

KRZYSZTOF LINGO

Politechnika Poznańska, pl. Marii Skłodowskiej-Curie 5, 60-965 Poznań, e-mail: krzysztof.lingo@student.put.poznan.pl

PIOTR SMOCZYŃSKI

dr inż., Politechnika Poznańska, pl. Marii Skłodowskiej-Curie 5, 60-965 Poznań

JULIAN KOMINOWSKI

mgr inż., Politechnika Poznańska, pl. Marii Skłodowskiej-Curie 5, 60-965 Poznań

MATEUSZ MOTYL

mgr inż., Politechnika Poznańska, pl. Marii Skłodowskiej-Curie 5, 60-965 Poznań

Identyfikacja źródeł zagrożeń występujących na przystankach tramwajowych w Poznaniu^{1,2}

Streszczenie: W artykule poruszono temat związany ze źródłami zagrożeń występujących na obszarach przystanków tramwajowych. Przeprowadzono badania na poznańskich przystankach tramwajowych, zaklasyfikowanych przez miejskiego zarządcę infrastruktury do różnych kategorii. Na każdym z przystanków dokonano obserwacji zachowań pasażerów i innych uczestników ruchu, a także oceniono stan wyposażenia i oznakowania przystankowego. Zebrane spostrzeżenia pozwoliły na opracowanie katalogu źródeł zagrożeń występujących na przystankach tramwajowych, które mogą być powodem niebezpiecznych wypadków wśród użytkowników przystanków. Katalog stanowi podstawę propozycji zmian, które należy wprowadzić w celu poprawy poziomu bezpieczeństwa.

Słowa kluczowe: komunikacja tramwajowa, przystanek tramwajowy, zarządzanie ryzykiem.

Wprowadzenie

Komunikacja tramwajowa jest jednym z najistotniejszych elementów systemu transportu miejskiego. Podróż środkami transportu publicznego jest postrzegana pozytywnie przez użytkowników, jeśli spełnia założenia związane z punktualnością, krótkim czasem przejazdu oraz komfortem podróży [1]. Najczęściej wskazywanymi parametrami jakości zbiorowego transportu miejskiego, jest poczucie bezpieczeństwa i pewności pasażerów w trakcie odbywania przejazdu [1]. Podróżny uważa przejazd za komfortowy, gdy podczas jazdy tramwajem nie zagraża mu żadne ryzyko (możliwość odniesienia kontuzji podczas pobytu w tramwaju), a także, gdy oczekiwanie na przystanku tramwajowym nie narusza jego bezpieczeństwa. W zależności od rodzaju przystanku pasażer może być narażony na szereg zagrożeń związanych z technicznymi właściwościami, stanem technicznym oraz współpasażerami/osobami trzecimi (napady, kradzieże).

Operator sieci tramwajowej w celu podwyższenia atrakcyjności zbiorowych środków komunikacji powinien podjąć próby zmniejszenia ryzyka występujących zagrożeń. W celu ciągłego podnoszenia jakości usług, poziomu bezpieczeństwa i staranności przy budowie przyszłych przystanków wymagana jest nie tylko ocena istniejących rozwiązań, ale również wiedza na temat źródeł zagrożeń występujących na peronach tramwajowych. Przykładem próby oceny oraz porównania stanu infrastruktury przystankowej w Poznaniu jest praca [2], w której autorzy skategoryzowali elementy, które powinny wystąpić na przystanku tramwajowym, a następnie poddali je ocenie. Zagadnienie związane z wpływem budowy przystanku na bezpieczeństwo pasażerów zostało poruszone w pracy [3], natomiast autorzy w [4] wskazali aspekty, na które projektant powinien zwrócić uwagę podczas projektowania przystanku tramwajowego.

W polskich miastach podstawą przy projektowaniu dowolnego elementu infrastruktury miejskiej jest Rozporządzenie ministra transportu i gospodarki morskiej [5], warto zauważyć, zawarte w nim przepisy ogólnie określają poszczególne parametry przystanku oraz jego wyposażenie. Bardziej szczegółowe informacje dla projektanta odnośnie projektowanej w danym mieście infrastruktury zawierają wytyczne tworzone przez władze lokalne, np. poznański Zarząd Transportu Miejskiego [6]. Wytyczne określają pożądane typy przystanków i ich cechy. Przedstawione w dokumencie przykłady stosuje się do porównywania oczekiwanych własności przystanku z istniejącymi.

Warto zauważyć, że żaden z autorów cytowanych prac jednoznacznie nie określił oraz nie wskazał źródeł zagrożeń występujących na przystankach tramwajowych różnego typu. Autorzy niniejszego artykułu zaprezentowali katalog źródeł zagrożeń występujących na przystankach w Poznaniu, który mógłby być wykorzystywany przez członków zarządu miejskiego, planistów lub projektantów np. przy opracowywaniu wytycznych dla nowych przystanków, a także do kompleksowej oceny przystanków istniejących. Rozdział 2 zawiera opis przyjętej metody badawczej, w rozdziale 3 przedstawiono osiągnięte rezultaty, a dyskusję na ten temat i płynące z niej wnioski opisano w rozdziale 4.

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2020. Procentowy udział wkładu autorów w publikację: K. Lingo 60%, P. Smoczyński 15%, J. Kominowski 15%, M. Motyl 10%.

² Artykuł sfinansowany ze środków Wydziału Inżynierii Lądowej i Transportu Politechniki Poznańskiej oraz z funduszu programu „Science Excellence” Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Artykuł zaprezentowany na XIII Międzynarodowej Konferencji Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego GAMBIT 2020. Współfinansowany z programu Doskonałość Nauki Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Materiały i metody

Przystanki tramwajowe istniejące w polskich miastach można skategoryzować na wiele sposobów. Jako kryterium może posłużyć ich wyposażenie, wykorzystane materiały przy budowie lub forma. Autorzy artykułu, chcąc stworzyć uniwersalny katalog zagrożeń, przyjęli kategorie wyróżnione przez poznańskiego zarządcę infrastruktury przystankowej: przystanki zintegrowane, antyzatoki wyspowe oraz przystanki wiedeńskie [6].

Przystanek wyspowy charakteryzuje się peronem w kształcie wyspy, znajdującym się zazwyczaj na wydzielonym z jezdni drogowej torowisku tramwajowym. O możliwościach wymiany pasażerów tego przystanku decyduje szerokość, długość oraz rozmieszczenie poszczególnych elementów przystankowych. Elementem niezbędnym dla tego przystanku jest wygrozdzenie ochronne pełne lub ażurowe, które odseparowuje drogę samochodową od przystanku tramwajowego [6]. Wpływa ono na zapewnianie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa pasażerów oraz zmniejszenie czasu wsiadania i wysiadania z pojazdu oraz oczekiwania na niego [7]. Wadą tego typu przystanku jest jego umiejscowienie: znajduje się najczęściej na środku jezdni. Pasażer, aby dostać się na platformę przystankową, musi przejść przez przejście dla pieszych – które ze względu na kontakt z pojazdami drogowymi staje się miejscem wypadków. Słabą stroną przystanku wyspowego jest także szereg ograniczeń stojących przed jego projektantem, wynikających z obecności jezdni oraz z ograniczonej szerokości i/lub długości przystanku. W trakcie projektowania wymagana jest więc znaczna inwencja konstruktora w celu stworzenia takiej konstrukcji, która nie będzie źródłem problemów.

Antyzatoka (przystanek przyładkowy) zawdzięcza nazwę układowi przestrzennemu, który jest przeciwny do układu powszechnie stosowanej zatoki autobusowej. Charakteryzuje się zintegrowaniem przystanku z chodnikiem oraz zbliżeniem przystanku do torowiska kosztem skrajnego pasa ruchu. Pozwala to pasażerom na wsiadanie z poziomu chodnika, bez ryzyka kolizji z pojazdami drogowymi. Istotnym elementem przystanku są separatory pomiędzy pasami ruchu, zapobiegające wyprzedzaniu stojących tramwajów przez inne pojazdy. Przystanki tego typu eliminują możliwość wejścia pasażerów na jezdnię w trakcie zbliżania się tramwaju do przystanku, jak to ma miejsce przy przystankach wiedeńskich. Antyzatoki stosowane mogą być jedynie tam, gdzie występuje stosunkowo niewielkie natężenie ruchu, spowodowane jest to kształtem platformy przystankowej, która przyczynia się do znacznego zwężenia jezdni.

W przypadku przystanku zintegrowanego z chodnikiem, jego wysokość może być taka sama jak chodnika lub wyższa. W celu skutecznej wymiany pasażerów, pomiędzy przestrzenią przystankową a chodnikiem nie powinno być błotochronów ani barier, które przyczyniają się do utrudnienia ruchu pieszych. Przystanek poprzez połączenie z chodnikiem ma znacznie większe wymiary od przystanków wyspowych, co przekłada się na szybsze i bardziej komfortowe dla pasażera przesiadki. Wadą przystanku jest brak jasnego podziału między strefą chodnikową a pasażerską, co utrud-

nia poruszanie się osobom niewidomym lub osobom w podeszłym wieku, a także brak wiaty na większości przystanków tego typu.

Przystanki wiedeńskie charakteryzują się wyniesioną jezdnią drogową w ciągu długości przystanku na wysokość krawędzi peronu. W momencie przyjazdu tramwaju na tor przy peronie przystankowym jezdnia stanowi dojście do tramwaju. Podniesiona jezdnia pełni także rolę uspokajających ruch progów zwalniających. Kształt przystanku sprawia, że kierowcy zwalniają, co bezpośrednio przyczynia się do wzmożenia ich ostrożności. Bezpieczna wymiana pasażerów możliwa jest jednak wyłącznie wtedy, kiedy w trakcie jej trwania inni uczestnicy ruchu drogowego znajdują się poza strefą przystankową i nie naruszają jej. Przystanki wiedeńskie są rozwiązaniem pośrednim między antyzatokami a przystankami zintegrowanymi z chodnikiem. Zastosowane mogą być na drogach o różnym natężeniu ruchu drogowego.

Zdefiniowanie typów przystanków tramwajowych pozwoliło na wyselekcjonowanie ich potencjalnie mocnych i słabych stron. W celu identyfikacji źródeł zagrożeń autorzy przeprowadzili badanie na trzech przystankach tramwajowych każdego z typów, stosując wizję lokalną. Badaniem objęte zostały przystanki na sieci tramwajowej w Poznaniu:

- wyspowe: Katedra, Serafitek, Politechnika;
- antyzatoki: Żniwa, Pasięka oraz Kmiecica;
- zintegrowane z chodnikiem: Zawady, Plac Wielkopolski oraz Wrocławska;
- wiedeńskie: Gwarna, Ratajczaka, Pl. Wiosny Ludów.

Przeprowadzona wizja lokalna umożliwiła weryfikację teoretycznych założeń, z zastanym stanem przystanków.

Wyniki badań

Przeprowadzono obserwacje na każdym z trzech z wyróżnionych czterech typów przystanków tramwajowych. Wizja lokalna została przeprowadzona 10 marca 2020 w godzinach nocnych (20–22) i za dnia (12–15) 11 marca 2020, w odmiennych warunkach atmosferycznych. Umożliwiło to dokładną obserwację przystanków w Poznaniu i identyfikację źródeł zagrożeń na nich występujących oraz wpływu czynników atmosferycznych na dany przystanek i pasażerów. Zauważone przez autorów źródła zagrożeń posłużyły do stworzenia katalogu.

Uszkodzona nawierzchnia platformy tramwajowej

Powierzchnia peronu jest wśród wszystkich elementów przystanku najbardziej eksploatowana i narażona na szereg czynników atmosferycznych. Powoduje to jej intensywniejsze zużycie oraz pojawienie się różnego rodzaju uszkodzeń powierzchni. Autorzy zidentyfikowali następujące elementy infrastruktury przystankowej, które mogą być źródłami zagrożeń dla podróżnych:

- wybrakowana/uszkodzona nawierzchnia (rys. 1a),
- występowanie niezabezpieczonych fragmentów elementów przystanku (ostre krawędzie, pogięte, niezabezpieczone kształtowniki),

- nierówna krawędź peronu przy torowisku (rys. 1b),
- zdeformowana nawierzchnia (nierówne płyty chodnikowe).



Rys. 1a. Uszkodzona nawierzchnia oraz krawędź peronu przystanku Serafitek, (b) nierówna krawędź peronu przystanku Plac Wielkopolski.



Rys. 1b. Nierówna krawędź peronu przystanku Plac Wielkopolski.

Na trzech spośród dwunastu przebadanych przystanków zidentyfikowano różnego typu uszkodzenia nawierzchni.

Niepoprawnie wykonana platforma przystankowa

Błędnie wykonana platforma powoduje niedostateczne i nieskuteczne odprowadzenie wody deszczowej, a także zwiększa szanse na wystąpienie urazów wśród pasażerów (rys. 2).



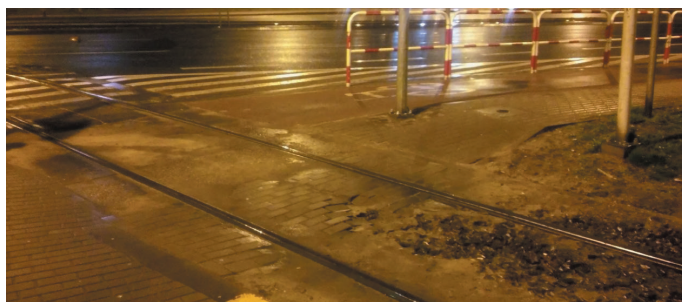
Rys. 2. Źle zaprojektowana platforma na przystanku Plac Wielkopolski

Niejednolita powierzchnia (wykorzystanie różnych materiałów do stworzenia nawierzchni) jest szczególnie niebezpieczna dla osób z ograniczonymi możliwościami psychofizycznymi, może być źródłem kontuzji lub przyczyną wypadków.

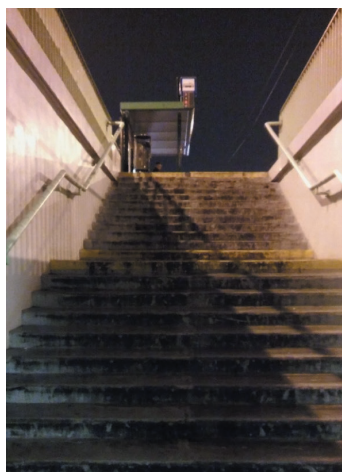
Problematyczne dojście na przystanek

Pasażer może być szczególnie narażony na niebezpieczeństwo w momencie przechodzenia z platformy przystanku przez jezdnię drogową, dlatego najważniejsze jest dogodne ulokowanie przejścia i zadbanie o jego stan techniczny. Wejście na przystanek powinno być skonstruowane tak, aby umożliwić podróż każdemu pasażerowi bez względu na jego własności psychofizyczne. Obserwacji poddane zostało także zachowanie podróżnych, ich sposoby poruszania się. Wśród zidentyfikowanych źródeł zagrożeń wyróżnić możemy:

- płyty lub kostkę brukową, które służą ułatwieniu przejścia z przystanku na przystanek, a znajdują się na nierównej wysokości i pod różnym kątem względem szyn oraz siebie (rys. 3);
- brak elementów poprawiających przyczepność pasażerów na stopniach, ich zużycie oraz brak systemu przeciwdziałającego opadom atmosferycznym w przypadku wejść z przejść podziemnych (rys. 4a);
- nieoświetlone, nieoznakowane przejście przystankowe,
- wąskie, zawierające stopnie wejścia na przystanek, będące w złym stanie technicznym (rys. 4b);
- przechodzenie pasażerów przez torowisko lub miejsca niebezpieczne w celu dostania się na przystanek (brak infrastruktury blokującej taką możliwość).



Rys. 3. Uszkodzona powierzchnia przejścia dla pieszych przy przystanku Zawady



Rys. 4a. Dojście na przystanek: Katedra



Rys. 4b. Dojście na przystanek: Plac Wielkopolski

Brakujące lub uszkodzone oznaczenia platformy przystankowej

Nieobecność pasów ostrzegawczych informujących o krawędzi peronu stanowi źródło zagrożeń dla osób z ograniczonymi możliwościami ruchowymi, a także dla pełnosprawnych pasażerów. Ich brak może przyczynić się do nieumyślnego wkroczenia pasażera na torowisko lub wyjście poza strefę przystankową (rys. 5).



Rys. 5. Brak oznaczenia krawędzi peronu na przystanku Serafitek

Warto zauważyć, że nie tylko nieobecność pasów ostrzegawczych informujących o krawędzi peronu lub ścieżki dotykowej jest niebezpieczna, lecz także ich nieodpowiedni stan. Wybrakowane, uszkodzone oznaczenia mogą konfundować osoby niewidome i stać się dla nich źródłem zagrożenia.

Brakujące lub uszkodzone elementy wyposażenia przystankowego

Potencjalnym źródłem zagrożenia występującym na niektórych przystankach był brak zadaszenia lub wiaty w przestrzeni przystankowej. Takie elementy infrastruktury mają osłaniać pasażerów przed warunkami atmosferycznymi i częściowo zapobiegają ich negatywnemu wpływowi na peron przystankowy. Poprzez zmniejszenie powierzchni, która może być ośnieżona lub mokra, zmniejsza się prawdopodobieństwo wypadku (rys. 6 i 7).

W trakcie wizji lokalnej stwierdzono potrzebę naprawy części elementów infrastruktury. Uszkodzony element może stanowić znaczne poważniejsze zagrożenie dla pasa-



Rys. 7. Brak zadaszenia przystanku tramwajowego



Rys. 6. Brak barierki rozdzielających torowiska na przystanku Katedra

żera niż jego brak. W celu redukcji ryzyka zagrożeń związanych z uszkodzonymi elementami infrastruktury pasażerowie powinni niezwłocznie zgłosić do operatora sieci tramwajowej zauważony niewłaściwy stan elementów infrastruktury przystankowej.

Niedostateczne oświetlenia wiat przystankowych/przystanków

Oświetlenie przystanku w nocy w znaczny sposób wpływa na bezpieczeństwo oraz samopoczucie pasażera znajdującego się na przystanku [8, 9]. Dobrze oświetlony przystanek zmniejsza prawdopodobieństwo potknięcia się pasażera o element przystankowy lub uszkodzoną nawierzchnię, a także zmniejsza ryzyko napaści przez osoby trzecie.

Dyskusja i wnioski

Artykuł ma zwrócić szczególną uwagę na stan nawierzchni. Po przeglądzie stanu przystanków jest to najczęściej pojawiający się problem, stanowiący najpoważniejsze zagrożenie dla podróżnych, szczególnie dla osób starszych lub z niepełnosprawnościami. Przystankiem tramwajowym, na którym dostrzeżono aż pięć z sześciu zagrożeń jest Serafitek. Natomiast przystankiem najbezpieczniejszym jest Ratajczaka, gdzie nie występuje żadne z zagrożeń zauważonych na innych przystankach.

Pomimo że niektóre z problemów zagrażających bezpieczeństwu pasażerów nie występują na rozpatrywanych

przystankach w Poznaniu, warto zwrócić uwagę, że są to problemy występujące w innych polskich miastach, takie jak między innymi:

- uszkodzone elementy wyposażenia przystankowego, wygięte, skorodowane błotochrony, połamane ławki, niekompletne wiaty przystankowe;
- błędne rozmieszczenie elementów wyposażenia przystankowego, ingerujące i blokujące przejście pasażerom;
- brak porządku na przystankach, występowanie śmieci, piasku i różnego rodzaju substancji;
- niewielkie odległości między tramwajami a wiatą przystankową (mniejsze niż 2 metry [6]);
- niedostosowanie wysokości peronów do użytkowanego w mieście taboru;
- brak/ niewystarczające oznaczenia świadczące o obecności przystanku;
- źle wyprofilowane perony stanowiące zagrożenie dla bezpieczeństwa (możliwość zahaczenia pasażera o pojazd);
- niewidoczne znaki drogowe i znaki dla motorniczych tramwajów;
- nieodseparowane platformy przystankowe od jezdni i rowerzystów.

Zdaniem autorów w celu poprawy poziomu bezpieczeństwa na przystankach tramwajowych, wytyczne zarządów infrastruktury miejskiej w poszczególnych polskich miastach, zlecających zbudowanie przystanków tramwajowych, powinny posiadać możliwie szczegółowo określone wymagania. Wymagania stawiane podczas budowy przystanku powinny obejmować kwestie:

- możliwie efektywnego wykorzystania przestrzeni peronowej, jej wymiarów, materiałów z których ma być stworzona,
- obecności ścieżek dotykowych lub oznaczeń krawędzi peronowych,
- ilości, rodzaju oraz rozmieszczenia elementów wyposażenia przystankowego, a także uwzględnienia przystanku w przestrzeni otaczającej go,
- planowania dojazdów na przystanek w zależności od otoczenia (uwzględnienie jezdni drogowej, ścieżek rowerowych).

Ponadto oprócz wyżej wymienionych zapisów, warto, aby wytyczne posiadały zapisy dotyczące sygnalizacji oraz komunikatów o wjeździe tramwaju na przystanek, poziomu oświetlenia przystanków i oświetlenia przejścia poprzez tworzenie „buforów świetlnych”, które znacznie poprawiłyby bezpieczeństwo w obrębie i poza strefą przystankową [1].

Dodatkowo istotnym elementem przyszłego wyposażenia przystankowego byłyby także kamery monitoringu, które znacznie polepszyłyby poczucie bezpieczeństwa osób przebywających na przystanku tramwajowym, a także zapobiegłyby agresywnym zachowaniom współpasażerów lub ułatwiły postępowanie policji w przypadku napadów i aktów wandalizmu.

Wytyczne zarządu infrastruktury miejskiej powinny obejmować także kwestię związane z eksploatacją. W trakcie użytkowania przystanku, stan platformy peronowej oraz wyposażenia przystanku winien być systematycznie sprawdzany. Istotne, aby weryfikacja stanu elementów odbywała się z wykorzystaniem listy kontrolnej (lub innego rodzaju testu sprawdzającego), gdzie poszczególne punkty przyznawane byłyby w zależności od różnic względem stanu początkowego. Pozwoliłoby to na określenie miejsc wymagających nagłej naprawy, lub ustalenie przyczyny złego stanu poszczególnych elementów.

Podsumowanie

Przedstawiony w artykule katalog źródeł zagrożeń powinien posłużyć projektantom infrastruktury tramwajowej i twórcom wytycznych do projektowania miejskich przystanków jako odpowiedź, które elementy infrastruktury przystankowej wymagają szczególnej uwagi, ewentualnego przeprojektowania standardowego rozwiązania lub prze-myślenia metody eliminacji źródła zagrożenia.

Autorzy wyrażają nadzieję, że katalog będzie także stanowić ostrzeżenie dla użytkowników komunikacji miejskiej, a jego znajomość przyczyni się do zmniejszenia ryzyka podczas przebywania na peronie tramwajowym oraz do poprawy poziomu bezpieczeństwa transportu tramwajowego w Poznaniu.

Literatura

1. Rudnicki A., Janecki R., Starowicz W., Żmizdińska B., *Wnioski generalne wynikające z kompleksowych badań ruchu dla Katowic*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2009, nr 9.
2. Koperski Ł., Zmuda-Trzebiatowski P., *Ocena stanu infrastruktury przystankowej. Studium przypadku: poznański Łazarz*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej – Transport, 2018, nr 121.
3. Naznin F., Currie G., Logan D., Sarvi M., *Safety impacts of platform tram stops on pedestrians in mixed traffic operation: A comparison group before-after crash study*, Accident Analysis & Prevention, 2016, 86. doi:10.1016/j.aap.2015.10.007.
4. Bujak N., Grulkowski S., Zariczny J., *Aspekty bezpieczeństwa w projektowaniu i budowie infrastruktury tramwajowej*, „Archiwum Instytutu Inżynierii Lądowej”, 2017, 25. doi:10.21008/j.1897–4007.2017.25.07.
5. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie.
6. Podstawowe wytyczne dla projektowanej infrastruktury publicznego transportu zbiorowego, Zarząd Transportu Miejskiego, Poznań 2015.
7. Tubis A., Rydlewski M., Budzyński M., *Safety assessment of tram stops*, „Journal of KONBiN”, 2019, 49. doi:10.2478/jok-2019–0044.
8. Pięńkowski K., Tomczuk P., Stypułkowski K., *Wstęp do oceny oświetlenia przystanków tramwajowych*, „Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe”, 2011, nr 12.
9. Tubis A., Poskart A., Rydlewski M., *Ocena ryzyka podróży w komunikacji publicznej z uwzględnieniem aspektów bezpieczeństwa i logistyki*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej – Transport”, 2018, nr 120.