikowi przesyłki towarowej, czyli rzeczy przyjętych do przewozu na podstawie jednego listu przewozowego lub innego dokumentu przewozowego [Gulc, 2017, s. 62]. W tej kategorii nie mieszczą się jednak przesyłki pocztowe.

Ze względu na brak jednoznacznej definicji usługi kurierska, podlega zróżnicowanym regulacjom prawnym, a stosowanie przepisów zależy od przedmiotu przesyłki. Jeżeli przesyłka wręczona operatorowi zawiera korespondencję, nadawca staje się wówczas stroną umowy na świadczenie usługi pocztowej. Natomiast w przypadku, gdy przesyłka zawiera w sobie przedmiot inny niż korespondencja, nadawca staje się stroną umowy przewozu rzeczy, czyli podlega Prawu przewozowemu [Marczuk i in., 2015, s. 3076].

Wyróżnić można trzy rodzaje usług, świadczonych przez przedsiębiorstwa oferujące usługi KEP [Rydzkowski, 2007, s. 69; Marcysiak, 2013, s. 30; Ustawa z dnia 23 listopada 2012 r. Prawo pocztowe]:

1. Usługi kurierskie polegające na „odebraniu przesyłki od nadawcy przez kuriera i dostarczeniu jej bezpośrednio do odbiorcy przez tego samego kuriera, z pominięciem obsługi terminalowej”. Usługę wyróżnia możliwość dokładnego oraz precyzyjnego określenia czasu dostawy przesyłki do odbiorcy, nawet z dokładnością co do godziny.
2. Usługi ekspresowe, kiedy przesyłki są odbierane od nadawcy przez kuriera, a następnie zawożone do terminali, w których zostają poddane obsłudze logistycznej, posortowane, a następnie rozesłane do innych terminali, z których zostają już dostarczone do ostatecznych odbiorców. Cechą charakterystyczną tego rodzaju usług jest to, że dostawie nie towarzyszy indywidualna opieka jednego kuriera oraz ustalone są jedynie konkretne pory dostawy (np. godz. 8:00, 9:00 lub 22:00).
3. Przesyłka pocztowa to „rzecz opatrzona oznaczeniem adresata i adresem, przedłożona do przyjęcia lub przyjęta przez operatora pocztowego w celu przemieszczenia i doręczenia adresatowi”.

W dzisiejszych czasach mając na uwadze brak znacznych różnic, granice między tymi trzema rodzajami usług są zatarte co powoduje, że trudno jest je oddzielić od siebie [Ducret, 2014, s. 15]. Dlatego w literaturze często te terminy używane są zamiennie.

Obecnie klientami usług kurierskich są przede wszystkim firmy z branży: motoryzacyjnej, FMCG (branża produktów szybko rotujących), farmaceutycznej, medycznej, elektronicznej, telekomunikacyjnej, informatycznej, wydawniczej, reklamowej, finansowej, odzieżowej, produkcyjnej oraz handlu elektronicznego B2C (ang. *Business to Customers*) [Kawa, 2017, s. 8; Rutkowski i in. 2011, s. 52-59].

Usługi B2C dotyczą dostaw przesyłek od podmiotów instytucjonalnych do odbiorców indywidualnych. Wzrost zainteresowania i znaczenia usług B2C wynika przede wszystkim ze wzrostu popularności handlu elektronicznego (ang. *e-commerce*), w ramach którego zakupione przez Internet produkty muszą zostać szybko dostarczone do kupujących. W wyniku tego pojawiła się konieczność dostosowania oferty dotychczas skoncentrowanej na segmencie B2B do specyficznych potrzeb handlu B2C (klientów indywidualnych) takich jak np. dostawa bezpośrednio do domu klienta czy sieci punktów odbioru [Arkit i Puchała, 2020, s. 126; Szpilko i in., 2021].

Ze względu na zasięg geograficzny dostaw usługi można podzielić na: lokalne, regionalne, krajowe oraz międzynarodowe. Ze względu na czas dostawy – na usługi dostaw ekspresowych ze zdefiniowanym krótkim czasem dostawy, dostawy standardowe (ang. *standard* lub *deferred services*), z dłuższym i luźniej gwarantowanym czasem dostawy (np. 3-5 dni) oraz usługi w których czas jest czynnikiem krytycznym (dostawy natychmiastowe (ang. *immediate*), tego samego dnia (ang. *same day*), w następnym dniu roboczym (ang. *next day*) oraz nocne (ang. *overnight*) – przesyłki są odbierane w godzinach nocnych, a następnie dostarczane następnego dnia rano nie później niż 10:00-12:00 lub ang. *innight* – dostawy w godzinach nocnych) [Rutkowski i in. 2011, s. 15].

2. Koncepcje wykorzystanie autonomicznych robotów dostawczych w dostawach ostatniej mili

W celu podniesienia efektywności oraz złagodzenia problemów tradycyjnego transportu ostatniej mili obecnie dużo uwagi poświęca się innowacyjnym środkom transportu, a w szczególności autonomicznym pojazdom. Służą one przede wszystkim do automatyzacji usług kurierskich, która ma kluczowe znaczenie w kontekście zapewnienia ich wysokiej jakości oczekiwanej przez klientów [Culs, 2020, s. 52].

Najogólniej autonomiczne pojazdy dzieli się na pojazdy naziemne (ang. *autonomous ground vehicles*) i pojazdy powietrzne (ang. *autonomous aerial vehicles*) [Cichosz, 2020, s. 419]. Do pojazdów naziemnych obecnie najczęściej rozważanych czy też testowanych w ramach dostaw ostatniej mili należy zaliczyć autonomiczne roboty dostawcze (ADR), znane również jako roboty drogowe (chodnikowe, uliczne), roboty dostawcze naziemne, samojezdne roboty dostawcze, czy też dostawcze zautomatyzowane roboty [Brach i in., 2021, s. 53-54]. Autonomiczne roboty dostawcze to pojazdy naziemne, które mogą dostarczać przedmioty lub paczki do klientów końcowych bez interwencji doręczyciela. Poza tym są to pojazdy przeważnie kołowe, rzadziej kołowo-gąsienicowe lub gąsienicowe, które w swoim działaniu

wykorzystują czujniki i technologię nawigacji pozwalające im poruszać się po drogach i chodnikach bez kierowcy [Figliozzi, 2020, s. 2]. Autonomiczne roboty dostawcze w zależności od zakresu działania można podzielić na dwa rodzaje: ADR-y chodnikowe (SADR) oraz ADR-y drogowe (RADR) [Pani i in., 2020, s. 3]. SADR to roboty elektryczne o niewielkich rozmiarach, których celem jest transport małych przesyłek do klientów końcowych pod drzwi [Sonneberg i in. 2019, s. 1540]. RADR to pojazdy poruszające się bez interwencji człowieka po wspólnych drogach z konwencjonalnymi pojazdami silnikowymi [Figliozzi, 2020, s. 2-3].

Duży wpływ na rozwój ADR miała trwająca pandemia Covid-19, która wpłynęła na wzrost zakupów internetowych a więc i liczby dostaw oraz zapotrzebowanie na dostawy bez zbliżeniowe, co skłoniło deweloperów ADR do prowadzenia działalności na dużą skalę [Pani i in., 2020]. Dostawy paczek z wykorzystaniem autonomicznych robotów pozwalają zmniejszyć negatywny wpływ nadmiernego transportu na zagęszczenie ruchu, bezpieczeństwo i środowisko na dużych obszarach miejskich [Boysen i in., 2018, s. 1085].

Obecnie wdrażanie drogowych ADR o większym zasięgu jest na poziomie pilotażowym [Pani i in., 2020]. Takie roboty mają sporą liczbę skrzynek do przechowywania przesyłek [Kocsis i in., 2022 s. 2], jednocześnie są znacznie mniejsze niż tradycyjne samochody dostawcze napędzane paliwem, dzięki czemu mogą przyczynić się do zmniejszenia korków. Kolejną zaletą robotów wynikającą z napędu energią ze źródeł odnawialnych jest redukcja zanieczyszczenia środowiska, co pozwoli ograniczyć emisję hałasu, wpływając w ten sposób na jakość życia w mieście [Lemardelé i in., 2021, s. 2]. Z kolei wadą tych pojazdów jest to, że ich wykorzystanie wymaga znacznej liczby przejechanych kilometrów w przeliczeniu na jednego klienta. Przeszkodą w ich zastosowaniu są również jeszcze nie w pełni uzgodnione przepisy dotyczące testowania i użytkowania pojazdów autonomicznych poruszających się po drogach [Jennings i Figliozzi, 2020].

W większości przypadków wdrożenia autonomicznych robotów dostawczych dotyczą roboty poruszające się po chodnikach. SADR mogą być zastosowane szczególnie w dostawach kurierskich w centrach miast z zakazem poruszania się przez pojazdy silnikowe. Poza tym można je wykorzystać w dostawach do bloków, na terenach biurowych oraz w dzielnicach domów jednorodzinnych [Kocsis i in., 2022 s. 3]. SADR poruszają się z prędkością pieszego (około 6 km/h) wyłącznie po chodnikach lub ścieżkach dla pieszych nie wyjeżdżając na ulice [Figliozzi, 2020, s. 3]. Poza chodnikami roboty mogłyby korzystać z podjazdów dla aut, ścieżek rowerowych, ścieżek dla wózków i osób niepełnosprawnych oraz wind w budynkach [Brach i in., 2021, s. 54]. Liczba przesyłek na misję i na robota jest zależna od liczby indywidualnie zamykanych przegródek, ale w większości przypadków takie roboty

zaprojektowane są do przewozu maksymalnie sześciu małych lub średnich paczek przeznaczonych dla jednego klienta, których zsumowana waga nie przekracza 10kg [Sonneberg i in. 2019, s. 1540]. Paczki zabezpieczone są elektronicznie przed nieautoryzowanym dostępem i mogą zostać odblokowane w miejscu przeznaczenia przez odbiorcę indywidualnym kodem. Roboty dostawcze wyposażone są w GPS, kamery, radary i inne detektory, dzięki którym mogą autonomicznie omijać napotkane przeszkody na przykład grupy ludzi, schody lub inne obiekty w drodze do klientów [Bakach i in., 2022, s. 3]. Praca robotów jest nadzorowana przez operatora, który za pośrednictwem sieci komórkowej ma dostęp do kamer i czujników SADR i może przejąć nad nim kontrolę.

W przypadku usług kurierskich istnieje możliwość realizacji dostaw bezpośrednio z centrum dystrybucyjnego lub dostawa z samochodu dostawczego pełniącego funkcję mobilnego magazynu (ang. *sunhubu*) [Ostermeier i in. 2022, s. 367]. W obu wariantach klienci przed dostawą są powiadamiani o dokładnej godzinie przyjazdu robota i proszeni o odbiór paczki z określonej przegródki zamontowanej w pojeździe [Chen i in., 2021, s.2]. Dodatkowo po przybyciu robota na miejsce klienci otrzymują powiadomienie indywidualny kod odbioru w aplikacji na smartfonie [Jennings i Figliozzi, 2020]. W pierwszym wariantcie roboty samodzielnie obsługują klientów z określonego obszaru zlokalizowanego w pobliżu centrum dystrybucyjnego. W takim rozwiązaniu każdy robot przypisany do danego hubu zostaje załadowany ładunkiem przeznaczonym dla jednego odbiorcy końcowego, z którym następnie autonomicznie przemieszcza się pod wskazany adres. Po dostarczeniu przesyłki robot wraca do centrum dystrybucyjnego, gdzie zostaje załadowany kolejną przesyłką. Roboty wykonują wiele podróży dziennie tam i z powrotem dopóki wszystkie paczki nie zostaną dostarczone [Bakach i in., 2020]. Zaletą przedstawionej wersji jest to, że roboty samodzielnie wykonują dostawy bez konieczności użycia drugiego środka transportu. Upraszcza to obsługę chodnikowego robota dostawczego i znacznie zmniejsza przebytą drogę, zużycie energii i emisję zanieczyszczeń [Figliozzi, 2020, s. 3]. Natomiast do wad należy zaliczyć to, że ze względu na mały zasięg robotów mogą one obsługiwać tylko niewielki obszar wokół centrum dystrybucyjnego.

Wariant zakładający dostawę z samochodu dostawczego pełniącego funkcję mobilnego magazynu zakłada, że samochód dostawczy przewozi roboty w pobliżu strefy dostawy lub obszaru obsługi [Bakach i in., 2020]. Furgonetką może być auto dostawcze klasy lekkiej, a najlepiej furgonowy van o dopuszczalnej masie całkowitej od 3000 do 7500 kg [Murray i Chu, 2015]. Dodatkowo auto wymaga modyfikacji wewnątrz zabudowy, tak aby mogło zabierać do 8 małych robotów na pokład. Taka wyspecjalizowana furgonetka zostaje załadowana w centrum dystrybucyjnym paczkami przeznaczonymi dla danej grupy klientów, a następnie jedzie do punktu zrzutu

w centrum miasta. Na jej pokładzie znajdują się również małe autonomiczne roboty, z których każdy może zostać załadowany ładunkiem przeznaczonym dla jednego klienta. Po dotarciu ciężarówka w wyznaczone miejsce jeden lub kilka robotów jest ładowanych przesyłkami i uruchamianych, aby autonomicznie dostarczać swoje towary do przypisanych odbiorców. Od tego momentu możliwe są dwa warianty rozwiązania [Murray i Chu, 2015, s. 88]:

1. W pierwszym, mniej efektywnym rozwiązaniu, ciężarówka wysyła roboty i czeka w tym samym miejscu, aby je odebrać.
2. W drugim wariantcie roboty po dostarczeniu przesyłki nie wracają do ciężarówka tylko do pobliskiej zajezdni robotów nazywanej również zdecentralizowanym składem, gdzie czekają na zabranie przez ciężarówkę.

W składach przechowywane są tylko roboty, bez towarów, więc wymagany jest tylko mały garaż, a nie kompletne centrum dystrybucji. Dzięki takiemu rozwiązaniu samochód baza zamiast czekać na powrót powolnych robotów może przemieszczać się i uruchamiać kolejne roboty w pozostałych punktach. W sytuacji kiedy ciężarówka nadal ma na pokładzie kolejne przesyłki dla pozostałych klientów, a zabraknie jej robotów, kierowca może pojechać do jednego ze zdecentralizowanych składów robotów, aby załadować kolejną partię robotów. W ten sposób proces trwa do momentu, gdy wszystkie przesyłki zostaną dostarczone, a ciężarówka będzie mogła wrócić do centralnego magazynu w celu załadowania kolejnych przesyłek dla następnej grupy klientów [Boysen i in. 2018]. Zaprezentowana dwuetapowa koncepcja dostawy z wykorzystaniem samochodu dostawczego jest popularniejsza od dostawy bezpośrednio z centrum dystrybucyjnego ze względu na podstawową cechę autonomicznych robotów dostawczych jaką jest ograniczony zasięg. Do wad koncepcji należy zaliczyć konieczność użycia drugiego środka transportu z kierowcą, przez co generowane są dodatkowe koszty.

3. Metodyka badań

Celem artykułu jest ocena możliwości zastosowania autonomicznych robotów dostawczych w sektorze usług kurierskich w Polsce. W artykule przedstawiono wyniki przeprowadzonego sondażu diagnostycznego i analizy SWOT oraz koncepcję wdrożenia autonomicznych robotów dostawczych w usługach kurierskich ostatniej mili.

Badanie ankietowe techniką CAWI (ang. *Computer Assisted Web Interview*), czyli wspomaganego komputerowo wywiadu przy pomocy strony internetowej przeprowadzono w okresie od 28 kwietnia do 19 maja 2022 roku. Link do elektronicznego kwestionariusza badawczego został zamieszczony w popularnych portalach

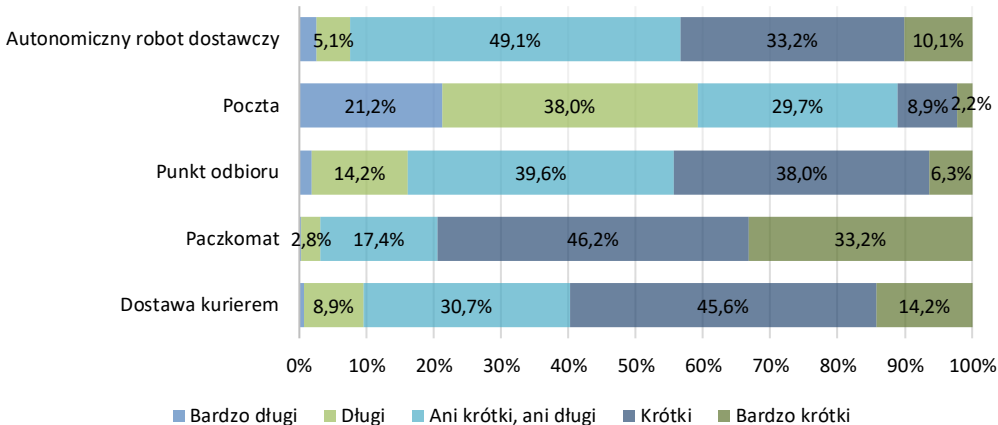
społecznościowych takich jak np. Facebook. Łącznie uzyskano zwrotnie 316 poprawnie wypełnionych kwestionariuszy ankietowych.

Respondentami były osoby, które w ciągu ostatniego roku skorzystały z usług kurierskich. W próbie badawczej kobiety stanowiły 56,3% (178 osób), a mężczyźni 43,7% (138 osób). Respondentami były głównie osoby młode w wieku 18-25 lat (182 osoby), stanowiące 57,6% badanych, osoby w wieku 26-35 lat (14,2% badanych) i w wieku 36-45 lat (13,9%). Struktura respondentów wynika głównie ze sposobu rozpowszechniania kwestionariuszy. Duży wpływ miała również popularność zakupów internetowych wśród młodszych osób, która przekłada się na dużą popularność usług kurierskich w tej grupie. Pod względem wykształcenia najliczniejszą grupę stanowiły osoby z wykształceniem wyższym i średnim – odpowiednio 46,8% i 42,7% badanych. Ankietowani to najczęściej osoby korzystające z usług kurierskich kilka razy w miesiącu (44,3% badanych), raz w miesiącu (18% badanych) lub rzadziej niż raz w miesiącu (28,2% badanych). Wśród ankietowanych występowały także osoby, które otrzymywały paczki raz w tygodniu (5,7% badanych), a nawet kilka razy w tygodniu (3,8% badanych).

4. Porównanie autonomicznych robotów dostawczych oraz pozostałych tradycyjnych form dostawy

W badaniu dokonano porównania autonomicznych robotów dostawczych oraz pozostałych tradycyjnych form dostawy (dostawa kurierem, pocztą, dostawa do paczkomatu i punktu odbioru) pod względem czynników takich jak czas dostaw, wygoda dostaw oraz bezpieczeństwo dostaw za pomocą 5-stopniowej skali porządkowej (pytania opracowane na podstawie [Ryciuk i in., 2021]).

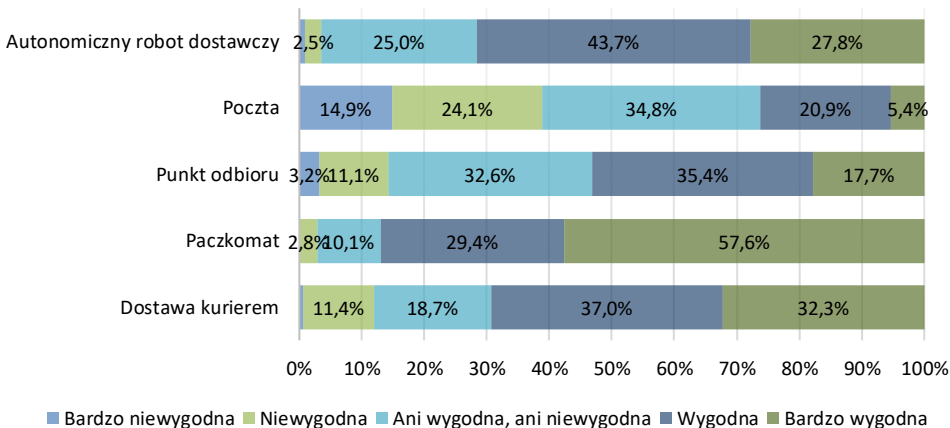
Czas dostawy autonomicznym robotem dostawczym, został określony jako „krótki” lub „bardzo krótki” przez 43,4% badanych. Według respondentów szybszą opcją dostawy jest jednak paczkomat oraz dostawa kurierem (rys. 1).



Rys. 1. Ocena autonomicznych robotów dostawczych oraz pozostałych tradycyjnych form dostawy pod względem czasu dostaw

Źródło: opracowanie własne.

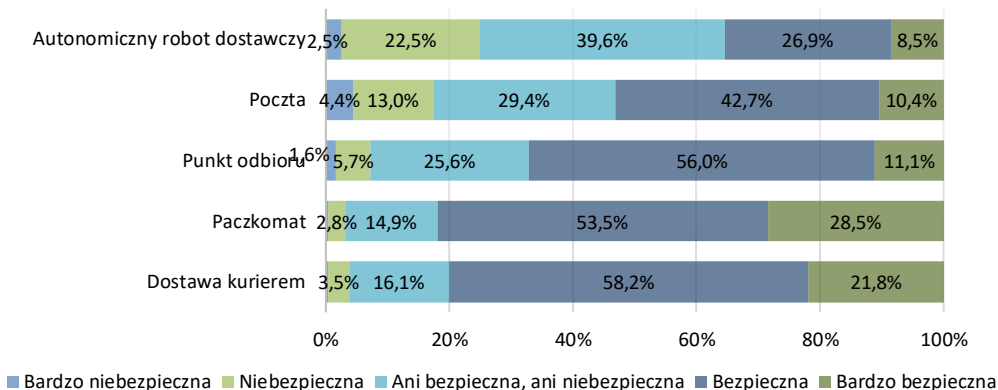
Autonomiczny robot dostawczy pod względem wygody dostaw został wskazany na drugim miejscu za paczkomatem (71,5% badanych zaznaczyło, że dostawa robotem jest „wygoda” lub „bardzo wygodna”) (rys. 2).



Rys. 2. Ocena autonomicznych robotów dostawczych oraz pozostałych tradycyjnych form dostawy pod względem wygody dostaw

Źródło: opracowanie własne.

Postrzeganym przez badanych problemem jest natomiast bezpieczeństwo dostaw. Autonomiczny robot dostawczy respondenci uznali za najmniej bezpieczny sposób dostawy. Aż 25% badanych określiło tę formę dostawy jako „bardzo niebezpieczną” lub „niebezpieczną” (rys. 3).



Rys. 3. Ocena autonomicznych robotów dostawczych oraz pozostałych tradycyjnych form dostawy pod względem bezpieczeństwa dostaw

Źródło: opracowanie własne.

Duże znaczenie dla potencjalnych użytkowników ma również cena dostawy. Zakłada się, że koszty dostawy przesyłek za pomocą autonomicznych robotów będą niższe niż za pomocą tradycyjnych form dostawy. Nie jest jednak jasne, czy przedsiębiorstwa kurierskie nie wprowadzą tego rodzaju dostawy jako usługi premium, ze względu na jej elastyczność. Ważna jest zatem ocena wrażliwości cenowej klientów. Z przeprowadzonych badań wynika, że zdecydowana większość badanych (70%) korzystałaby z dostaw autonomicznym robotem dostawczym tylko w przypadku, gdy będą w tej samej cenie co tradycyjne formy dostawy. Zaledwie 25% respondentów było gotowych do zapłaty wyższej ceny za taką formę dostawy. Co jednak ciekawe, prawie 37% badanych zadeklarowało, że byłoby skłonnych zapłacić za usługę o 4 zł więcej niż za tradycyjną formę dostawy. Podsumowując można stwierdzić, że Polacy najprawdopodobniej nie zaakceptują nowego sposobu dostawy w przypadku, gdy cena tej dostawy byłaby znacznie wyższa w porównaniu do tradycyjnych form dostawy.

5. Ocena możliwości zastosowania autonomicznych robotów dostawczych w dostawach przesyłek kurierskich

W celu oceny możliwości zastosowania autonomicznych robotów dostawczych jako sposobu dostawy przesyłek kurierskich przeprowadzono analizę SWOT, która obrazuje mocne oraz słabe strony, a także szanse i zagrożenia związane z wdrożeniem rozwiązania (Tab. 1).

Tab. 1. Analiza SWOT stosowania autonomicznych robotów dostawczych w dostawach kurierskich

Mocne strony	Słabe strony
niski koszt dostawy, krótki czas dostawy, duża wygoda dostawy, wysoka elastyczność czasu dostawy (dostawy poza standardowym czasem pracy), poruszanie się po drogach niedostępnych dla aut dostawczych (np. chodniki, ścieżki rowerowe), napęd elektryczny (redukcja zanieczyszczenia środowiska), wyposażenie w GPS (zapewniają możliwości śledzenia przesyłki w czasie rzeczywistym).	ograniczona pojemność baterii (mały zasięg), niska prędkość jazdy, mała pojemność schowka, konieczność współpracy z drugim środkiem transportu, wysoki koszt zakupu robota, problemy z wjazdem na schody, do wind.
Szanse	Zagrożenia
rozwój branży e-commerce, duże zapotrzebowanie na usługi kurierskie, duży popyt na bez zbliżeniowe dostawy (aspekt pandemii Covid-19), wzrastające potrzeby społeczeństwa, niedobór pracowników na rynku.	niechęć społeczeństwa do nowych technologii, obawy użytkowników w kwestii bezpieczeństwa, wysoki koszt wdrożenia (budowa niezbędnej infrastruktury), względnie krótki czas istnienia na rynku, możliwe regulacje prawne ograniczające stosowanie robotów.

Źródło: opracowanie własne.

Wykorzystanie chodnikowych autonomicznych robotów dostawczych w usługach kurierskich ma wiele zalet. Główną z ich jest znaczne obniżenie kosztu dostawy. Według testów przeprowadzonych przez Starship Technologies roboty te są najbardziej ekonomiczne, gdy trasy dostaw są stosunkowo krótkie i w takich przypadkach mogą one nawet 15-krotnie obniżyć koszt dostaw, do mniej niż 1 USD za paczkę [<https://www.starship.xyz/company/> [13.04.2022]]. Dodatkowo w porównaniu z konwencjonalnymi metodami dostaw np. za pomocą samochodów dostaw-

czych prowadzonych przez człowieka, autonomiczne roboty dostawcze mogą skrócić czas dostawy. Szybsza obsługa klientów jest efektem bezpiecznego poruszania się po drogach niedostępnych dla aut dostawczych, takich jak chodniki czy ścieżki rowerowe [Alfandari i in. 2022]. Kolejną z zalet jest możliwość zwiększenia elastyczności czasu dostawy, ponieważ roboty umożliwiają dostawy poza standardowym czasem pracy kurierów. Istotność tej zalety potwierdzają badania USPS mówiące, że około 30% osób byłoby skłonnych zapłacić nieco więcej za dostawę robotem, jeśli użycie robota oznacza, że przesyłka może zostać dostarczona w dowolnym czasie i miejscu [Bakach i in., 2020]. Następną istotną zaletą robotów chodnikowych wynikającą z napędu elektrycznego jest redukcja zanieczyszczenia środowiska [Figliozzi, 2020, s. 1] oraz znikoma emisja hałasu, które pozytywnie wpływają na jakość życia w mieście [Lemardelé i in., 2021, s. 2]. Oprócz tego SADR ma bardzo niskie zużycie energii na jednostkę odległości – w porównaniu do dostaw samochodami dostawczymi, dronami, czy RADR jest najbardziej energooszczędną opcją. Poza tym korzystanie z samojezdnych robotów dostawczych w trakcie pandemii (jak w przypadku Covid-19) może pomóc lepiej chronić kierowców, jak i klientów [Chen i in., 2021]. Do pozostałych zalet rozwiązania należy zaliczyć: zmniejszenie zapotrzebowania na siłę roboczą, brak konieczności angażowania bezpośredniej uwagi ze strony kierowcy operatora, możliwość obsłużenia kilku odbiorców z tej samej lokalizacji czy też lokalizacji znajdujących się blisko siebie (w przypadku gdy robot posiada kilka indywidualnie zamykanych przedziałów), odciążenie ruchu drogowego szczególnie w dużych miastach, możliwość dotarcia do wielu tzw. stref zamkniętych dla normalnego ruchu jak centra miast oraz mała wrażliwość na warunki pogodowe [Ostermeier i in. 2022, s. 365].

Zastosowanie chodnikowych autonomicznych robotów w usługach kurierskich ma również wady. Wynikają one przede wszystkim z ograniczeń technologicznych, do których należą głównie ograniczona pojemność baterii, niska prędkość jazdy i konieczność poruszania się po chodnikach [Bakach i in., 2020]. Główną wadą jest to, że chodnikowe autonomiczne roboty dostawcze ze względu na niewielkie rozmiary podczas jednej dostawy przewożą tylko kilka przesyłek o wadze do 10 kg, przeznaczonych w większości przypadków dla jednego odbiorcy. Takie rozwiązanie może być nieefektywne ze względu na konieczność ładowania każdej pojedynczej paczki do autonomicznego robota [Kocsis i in., 2022]. Kolejną wadą jest to, że ze względów bezpieczeństwa roboty muszą zwolnić lub całkowicie się zatrzymać w obecności pieszych w bliskiej odległości [Bakach i in., 2022, s. 4]. W wyniku tego roboty mają niską prędkość dostarczania i mogą tylko minimalnie zmniejszyć presję czasu związaną z transportem na ostatniej mili. Wadą jest również niewielki zasięg urządzenia spowodowany małą pojemnością baterii zasilających. Z małej pojemności

baterii wynika także konieczność użycia w większości dostaw drugiego środka transportu, przez co rosną koszty i liczba pokonanych kilometrów na jednego odbiorcę. Dodatkowo ze względu na to, że SADR-y poruszają się po chodnikach wśród ludzi wymagają regulacji prawnych np. w San Francisco wymagane jest pozwolenie na ich użytkowanie, a urządzenie musi emitować dźwięk ostrzegawczy, aby powiadomić pieszych i rowerzystów, że znajduje się w pobliżu [Jennings i Figliozzi, 2019]. Do pozostałych wad można zaliczyć: wysoki koszt zakupu robota, konieczność zaangażowania człowieka np. podczas transportu czy też załadunku przesyłek do robota, problemy z wjazdem na schody, do wind, możliwe problemy z pokonywaniem krawężników, możliwe problemy z poruszaniem się po nawierzchniach mokrych, śliskich nieodśnieżonych, zajmowanie miejsca w pojeździe dowożącym oraz ograniczanie jego ładowności, konieczność zabezpieczenia przez próbą przejęcia sterowania oraz próbami kradzieży zarówno samych przesyłek, jak i robota oraz średnia lub niska uniwersalność zastosowania [Brach i in., 2021, s. 79].

6. Dyskusja wyników

Próby zastosowania AMR w usługach kurierskich można znaleźć w USA, Wielkiej Brytanii, Niemczech czy w Japonii [Pani i in., 2020; Boysen i in. 2021]. To właśnie w tych krajach w ostatnich latach przedsiębiorstwa takie jak Starship, Amazon czy FedEx wprowadziły autonomiczne roboty dostawcze do swoich usług udowadniając ich techniczną przydatność. Udane wdrożenia w innych krajach potwierdzają, że innowacyjna koncepcja zastosowania autonomicznych robotów dostawczych przez przedsiębiorstwa kurierskie mogłaby być zastosowana także w Polsce.

Przeprowadzone badania wskazują, że stosowanie ADR pozytywnie wpłynie na czas, koszt i wygodę dostawy przesyłek. Według większości badanych zastosowanie autonomicznych robotów dostawczych w usługach kurierskich zwiększy elastyczność odbioru przesyłki, co jest zgodne z wynikami badań Bakach i in. [2020]. Natomiast problemem jest bezpieczeństwo dostaw.

Duże znaczenie dla potencjalnych użytkowników ma również cena dostawy. Z przeprowadzonych badań wynika, że zdecydowana większość badanych (70%) korzystałaby z dostaw autonomicznym robotem dostawczym tylko w przypadku, gdy będą w tej samej cenie co tradycyjne formy dostawy. Zaledwie 25% respondentów było gotowych do zapłaty wyższej ceny za taką formę dostawy. Rezultaty badania zgadzają się z badaniami USPS mówiącymi, iż około 30% osób byłoby skłonnych zapłacić nieco więcej za dostawę robotem [Ostermeier i in. 2022, s. 365].

Wdrożenie AMR w usługach kurierskich ma znaczenie w kontekście zapewnienia ich wysokiej jakości oczekiwanej przez klientów, obniżenia kosztu dostawy,

skrócenia czasu dostawy, zredukowania wymagań w zakresie siły roboczej, zmniejszenia negatywnego wpływu dostaw na środowisko, lepszego chronienia zarówno kierowcy, jak i klientów podczas trwania pandemii [Figliozzi, 2020; Lemardelé i in., 2021; Chen i in., 2021].

Przedstawione czynniki przemawiają za powodzeniem zastosowania autonomicznych robotów dostawczych jako sposobu dostawy przesyłek kurierskich. W najbliższej perspektywie należy się spodziewać wdrożenia AMR jako rozwiązania uzupełniającego, stosowanego obok tradycyjnych form dostaw także w Polsce.

Podsumowanie

Rynek usług kurierskich w Polsce jest jednym z najszybciej rozwijających się rynków w Europie. Specyfika rynku usług kurierskich wymaga poszukiwania innowacyjnych rozwiązań dostawy przesyłek, które będą spełniały rosnące oczekiwania klientów. Celem artykułu była ocena możliwości zastosowania autonomicznych robotów dostawczych w sektorze usług kurierskich w Polsce. Na podstawie wyników przeprowadzonych badań można stwierdzić, że autonomiczne roboty dostawcze w Polsce mogłyby być uzupełnieniem dotychczasowych najpopularniejszych form dostawy przesyłek jakimi są paczkomaty, dostawa kurierem oraz odbiór z punktu odbioru lub poczty. Priorytetowym obszarem działania autonomicznych robotów dostawczych, na którym powinny się skupić przedsiębiorstwa kurierskie powinny być miasta oraz dzielnice domów jednorodzinnych.

Zastosowanie AMR pozwoli przynieść zauważalne korzyści w postaci obniżenia kosztu dostawy, skrócenia czasu dostawy, zredukowania wymagań w zakresie siły roboczej oraz zmniejszenia negatywnego wpływu dostaw na środowisko. Dodatkowo wdrożenie AMR może doprowadzić do automatyzacji usług kurierskich, która ma kluczowe znaczenie w kontekście zapewnienia ich wysokiej jakości oczekiwanej przez klientów.

ORCID iD

Urszula Ryciuk: <https://orcid.org/0000-0001-6410-9601>

Literatura

1. Alfandari L., Ljubić I., De Melo da Silva M. (2022), *A tailored Benders decomposition approach for last-mile delivery with autonomous robots*, European Journal of Operational Research 299 (2).
2. Arkit A., Puchała M. (2020), *Analiza i ocena obsługi klienta w firmie kurierskiej XYZ*, Zarządzanie Innowacyjne w Gospodarce i Biznesie 2(31), s. 125-141.
3. Bakach I., Campbell A. M., Ehmke J. F. (2020), *A Two-Tier Urban Delivery Network with Robot-based Deliveries*, Working Paper 1.
4. Bakach I., Campbell A. M., Ehmke J. F. (2022), *Robot-Based Last-Mile Deliveries With Pedestrian Zones*, Frontiers in Future Transportation 2.
5. Boysen N., Fedtke S., Schwerdfeger S. (2021), *Last-mile delivery concepts: a survey from an operational research perspective*, OR Spectrum 43, pp. 1-58.
6. Boysen N., Schwerdfeger S., Weidinger F. (2018), *Scheduling last-mile deliveries with truck-based autonomous robots*, European Journal of Operational Research 271 (3), pp. 1085-1099.
7. Brach J., Pawłowska M., Wojtowski B. (2021), *Wybrane aspekty usprawniania dostaw w logistyce ostatniej mili. Wyzwania dla współczesnych miast*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.
8. Chen C., Demir E., Huang Y., Qiu R. (2021), *The adoption of self-driving delivery robots in last mile logistics*, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review 146.
9. Cichosz M. (2020), *Drony w logistyce ostatniej mili - innowacja wspierająca zrównoważoną logistykę*, w: Zagrajek P. (red), *Sektor lotniczy w erze transformacji społecznej i technologicznej*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa.
10. Drab-Kurowska A. (2010), *Rozwój firm kurierskich na polskim rynku pocztowym w kontekście postępujących procesów globalizacji*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Problemy Transportu i Logistyki 8, s. 89-97.
11. Ducret R. (2014), *Parcel deliveries and urban logistics: Changes and challenges in the courier express and parcel sector in Europe – The French case*, Research in Transportation Business & Management 11, pp.15-22.
12. Figliozzi M. A. (2020), *Carbon emissions reductions in last mile and grocery deliveries utilizing air and ground autonomous vehicles*, Transportation Research Part D: Transport and Environment, 85.
13. Gulc A. (2017), *Charakterystyka usług kurierskich w Polsce*, Humanities and Social Sciences, 24 (1), s. 61-75.

14. Jennings D., Figliozzi M. (2020), *Study of Road Autonomous Delivery Robots and Their Potential Impacts on Freight Efficiency and Travel*, Transportation Research Record 2674 (9).
15. Kawa A. (2017), *Analiza rynku KEP w Polsce*, GS1 Polska, Poznań.
16. Kocsis M., Zöllner R., Mogan G. (2022), *Interactive System for Package Delivery in Pedestrian Areas Using a Self-Developed Fleet of Autonomous Vehicles*, Electronics 11(5).
17. Lemardel C., Estrada M., Pagès L., Bachofner M. (2021), *Potentialities of drones and ground autonomous delivery devices for last-mile logistics*, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review 149.
18. Marcysiak A., Pieniak-Lendzion K., Lendzion M. (2013), *Usługi kurierskie na rynku usług logistycznych w Polsce*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Administracja i Zarządzanie 23(96), s. 29-38.
19. Marczuk A., Caban J., Porębska E., Drożdżel P., Duda K., Mikulski M. (2015), *Rynek i logistyka usług kurierskich w Polsce*, Logistyka, nr 3.
20. Murray C.C., Chu A. G. (2015), *The flying sidekick traveling salesman problem: Optimization of drone-assisted parcel delivery*, Transportation Research Part C: Emerging Technologies 54, pp. 86-109.
21. Ostermeier M., Heimfarth A., Hubner A. (2022), *Cost-optimal truck-and-robot routing for last-mile delivery*, Networks 79 (3), pp. 364-389.
22. Pani A., Mishra S., Golias M., Figliozzi M. (2020), *Evaluating public acceptance of autonomous delivery robots during Covid-19 pandemic*, Transportation Research Part D: Transport and Environment, 89.
23. Park H., Park D., Jeong I. J. (2016), *An effects analysis of logistics collaboration in last-mile networks for CEP delivery services*, Transport Policy 50(C), pp.115-125.
24. Rutkowski K., Cichosz M., Nowicka K., Pluta-Zaremba A. (2011), *Branża przesyłek kurierskich, ekspresowych i paczkowych. Wpływ na polską gospodarkę*, Centrum Doradztwa i Ekspertyz Gospodarczych SGH, Warszawa.
25. Ryciuk U., Jurguc S., Górski D. (2021), *Wykorzystanie dronów w dostawach przesyłek kurierskich - perspektywa kupujących*, Akademia Zarządzania 5 (3), s. 174-191.
26. Rydzkowski W. (red.) (2007), *Usługi logistyczne*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań.
27. Sonneberg M. O., Leyerer M., Kleinschmidt A., Knigge F., Breitner M. H. (2019), *Autonomous Unmanned Ground Vehicles for Urban Logistics: Optimization of Last Mile Delivery Operations*, Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences.

28. Szpilko, D., Bazydło, D., Bondar, E. (2021). *Wpływ pandemii Covid-19 na zakres i jakość usług kurierskich. Wyniki badań wstępnych*. Marketing i Rynek 28(5), pp. 10-22.
29. Ustawa z dnia 23 listopada 2012 r. Prawo pocztowe (Dz.U. 2012 poz. 1529 z późn. zm.).
30. Ustawa z dnia 23 listopada 1990 r. o łączności (Dz.U. 1990 nr 86, poz. 504 z późniejszymi zmianami).

The use of autonomous vans in the courier services of the last mile

Abstract

The courier services market is currently developing very dynamically both in the world and in Poland. By adjusting their offer to changing conditions, courier companies implement new innovative solutions that allow to increase the efficiency of last mile transport and ensure the high quality of services expected by customers. Such solutions include autonomous delivery robots, which are increasingly being tested and implemented as a new form of delivery. The aim of the article is to assess the possibility of using autonomous delivery robots in the courier services sector in Poland. The article presents the concept of implementing autonomous delivery robots, the results of the diagnostic survey and the results of the SWOT analysis - strengths, weaknesses, as well as opportunities and threats related to the implementation of autonomous delivery robots in courier deliveries.

Key words

services, last mile, autonomous delivery robots, ADR, SADR, RADR, SWOT analysis