

**Politechnika
Warszawska**



**Kolegium Nauk
Ekonomicznych
i Społecznych**



**Politechnika Śląska
Wydział Transportu**

**WSPÓŁCZESNE
ZAGADNIENIA
INŻYNIERII,
TRANSPORTU, EKONOMII
I ZARZĄDZANIA**

Praca zbiorowa pod redakcją
Renaty Walczak
Bożeny Szczuckiej - Lasoty

POLITECHNIKA WARSZAWSKA
Kolegium Nauk Ekonomicznych i Społecznych
www.pw.plock.pl

ISBN 978-83-945627-1-7

Płock 2018

**Politechnika Warszawska
Kolegium Nauk Ekonomicznych i Społecznych**

Politechnika Śląska, Wydział Transportu

WSPÓŁCZESNE ZAGADNIENIA INŻYNIERII, TRANSPORTU, EKONOMII I ZARZĄDZANIA

Praca zbiorowa pod redakcją:

Renaty Walczak

Bożeny Szczuckiej-Lasoty

**Opracowanie powstało w wyniku dyskusji i przemysłów
uczestników seminarium pt.: „Spawanie i Jakość”,
które odbyło się 8.06.2018 w Politechnice Śląskiej w Katowicach**

Tytuł:

Współczesne zagadnienia inżynierii, transportu, ekonomii i zarządzania

Redakcja naukowa:

dr hab. inż. Renata Walczak, prof. PW

Kolegium Nauk Ekonomicznych i Społecznych, Politechnika Warszawska

dr inż. Bożena Szczucka-Lasota

Wydział Transportu, Politechnika Śląska

Afiliacja:

Politechnika Warszawska, Kolegium Nauk Ekonomicznych i Społecznych

09-400 Płock, ul. Łukasiewicza 17

Politechnika Śląska, Wydział Transportu

40-019 Katowice, ul. Krasińskiego 8

Recenzenci:

prof. dr hab. inż. Tomasz Węgrzyn (Politechnika Śląska)

dr hab. Magdalena Kludacz-Alessandri (Politechnika Warszawska)

prof. nzw. dr hab. inż. Piotr Fołęga (Politechnika Śląska)

dr hab. inż. Zbigniew Stanik (Politechnika Śląska)

dr inż. Damian Hadryś (Politechnika Śląska)

dr inż. Marlena Piekut (Politechnika Warszawska)

Projekt okładki: Paulina Bąbalicka

© Copyright by:

Kolegium Nauk Ekonomicznych i Społecznych, Politechnika Warszawska

Wydział Transportu, Politechnika Śląska

Płock 2018

Wydanie elektroniczne:

ISBN 978-83-945627-2-4

Wydanie papierowe:

ISBN 978-83-945627-1-7

Druk i oprawa

LASER – GRAF

ul. Nowy Rynek 1

09- 400 Płock

Wydane przez:

Politechnika Warszawska, Kolegium Nauk Ekonomicznych i Społecznych

ul. Łukasiewicza 17, 09-400 Płock

<http://www.pw.plock.pl/>

SPIS TREŚCI

	Str.
Przedmowa	4
Martyna BAŁA ŹRÓDŁA I PRZYCZYNY POWSTAWANIA WYPADKÓW W TRANSPORCIE ZEWNĘTRZNYM NA PRZYKŁADZIE PRZEWOŻENIA SUBSTANCJI NIEBEZPIECZNYCH	5
Mateusz BORYS, Dominik KREJ, Lidia OLSZOWSKA, Krzysztof PARMA CAR SHARING JAKO INNOWACYJNE PODEJŚCIE DO TRANSPORTU INDYWIDUALNEGO	12
Joanna BUJAK, Klaudia KUŹNIEWSKA, Krzysztof FRAK TECHNOLOGIE WSPOMAGAJĄCE INNOWACYJNY TRANSPORT	18
Wioletta CEBULSKA, Przemysław MARZEC, Damian HADRYŚ URZĄDZENIA OBSŁUGI POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH JAKO ŹRÓDŁA EMISJI ZAKŁÓCEŃ ELEKTROMAGNETYCZNYCH	25
Karolina CYGAL, Agnieszka DWOJEWSKA LICZEBNOŚĆ OSÓB W POJAZDACH OSOBOWYCH NA ŚLĄSKU W GODZINACH SZCZYTU	50
Robert DWOJAK, Sandra GRZANKA, Karolina ŁYSEK BEZPIECZEŃSTWO NA PRZEJAZDACH KOLEJOWO-DROGOWYCH	43
Mateusz JURZAK, Bartłomiej NUTTA, Krystian STANIEK PROPOZYCJE POPRAWY BRD NA PÓŁNOCNEJ OBWODNICY BIELSKA-BIAŁEJ	54
Bartosz KIELC, Jakub WOSIK, Kamil HRYNIEWICKI PERSPEKTYWY FUNKCJONOWANIA PRYWATNYCH PRZEWOŹNIKÓW NA ZASADACH OTWARTEGO DOSTĘPU DO INFRASTRUKTURY KOLEJOWEJ W POLSCE	62
Dariusz KORBEL, Alicja SZCZEPANIAK, Szymon SZLÓSARCZYK TRANSPORT NIENORMATYWNY ŁOPAT ELEKTROWNI WIATROWYCH	74
Agnieszka KURC-LISIECKA, Aleksander LISIECKI ZARZĄDZANIE JAKOŚCIĄ W PROCESIE SPAWANIA HYBRYDOWEGO	85
Aleksander LISIECKI, Agnieszka KURC-LISIECKA SPAWANIE LASEROWE BLACH ZE STALI O WYSOKIEJ WYTRZYMAŁOŚCI	96
Krystian SZEWCZYŃSKI, Damian HADRYŚ WPŁYW ZASTOSOWANIA PROGÓW ZWALNIAJĄCYCH NA EMISJĘ HAŁASU Z POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH	103
Sebastian WIERZBICKI, Mateusz JEZUSEK, Damian HADRYŚ ASPEKTY BEZPIECZEŃSTWA PODCZAS DROGOWEGO TRANSPORTU MATERIAŁÓW SYPKICH	117

PRZEDMOWA

Z uwagi na duże znaczenie i bardzo szybki rozwój technologii transportu, pociągającej za sobą rozwój materiałów, produktów oraz szeroko rozumianej infrastruktury w tej dziedzinie jesteśmy zmuszeni uczestniczyć w procesie, w którym znacząco postępuje tzw. dezaktualizacja wiedzy. Szacuje się, że 50% szczegółowych informacji w okresie 2-3 lat będzie zastąpione nowymi danymi. Rozwój technologii wymusił liczne zmiany w naszej rzeczywistości, nowe regulacje prawne, a także zmiany w bezpieczeństwie użytkowania maszyn i urządzeń. Obszary wiedzy z zakresu inżynierii, transportu, ekonomii i zarządzania muszą być na bieżąco aktualizowane w związku z nowymi odkryciami technicznymi i naukowymi. W takiej sytuacji niezbędnym jest opracowanie podręczników, książek przekazujących tę wiedzę. Treść monografii została skomponowana przy założeniu, że czytelnik posiada podstawy teoretyczne z zakresu zarządzania i transportu. Składa się z 13 rozdziałów, w których przedstawiono zagadnienia związane z transportem, takie jak nowe technologie wytwarzania, problemy związane z infrastrukturą i bezpieczeństwem, a także uwzględniono problematykę zasad nowoczesnego zarządzania i ekonomii. Monografia została napisana przy współpracy Politechniki Warszawskiej i Politechniki Śląskiej.

Publikacja ta jest przeznaczona głównie dla studentów kierunku Transport i kierunku Ekonomia, dla doktorantów i słuchaczy szkoleń. Sądzymy, że znajdzie również odbiorców wśród aktywnych zawodowo inżynierów projektujących nowoczesne, bardziej bezpieczne i opłacalne obiekty techniczne i infrastrukturalne z uwzględnieniem innowacyjnych technik wytwarzania.

Renata Walczak

Bożena Szczucka-Lasota

ŹRÓDŁA I PRZYCZYNY POWSTAWANIA WYPADKÓW W TRANSPORCIE ZEWNĘTRZNYM NA PRZYKŁADZIE PRZEWOŻENIA SUBSTANCJI NIEBEZPIECZNYCH

Wprowadzenie

Transport zewnętrzny towarów może odbywać się wieloma drogami- poprzez transport drogowy, kolejowy, lotniczy czy też morski. Jednak największe narażenie na wypadki występuje przy transporcie drogowym, który jest podstawowym środkiem transportu. Codziennie dochodzi do wielu wypadków na drogach, które stanowią zagrożenie dla społeczeństwa. Błąd człowieka jest najczęstszą przyczyną wypadków i awarii. Praca kierowcy nie jest łatwa. Wymaga koncentracji i skupienia. Łatwo dochodzi do zmęczenia pracownika podczas pokonywania długich tras, dlatego konieczny jest odpoczynek a nie zawsze są do tego odpowiednie warunki. Kierowca jeżdżąc bez odpoczynku jest zagrożeniem dla innych uczestników ruchu. Zmienne warunki atmosferyczne również powodują zagrożenie. Mimo, iż coraz więcej mówi się o bezpieczeństwie na drogach to nadal sporo kierowców bagatelizuje te problemy, wskazówki, zdarzenia niebezpieczne, co prowadzi do wypadków, które czasami prowadzą do śmierci. Dodatkowo należy zwrócić uwagę na rodzaj przewożonego materiału, ponieważ stwarzają one dodatkowe zagrożenia. Istotne jest także odpowiednie zabezpieczenie towaru. Artykuł ten poświęcony jest aspektom zapewniającym bezpieczeństwo na drogach przy przewożeniu substancji/ towarów niebezpiecznych.

1. Warunki pracy

Każdy pracownik samochodu ciężarowego/ cysterny do przewożenia towarów niebezpiecznych musi mieć uprawnienia ADR i ADR na cysterny, prawo jazdy kategorii C+E oraz świadectwo kwalifikacji na przewóz krajowy. Szkolenie ADR pozwala na zapoznanie się z obowiązującymi normami i standardami bezpieczeństwa oraz przedstawieniem ryzyka i zagrożeń z którymi ten transport jest związany. Właściwości materiałów i zagrożenia, które te materiały stwarzają, muszą być przewożone zgodnie z umową europejską dotyczącą międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych [1].

1.1. Klasyfikacja towarów niebezpiecznych dokumentacja przewozowa

Wyróżniamy 9 klas towarów niebezpiecznych, które zostały przedstawione w tabeli 1 [1]. Oprócz klasy 7 wszystkie towary w każdej z pozostałych klas oznaczone są kodami klasyfikacyjnymi. Kody te zawierają litery oznaczające zagrożenia a cyfry rodzaj towaru lub inne wymagania związane z zagrożeniem. Wyjątkiem jest kod dla klasy 1, który składa się z dużej litery, która oznacza grupę zgodności i z numeru podklasy. W tabeli numer 2 zostało przedstawione, co dana litera oznacza w kodzie klasyfikacyjnym, natomiast w tabeli numer 3 jakie dana cyfra określa zagrożenie. Za wyjątkiem klasy 1 wszystkie towary niebezpieczne mają przyporządkowany numer rozpoznawczy zagrożenia [1].

Tab. 1. Klasy towarów niebezpiecznych

Lp.	Numer klasy	Rodzaj towaru niebezpiecznego
1.	Klasa 1	Materiały i przedmioty wybuchowe
2.	Klasa 2	Gazy
3.	Klasa 3	Materiały ciekłe zapalne
4.	Klasa 4.1	Materiały stałe zapalne, materiały samo reaktywne i materiały wybuchowe stałe odczulone
5.	Klasa 4.2	Materiały samozapalne
6.	Klasa 4.3	Materiały wytwarzające w zetknięciu z wodą gazy palne
7.	Klasa 5.1	Materiały utleniające
8.	Klasa 5.2	Nadtlenki organiczne
9.	Klasa 6.1	Materiały trujące
10.	Klasa 6.2	Materiały zakaźne
11.	Klasa 7	Materiały promieniotwórcze
12.	Klasa 8	Materiały żrące
13.	Klasa 9	Różne materiały i przedmioty niebezpieczne

Tab. 2. Znaczenie liter w kodzie klasyfikacyjnym

Litera	Określenie zagrożenia
A	Duszące
O	Utleniające
F	Palne
T	Trujące
C	Żrące
D	Odczulone
SR	Samo reaktywne
S	Samozapalne
W	Reagujące z wodą
P	Nadtlenki organiczne
I	Zakaźne
M	Różne

Tab. 3. Znaczenie cyfr określających zagrożenie

Cyfry	Określenie zagrożenia
1	-
2	Emisja gazu spowodowana ciśnieniem lub reakcją chemiczną
3	Zapalność materiałów ciekłych i gazów lub materiał ciekły samonagrzewający się
4	Zapalność materiałów stałych lub materiał stały samonagrzewający się
5	Działanie utleniające
6	Działanie trujące lub zakaźne
7	Działanie promieniotwórcze
8	Działanie żrące
9	Zagrożenie samorzutną i gwałtowną reakcją

W każdym samochodzie przewożącym towary niebezpieczne muszą znajdować się dokumenty dotyczące kierowcy- zaświadczenie ADR i dokument tożsamości kierowcy, pojazdu czyli świadectwa dopuszczenia pojazdów do przewozu niektórych towarów niebezpiecznych i towarów niebezpiecznych- czyli dokument przewozowy, instrukcja pisemna dla kierowcy, kopia umowy specjalnej, zezwolenie na przewóz niektórych towarów posiadających właściwości wybuchowe, zezwolenie na przewóz odpadów niebezpiecznych i kopię zgłoszenia do Komendanta Wojewódzkiego Policji i Państwowej Straży Pożarnej, które dotyczą przewozu niektórych materiałów niebezpiecznych.

Cysterny używamy do przewozu materiałów gazowych, ciekłych, granulowanych oraz sproszkowanych. Każdy kierowca powinien mieć przy sobie dokumentację cysterny

i zatwierdzenie typu pojazdu cysterny. Każdy pojazd powinien być poddany badaniu okresowemu przed przekazaniem do użytkowania. Na rynku wyróżniamy różne rodzaje cystern, od cystern przenośnych, kontenerów- cystern, przez odejmowalne aż po cysterny stałe [1,7,8].

1.2. Zatrudnienie i przeszkolenie kierowcy

Każdy nowo przyjęty pracownik na stanowisko kierowcy samochodu ciężarowego, dostawczego czy cysterny zgodni z ustawą Prawo o ruchu drogowym musi przejść badania lekarskie przeprowadzone w celu stwierdzenia braku przeciwwskazań zdrowotnych do kierowania pojazdem. Dodatkowo kierowcy kierujący pojazdem o masie całkowitej przekraczającej 7,5 t i przewożącej materiały niebezpieczne podlegają kontrolnym badaniom lekarskim, w celu stwierdzenia istnienia lub braku przeciwwskazań do kierowania pojazdem w przewidzianych prawem okresach czasu. Badania te przeprowadza uprawniony lekarz. Towary niebezpieczne to materiały oraz przedmioty, które poprzez właściwości które posiadają: fizyczne, chemiczne, biologiczne czy promieniotwórcze mogą powodować zagrożenia dla ludzi i środowiska [1,2,8].

Kolejnym bardzo ważnym elementem jest odpowiednie przeszkolenie pracownika. Szkolenie powinno składać się ze szkolenia ogólnego, stanowiskowego i szkolenia z zakresu bezpieczeństwa. Szkolenie ogólne powinien przejść każdy nowo przyjęty pracownik oraz każdy pracownik co 3 lata. Ważnym punktem podczas szkolenia jest np. omówienie zmian wprowadzonych w umowie ADR oraz zapoznanie kierowców z zagrożeniami występującymi podczas przewozu towarów niebezpiecznych czy też poinformowanie, w jaki sposób uniknąć lub zminimalizować możliwość powstania wypadku. Informacje które uzyskają będą istotne w momencie, kiedy zaistnieje wypadek. Podczas szkolenia stanowiskowego powinny być wykonywane czynności praktyczne oraz omówienie zakresu przepisów o przewozie towarów niebezpiecznych, natomiast na szkoleniu z zakresu bezpieczeństwa powinny być poruszone zagrożenia stwarzane przez towary niebezpieczne pod kątem utraty zdrowia. Niestety w momencie, gdy dochodzi do wypadków często kierowcy nie postępują zgodnie z zasadami, które poznają podczas szkoleń i powoduje to zwiększenie powstałego zagrożenia. Od kierowcy wymaga się dobrej znajomości przepisów w obszarze przewożonego towaru oraz sumienności i dokładności w wykonywaniu powierzonych mu pracy. W związku z tym, kierowcy objęci są obowiązkowym doksztalcaniem się poprzez uczestnictwo w kursach kierowców w zakresie przewozu materiałów niebezpiecznych (ADR) [3,4].

2. Prowadzenie pojazdu

Na pracę kierowcy składa się kilka elementów: sprawdzenie stanu technicznego pojazdu (poprzez oględziny zewnętrzne), załadunek i rozładunek towaru przewożonego i dostarczenie go do miejsca docelowego oraz powrót do firmy. Każdy pracownik narażony jest na inne, w zależności od zakładu, w którym jest zatrudniony niebezpieczeństwa.

2.1. Przyczyny powstawania zagrożeń

Podstawą pracy kierowcy jest przestrzeganie przepisów ruchu drogowego, zachowanie ostrożności i odpowiedniego odstępu od innych pojazdów, pełnej koncentracji i dostosowanie prędkości do panujących warunków atmosferycznych. Należy także wziąć pod uwagę przeszkody, które mogą się pojawić na drodze np. nagle wybiegająca zwierzyna. Może to spowodować utratę panowania nad kierownicą. Jazda w upalne dni, nagrzanego wnętrza samochodu, promienie słoneczne wpadające przez szybę, rażące kierowcę osłabiają koncentrację, powodują osłabienie i senność. Wszystkie te czynniki mogą powodować zasłabnięcie, zawroty głowy czy nawet odwodnienie organizmu. Dolegliwości te mogą powodować kolizję, wypadki drogowe lub zdarzenia wypadkowe podczas załadunku

lub rozładunku samochodów. Najlepszym sposobem na eliminowanie zagrożeń związanych z tymi dolegliwościami jest korzystanie z klimatyzacji lub robienie przeciągów otwierając szyby. Rozwiązania te mają swoje wady i zalety. Z jednej strony ochładzają a z drugiej mogą spowodować przeziębienie czy silne bóle głowy. Niekorzystnie na nasz organizm działa również nagła zmiana temperatury podczas wyjścia z klimatyzowanego pomieszczenia na zewnątrz, gdzie jest upał. Nie używając klimatyzacji, przy dłuższej jeździe w upalne dni może dojść do przegrzania organizmu, natomiast podczas złych warunków pogodowych powinna zostać zachowana odpowiednia ostrożność, ponieważ podczas gwałtownego hamowania może dojść do kolizji/ wypadku. Bardzo ważny jest stan techniczny pojazdu. Niesprawny układ hamulcowy, zużyte klocki hamulcowe czy wadliwe opony mogą być przeszkodą podczas hamowania. Taka sytuacja może spowodować, że kierowca np. uderzy w drzewo lub zjedzie na przeciwny pas. Należy także zwrócić uwagę na stan oświetlenia czy poprawność działania wycieraczek, na to czy przewożony ładunek jest dobrze zabezpieczony- nie powinien się przemieszczać. Ładunek możemy zabezpieczyć używając pasów spinających, regulowanych podpór, przesuwanych przegród czy też poduszek powietrznych i urządzeń przeciwoślizgowych. Dodatkowo pasy spinające można zabezpieczyć za pomocą rękawów ochronnych czy nakładek. W przypadku przewożenia różnych towarów niebezpiecznych sztuki przesyłki z tymi towarami powinny być od siebie oddzielone tak, aby można je wyładować pojedynczo. W przypadku przewozu materiałów, które muszą mieć stałą temperaturę, powinny być łatwo dostępne i mieć zapewniony swobodny obieg powietrza wewnątrz skrzyni ładunkowej. Palety z workami powinny być załadowane workami warstwowo przemiennie, natomiast obciążone folią tak, aby nie sklejały się wzajemnie. Butle przewożone w pozycji leżącej powinny być zaklinowane lub zabezpieczone w taki sposób, aby się nie przesunęły. Naczynia powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniami i ułożone tak, aby nie spadły ani się nie przewracały. Sztuki przesyłki powinny być pogrupowane zgodnie z zagrożeniami. W celu bezpieczeństwa należy stosować się do ograniczeń przejazdów przez tunele, ponieważ może to prowadzić do wybuchu, pożaru czy też uwolnienia gazu trującego lub lotnej cieczy trującej, co może spowodować śmierć ludzi albo uszkodzenia konstrukcji tunelów. Kolejną ważną przyczyną, na którą powinno się zwrócić uwagę, to stan trzeźwości lub korzystanie z innych używek. Coraz więcej się na ten temat mówi. Każdemu kierowcy powinno zależeć na bezpiecznym dotarciu do celu. Osoba będąca np. pod wpływem alkoholu stwarza zagrożenie na drodze, ponieważ nie jest w stanie normalnie funkcjonować i prowadzić samochód, paląca papierosy może doprowadzić do pożaru. Warto również zwrócić uwagę na rozmowy przez telefon komórkowy podczas jazdy. Może to doprowadzić do wypadku. Kierując pojazdem i równocześnie prowadząc rozmowę przez telefon, obniża się koncentracja, wydłuża się czas reakcji na powstałą sytuację. Ważne jest także utrzymywanie czystości w kabinie samochodów, poukładanie wszystkiego co chcemy w niej trzymać, w celu sprawnego odnalezienia np. dokumentów podczas kontroli. Szyby powinny być systematycznie myte, ponieważ jakiegokolwiek przybrudzenia mogą spowodować, że nie zostanie zauważona jakaś przeszkoda na drodze. Goniące przedmioty po samochodzie mogą ograniczyć dostęp do pedałów sprzęgła, hamulca bądź gazu, co również może spowodować wypadek drogowy. Powinna też być zachowana czystość na pace załadunkowej, w celu uniknięcia nierówności podłoża. Mogłoby to spowodować prawidłowe zabezpieczenie przewożonych towarów czy utratę stabilności ustawionych przedmiotów. W momencie, kiedy dojdzie do awarii pojazdu kierowca powinien postępować zgodnie z instrukcją. Opakowania używane do przewożenia materiałów niebezpiecznych muszą być wykonane z takich materiałów, które są odporne na działania chemiczne, mechaniczne, termiczne i promieniotwórcze i które uniemożliwią wydostanie na zewnątrz ich zawartości. Podczas uszkodzenia cystern najczęściej dochodzi do powstania rozlewisk. Podczas takich zdarzeń oprócz strat ludzkich, może dojść również do strat finansowych i ekologicznych [1,2,5,7,8].

2.2. Środki ostrożności podczas przewozu

W momencie, kiedy dojdzie do wypadku lub awarii powinna zostać powiadomiona straż pożarna. Pojazd powinien zostać zatrzymany, silnik wyłączony. Ważne, aby nie pozwolić osobom postronnym zbliżać się do miejsca wypadku. Należy pamiętać, że podczas skrętu w prawo ładunki przemieszczają się w lewo i na odwrót podczas hamowania w linii prostej, natomiast na zakręcie siła odśrodkowa spycha ładunek, co może powodować przewrócenie samochodu. Nie wolno otwierać opakowań z towarami niebezpiecznymi. Jeżeli przewozimy towary niebezpieczne-trujące należy założyć maskę gazową. Kierowca przewożący butle ciśnieniowe powinien zwrócić uwagę, aby butle były odpowiednio zabezpieczone. W przypadku, gdy dojdzie do pożaru kierowca powinien postępować zgodnie z instrukcją. Gazy palne powinny być przewożone w pojeździe z odpowiednią wentylacją. Bardzo ważne podczas przewozu towarów niebezpiecznych jest korzystanie z planu ochrony.

Podczas przewożenia towarów niebezpiecznych w cysternach, bardzo ważna jest ich szczelność oraz wytrzymałość mechaniczna. Jest to ważne zwłaszcza w momencie, gdy dochodzi do wypadku lub przewrócenia pojazdu. W zależności od przewożonego towaru należy dobrać odpowiednią cysternę według kodu cysterny. Kod ten składa się z 4 części. Każda cysterna, musi zawierać trwale przymocowaną tabliczkę z odpowiednimi danymi. Dodatkowo, jeżeli cysterna jest napełniana lub opróżniana pod ciśnieniem to powinno być również podane najwyższe dopuszczalne ciśnienie robocze. Każda cysterna powinna być wyposażona między innymi w wewnętrzny zawór odcinający, zawór umieszczony na końcu króćca spustowego. W momencie, kiedy dojdzie do awarii zaworu wewnętrznego zawór ten powinien zapewnić utrzymanie zawartości zbiornika, zaworu wentylacyjnego który zapobiega przedostawaniu się płomienia do wnętrza zbiornika i zabezpieczenia przed wydostaniem się zawartości ze zbiornika w razie przewrócenia cysterny. Zaworu kompensującego, zderzaka zabezpieczającego czy też urządzenia do określenia maksymalnego stopnia napełniania zbiornika. Kierowanie cysterną i doświadczenie ma duży wpływ na stabilność pojazdu, ponieważ środek ciężkości ulega przemieszczeniom, czego skutkiem może być zaskoczenie dla kierowcy np. podczas hamowania czy skrętu.

W momencie, gdy dojdzie do wypadku udzielenie pierwszej pomocy jest uzależnione od drogi narażenia np. przy transporcie amoniaku w przypadku zatrucia potrzebne jest udzielenie pomocy w trybie natychmiastowym, przesunięcie poszkodowanego z miejsca zdarzenia. Jeżeli drogą narażenia są drogi oddechowe należy przenieść poszkodowanego na świeże powietrze, zapewnić mu spokój w celu uniknięcia obrzęku płuc. Należy zabezpieczyć go przed utratą ciepła używając koca ratunkowego, a jeżeli to konieczne prowadzić reanimację. Jeżeli drogą narażenia jest skóra konieczne jest zdjęcie nasiąkniętego ubrania i butów. Kolejnym etapem jest przemywanie skóry wodą przez co najmniej 15 min i pilnować, żeby płuczyny miały jak najmniejszy kontakt z nieuszkodzoną skórą. Należy pamiętać, aby osoba udzielająca pomoc miała założone gumowe rękawice, natomiast przy kontakcie z oczami obficie przemyć dużą ilością wody aż do momentu ustania bólu. W przypadku dostania się amoniaku drogą pokarmową należy podać poszkodowanemu 2-3 szklanki letniej wody do picia. Nie wolno powodować wymiotów [6].

2.3. Oznakowanie i wyposażenie pojazdów

Każdy samochód przewożący towary niebezpieczne powinien być oznakowany prostokątnymi tablicami ostrzegawczymi o barwie pomarańczowej. W przypadku przewozu materiałów niebezpiecznych w cysternach tablice powinny zawierać numery dla danego zagrożenia i towaru niebezpiecznego umieszczone w górnej części tablicy, natomiast w dolnej numer UN. Numery powinna oddzielać pozioma czarna linia o grubości 15 mm znajdujący się w połowie wysokości tablicy. Każda tablica powinna mieć wymiary 40x30 cm. Numery te składają się z

2 lub 3 cyfr. W momencie, kiedy nastąpi powtórzenie cyfry tzn., że zagrożenie się nasila. Jeżeli przy zagrożeniu występuje litera „X” tzn., że materiał reaguje niebezpiecznie z wodą. Podczas przewożenia sztuk przesyłek, samochody powinny być oznakowane nalepkami ostrzegawczymi. Nalepki muszą spełniać odpowiednie wymagania i odpowiadać wzorom dla przewożonych towarów niebezpiecznych. Powinny być naklejone na podłożu.

Pojazdy i cysterny poddane fumigacji muszą być oznakowane w dobrze widocznym miejscu. Znak ten ma specjalne wymiary a napisy i symbol powinny być czarne i umieszczone na białym tle. W celu zapewnienia bezpieczeństwa podczas przewożenia towarów niebezpiecznych, każdy środek transportu drogowego powinien zawierać gaśnicę o minimalnej pojemności 2 kg proszku gaśniczego dla grup pożarów A, B i C, właściwego do gaszenia pożaru silnika lub kabiny samochodu. Oprócz tego w samochodzie o masie do 3,5 t powinna być gaśnica o pojemności co najmniej 4 kg proszku gaśniczego dla grup pożarów A, B i C. Przy samochodach od 3,5 do 7,5 t minimum jedna gaśnica o pojemności co najmniej 8 kg. a powyżej masy 7,5 t jedna lub więcej gaśnic o pojemności co najmniej 12 kg. Środek gaśniczy musi spełniać wymagania norm i być odpowiednio dobrany w przypadku gaszenia pożaru. Gaśnice powinny być zamontowane w miejscach łatwo dostępnych.

W każdym samochodzie transportującym towary niebezpieczne powinien znajdować się klin pod koła, dwa stojące znaki ostrzegawcze, płyn do płukania oczu. Dodatkowo latarka, rękawice i okulary ochronne oraz kamizelka ostrzegawcza.

Numerycznymi tablicami ostrzegawczymi są przeważnie oznakowane cysterny, natomiast w przypadku cystern wielokomorowych, gdzie mamy do czynienia z różnymi materiałami i zagrożeniami, na każdej komorze po obydwu bokach powinny znajdować się tablice numeryczne, natomiast z przodu i z tyłu pojazdu tablice bez numerów. Podczas przewożenia różnych materiałów o różnych zagrożeniach na każdej komorze po obydwu stronach powinny być umieszczone nalepki ostrzegawcze. Dodatkowo jedna nalepka z każdej z wcześniej naklejonych po bokach powinna być umieszczona z tyłu pojazdu.

Tablice o barwie pomarańczowej muszą być odporne na działanie warunków atmosferycznych i przetrwać przebywanie w ogniu. Częstymi błędami jest stosowanie tablic z numerami rozpoznawczymi na pojazdach przewożących sztuki przesyłki i tablic z numerami rozpoznawczymi nieadekwatnymi do przewożonego towaru niebezpiecznego [1,7,8].

Podsumowanie

Kierowca musi pamiętać, że zmęczenie, źle zamocowane ładunki, nieostrożność i brak utrzymania odpowiedniej odległości między pojazdami są najczęstszą przyczyną wypadku. Ważne jest też to, że na zakręcie siła odśrodkowa spycha ładunek, co może być przyczyną przewrócenia pojazdu. Każdy kierowca przewożący materiały niebezpieczne powinien stosować się do wymagań ADR. Jeżeli wymagania te zostaną naruszone, to należy poczekać do czasu usunięcia nieprawidłowości. Przed wyjazdem, należy pamiętać o wzrokowym sprawdzeniu czy nie ma np. widocznych, oczywistych wad, pęknięć czy wycieków.

Kierowca przewożący materiały niebezpieczne jest narażony na wiele zagrożeń. Bardzo często przez brawurę, nieostrożność lub nieodpowiedzialność człowieka może wystąpić zagrożenie życia swojego i innych osób. Nadal, często przewożone materiały są źle zabezpieczone, co może spowodować wpadnięcie w poślizg. Poprzez coraz większy ruch na drogach, występuje większe zagrożenie dla wszystkich uczestników ruchu, dlatego bardzo ważne jest skuteczne oznakowanie pojazdów. Nieostrożność w tracie kontaktu z substancjami łatwopalnymi może powodować m.in. oparzenia skutkujące zaczerwienieniem, pęcherzami, trudnościami w oddychaniu, poparzeniem twarzy a najgorszym przypadkiem śmierć. Ważny jest zdrowy

rozsądek, przestrzeganie przepisów. Bagatelizowanie zdarzeń niebezpiecznych może doprowadzić do śmiertelnego wypadku. Chcąc ograniczyć powstawanie wypadków należy stosować się do zasad bezpieczeństwa. Z roku na rok coraz więcej jest przewożonych towarów niebezpiecznych. Głównie są to paliwa, chlor, amoniak, cyjanowodór. Przepisy mają za zadanie wyeliminowanie lub ograniczenie powstania wypadku i jego ewentualnych szkód.

Bibliografia

- [1] Bębnowski J.: Przewóz Towarów Niebezpiecznych. Materiały szkoleniowe. TARBONUS, 2010,
- [2] Bieś B.: Poznajemy i wybieramy zawód. SPBP, 2009,
- [3] Hancyk B.: ADR, REACH, CLP Niebezpieczne chemikalia. SIGMA-NOT, 2012,
- [4] Janczak A.: Szkolenie osób zaangażowanych w przewóz towarów niebezpiecznych. Promotor BHP, nr 11, 2015,
- [5] Wilk M., Wilk P.: Kierowca samochodu dostawczego- potencjalne zagrożenia wypadkowe. Promotor BHP, nr 10, 2015,
- [6] Koldys K.: Transport substancji niebezpiecznych- amoniak. Promotor BHP, nr 11, 2015,
- [7] Bęczkowska S.: Transport towarów niebezpiecznych. Promotor BHP, nr 5, 2013,
- [8] Gałuszka M., Uzarczyk A.: BHP w transporcie. TARBONUS, 2011

Mateusz BORYS
Politechnika Śląska, Wydział Transportu
Dominik KREJ
Politechnika Śląska, Wydział Transportu
Lidia OLSZOWSKA
Politechnika Śląska, Wydział Transportu
Krzysztof PARMA
Politechnika Śląska, Wydział Transportu

CAR SHARING JAKO INNOWACYJNE PODEJŚCIE DO TRANSPORTU INDYWIDUALNEGO

Wprowadzenie

Sformułowanie „car sharing” powstało z połączenia dwóch anglojęzycznych wyrazów „car” oraz „share”. Oznaczają auto oraz dzielić, więc doskonale opisują czym jest car sharing. Polega on na wspólnym użytkowaniu pojazdu, bez konieczności jego posiadania. W języku polskim również funkcjonuje nazwa „auto na minuty”. Car sharing jest alternatywnym rozwiązaniem dla taksówek, komunikacji miejskiej czy też wynajmu samochodu na dłuższy okres.

1. Historia usługi car sharing

Historia usługi car sharing jest dość odległa, sięga lat 40 XX wieku [1], wtedy zrodził się pomysł współdzielenia pojazdów w Zurychu. Pomysł jednak okazał się zbyt innowacyjny jak na te czasy i zakończył się niepowodzeniem. Po upływie prawie pół wieku postanowiono ponownie wdrożyć plan, który zrodził się w Holandii, tym razem odzew był odwrotny. Okazało się, że chętnych do korzystania z „samochodów na minuty” jest już wielu. W latach 90-tych takie kraje jak Niemcy, Szwajcaria, USA oraz Kanada rozpowszechniły car sharing.

1.2. Zalety krótkoterminowego wynajmu samochodu

Zalet wynajmu „auta na minuty” jest wiele, do najważniejszych należą zapewne brak kosztów stałych związanych z posiadaniem własnego samochodu. Do kosztów stałych zaliczamy: ubezpieczenie, wymiana opon, przeglądy, naprawy, paliwo oraz utrata wartości pojazdu w czasie. Kolejną zaletą jest prostota, czyli niski stopień formalizacji. Cały proces odbywa się za pomocą aplikacji w telefonie za pomocą, której rezerwujemy oraz otwieramy samochód. Warto dodać, że dzięki tej usłudze dostajemy możliwość jazdy samochodami, które często są poza zasięgiem finansowym. Mamy okazje wybierać różne modele oraz przetestować jazdę np. samochodem hybrydowym lub w pełni elektrycznym.

1.3. Car sharing w Polsce

Car sharing jest dość nową usługą w Polsce. Po raz pierwszy została uruchomiona w 2017 roku w Warszawie. Obecnie możliwość z skorzystania z niej jest dostępna nie tylko w stolicy, ale również w Krakowie, Poznaniu, Trójmieście i Wrocławiu. Usługa została uruchomiona również w aglomeracji śląskiej. Na rynku polskim istnieje kilka firm, które specjalizują się usługą wynajmu samochodu na minuty. Obecnie jedna z wiodących firm udostępnia swoje usługi w Krakowie, Wrocławiu, Trójmieście, Warszawie i Poznaniu. W swojej ofercie posiada Renault Clio, Opel Corsa oraz Renault Kangoo. Firma ciągle się rozwija i wprowadza nowe

pojazdy do swojej floty. Cena jest pobierana za każdy rozpoczęty kilometr jazdy w wysokości 0,80 zł, za minutę jazdy w wysokości 0,50 zł oraz opłata za postój, jeśli użytkownik chce zostawić samochód i następnie do niego wrócić w wysokości 0,10 zł za minutę.

2. Opłacalność usługi car sharing

W wielu gospodarstwach domowych, zwłaszcza tych położonych z dala od większych miast czy też aglomeracji, posiadanie jednego samochodu na każdą osobę dysponującą prawem jazdy stało się normą. Wynika to z dużej dostępności samochodów używanych w przystępnych cenach oraz miejscami niedostatecznie rozwiniętej infrastruktury kolejowej. Powoduje to znacznie większe natężenie ruchu, większe zanieczyszczenie powietrza oraz generuje niepotrzebne koszty. Niewiele osób zdaje sobie sprawę z tego, iż na całkowity koszt posiadania własnego samochodu składa się nie tylko cena zakupu oraz koszt paliwa. Wydatki są rozłożone w czasie, część z nich stała się oczywistym, regularnie ponoszonym kosztem. Takim jak np. obligatoryjne ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej płatne razem z ubezpieczeniem mieszkania czy ubezpieczeniami na życie. Własny samochód nie wymaga tylko tankowania, lecz również troski o dobry stan techniczny. Postanowiono więc sprawdzić, czy bardziej opłaca się „mieć” czy „użytkować”. W tym celu posłużono się dwoma znacznie zróżnicowanymi przykładami:

- Użytkowanie własnego samochodu kontra korzystanie z usługi typu car sharing w czteroletnim okresie (rozdział 2.1.), - Wyjazd do sąsiedniego miasta wojewódzkiego na imprezę masową pociągiem kontra wykorzystanie do tego celu usługi typu car sharing (rozdział 2.2.). Te dwa przykłady pozwolą jasno zobrazować ponoszone koszty. Wyciągnięte zostaną również wnioski, które wynikają z opisanych powyżej przykładów.

2.1. Użytkowanie własnego samochodu kontra korzystanie z usługi typu car sharing

W pierwszym przykładzie skupiono się na porównaniu dwóch sposobów na drugi samochód w rodzinie który będzie wykorzystywany regularnie, wyłącznie do jazdy miejskiej. W obu przypadkach wykorzystywanym do tego celu samochodem będzie Renault Clio IV (rys. 1) hatchback w wersji wyposażenia Limited. Samochód będzie wyposażony w trzy-cylindrowy silnik TCe wspomagany turbosprężarką z zapłonem iskrowym o maksymalnej mocy 66 kW oraz momencie obrotowym równym 140 Nm. Moc jest przenoszona na przednie koła za pomocą manualnej, 5-stopniowej skrzyni biegów. Miejskie Renault wyposażone jest w min. klimatyzację oraz system nawigacji GPS. Samochody wykorzystywane w wynajmie krótkoterminowym w chwili opracowania artykułu są fabrycznie nowe, stąd też w przypadku drugiego sposobu będzie rozpatrywana opcja fabrycznie nowego samochodu.

Dla obu podpunktów założono identyczne warunki eksploatacji. Od poniedziałku do piątku trasa przejazdu będzie prowadziła pod miejsce pracy, natomiast w sobotę samochód będzie służył w czasie wyjazdu na zakupy. Samochód będzie użytkowany wyłącznie przez kierowcę. Wszystkie przejazdy będą miały miejsce na terenie Aglomeracji Katowickiej. Tygodniowo zostanie przejechane 135 km, co średnio daje 22,5 km dziennie przez 6 dni w tygodniu. Odliczając dni urlopowe, święta oraz inne dni ustawowo wolne od pracy, rocznie drugi samochód w rodzinie będzie użytkowany przez 48 tygodni, co daje 288 dni, natomiast w perspektywie czterech lat oznacza to 192 tygodnie i 1152 dni. Koszty użytkowania „samochodu na minuty” przedstawione są w tablicy 1.

Rys. 1: Renault Clio IV



Źródło: <https://www.renault.pl>

Tab. 1. Opłaty w systemie car-sharing

Opłata za kilometr jazdy	0,80 zł
Opłata za minutę jazdy	0,50 zł
Opłata za minutę postoju	0,10 zł

Źródło: <https://www.traficar.pl/fees>

Jednak w opisywanym przypadku istotne są tylko dwa pierwsze koszty zależne od pokonanego dystansu oraz czasu w jakim przebiegła jazda. Opłata za postój zostaje pominięta ze względu na założenie, iż samochód po ukończonej jeździe wraca do systemu i nie podlega naszej rezerwacji. Średnia prędkość jazdy w czasie przejazdu została określona jako 30km/h. W tabelicy 2 zostały przedstawione wszystkie założenia dotyczące pokonywanych kilometrów oraz obliczenia związane z opłatami poniesionymi za przejazdy.

Tab. 2. Podsumowanie poniesionych kosztów w systemie car-sharingu

	Dziennie	Tygodniowo	Rocznie	W cztery lata
Liczba dni	1	6	288	1152
Liczba kilometrów	22,5 km	135 km	6480 km	25920 km
Czas jazdy	45 min	270 min	12960 min	51840 min
Opłata za dystans	18,00 zł	108,00 zł	5184,00 zł	20736,00 zł
Opłata za czas	22,50 zł	135,00 zł	6480,00 zł	25920,00 zł
Opłata za postój	-	-	-	-
Suma kosztów	40,50 zł	243,00 zł	11.664,00 zł	46.656,00 zł

Źródło: opracowanie własne

Jednorazowy koszt przykładowej trasy to 40,50 zł natomiast sumaryczny koszt użytkowania wynajmowanego samochodu przez cztery lata to 46.656,00 zł. Sumaryczny koszt użytkowania samochodu posiadanego na własność jest zdecydowanie bardziej złożony. Koszt zakupu samochodu w identycznej specyfikacji to 55.500,00 zł. Jednak po czterech latach użytkowania oraz niespełna 26.000 przejechanych kilometrów, samochód nie utraci pełnej kwoty. Biorąc pod uwagę niski przebieg używanego samochodu, założono, iż wartość samochodu po tym okresie będzie wynosiła 55%. Utrata wartości wyniesie zatem 24.975,00 zł. Zakupiony pojazd

będzie obejmowała umowa serwisowa Easy Service która zawiera w sobie koszty części, elementów eksploatacyjnych oraz robocizny. Po trzech latach od momentu pierwszej rejestracji, pojazd będzie musiał przejść badanie techniczne na Stacji Kontroli Pojazdów. Średnio co dwa tygodnie samochód odwiedzi myjnię bezdotykową, aby mógł zostać utrzymany w należytej czystości oraz porządku. Zużycie paliwa podawane przez Producenta w cyklu miejskim jest określone jako 5,7 dm³ benzyny bezołowiowej 95 na 100 km. Jednak zużycie paliwa oraz emisja CO₂ w spalinach w rzeczywistych warunkach drogowych może różnić się od podanych wyników pomiarów. Realne zużycie paliwa w cyklu miejskim dla danego samochodu zostało przyjęte jako 8,0 dm³ benzyny bezołowiowej 95 na 100 km, natomiast cenę benzyny ustalono jako 4,75 zł / dm³. Wartości dotyczące zużycia paliwa zostały przedstawione w tabeli 3.

Tab. 3. Koszt oraz zużycie paliwa w samochodzie Renault Clio IV hatchback 0.9 TCe

Średnie zużycie paliwa w cyklu miejskim	8,0dm ³ / 100km
Cena 1 dm ³ benzyny bezołowiowej 95	4,75 zł
Koszt pokonania 100 km	38,00 zł
Koszt pokonania 25920 km	9.849,60 zł

Źródło: opracowanie własne

Na różnicę w zużyciu paliwa wynoszącą 2,3 dm³ pomiędzy wartością deklarowaną przez producenta a wartością założoną do obliczeń mają wpływ liczne czynniki. Warto wymienić min. masę pojazdu w danej chwili (zależna od dodatkowego obciążenia), poziom ciśnienia w oponach, styl jazdy oraz umiejętności stosowania zasad eco-drivingu przez kierowcę czy też warunki pogodowe i natężenie ruchu drogowego. W tabeli 4 zostały przedstawione wszystkie koszty związane z posiadaniem własnego samochodu, włącznie z prognozowaną utratą wartości oraz kosztem paliwa.

Tab. 4. Podsumowanie poniesionych kosztów w przypadku posiadania własnego samochodu

	Jak często?	Koszt	Sumaryczny koszt
Utrata wartości (45%)	Jednorazowo	24.975,00 zł	24.975,00 zł
Rejestracja	Jednorazowo	180,50 zł	180,50 zł
Opony zimowe	Jednorazowo	1495,00 zł	1495,00 zł
Pakiet serwisowy	Jednorazowo	1799,00 zł	1799,00 zł
Badanie techniczne	Raz, po trzech latach	126,00 zł	126,00 zł
Wymiana opon	Dwa razy w roku (8 razy)	49,00 zł	392,00 zł
Pielęgnacja	Co dwa tygodnie (96 razy)	15,00 zł	1440,00 zł
Ubezpieczenie	4 razy	1600,00 zł	6400,00 zł
Koszt zużytego paliwa		9.849,60 zł	9.849,60 zł
		Suma kosztów	46.657,10 zł

Źródło: opracowanie własne

Dla założonych na początku warunków, opcja posiadania własnego samochodu na okres czterech lat jest droższa o zaledwie 1,10 zł. Przy kwotach znacznie przekraczających 40.000,00 zł, jest to wartość minimalna, pomijalna. Można zatem zauważyć, iż dla przyjętych zmiennych w tabelach wartość 25920 km pokonanych w ciągu czterech lat jest wartością graniczną. Poniżej tej wartości, bardziej opłacalnym rozwiązaniem jest korzystanie z usługi typu car sharing, natomiast powyżej bardziej opłaca się zakupić i korzystać z własnego środka transportu. Dysponując własnym samochodem, odpada ryzyko, iż w pobliżu miejsca zamieszkania lub pracy nie będzie ani jednego dostępnego samochodu, który będzie można wynająć.

2.2. Wyjazd do sąsiedniego miasta wojewódzkiego na imprezę masową pociągiem kontra wykorzystanie do tego celu usługi typu car sharing

W drugim przykładzie rozpatrywana będzie trasa na wyjazd na imprezę masową do Łodzi, oddalonej od Katowic o 200 km. W podróży będzie uczestniczyło pięciu pasażerów. Identycznie jak w podpunkcie 2.1., jedną opcją będzie krótkoterminowy wynajem samochodu, natomiast drugą opcją będzie wyjazd koleją. Wydarzenie sportowe będzie trwało trzy godziny. Ze względu na zmieniający się rozkład jazdy PKP, poszczególne godziny odjazdów i przyjazdów pociągów nie zostaną uwzględnione. Średnia prędkość jazdy osiągnięta na całej trasie to 80 km/h. W tabelicy 5 zostały przedstawione wszystkie założenia dotyczące pokonanych kilometrów oraz obliczenia związane z opłatami poniesionymi za przejazdy oraz postój.

Tab. 5. Podsumowanie poniesionych kosztów w systemie car-sharingu na trasie Katowice – Łódź – Katowice

Liczba kilometrów	400
Czas jazdy	300 min
Czas postoju	180 min
Opłata za dystans	320,00 zł
Opłata za czas	150,00 zł
Opłata za postój	18,00 zł
Suma kosztów	488,00 zł
Koszt w przeliczeniu na jednego pasażera	97,60 zł

Źródło: opracowanie własne

Jednorazowy koszt przejazdu na przykładowej trasie Katowice – Łódź – Katowice to 488,00 zł. W przeliczeniu na jednego pasażera daje to koszt w wysokości 97,60 zł.

Wyjazd pociągiem ogranicza się jedynie do zakupu biletów kolejowych oraz uprawniających do przejazdu komunikacją miejską w Łodzi. Nie zostaną ponoszone żadne dodatkowe koszty związane z rezerwacją miejsc. Przyjęto założenie, iż pasażerów nie obowiązuje jakakolwiek ulga zniżkowa ze względu na grupę zawodową czy też wcześniejszą rezerwację. Czas przejazdu pociągiem z Katowic do Łodzi wynosi około 3 godziny. Podsumowanie kosztów zostało przedstawione w tabeli 6.

Tab. 6. Podsumowanie kosztów poniesionych na trasie Katowice – Łódź – Katowice w przypadku przejazdu pociągiem oraz komunikacją miejską

Koszt biletów na przejazd Katowice - Łódź	199,50 zł
Koszt biletów na przejazd Łódź - Katowice	199,50 zł
Koszt biletów Komunikacji Miejskiej w Łodzi	50,00 zł
Suma kosztów	449,00 zł
Koszt w przeliczeniu na jednego pasażera	89,80 zł

Źródło: opracowanie własne

Jednorazowy koszt przejazdu koleją wraz z wykorzystaniem komunikacji miejskiej w Łodzi na przykładowej trasie Katowice – Łódź – Katowice to 449,00 zł. W przeliczeniu na jednego pasażera daje to koszt w wysokości 89,80 zł.

Samochód stworzony do jazdy miejskiej na pewno nie będzie tak wygodny i komfortowy jak ten stworzony na dalekie trasy. Również przy wyższych prędkościach może doskwierać brak szóstego biegu, redukującego obroty silnika oraz hałas w kabinie. Jednak w stosunku do kolei jest on zdecydowanie bardziej bezpośredni a przy tym niewiele droższy – różnica wynosi niecałe 9%. Również sumaryczny czas przejazdu jest niższy niż w przypadku pociągu wraz z komunikacją miejską.

Podsumowanie

Z powyższych obliczeń wynika, że opłacalność usługi car sharing jest wątpliwa. Zależy ona od wielu czynników np. częstotliwość użytkowania, długości trasy. W przypadku korzystania z usługi regularnie, czyli alternatywnie do posiadania drugiego samochodu w rodzinie, różnica kosztów zależy od pokonywanego dystansu. Jeżeli jeździmy stosunkowo na krótkim odcinku, warto rozważyć takie rozwiązanie. Natomiast w przypadku, gdy miejsce zamieszkania jest oddalone dość sporo od miejsca pracy czy uczelni, car sharing wychodzi znacznie drożej. W drugim omawianym przykładzie różnica kosztów przypadająca na jednego pasażera wynosiła zaledwie kilka złotych na korzyść transportu publicznego. Należy jednak pamiętać o komforcie oraz dostępności. Zdecydowanie wygodniej jest podróżować jednym środkiem transportu od punktu A do punktu B niż być uzależnionym od rozkładów jazdy oraz komunikacji miejskiej w obcym mieście. Podsumowując, osoby korzystające z usługi typu car sharing powinny przeanalizować dokładnie koszty oraz skalkulować co bardziej się opłaca w danych warunkach, gdyż to jest kluczowe. Nie zmienia to faktu, iż wynajem samochodu na minuty jest innowacyjnym i dość przydatnym rozwiązaniem w razie konieczności jednorazowego przejazdu na krótkim dystansie np. podczas awarii własnego samochodu.

Bibliografia

- [1] The CarSharing Handbook (Part 1) (ang.), Rain Magazine.
- [2] <https://www.pwc.pl/pl/artykuly/2018/wzrost-znaczenia-uslug-car-sharing-impulsem-dla-rozwoju-elektromobilnosci.html>
- [3] <http://www.newsweek.pl/biznes/car-sharing-czyli-samochod-2-0,artykuly,411300,1.html>
- [4] Słownik pojęć Strategii Rozwoju Transportu do 2020 roku (z perspektywą do 2030 roku). W: Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej [on-line]. mib.gov.pl
- [5] <https://biznesalert.pl/skorupska-car-sharing-elektromobilnosc/>

Joanna BUJAK
Politechnika Śląska, Wydział Transportu
Klaudia KUŹNIEWSKA
Politechnika Śląska, Wydział Transportu
Krzysztof FRAK
Politechnika Śląska, Wydział Transportu

TECHNOLOGIE WSPOMAGAJĄCE INNOWACYJNY TRANSPORT

Wprowadzenie

W XXI wieku skupiono się głównie nad tym, aby podróż samochodem była bezpieczniejsza, przyjemniejsza oraz bardziej ekologiczna. O zanieczyszczeniach środowiska oraz ciągle rosnących cenach paliw mówi się coraz częściej, m.in. w gazetach czy stronach internetowych. Skutkiem tego poszukiwane są nowe sposoby na bezpieczną i ekonomiczną jazdę. Wymyślono nowe technologie, systemy i metody, których głównym celem jest poprawa bezpieczeństwa oraz sprawnego zarządzania mobilnością ludzi.

W niniejszym artykule przedstawiono pojęcie C-ITS, pokazujące w jaki sposób można zautomatyzować transport na drogach, aby zmniejszyć, a najlepiej zlikwidować wypadki. Następnie ukazano technologię, której głównym naciskiem jest bezpieczeństwo oraz oszczędność energii, a mianowicie: technologię komunikacji vehicle-to-everything. W dalszej części publikacji omówiono ideę platooningu polegającą na optymalizacji ruchu pojazdów poprzez zastosowanie wzajemnej łączności i specjalnych czujników zamontowanych w pojazdach.

Celem artykułu jest analiza zastosowań, korzyści i zagrożeń wynikających z wprowadzenia systemu C-ITS wraz z jego odłamami w środowisku transportowym. W części teoretycznej publikacji zostały przedstawione systemy wraz z charakterystyką i korzyściami z nich wynikającymi.

W części badawczej artykułu została przedstawiona analiza systemów C-ITS przy użyciu analizy SWOT w aspekcie zrozumienia oraz przeanalizowania mocnych i słabych stron technologii C-ITS oraz rozpoznania zagrożeń.

1. C-ITS- Czyli transport połączony i zautomatyzowany

W XXI w. problemy związane z korkami drogowymi i zanieczyszczeniami to dla kierowców nic nowego, a wręcz rutyna. Aby temu zapobiec, powstało kilka projektów, które w niedalekiej przyszłości zostaną wprowadzone w celu zmniejszenia problemów związanych z przemieszczaniem się. Technologie informacyjne i komunikacyjne oferują nowe zaawansowane rozwiązania dzisiejszych problemów transportowych. Ich zadaniem będzie oddziaływanie na siebie pojazdów oraz na wzajemnym oddziaływaniu pojazdów z otoczeniem. Kierowcy oraz zarządcy dróg będą mogli dzielić się informacjami, dzięki funkcjonującej cyfrowej łączności, która ma przesyłać informacje między tymi dwoma aspektami. Ma to na celu poprawienie bezpieczeństwa na drogach, zminimalizowanie, a najlepiej całkowite zlikwidowanie korków oraz wspomaganie kierowcy na drogach, wykorzystując technologię tak, aby umożliwić pojazdom komunikowanie się z innymi

pojazdami [1]. Wpływ C-ITS jest zauważalny w zwiększeniu jakości i wiarygodności informacji dostępnych dla kierowców o ich bezpośrednim otoczeniu, innych pojazdach i użytkownikach dróg. „Stand-alone driver assistance” może pomóc kierowcom utrzymać bezpieczną prędkość i odległość, unikać wyprzedzania w sytuacjach krytycznych i bezpiecznie przejeżdżać przez skrzyżowania oraz mieć pozytywny wpływ na bezpieczeństwo i zarządzanie ruchem. Jednak korzyści mogą być dodatkowo powiększone, jeśli poszczególne pojazdy byłyby w stanie nieustannie komunikować się ze sobą lub z infrastrukturą drogową. Pojazdy powinny być połączone przy użyciu przeznaczonych systemów bezprzewodowych krótkiego zasięgu. Informacje są dzielone między innymi pojazdami połączonymi ze sobą z szybkością nawet 10 razy na sekundę np lokalizacja pojazdu i kierunek. Na podstawie tych informacji, kierowcom pojazdów połączonych dostarczane są powiadomienia o potencjalnych zagrożeniach na danym odcinku drogi. Systemy te mają potencjał do poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz sprawność sieci drogowej. Wprowadzenie takiego systemu wymaga międzynarodowej współpracy z głównymi regionami świata we wszystkich aspektach dotyczącym zautomatyzowania pojazdów na drogach [2].

1.1. Vehicle-to-everything-Nowa idea komunikacji transportowej

Vehicle-to-everything to system komunikacji pojazdowej oparty na podstawie założeń C-ITS. Zadaniem tego systemu jest przekazywanie informacji od pojazdu do dowolnego podmiotu, który może mieć na niego wpływ.

W systemie tym można wyróżnić trzy podsystemy komunikacyjne:

- system pierwszy (vehicle-to-infrastructure, vehicle-to-vehicle, vehicle-to-pedestrian),
- system drugi (vehicle-to-device)
- system trzeci (vehicle-to-grid).

Głównym powodem połączenia tych trzech systemów i wprowadzenia ich na rynek, jako jeden była przede wszystkim potrzeba poprawy bezpieczeństwa na drogach [3].

System ten oparty jest na technologii WLAN (Wireless LocalArea Network), która działa bezpośrednio między pojazdami, a otoczeniem, poprzez utworzenie sieci typu ad-hoc. Sieć ma za zadanie informowanie usługobiorców o potencjalnych zagrożeniach takich jak niebezpieczne wyprzedzanie, hamowanie pojazdu przed pojazdem lub wykrywanie zagrożeń dróg. System ten zmniejszy przede wszystkim liczbę kolizji na drogach [4].

1.2. Platooning – system wspomagający bezpieczeństwo na drodze

Kolejnym systemem wspomagającym innowacyjny transport jest Platooning. System ten opiera się na liderze poruszającym się jako pierwszy wśród kilku innych pojazdów jadących szykiem. Pojazdy podążają za liderem wykonując te same manewry co on – skręcanie, przyspieszanie czy hamowanie. Na cały szereg pojazdów poruszających się utworzonym szykiem przypada jeden kierowca znajdujący się w pojeździe numer 1, czyli tzw. liderze.

W Holandii zostały przeprowadzone badania, w których brały udział największe firmy produkujące samochody ciężarowe. Badania dowiodły, że drugi pojazd prowadzony przez komputer hamuje 25 razy szybciej niż zrobiłby to kierowca. Aby jednak wprowadzić taki system, należy zmodernizować ruch na drogach i utworzyć tzn. korytarze transportowe dla autonomicznych samochodów [5].

2. Cel i metodyka badań

Na podstawie artykułu i źródeł (z których zostały zaczerpnięte informacje dotyczące C-ITS) stworzono krótką ankietę przeprowadzoną pośród małej grupy studentów Politechniki Śląskiej. Według niej dokonano oceny strategicznej inteligentnych systemów transportowych, poprzez

analizę SWOT. Jest to metoda polegająca na identyfikacji stron słabych, mocnych oraz zagrożeń prawdopodobnych lub istniejących.

Badania analityczne nad rozwojem technologii C-ITS, w miastach europejskich rozpoczęto od analizy czynników zewnętrznych. W fazie początkowej zidentyfikowano szczegółowo czynniki środowiska zewnętrznego, a następnie oszacowano jego wpływ na rozwój technologii pod względem negatywnym (zaliczano czynnik do grupy zagrożeń), a także pozytywnym (zaliczano czynnik do grupy szans).

Następnym elementem analizy czynników zewnętrznych było przyporządkowanie wag dla konkretnych kryteriów tak, aby suma w każdej grupie zagrożeń i szans równała się jeden. Ponadto dokonano oceny wpływu każdego czynnika na rozwój technologii C-ITS – studenci w ankiecie mieli podane czynniki a następnie mieli dokonać oceny każdego czynnika w skali od 1 do 5. Wybrano ocenę, która powtarzała się najczęściej a następnie została przekwalifikowana na ocenę ważoną.

2.1. Analiza SWOT

Zestawienie wyników analizy SWOT w postaci graficznego przedstawienia najważniejszych czynników zewnętrznych warunkujących rozwój technologii przedstawiono w tabelicy 1.

Analizując wskaźnikową ocenę ważoną wpływu czynników zewnętrznych na szanse rozwoju technologii można wymienić trzy najważniejsze składnikowe: postęp technologiczny (0,25), dostępność techniczna (0,2) niższe koszty jednostkowe (0,15).

Biorąc pod uwagę wskaźnikową ocenę ważoną wpływu czynników zewnętrznych, na zagrożenia rozwoju technologii C-ITS można wymienić najważniejsze jej elementy: Całkowite zautomatyzowanie (0,18), Konieczność recyklingu starszych pojazdów (0,13) Częściowy zanik sygnałów łączących pojazdy (0,12). Zestawienie wyników przedstawiono w tabeli 2, w której uwzględniono dwadzieścia trzy czynniki wewnętrzne rozwoju technologii C-ITS, a następnie w ten sam sposób dokonano ich oceny.

Wśród czynników wewnętrznych, zakwalifikowanych do grupy mocnych stron, wyróżniono trzy najważniejsze: Zmniejszenie kolizji drogowych (0,3), poprawa bezpieczeństwa (0,15) Przejazdy bezkolizyjne (0,11). W grupie czynników słabych stron również można wyróżnić trzy elementy: Długi czas rozwoju technologii (0,22), Wysokie koszty wdrożenia technologii (0,15) oraz brak odpowiedniej infrastruktury(0,15).

Podsumowanie

Podsumowując, wprowadzanie wyżej wymienionych innowacji wnosi w świat Transportu nowe możliwości i wynosi go o poziom wyżej. Mimo tylu pozytywnych zmian, należy zwrócić również uwagę na te negatywne, które patrząc z szerszej perspektywy mogą, źle oddziaływać na społeczeństwo przy ich wprowadzaniu.

Analiza, którą przeprowadzono pokazuje w świetny sposób, wady i zalety tego systemu są dość rozbieżne. Na potrzeby badawcze użyto analizy SWOT, która została zastosowana w celu analizy otoczenia wewnętrznego i zewnętrznego. Po dokonaniu analizy stwierdzono jakie korzyści można wydobyc z tych systemów, a jakie nie. Należy dodać, że większość ludzi nie jest podatna na zmiany tym bardziej automatyzacji na drogach. Wraz z wprowadzeniem systemu C-ITS zmieni się jedna bardzo ważna rzecz, a mianowicie można oszacować, że na samym początku pracę straci większość kierowców około 60-70%. W dzisiejszych czasach, kiedy większość instytucji walczy o miejsca pracy wydaje się to być mocnym ciosem w rynek pracy, więc pomimo tylu dobrych zmian jakie mogą te innowacje wprowadzić niosą też za sobą poza ryzykiem, diametralne zmiany w strukturze i funkcjonalności społeczeństwa [6].

Tab.1: Analiza wpływu czynników zewnętrznych (szans i zagrożeń) na rozwój technologii C-ITS

SZANSE				ZAGROŻENIA			
Nazwa czynnika	Waga	Ocena 1-5	Ocena ważona	Nazwa czynnika	Waga	Ocena 1-5	Ocena ważona
Zmniejszenie korków ulicznych	0,05	2	0,25	Awaryjność w początkowej fazie	0,2	5	1
Wspieranie wynalazczości	0,03	4	0,12	Kapitałochłonność technologii	0,1	3	0,3
Wysoki stopień zaawansowania	0,05	3	0,15	Pojawienie się alternatywnej technologii	0,1	3	0,3
Niski stopień emisji spalin	0,07	3	0,21	Całkowite zautomatyzowanie	0,18	2	0,36
Większa przepustowość na drogach	0,01	2	0,02	Częściowy zanik sygnałów łączących Pojazdy	0,12	5	0,6
Dofinansowanie projektów	0,03	4	0,12	Odpady produkcyjne	0,06	2	0,12
Postęp technologiczny	0,25	4	1,0	Świadczenia publiczne w zakresie transportu dla mieszkańców	0,02	5	0,1
Dostępność techniczna	0,20	5	1,0	Rozwój biurokracji	0,02	3	0,06
Dbanie o środowisko	0,11	4	0,44	Konieczność recyklingu starszych pojazdów	0,13	5	0,65
Wsparcie państwa dla rozwoju technologii	0,05	3	0,15	Zmniejszenie popytu na usługi transportowe	0,07	1	0,05
Niższe koszty jednostkowe	0,15	5	0,75	Suma	1		
Suma	1						

Źródło: opracowanie własne

Poniższa tablica (tab.2) jest graficznym przedstawieniem wpływu czynników wewnętrznych (mocnych i słabych stron) na rozwój technologii C-ITS.

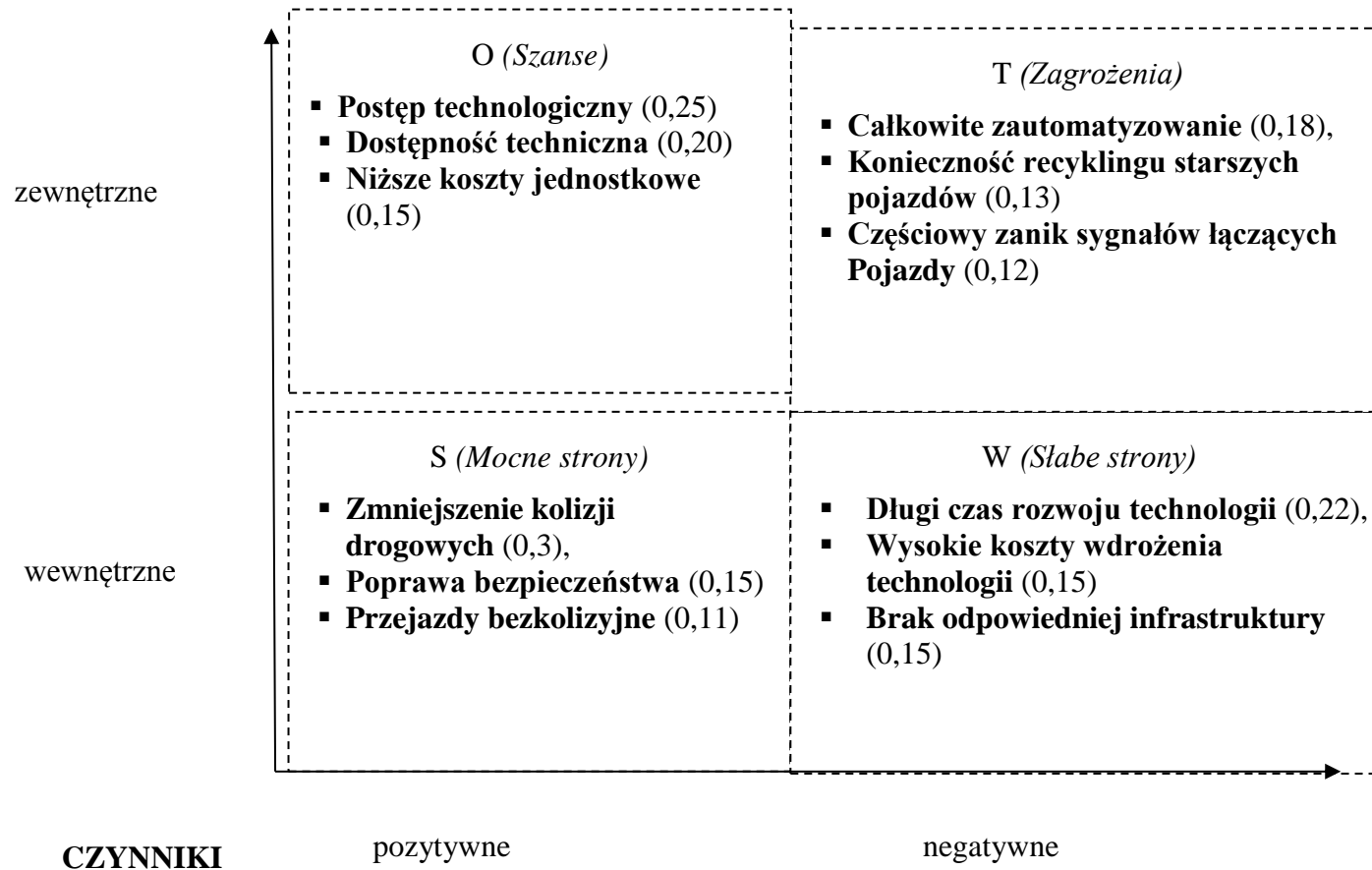
Tab.2: Analiza wpływu czynników wewnętrznych (mocnych i słabych stron) na rozwój technologii C-ITS

MOCNE STRONY				SŁABE STRONY			
Nazwa czynnika	Waga	Ocena 1-5	Ocena ważona	Nazwa czynnika	Waga	Ocena 1-5	Ocena ważona
Poprawa bezpieczeństwa	0,15	4	0,75	Całkowite zautomatyzowanie Środków transportu	0,06	4	0,24
Prostota, łatwość w obsłudze pojazdu	0,08	3	0,24	Wymiana floty transportowej na nową w przyszłości	0,09	2	0,1
Większa manewrowość pojazdem	0,05	5	0,25	Długi czas rozwoju technologii	0,25	4	1,0
Zmniejszone spalanie paliwa w pojazdach posiadających technologię C-ITS	0,04	5	0,2	Brak odpowiedniej infrastruktury	0,15	4	0,6
Zmniejszona emisja zanieczyszczeń	0,10	4	0,2	Wysokie koszty wdrożenia technologii	0,15	4	0,6
Dzielenie informacji dzięki łączności cyfrowej	0,15	3	0,45	Zbyt duża ilość systemów komunikacyjnych	0,05	4	0,2
Bezpieczna prędkość	0,04	4	0,16	Korzyści widoczne na szeroką skalę (dopiero po ok. 10 latach od wprowadzenia)	0,05	2	0,3
Klient nie opłaca kosztów eksploatacji	0,04	3	0,12	Wyższe koszty utrzymania i eksploatacji	0,2	4	0,8
Szybkie łącze	0,05	2	0,1	Suma	1		
Zmniejszenie kolizji drogowych	0,30	4	1,2				
Suma	1						

Źródło: opracowanie własne

Na podstawie tablicy 1 (tab. 1) oraz tablicy 2 (tab.2) można wyodrębnić po 3 najbardziej wpływowe na technologię zagrożenia, szanse, mocne i słabe strony. Zestawienie jest widocznie na rys. 1.

Rys. 1: Klasyfikacja kluczowych czynników wpływających na rozwój technologii C-ITS



Bibliografia

- [1] <http://ec.europa.eu> (odwiedzona dn. 19.3.2018)
- [2] <http://www.nxp.com> (odwiedzona dn. 20.3. 2018)
- [3] www.pgt.pl (odwiedzona dn. 19. 03. 2018)
- [4] <http://www.st.com> (odwiedzona dn. 18.03.2018)
- [5] www.eutruckplatooning.com (odwiedzona dn. 19.03.2018)
- [6] www.rynekinfrastruktury.pl (odwiedzona dn. 19.03.2018)
- [7] Bąk M.: Koszty i opłaty w transporcie. Gdańsk, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, 2010. ISBN 978-83-7326-629-2.
- [8] Mendyk E.: Ekonomika transportu. Poznań, Wyższa Szkoła Logistyki, 2009. ISBN 97-83-925896-7-9.

STRESZCZENIE

TECHNOLOGIE WSPOMAGAJĄCE INNOWACYJNY TRANSPORT

Celem artykułu było przedstawienie pojęcia C-ITS poprzez pokazanie w jaki sposób można zautomatyzować transport drogowy tak, aby zmniejszyć, a z czasem całkowicie zlikwidować wypadki. Następnie omówiono technologię, której głównym naciskiem jest bezpieczeństwo oraz oszczędność energii, a mianowicie: technologię komunikacji Vehicle-to-everything. W dalszej części publikacji omówiono następną pochodną systemu C-ITS. Druga pochodna to Platooning, którego zadaniem jest optymalizacja ruchu pojazdów ciężkich poprzez zastosowanie wzajemnej łączności i specjalnych czujników zamontowanych w pojazdach.

W części badawczej dokonano analizy zalet za pomocą systemu SWOT. Analiza ta przedstawia korzyści wyżej wymienionych systemów, wpływające na wszystkich członków ruchu drogowego. Na podstawie badania można również stwierdzić, że wprowadzenie takiego systemu jest bardzo ryzykowne, ponieważ niesie ze sobą ogromną liczbę kosztów oraz diametralne zmiany w firmach transportowych, między innymi cięcia etatów, przekwalifikowanie pracowników czy wymianę floty transportowej. Wprowadzenie w życie owego systemu będzie największym przełomem w transporcie oraz znacznie wpłynie na poczucie bezpieczeństwa na drogach do poziomu, w którym każdy z uczestników ruchu będzie czuł się bezpiecznie.

Denis BYTOMSKI
Politechnika Śląska, Wydział Transportu
Łukasz KUS
Politechnika
Wioletta CEBULSKA
Politechnika Śląska, Wydział Transportu
Przemysław MARZEC
Politechnika Śląska, Wydział Transportu
Damian HADRYŚ
Politechnika Śląska, Wydział Transportu

URZĄDZENIA OBSŁUGI POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH JAKO ŹRÓDŁA EMISJI ZAKŁÓCEŃ ELEKTROMAGNETYCZNYCH

Wprowadzenie

W obecnych czasach niemal wszędzie spotyka się z urządzeniami zasilane energią elektryczną, stale zwiększa się również liczba użytkowników telefonów komórkowych, tabletów, komputerów oraz innych sprzętów elektronicznych. Wszystkie te urządzenia są źródłami promieniowania elektromagnetycznego. Rozwój wielu dziedzin nauki i techniki doprowadził do szerokiego zastosowania energii elektrycznej w gospodarce, a także życiu codziennym człowieka. W związku z tym ludzie stale są narażeni na działanie pola elektromagnetycznego o różnych częstotliwościach. Częstym tematem do dyskusji jest więc wpływ pola elektromagnetycznego na zdrowie człowieka.

Pole elektromagnetyczne w zależności od wielkości natężenia oraz od częstotliwości, może powodować różne dolegliwości u osób mających częsty kontakt z urządzeniami elektronicznymi. Niekorzystnym efektem takiego promieniowania może być tzw. efekt termiczny występujący wskutek przemiany energii promieniowania na ciepło. Wywołuje to zmiany patologiczne na ludzkim ciele. Istnieje także efekt pozatermiczny powstały bez podwyższenia temperatury ciała pod wpływem promieniowania dokonując w nim zmian patofizjologicznych [1].

W przypadku pola elektrycznego miarą narażenia do oceny tego pola jest natężenie pola elektrycznego pierwotnego, mierzonego pod nieobecność pracownika na stanowisku pracy. Pole elektryczne może spowodować w tkankach człowieka deformacje. Natomiast w przypadku pola magnetycznego miarą zagrożenia tych pól dla zdrowia jest pierwotne natężenie pola magnetycznego, także mierzonego na stanowisku pracy pod nieobecność pracownika [2, 3].

1. Fizyczne ujęcie pola magnetycznego i elektrycznego

Pole elektryczne jest to pole wytwarzane w otoczeniu naładowanego przewodnika. Natężenie pola elektrycznego stanowi siłę, która wywiera pole elektryczne na ładunek jednostkowy, a wyrażone jest w woltach na metr (V/m). Natomiast pole magnetyczne jest to stan przestrzeni, w której siły działają na poruszające się ładunki elektryczne, a także na ciała mające moment magnetyczny niezależnie od ich ruchu. Natężenie pola magnetycznego wyraża się w amperach na metr (A/m) [4]. Natężenie pola elektrycznego i magnetycznego przedstawiają wzory (1) oraz (2).

$$H = f(I) \quad (1)$$

$$E = f(U) \quad (2)$$

gdzie:

I – natężenie prądu, A,

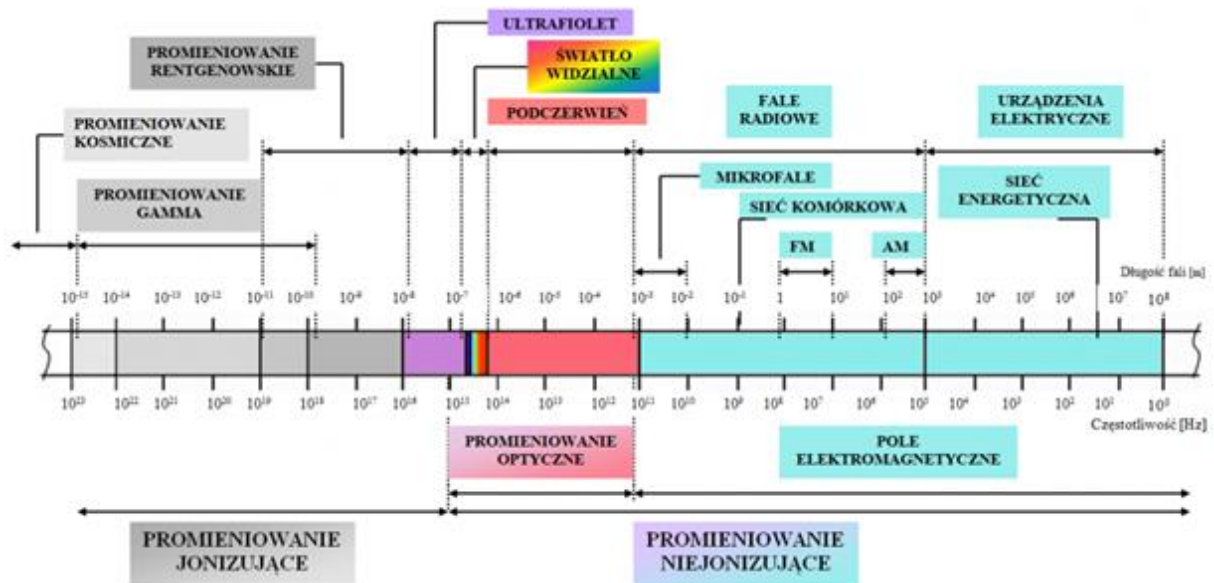
U – napięcie, V,

E – natężenie pola elektrycznego, A/m,

H – natężenie pola magnetycznego, V/m.

Pole magnetyczne, obok pola elektrycznego, jest przejawem pola elektromagnetycznego o częstotliwościach w przedziale od 0 Hz (pola stałe) do 300 GHz (promieniowanie mikrofalowe). Powyżej górnej granicy wskazanego zakresu wyróżnia się promieniowania: podczerwone, widzialne, nadfioletowe, rentgenowskie, gamma oraz promieniowanie kosmiczne. Pola elektromagnetyczne dzielą się na naturalne oraz te wytwarzane sztucznie. Naturalne pola związane są ze zjawiskami występującymi w atmosferze (np. wyładowania elektryczne podczas burzy), z kolei pola wytwarzane sztucznie są przejawem działalności człowieka. Mogą się one różnić długością fali, częstotliwością. Natomiast wspólną ich cechą jest taka sama prędkość rozchodzenia się w próżni [1]. Na rysunku 1 przedstawiono zakresy widma promieniowania elektromagnetycznego.

Rys. 1. Widmo promieniowania elektromagnetycznego



Źródło: [5]

2. Wpływ pola elektromagnetycznego na człowieka

Zagrożenie polem elektromagnetycznym ze względu na fakt, iż są niewidoczne dla oka ludzkiego oraz są niewyczuwalne przez ciało człowieka są bardzo wyjątkowym typem zagrożenia. W wielu zakładach pracy pracownicy wykonujący swoją pracę codziennie obsługują różnorodne urządzenia, które niejednokrotnie narażają ich na działanie pola elektromagnetycznego o dużych natężeniach. Oddziaływanie pola elektromagnetycznego na organizm człowieka dzieli się na trzy grupy:

- oddziaływanie bezpośrednie na organizm ludzki (przy energii pierwotnych źródeł pól),
- pośrednie oddziaływanie na organizm energii ze źródeł pól wtórnych,
- wspólne oddziaływanie pierwotnych i wtórnych źródeł pól energii z infrastruktury technicznej.

Bezpośrednie działanie pola elektromagnetycznego jest to takie działanie, które powoduje skupienie się sił linii pola w organizmie poprzez zwiększenie się parametrów wartości elektrycznych tkanek w stosunku do powietrza. Powoduje to przepływ prądów, które, gdy uzyskają odpowiednio wysoką wartość mogą oddziaływać w organizmie człowieka na system nerwowy, a ponadto wydzielone ciepło podnosi dodatkowo temperaturę tkanek.

Zasadniczo rozróżnia się dwa skutki oddziaływania pola elektromagnetycznego na organizm człowieka - termiczne oraz nietermiczne. Oddziaływania termiczne należy rozpatrywać dla pola elektromagnetycznego o częstotliwości powyżej 100 kHz. Objawia się ono wzrostem temperatury tkanek przez wchłonięcie energii pola elektromagnetycznego w wyniku czego następuje ich uszkodzenie spowodowane przez przegrzanie. Z kolei oddziaływanie nietermiczne należy rozpatrywać przy ekspozycji na pole elektromagnetyczne o częstotliwości poniżej 100 kHz. Oddziaływania te występują jako postać prądów indukowanych wewnątrz ciała przez bezpośrednie sprzężenie z polem elektromagnetycznym tkanek, a także w postaci prądów kontaktowych, które przepływają przez człowieka w chwili dotykania elementów konstrukcji metalowej odbierającego energię pola elektromagnetycznego, które tworzy wtórną energię źródła. Wielkość tego działania charakteryzuje parametr gęstości prądu w częściach ciała organizmu lub też prąd, który całkowicie przepływa przez ciało człowieka [5].

Prowadzono badania nad możliwością powstania negatywnych skutków zdrowotnych dotyczących pola elektrycznego. Wyniki dokonanych analiz doprowadziły do wniosku, że pola te nie powodują zagrożeń dla zdrowia człowieka. W latach 90-tych zostały wykonane badania epidemiologiczne w stosunku do ryzyka zachorowania na choroby nowotworowe u osób przebywających w podwyższonych sieciowo polach magnetycznych (wśród pracowników energetyki oraz u ludności sąsiadującej z elementami energetycznymi). Wyniki tych badań spowodowały, że Międzynarodowa Agencja Badań Nad Rakiem uznała, że pola magnetyczne w zakresie ELF, czyli w zakresie skrajnie niskiej częstotliwości są „przypuszczalnie rakotwórcze” [6].

Pola magnetyczne sieciowe podejrzewa się także o inne szkodliwe działania na organizm ludzki. Przykładem takich szkodliwych oddziaływań może być: działanie na ośrodkowy układ nerwowy (np. choroba Alzheimera, zaburzenia psychiatryczne), układ sercowo-naczyniowy (np. zaburzenia rytmu serca, zwiększona szansa zawału) oraz na funkcje rozrodcze (np. wzrost liczby poronień). Wnioski z przeprowadzonych badań nie dają jeszcze stuprocentowej pewności co do zaistniałych chorób z uwagi na zbyt małą ilość obserwacji zjawiska w odniesieniu do różnic w wynikach zebranych od zespołów badawczych.

W sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na pole elektromagnetyczne zostały określone wytyczne dotyczące rozpoznawania obiektów emitujących pole elektromagnetyczne. Określono przy tym miary niezbędne do oceny oddziaływania pola na organizm człowieka. Określono także limity, aby zapobiegać zagrożeniom z udziałem promieniowania elektromagnetycznego. Zostały ustalone również bezpośrednie skutki biofizyczne w organizmie człowieka (skutki termiczne – ogrzanie tkanki przez pochłoniętą energię pola oraz skutki pozatermiczne – mające wpływ na zdrowie psychiczne lub fizyczne przez pobudzenie mięśni, nerwów lub narządów zmysłów). Ponadto, omówione zostały prądy kończynowe indukowane (prądy pojemnościowe indukowane bezpośrednio w organizmie i przepływające w kończynach). Ustalono również najwyższe dopuszczalne natężenie pola elektromagnetycznego oraz przedział częstotliwości [5]. Pracownicy, którzy są zatrudnieni przy pracach wymagających obsługi urządzeń w bezpośrednim źródle pól lub też ich pobliżu powinni bezwzględnie stosować się do zasad czasowego przebywania w określonej strefie zagrożenia (zmniejszenie ekspozycji), a wykonując prace w narażeniu na działanie pola elektromagnetycznego powinni [6]:

- być zapoznani z dokładnym położeniem urządzeń emitujących pole elektromagnetyczne oraz z zasięgiem stref ochronnych,






- przestrzegać zakazu przekraczania wskazanej strefy niebezpiecznej,
- nie uruchamiać urządzeń, dopóki wymagane elementy zabezpieczające (obudowy, osłony) nie będą kompletne oraz właściwie zamocowane (ekranowanie pozwala na znaczące obniżenie wartości pola w wybranym miejscu przez osłanianie tego miejsca źródła),
- kontrolować kompletność i poprawność połączeń w przypadku stosowania ekranowania ruchomego lub dodatkowego,
- dbać o szczelność połączeń i nie pozostawiać otwartych falowodów oraz obudów,
- korzystać z odzieży ochronnej.

W celu ochrony ludzi przed oddziaływaniem pola elektromagnetycznego wyznacza się pewne strefy bezpieczeństwa. Tymi strefami są:

- strefa ochronna,
- strefa niebezpieczna,
- strefa zagrożenia,
- strefa pośrednia,
- strefa bezpieczna.

Warto tu wspomnieć, że strefa ochronna jest to strefa w otoczeniu źródła pola, w której mogą przebywać tylko zatrudnieni pracownicy, którzy przeszli badania lekarskie bez przeciwwskazań zdrowotnych do wykonywanej pracy. Strefa niebezpieczna jest to strefa, w której mogą przebywać jedynie pracownicy wyposażeni w niezbędne środki ochrony indywidualnej, które zabezpieczają ich przed szkodliwym oddziaływaniem pola elektromagnetycznego. W strefie zagrożenia pracownik może przebywać przez określony czas (krótszy niż 8 godzin). Strefa pośrednia jest to obszar, w którym mogą przebywać pracownicy w ciągu całej zmiany roboczej w wymiarze 8 godzin. Strefa bezpieczna jest to obszar poza strefami ochronnymi. Przebywanie ludzi na tym obszarze nie podlega ograniczeniom [7]. W tablicy 1 przedstawiono sposób oznakowania pól elektromagnetycznych symbolizujące daną strefę zgodnie.

Tab. 1: Oznakowanie pól elektromagnetycznych

				
Źródło pola elektromagnetycznego	Strefa bezpieczna	Strefa pośrednia	Strefa zagrożenia	Strefa niebezpieczna

Źródło: [7]

3. Urządzenia obsługi pojazdów samochodowych emitujące pole elektromagnetyczne

Obsługi pojazdów samochodowych dokonuje się w obiektach zaplecza technicznego motoryzacji (np. warsztaty, myjnie, itp.). Zaprojektowane one są pod kątem rodzajów obsługiwanego taboru, rodzaju oferowanych usług i budżetu jakim dysponuje inwestor. Do urządzeń wykorzystywanych w obiektach zaplecza technicznego motoryzacji można zaliczyć, np.:

- wyważarki kół,
- montażownie do opon,
- elektryczne klucze udarowe,
- podnośniki (np. dwukolumnowe, nożycowe),
- urządzenia rolkowe do oceny działania hamulców,
- urządzenia do wymuszania szarpnięć kołami jezdnyimi pojazdu.

Poniżej przedstawiono podstawowe dane techniczne oraz rysunki (od 2 do 6) przedstawiające przykładowe urządzenia obsługi pojazdów samochodowych emitujących pole elektromagnetyczne.

Przedstawiona na rysunku 2 wyważarka do kół jezdnych służy do dynamicznego wyważania kół pojazdów osobowych i dostawczych w celu redukcji niepożądanych drgań i obciążenia układów pojazdu (np. jezdnego, zawieszania, kierowniczego). W tabelicy 2 przedstawiono podstawowe parametry przykładowej wyważarki do kół jezdnych.

Z kolei przedstawiona na rysunku 3 montażownica jest urządzeniem do montażu i demontażu opon dętkowych i bezdętkowych przeznaczonych do kół samochodów osobowych lub dostawczych. Oprócz kół o obręczach stalowych umożliwia również obsługę kół aluminiowych. W tabelicy 3 przedstawiono podstawowe parametry przykładowej montażownicy.

Rys. 2. Wyważarka kół: 1 – dotykowy ekran sterowania, 2 – osłona koła, 3 – płyta naciskowa uruchamiająca napęd

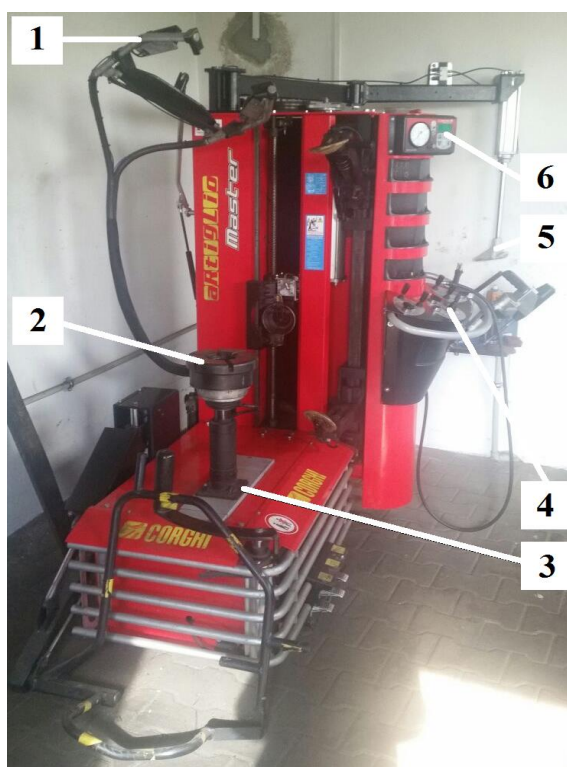


Źródło: badania własne

Tab. 2: Dane techniczne wyważarki do kół

Cecha	Wartość
Maksymalna średnica koła mierzonego, m	0,9
Średnica wyważania kół, cal	10÷24
Szerokość wyważania kół, cal	2÷10
Czas pomiaru, s	3
Maksymalna masa wyważanego koła, kg	60
Napięcie zasilania elektrycznego, V	230
Prędkość obrotowa wrzeciona, min ⁻¹	175

Źródło: Instrukcja obsługi urządzenia

Rys. 3. Montażownica do opon: 1 – pistolet do pompowania kół, 2 – blokada koła, 3 – stół montażowy, 4 – dźwignie sterownicze, 5 – zbijak, 6 – włącznik zasilania

Źródło: badania własne

Tab. 3: Dane techniczne montażownicy do opon

Cecha	Wartość
Zakres średnic montowanych opon, cal	do 23
Maksymalna szerokość montowanych opon, cal	12
Ciśnienie robocze powietrza zasilającego, MPa	0,8 ÷ 1,0
Napięcie zasilania, V	400
Moc silnika, kW	0,75
Nacisk zbijaka na oponę przy 1 MPa ciśnienia, Mg	2
Masa urządzenia, kg	180

Źródło: Instrukcja obsługi urządzenia

Przedstawiony na rysunku 4 podnośnik dwukolumnowy ułatwia mechanikom wykonywanie czynności naprawczych i obsługowych. Pozwala on na podnoszenie pojazdów w górę na pożądaną wysokość. W tabelicy 4 przedstawiono podstawowe parametry przykładowego podnośnika dwukolumnowego.

Rys. 4. podnośnik dwukolumnowy elektryczny [opracowanie własne]: 1 – wspornik, 2 – wysięgnik podnoszący, 3 – kolumna, 4 – sterownik wysięgnika



Źródło: badania własne

Tab. 4: Dane techniczne podnośnika dwukolumnowego

Cecha	Wartość
Napięcie zasilania, V	400
Moc silnika, kW	2,2
Nośność, kg	3000
Prędkość podnoszenia, mm/s	< 50
Prędkość opuszczania, mm/s	< 18
Maksymalna wysokość udźwigu, mm	1800

Źródło: Instrukcja obsługi urządzenia

Z kolei na rysunku 5 przedstawiono urządzenie rolkowe służące do oceny skuteczności działania układu hamulcowego w pojazdach. W tabelicy 5 przedstawiono podstawowe parametry przykładowego urządzenia rolkowego do oceny skuteczności hamowania.

Rys. 5. urządzenie rolkowe do oceny skuteczności działania hamulców: 1 – rolki napędzające, 2 – wałek kontrolna zablokowania koła



Źródło: badania własne

Tab. 5: Dane techniczne urządzenia rolkowego do oceny skuteczności działania hamulców

Cecha	Wartość
Prędkość badawcza, km/h	5
Dopuszczalny nacisk na osie, kN	40
Maksymalna siła hamowania na kole, kN	6
Średnica rolek, mm	200
Długość rolek, mm	700
Rozstaw osi rolek, mm	420

Źródło: Instrukcja obsługi urządzenia

Na rysunku 6 przedstawiono urządzenie do wymuszania szarpnięć kołami jezdnych pojazdów. Umożliwia ono wykrycie luzów w układach pojazdu (jezdnym, kierowniczym, zawieszenie) dzięki ruchomym płytom napędzanym przez silnik elektryczny i pompę hydrauliczną. W tabelicy 6 przedstawiono podstawowe parametry przykładowego urządzenia do wymuszania szarpnięć kołami jezdnych.

Rys. 6. Urządzenie do wymuszania szarpnięć kołami jezdnych pojazdów: 1 – płyty najazdowe, 2 – silnik elektryczny i pompa hydrauliczna



Źródło: [10]

Tab. 6: Dane techniczne urządzenia do wymuszania szarpnięć kołami

Cecha	Wartość
Dopuszczalny nacisk na oś, N	22500
Maksymalna siła przesuwu, N	9000
Maksymalny skok płyt, mm	35
Napięcie zasilania, V	400

Źródło: Instrukcja obsługi urządzenia

4. Badania pola elektromagnetycznego emitowanego przez urządzenia obsługi pojazdów samochodowych.

W ramach badań na potrzeby niniejszego opracowania postanowiono zmierzyć wartości pola elektrycznego i magnetycznego wytwarzanych przez następujące przyrządy wykorzystywane do obsługi pojazdów samochodowych:

- urządzenie rolkowe do oceny skuteczności działania hamulców,
- urządzenie do wymuszania szarpnięć kołami jezdnyimi pojazdów.

Pomiary przeprowadzono z użyciem miernika pola elektromagnetycznego TES-92, który jest przyrządem szerokopasmowym pracującym w zakresie od 50 Hz do 3,5 GHz. W tabelicy 7 przedstawiono jego parametry techniczne, a samo urządzenie pomiarowe przedstawiono na rysunku 7.

Tab. 7: Parametry techniczne miernika elektromagnetycznego TES-92

Cecha	Wartość
Zakres mierzonych częstotliwości	50 Hz ÷ 3,5 GHz
Jednostki przeliczeniowe	m V/ m, V/ m, μ A/ m, mA/ m, μ W/ m ² , mW/ m ²
Górna granica zakresu, W/ m ²	4,2
Wybór zakresu pomiarowego	jeden ciągły zakres
Rozdzielczość wyświetlacza	0,1 mV/ m, 0,1 μ A/ m, 0,01 μ W/ m ²
Wyświetlacz	czterocyfrowy
Pomiar wartości minimalnej / maksymalnej / średniej	tak (pomiar wartości średniej w przedziale od 4 s do 15 min)
Liczba osi przetwornika	3

Źródło: [9]

Rys. 7. Miernik pola elektromagnetycznego TES-92

Źródło: [9]

Przed rozpoczęciem właściwych badań najpierw zmierzono wartości tła w pomieszczeniu pomiarowym, a wynosiło ono $0,12 \pm 0,02$ V/m dla natężenia pola elektrycznego i $0,03 \pm 0,01$ mA/m dla natężenia pola magnetycznego.

Urządzenie rolkowe do oceny działania skuteczności hamulców zbadane zostało zarówno w trybie pracy, jak i przy włączonym zasilaniu, ale braku napędu. W pierwszym przypadku miernik ulokowano na wysokości 5 cm od rolek oraz w bezpośrednim sąsiedztwie koła pojazdu, a w drugim również na tej samej wysokości, lecz w odległości 0,2 m i 0,5 m od urządzenia diagnostycznego. Badania przeprowadzono z pojazdem ulokowanym na stanowisku

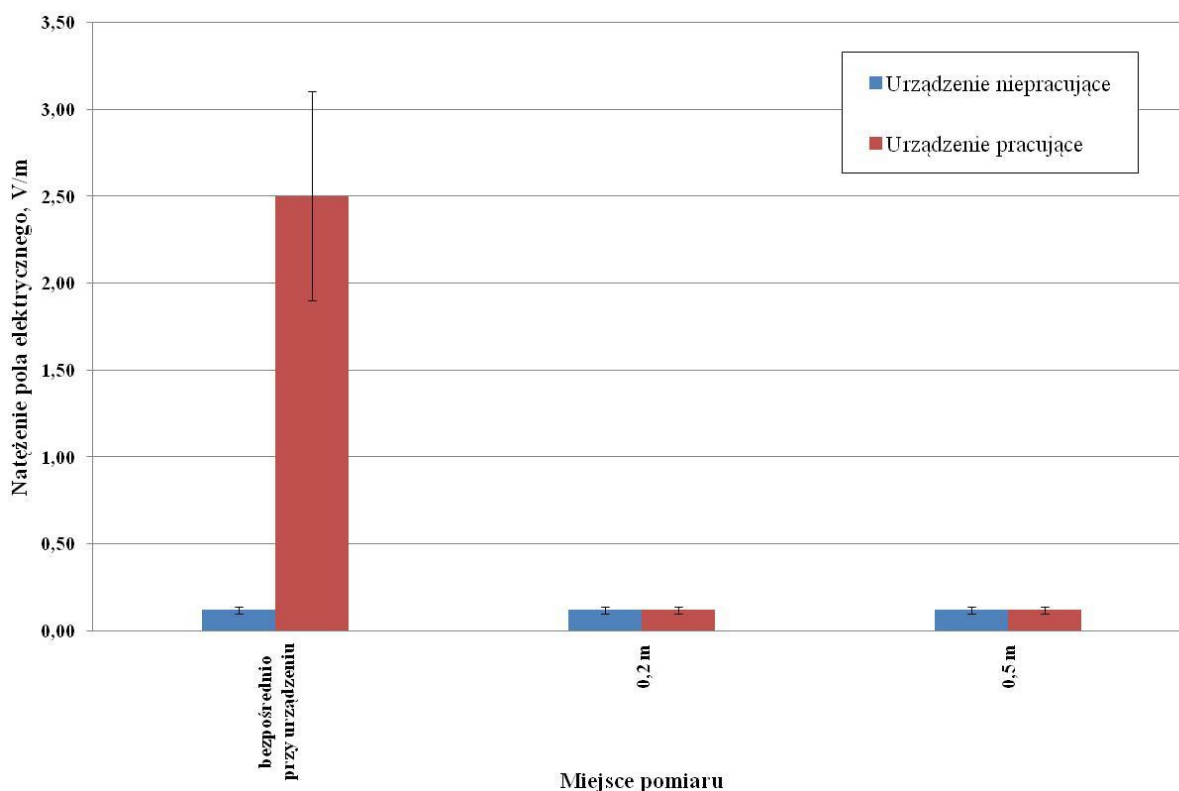
pomiarowym. Poniżej przedstawione zostały rezultaty badań jako średnia i odchylenie standardowe pięciu pomiarów w formie tabelarycznej (tablica 8) i graficznej (rysunki 8 i 9).

Tab. 8: Uzyskane wyniki pomiarów przy urządzeniu rolkowym do badania i oceny skuteczności hamulców

Praca z obciążeniem	Odległość pomiaru, m	Natężenie pola elektrycznego, V/m (tłó: $0,12 \pm 0,02$)	Natężenie pola magnetycznego, mA/m (tłó: $0,03 \pm 0,01$)
Urządzenie niepracujące	bezpośrednio przy urządzeniu	(tłó: $0,12 \pm 0,02$)	$0,03 \pm 0,01$ (tłó)
	0,2	(tłó: $0,12 \pm 0,02$)	$0,03 \pm 0,01$ (tłó)
	0,5	(tłó: $0,12 \pm 0,02$)	$0,03 \pm 0,01$ (tłó)
Urządzenie pracujące	bezpośrednio przy urządzeniu	$2,5 \pm 0,6$	$0,36 \pm 0,16$
	0,2	(tłó: $0,12 \pm 0,02$)	$0,19 \pm 0,11$
	0,5	(tłó: $0,12 \pm 0,02$)	$0,03 \pm 0,01$ (tłó)

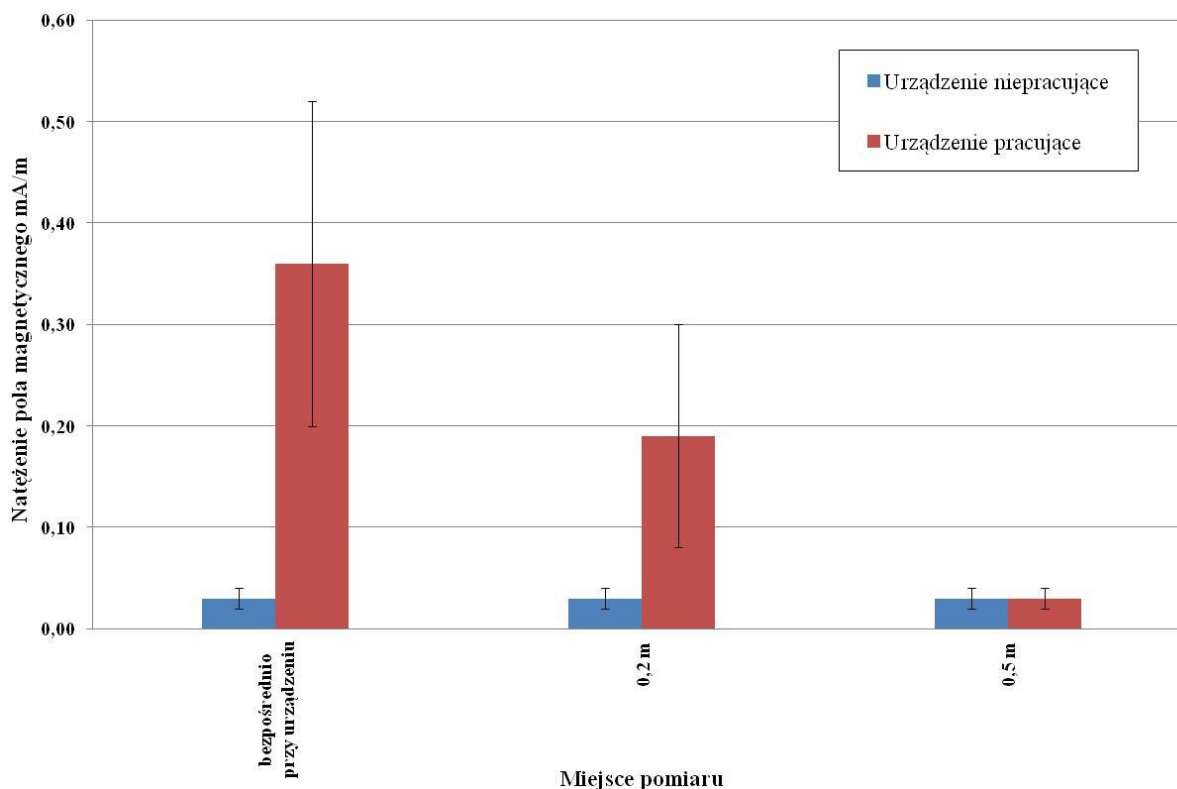
Źródło: badania własne

Rys. 8. Wyniki pomiarów natężenia pola elektrycznego uzyskane na stanowisku przy urządzeniu rolkowym do badania i oceny skuteczności hamulców



Źródło: badania własne

Rys. 9. Wyniki pomiarów natężenia pola magnetycznego uzyskane na stanowisku przy urządzeniu rolkowym do badania i oceny skuteczności hamulców



Źródło: badania własne

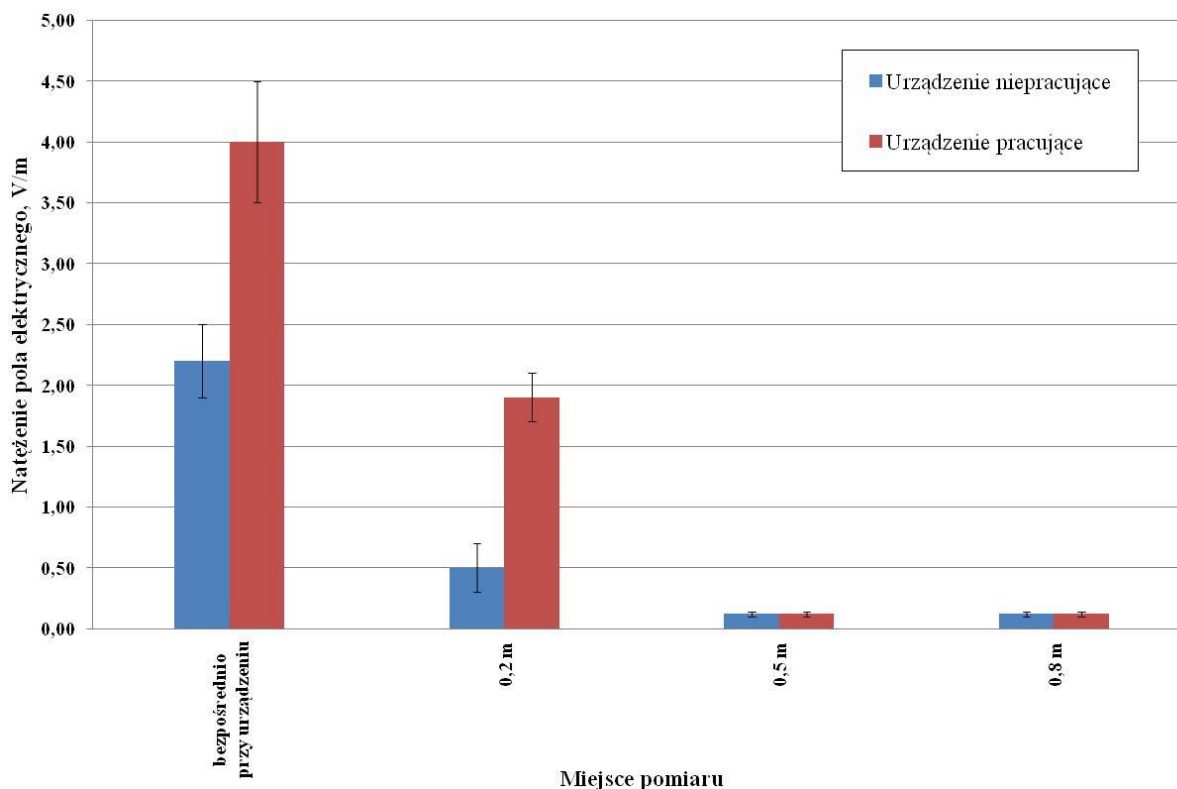
Badanie urządzenia do wymuszania szarpnięć kołami jezdnyimi pojazdu odbyło się w takich samych trybach, jak dla poprzedniego urządzenia. Wykonano je w kanale obsługowo-naprawczym 5 cm od silnika elektrycznego napędzającego pompę hydrauliczną urządzenia, a ponadto w odległościach 0,2 m, 0,5 m, 0,8 m od badanego przyrządu. Wyniki z pięciu prób pomiarowych w postaci średniej arytmetycznej i odchylenia standardowego przedstawiono w formie tabelarycznej (tablica 9) i graficznej (rysunki 10 i 11).

Tab. 9: Uzyskane wyniki pomiarów przy urządzeniu do wymuszania szarpnięć kołami jezdnyimi

Praca z obciążeniem	Odległość pomiaru, m	Natężenie pola elektrycznego, V/m (tł: $0,12 \pm 0,02$)	Natężenie pola magnetycznego, mA/m (tł: $0,03 \pm 0,01$)
Urządzenie niepracujące	bepośrednio przy urządzeniu	$2,2 \pm 0,3$	$3,61 \pm 0,45$
	0,2	$0,5 \pm 0,2$	$1,85 \pm 0,30$
	0,5	(tł: $0,12 \pm 0,2$)	$1,04 \pm 0,22$
	0,8	(tł: $0,12 \pm 0,2$)	$0,03 \pm 0,01$ (tł)
Urządzenie pracujące	bepośrednio przy urządzeniu	$4,0 \pm 0,5$	$3,98 \pm 0,89$
	0,2	$1,9 \pm 0,2$	$2,20 \pm 0,76$
	0,5	(tł: $0,12 \pm 0,2$)	$1,56 \pm 0,51$
	0,8	(tł: $0,12 \pm 0,2$)	$0,03 \pm 0,01$ (tł)

Źródło: badania własne

Rys. 10. Wyniki pomiarów natężenia pola elektrycznego uzyskane na stanowisku przy urządzeniu do wymuszania szarpnięć kołami jezdnyymi



Źródło: badania własne

5. Interpretacja wyników i podsumowanie

Rezultaty pomiarów dowiodły, że wartości pola elektromagnetycznego emitowanego przez zbadane urządzenia nie przekraczały wartości określonych jako dopuszczalne ze względu na ochroną zdrowia i życia pracowników, które zostały określone w normie PN-T-06580-3:2002 [9].

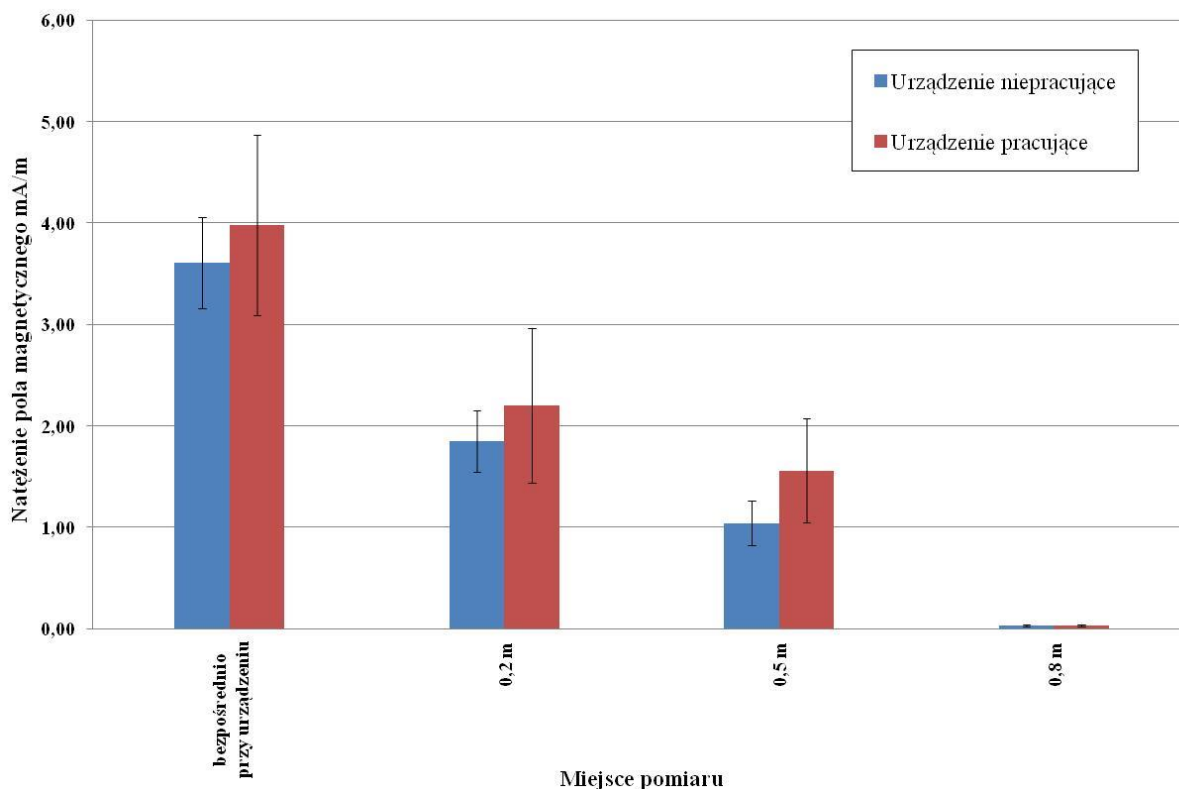
Wykazuje to, że praca w bezpośrednim otoczeniu (do 1 m) urządzeń do obsługi pojazdów samochodowych niezależnie od odległości źródła jest w pełni bezpieczna. Uzyskane wartości znajdują się w strefie bezpiecznej, w której przebywanie ludzi nie podlega ograniczeniom.

Niekorzystne skutki oddziaływania pola elektromagnetycznego na organizm człowieka stają się coraz większym problemem ze względu na rosnącą ilość urządzeń emitujących wspomniane promieniowanie w środowisku pracy.

Pomimo tak optymistycznych wyników badań należy zauważyć jak ważną kwestią jest wiedza na temat szkodliwego oddziaływania pola elektromagnetycznego. Pozwala ona osobom odpowiedzialnym za bezpieczeństwo w przedsiębiorstwach (nie tylko motoryzacyjnych) na kontrolowanie wspomnianego zjawiska fizycznego określając przy tym strefy bezpieczeństwa oraz źródła promieniowania i miejsca, w których pracownik może pracować bez obaw o własne zdrowie.

Ponadto, nie wolno zapominać, aby w zakładach pracy wyposażonych w urządzenia emitujące promieniowanie były stosowane specjalne oznaczenia, a w razie potrzeby wyznaczone strefy bezpieczeństwa i stosowane środki ochronne.

Rys. 11. Wyniki pomiarów natężenia pola magnetycznego uzyskane na stanowisku przy urządzeniu do wymuszania szarpnięć kołami jezdnyymi



Źródło: badania własne

Bibliografia

- [1] Rączkowski B. (2012). BHP w praktyce, wydanie XIV. Ośrodek doradztwa i doskonalenia kadr Sp. z o. o, Gdańsk.
- [2] Koradecka D. (2008). Bezpieczeństwo i higiena pracy. CIOP, Warszawa.
- [3] Augustyńska D, Pośniak M. (2003). Czynniki szkodliwe w środowisku pracy wartości dopuszczalne. CIOP, Warszawa.
- [4] Aniołczyk H., Bartkiewicz A., Gadzicka E., Gryz K. i inni (2000). Pole elektromagnetyczne źródła – oddziaływanie – ochrona. Instytut medycyny pracy im. prof. J. Nofera, Łódź.
- [5] [Internet] <http://szkodliwepromieniowanie.pl/widmo-elektromagnetyczne-zrodel-promieniowania/> [dostęp 25.04.2018].
- [6] Zmysłony M. (2006). Biofizyczne mechanizmy działania pól elektromagnetycznych a skutki zdrowotne. Medycyna Pracy, nr 1.
- [7] PN-T-06580-1:2002 - Ochrona pracy w polach i promieniowaniu elektromagnetycznym o częstotliwości od 0 Hz do 300 GHz - Część 1: Terminologia.
- [8] Instrukcja obsługi miernika pola elektromagnetycznego TES-92.
- [9] PN-T-06580-3:2002 - Ochrona pracy w polach i promieniowaniu elektromagnetycznym o częstotliwości od 0 Hz do 300 GHz - Część 3: Metody pomiaru i oceny pola na stanowisku pracy.

LICZEBNOŚĆ OSÓB W POJAZDACH OSOBOWYCH NA ŚLĄSKU W GODZINACH SZCZYTU

Wprowadzenie

W obecnych czasach prawie każda rodzina posiada samochód, z którego głównie korzysta jedna lub dwie osoby. Naturalnym skutkiem tego jest fakt, że na ulicach jest coraz więcej pojazdów, w których jest wiele wolnych miejsc. Nasuwa się zatem pytanie: co by było gdyby, w aucie którym jedziemy do pracy wszystkie miejsca były zajęte?

Temat ten jest obecnie bardzo ważny, nie tylko ze względu na ochronę środowiska - rozpowszechniający się problem smogu oraz ocieplenie klimatu, ale także rosnących utrudnień na drogach - wzrostu ilości pojazdów i ciągłych renowacji infrastruktury. Kiedy w mieście remontowany jest odcinek drogi, to naturalnym efektem tego jest powstanie korków na drogach. Aby zwiększyć przepustowość w takich sytuacjach, musimy szukać alternatywnych rozwiązań - podróżować z większą ilością pasażerów.

1. Wyniki badań

1.1. Treść badań

W 2017 roku przeprowadziłyśmy badania dotyczące liczebności osób w pojazdach w kilku miastach na Śląsku - w Katowicach, w Zabrze i w Gliwicach. Pomiary zostały wykonane w porannych i popołudniowych godzinach szczytu i polegały one na odnotowywaniu ilości osób w samochodach, w obu kierunkach na przekroju drogi, w 10 minutowych interwałach czasowych. Pomiary dla szczytu porannego były wykonywane od godziny 6:00 do godziny 9:00, a dla szczytu popołudniowego od godziny 14:00 do godziny 17:00. Naszym założeniem było to, że najwięcej będzie pojazdów, gdzie podróżującym będzie sam kierowca. Pomiary były wykonywane na drogach w kierunkach wjazdowych i wyjazdowych w stosunku do centrum miasta. Co za tym idzie, prawdopodobnie powinna być większa ilość pojazdów w szczycie porannym na drodze, która prowadzi do centrum, a w szczycie popołudniowym na drodze, którą się z centrum wyjeżdża. Jest to nasze kolejne założenie, które mamy zamiar sprawdzić.

1.2. Opracowane wyniki

W przeprowadzonym badaniu pomiary zostały wykonane w trzech miastach na Śląsku, w 12 miejscach. W tej analizie skupimy się tylko po jednym punkcie w każdym badanym mieście, w Gliwicach na ul. Rybnickiej, w Zabrze na ul. Wolności i w Katowicach na ul. Jankego. Tabela 1 przedstawia procentowy udział osób w pojeździe (gdzie liczba 1 to sam kierowca, a 5 to kierowca i czterech pasażerów) w kierunkach wjeżdżających do centrum miasta. Natomiast tabela 2 przedstawia wyniki dla dróg w kierunkach wyjeżdżających z centrum.

Tab. 1: Procentowy udział osób w pojeździe w kierunku wjeżdżającym do centrum miasta

	SZCZYT PORANNY					SZCZYT POPOŁUDNIOWY				
	1os	2os	3os	4os	5os	1os	2os	3os	4os	5os
GLIWICE	75,6	21,5	1,9	0,8	0,1	68,9	26,7	3,0	1,1	0,3
ZABRZE	75,9	20,9	2,5	0,5	0,1	65,2	29,9	2,9	1,6	0,3
KATOWICE	80,4	16,9	2,5	0,2	0,1	78,7	19,0	1,5	0,7	0,0

Źródło: Opracowanie własne

Tab. 2: Procentowy udział osób w pojeździe w kierunku wyjeżdżającym z centrum miasta

	SZCZYT PORANNY					SZCZYT POPOŁUDNIOWY				
	1os	2os	3os	4os	5os	1os	2os	3os	4os	5os
GLIWICE	76,4	21,3	1,3	0,4	0,6	65,8	27,5	3,9	2,4	0,4
ZABRZE	77,5	19,7	1,7	0,7	0,3	67,9	27,3	3,5	1,1	0,2
KATOWICE	79,5	18,8	1,4	0,2	0,1	68,0	27,7	3,4	0,8	0,1

Źródło: Opracowanie własne

Przedstawione pomiary dotyczą trzech miast na Śląsku i przez to można zauważyć, że im większa ilość mieszkańców, tym mniejsza ilość osób w pojeździe. Katowice mają około 300 tysięcy mieszkańców i jest to największe miasto z badanych pod względem ludności i to w nim porusza się najwięcej osób podróżujących samemu. Gliwice i Zabrze mają porównywalną ilość mieszkańców - około 180 tysięcy, a i wyniki z tabeli 1 i 2 są bardzo podobne do siebie. Porównując wyniki z obu tabel widzimy, że niezależnie od godzin i od kierunku, w którym poruszają się samochody, przeważnie porusza się w nim sam kierowca. Średnio jest to od 65 do 80% aut z badanego szczytu. Porównując szczyt popołudniowy do szczytu porannego zauważamy, że liczba osób, które podróżują samemu maleje. W szczycie porannym jest to wynik od 75 do 80%, a w szczycie popołudniowym od 65 do 78%. Co za tym idzie, w momencie, kiedy maleje nam liczba pojazdów z samym kierowcą, rośnie liczba pojazdów z kierowcą i jednym oraz z dwoma pasażerami.

1.3. Średnia liczba osób w samochodzie

W tabelach 3 i 4 przedstawiona została średnia ilość osób przypadająca na jeden samochód wjeżdżający (tab. 3) oraz wyjeżdżający z miasta (tab.4). Wyniki obydwu tabel potwierdzają wstępne założenia, że przeważa liczba osób podróżujących samotnie. Można zauważyć, że w szczycie popołudniowym jest to 1,4 osoby, jest to więcej niż w szczycie porannym, w którym jest to średnio 1,25 osoby. Prawdopodobnie jest to spowodowane tym, że rano każdemu wygodniej jest jechać samemu do pracy. Natomiast popołudniu mniejsza ilość osób się spieszy i łatwiej jest ustalić wspólny powrót. Może za kilka lat te wartości będą wyższe.

Tab. 3: Średnia ilość osób w pojeździe w kierunku wjeżdżającym do miasta

	Szczyt poranny	Szczyt popołudniowy
Gliwice	1,2	1,2
Zabrze	1,3	1,4
Katowice	1,3	1,4

Źródło: Opracowanie własne

Tab. 4: Średnia ilość osób w pojeździe w kierunku wyjeżdżającym do miasta

	Szczyt poranny	Szczyt popołudniowy
Gliwice	1,2	1,4
Zabrze	1,3	1,4
Katowice	1,3	1,4

Źródło: Opracowanie własne

2. Alternatywne wyniki

2.1. Więcej pasażerów w aucie

W tym momencie spróbujemy zastanowić się nad naszym pierwszym pytaniem: co by było, gdyby w aucie, którym jedziemy do pracy wszystkie miejsca były zajęte? Aby odpowiedzieć na o pytanie, w tabelach 5 i 6 zostały zestawione kolejne dane:

P - suma pojazdów, które przejechały w danym szczycie niezależnie od ilości pasażerów (dane z pomiarów),

P1 - liczba pojazdów które przejechały w danym szczycie tylko z kierowca (dane z pomiarów),

P5 - liczba pojazdów jaka mogłaby być gdyby w aucie jechała maksymalna ilość osób (dane z obliczeń własnych),

Tab. 5: Zestawienie liczby samochodów dla potoków wjeżdżających do miasta

	Szczyt poranny			Szczyt popołudniowy		
	P	P1	P5	P	P1	P5
Gliwice	1629	1232	326	1249	861	250
Zabrze	747	567	150	1193	778	239
Katowice	1161	933	233	2247	1769	450

Źródło: Opracowanie własne

Tab. 6: Zestawienie ilości samochodów dla potoków wyjeżdżających z miasta

	Szczyt poranny			Szczyt popołudniowy		
	P	P1	P5	P	P1	P5
Gliwice	1014	775	203	1609	1058	322
Zabrze	861	667	173	1229	834	246
Katowice	1881	1496	377	1545	1050	309

Źródło: Opracowanie własne

Gdyby w badanych pojazdach wszystkie miejsca były zajęte, ilość samochodów na drodze zmniejszyłaby się cztero- a nawet pięciokrotnie. Jest to duża różnica zważając na sytuacje na naszych drogach.

2.2. Zaoszczędzony czas

Zestawienie powyższej tabeli możemy też przedstawić za pomocą prostej zależności dla maksymalnej ilość pojazdów dla obu szczytów. Jest to wartość 2247 dla Katowic dla szczytu popołudniowego. Tak więc pomiary trwały 180 minut w 10 minutowych interwałach daje to 18 interwałów czasowych. Czyli na 10 minut przejechało 125 pojazdów. Natomiast jeżeli w aucie jechała by maksymalna ilość osób to pojazdów byłoby 5 razy mniej, a to daje 25 pojazdów na 10 minut. To zestawienie pokazuje nam, że jeżeli przez 10 minut przejechałoby tylko 25 samochodów w danym kierunku, to nie jest możliwe, żeby na najbliższym skrzyżowaniu utworzył się korek - co dla każdego z nas jest ważnym podsumowaniem. Można sobie teraz wyobrazić jak wiele czasu zaoszczędzilibyśmy bez stania w korkach.

2.3. Finanse

A jak duży wpływ miałyby to wszystko na nasze finanse? Załóżmy, że codziennie dojeżdżamy do pracy 10 kilometrów w jedna stronę. W 2017 roku było 250 dni pracujących, czyli przejechaliśmy do pracy i z potworem 5000 kilometrów. Tak więc średnio wychodzi nam do zapłaty 2250 złotych za paliwo za cały rok dojazdu do pracy. A gdybyśmy jeździli dodatkowo z 4 pasażerami to koszt przejazdu wyniosłby niecałe 40 złotych miesięcznie dla każdej osoby w pojeździe. Są to duże oszczędności biorąc pod uwagę to, że coraz więcej osób ma o dużo większą odległość do pracy niż 10 kilometrów.

2.4. Od strony ekologii

Wiemy już, ile zaoszczędzimy czasu i pieniędzy, jeśli zapełnimy nasze samochody, a jaki ma to stosunek do ekologii? W wyniku spalania paliw do środowiska naturalnego emitowane są szkodliwe substancje tj. tlenki azotu, tlenek węgla, węglowodory. Transport drogowy jest również odpowiedzialny za powstawanie smogu, który negatywnie wpływa na nasze zdrowie, szczególnie na układ oddechowy i układ krążenia. W ciągu ostatnich lat emisja dwutlenku węgla wzrosła nawet o 25%. Kluczowy wpływ na emisje zanieczyszczeń powietrza ma ciągły wzrost liczby samochodów, wiek pojazdów i ich zły stan techniczny oraz brak odpowiedniej infrastruktury. Na co dzień nie jesteśmy w stanie w pełni wyeliminować wszystkich czynników, które mają negatywny wpływ na środowisko, ale dojeżdżając do pracy jednym samochodem przyczynimy się do zmniejszenia ilości pojazdów na drogach oraz na mniejszym obciążeniu infrastruktury. Mniej aut na drogach to mniejszy koszt utrzymania i remontów wyeksploatowanych dróg.

3. Propozycja rozwiązania problemu

Co zatem ma wpływ na to, że większość osób podróżuje samotnie? Na pewno komfort podróżowania, brak podporządkowania się do innych osób, pełna niezależność w stosunku do trasy i czasu podróży. Jak zatem zachęcić do podróżowania z pasażerami? Jeżeli kogoś nie przekonują wcześniej wymienione aspekty to może powinniśmy skorzystać z pomysłów zaczerpniętych z innych krajów. Jak na przykład w Kanadzie, gdzie można się poruszać bus pasem, ale tylko wtedy, gdy w samochodzie znajdują się minimum dwie osoby. Podobna zasada dotyczy niektórych autostrad. Można na nich używać skrajnie lewego pasa w momencie, kiedy w aucie jedzie kierowca z przynajmniej jednym pasażerem. Podobne rozwiązanie jest stosowane w Stanach Zjednoczonych. Istnieją tam pasy HOV (High Occupancy Vehicle) i są one przeznaczone dla pojazdów, w których przemieszczają się nie mniej niż dwie osoby. Inny sposób został wykorzystany w Europie Zachodniej. Są tam specjalne miejsca parkingowe dla samochodów, w których podróżowały przynajmniej dwie osoby. Dla ułatwienia podróżowania z większą ilością osób poza udogodnieniami na drogach powstały również specjalne strony i aplikacje. Umożliwiają one w łatwy i prosty sposób zaplanowanie wspólnej podróży. Na takich stronach należy wybrać trasę, która nas interesuje, a także samochód, koszt oraz miejsce spotkania. Dodatkowo można dowiedzieć się czegoś na temat kierowcy - przeczytać jego opinie oraz ocenę.

Podsumowanie

Istnieje pewna zależność między wielkością miasta a ilością osób w pojeździe. Im większe miasto, tym większa liczba samochodów na drogach, a mniejsza ilość pasażerów, najczęściej jest to sam kierowca. W szczytce porannym średnia ilość osób podróżujących w aucie wynosi 1,2, natomiast w szczytce popołudniowym 1,4, z tego wynika, że po południu więcej osób chętniej podróżuje wspólnie. Jeśli częściej w pojeździe przemieszczałoby się minimum dwie osoby przyniosłoby to korzyść dla wszystkich. Więcej miejsc parkingowych, mniejsze korki, oszczędność finansów, lepsza jakość powietrza i poprawa kondycji środowiska naturalnego. W wielu krajach został dostrzeżony ten problem i wprowadzono różne udogodnienia dla osób korzystających ze wspólnych podróży. Warto pomyśleć o takich rozwiązaniach w naszym kraju, może przyczyniłyby się one do poprawy jakości i warunków na naszych drogach.

Bibliografia

- [1] <http://www.strefabiznesu.pl/wiadomosci/z-polski/a/srednio-w-kazdym-samochodzie-na-warszawskich-ulicach-porusza-sie-13-osoby,10661872/> [15-04-2018, 15:30]
- [2] Juda-Rezler K.: Oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza na środowisko, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej; Warszawa 2000
- [3] <http://kasai.eu/2013/10-rzeczy-ktore-warto-przeniec-z-kanady-na-polskie-drogi/>
- [4] <http://www.nto.pl/serwisy/akademicka/art/4645974,carpooling-to-ekowygoda,id,t.html> [14-04-2018, 13:00]

Robert DWOJAK
Politechnika Śląska, Wydział Transportu
Sandra GRZANKA
Politechnika Śląska, Wydział Transportu
Karolina LYSEK
Politechnika Śląska, Wydział Transportu

BEZPIECZEŃSTWO NA PRZEJAZDACH KOLEJOWO- DROGOWYCH

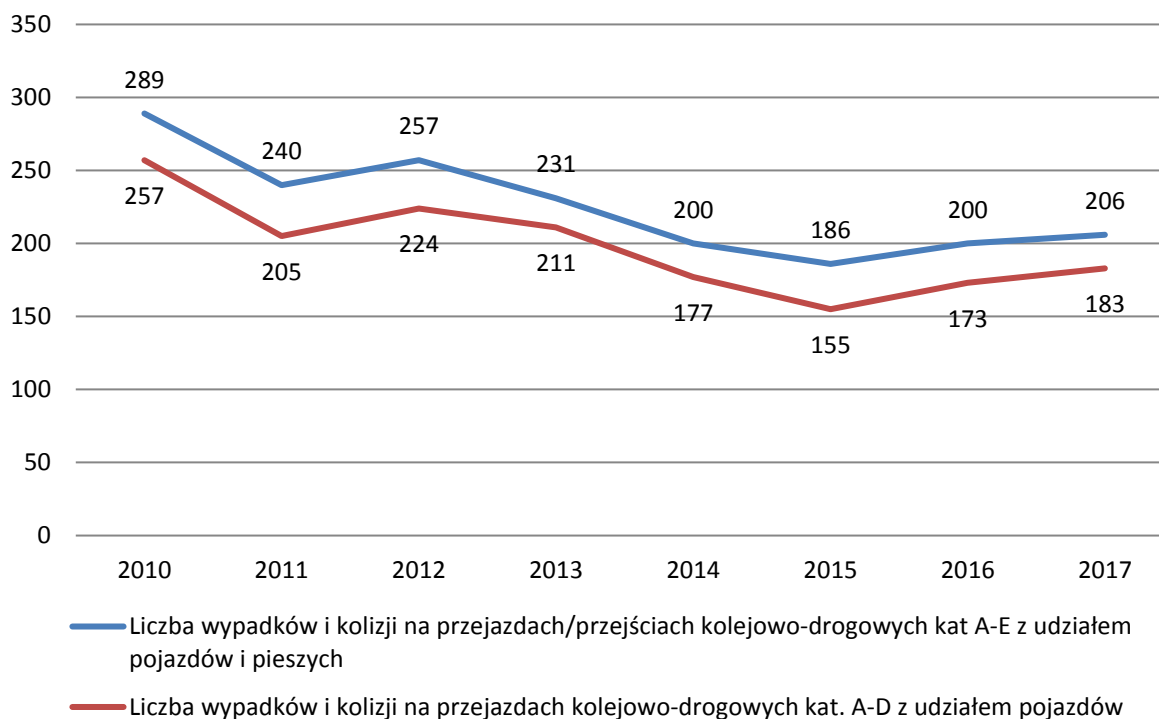
Wprowadzenie

Tematyka bezpieczeństwa na przejazdach kolejowo-drogowych jest bardzo ważną kwestią w transporcie. Skrzyżowania dróg z liniami kolejowymi w jednym poziomie są miejscami szczególnie niebezpiecznymi, na których co roku dochodzi do wielu wypadków, niestety często z ofiarami śmiertelnymi. Obecnie można zauważyć coraz więcej działań mających na celu poprawę bezpieczeństwa na przejazdach kolejowo-drogowych. Jednym z nich są uregulowania prawne zawarte w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 20 października 2015 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych oraz bocznic kolejowych z drogami i ich usytuowanie, które dzieli przejazdy kolejowo-drogowe na kilka kategorii [1].

1. Statystyki bezpieczeństwa na przejazdach kolejowo-drogowych

Według Sprawozdania ze stanu bezpieczeństwa ruchu kolejowego [2] wydanego przez Urząd Transportu Kolejowego, najwięcej ofiar śmiertelnych oraz ciężko rannych rejestruje się podczas zdarzeń na przejazdach kolejowo-drogowych (rysunki 1÷3). Należy zauważyć, że osoba ciężko ranna to taka, która w wyniku poważnego wypadku doznała naruszenia czynności narządu ciała lub rozstroju zdrowia i w następstwie tego była hospitalizowana przez ponad 24 godziny, wyłączając osoby, które próbowały popełnić samobójstwo. Około 35% wszystkich zdarzeń w transporcie kolejowym to incydenty na przejazdach kolejowo-drogowych. O ile w transporcie samochodowym główną przyczyną zdarzeń jest nadmierna prędkość oraz brawura, to na skrzyżowaniach kolejowo-drogowych najczęściej zauważalne jest nieprzestrzeganie przepisów Prawa o ruchu drogowym [3] przez użytkowników dróg. Można odnotować celowe próby ominięcia zabezpieczeń ze względu na długie czasy oczekiwania na zezwolenie pokonania przejazdu. Często też kierowcy nie mają zaufania do sprawności technicznej urządzeń zabezpieczających i tym samym zdają się na siebie.

Rys. 1. Liczba wypadków i kolizji na przejazdach/przejściach kat. A-E z udziałem pojazdów i pieszych. Stan na 18.04.2018



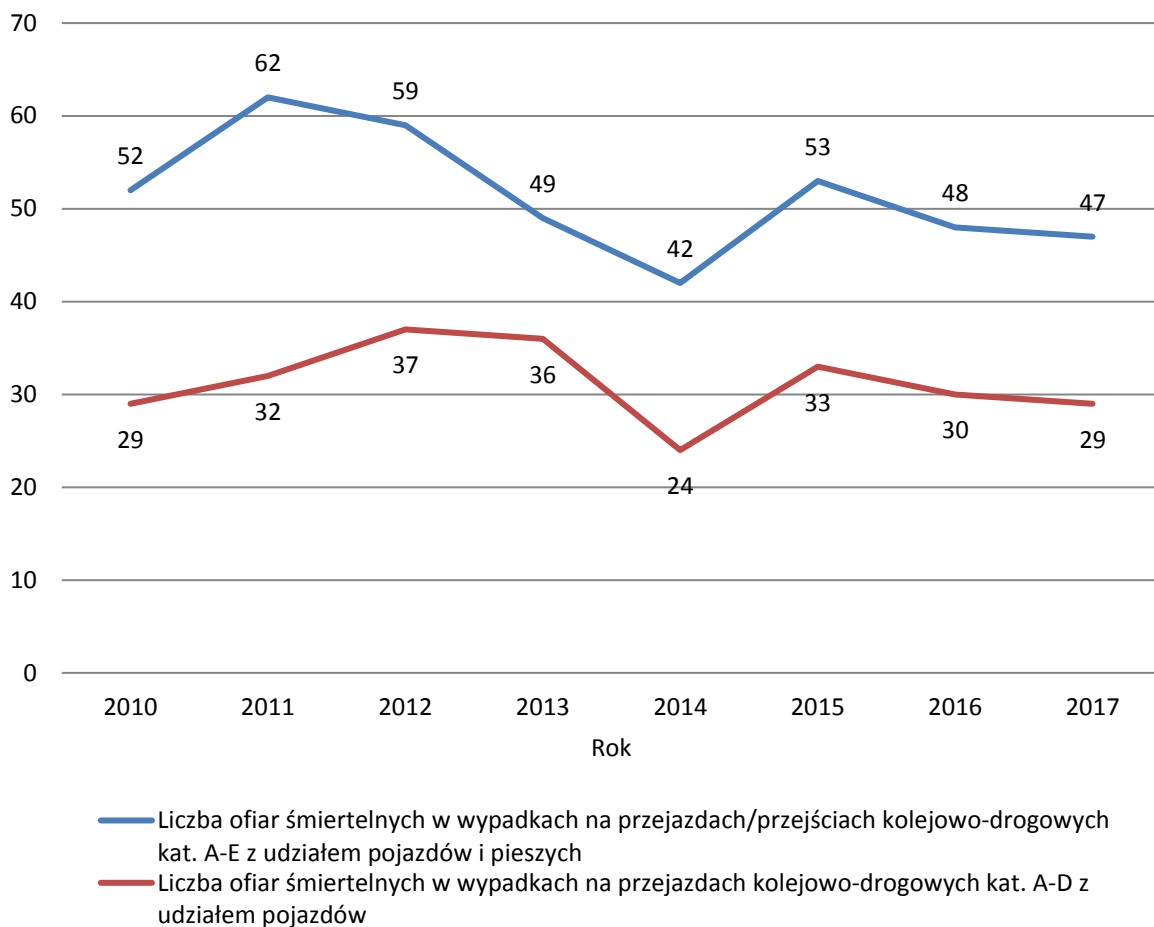
Źródło: [4]

Rysunek 1 przedstawia liczbę wypadków i kolizji na przejazdach kolejowo-drogowych z udziałem pieszych i pojazdów. Z rysunku 1 można wywnioskować, że liczba wypadków i kolizji z udziałem pieszych i pojazdów na przełomie lat 2010÷2017 ma tendencję spadkową. W roku 2015 odnotowano najmniejszą liczbę wypadków i kolizji z udziałem pieszych, jak i kierowców, jednak od 2016 roku liczba ta wciąż rośnie.

Rysunek 2 przedstawia liczbę ofiar śmiertelnych w wypadkach na przejazdach kolejowo-drogowych kategorii A-E. Liczba ofiar śmiertelnych w latach 2010÷2017 stanowi każdego roku od 20% do 25% ogółu wszystkich zdarzeń na przejazdach kolejowo-drogowych. Najmniejszą liczbę ofiar śmiertelnych odnotowano w 2014 roku, natomiast największy odsetek przypadła na rok 2011. Pomimo że próba poprawy bezpieczeństwa na przejazdach kolejowo-drogowych jest jednym z priorytetowych celów w zakresie bezpieczeństwa, liczba ofiar śmiertelnych każdego roku wciąż jest zbyt wysoka.

Rysunek 3 przedstawia liczbę osób ciężko rannych w wypadkach na przejazdach kolejowo-drogowych z udziałem pojazdów i pieszych. Można zauważyć, że liczba osób ciężko rannych jest bardzo zbliżona do liczby ofiar śmiertelnych w wypadkach na przejazdach kolejowo-drogowych. W roku 2014 odnotowano najmniejszą liczbę osób ciężko rannych oraz ofiar śmiertelnych, jednak już w roku 2015 liczba ta zwiększyła się dwukrotnie. Jak wynikało z rysunku 1, rok 2015 był rokiem stosunkowo o najmniejszej liczbie wypadków i kolizji na przejazdach kolejowo-drogowych, jednak zarówno liczba osób ciężko rannych, jak i ofiar śmiertelnych stanowiła połowę z ogólnej liczby wypadków i kolizji.

Rys. 2. Liczba ofiar śmiertelnych w wypadkach na przejazdach/przejeźdźciach kat. A-E



Źródło: [4]

2. Kategorie przejazdów kolejowo-drogowych

Daje się zauważyć wyraźną zależność pomiędzy kategorią przejazdu kolejowo-drogowego, a liczbą zdarzeń (tablica 1).

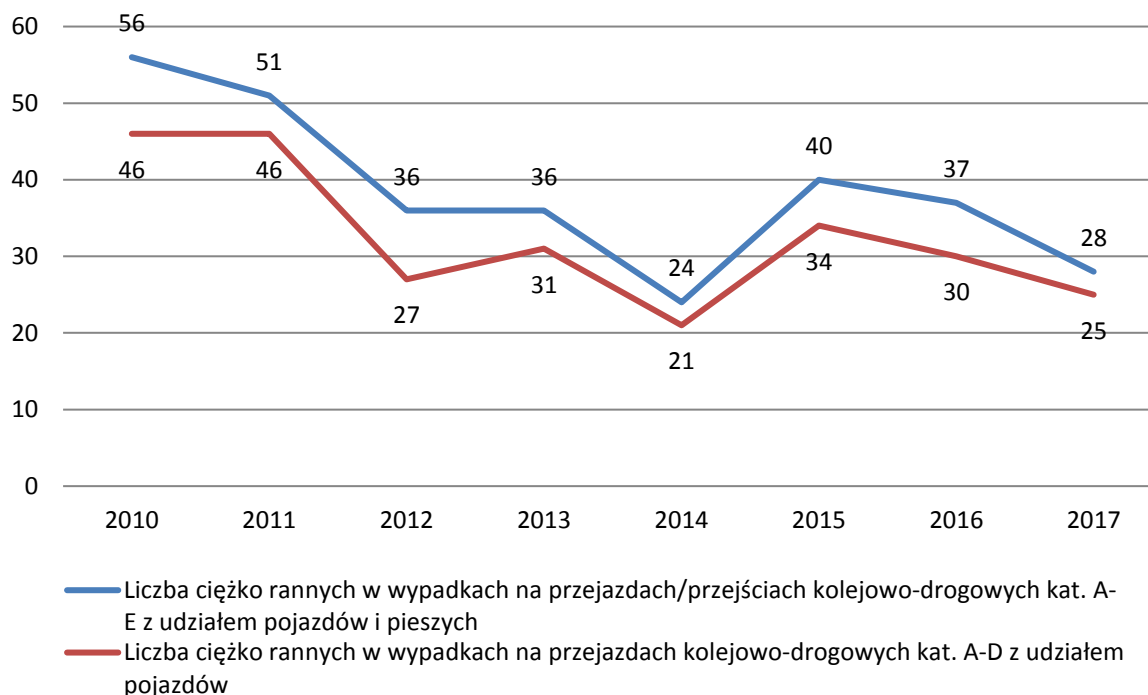
Przejazd kolejowo-drogowy kategorii A charakteryzuje się tym, że droga publiczna przecina na jednym przejeździe kolejowo-drogowym więcej niż 3 tory lub odbywa się tam stacanie albo odrzucanie podczas rozrządu wagonów, lub nie są spełnione warunki techniczne wymagane dla przejazdów kategorii B, C, D. Przejazdy kategorii A można wyposażać w półsamoczynny system przejazdowy obsługiwany z miejsca lub z odległości.

Przejazd kolejowo-drogowy kategorii B obejmuje skrzyżowania linii lub bocznic kolejowych z drogami publicznymi, na których iloczyn ruchu jest większy lub równy liczbie 150 000 albo jest to skrzyżowanie z drogą krajową. Iloczyn ruchu to iloczyn liczby pojazdów drogowych i pociągów przejeżdżających przez przejazd kolejowo-drogowy w ciągu doby. Przy pomiarze natężenia ruchu drogowego należy uwzględniać wszystkie pojazdy przekraczające przejazd, łącznie z rowerami i motorowerami. Średnie dobowe natężenie ruchu drogowego na przejeździe oblicza się jako średnią arytmetyczną z pomiarów przeprowadzonych w kwietniu – maju lub wrześniu – październiku, w ciągu dwóch kolejnych dób (wtorek i środa lub środa i czwartek).

Przejazd kolejowo-drogowy kategorii C jest przejazdem obejmującym skrzyżowania z drogami publicznymi, na których ruch kolejowy na konkretnym odcinku linii lub bocznic kolejowej jest prowadzony z maksymalną prędkością nie większą niż 140 km/h, a iloczyn ruchu mieści

się w przedziale 60 000 ÷ 150 000 lub przejazd kolejowy kategorii D charakteryzuje się niedostateczną widocznością.

Rys. 3. Liczba ciężko rannych w wypadkach na przejazdach/przejeźciach kat. A-E



Źródło: [4]

Przejazd kolejowo-drogowy kategorii D posiada iloczyn ruchu mniejszy niż 60 000, a prędkość maksymalna dla pojazdów szynowych na danym odcinku linii lub bocznicy kolejowej wynosi 120 km/h. Dopuszczalna prędkość pociągu na tym przejeździe dla pociągu nie przekracza 20 km/h.

Jako kategorię E rozumie się przejścia przez tory kolejowe. Przejście może być wyposażone w półsamoczynne lub samoczynne systemy przejazdowe, jeżeli w miejscu skrzyżowania są niedostateczne warunki widoczności. Przejście zabezpiecza się barierkami, kołowrotkami lub labiryntami jedynie wtedy, gdy w miejscu skrzyżowania nie stacza lub odrzuca się wagonów podczas ich rozrządu. Barierki są ustawiane w sposób wymuszający na pieszym konieczność zmiany kierunku, aby uniemożliwić niezauważenie nadjeżdżającego pojazdu szynowego.

Przejazd kolejowo-drogowy kategorii F to przejazd zlokalizowany na drodze wewnętrznej. Może być wyposażony w stale zamknięte roгатki, które są otwierane w razie potrzeby przez użytkowników lub posiadają urządzenia dla przejazdu kolejowo-drogowego kategorii A lub B.

Podczas projektowania nowych przejazdów kolejowo-drogowych, linii kolejowych lub bocznicy dąży się do tego, aby odległość między skrzyżowaniami nie była mniejsza niż 3 km. Nie buduje się nowych przejazdów, gdy w pobliżu znajduje się skrzyżowanie wielopoziomowe. Skrzyżowanie linii kolejowej lub bocznicy kolejowej z drogą publiczną możliwe jest jedynie na liniach, na których na danym odcinku ruch pojazdów kolejowych odbywa się z prędkością nie większą niż 160 km/h. W przeciwnym wypadku stosuje się skrzyżowania wielopoziomowe. Skrzyżowania wielopoziomowe stosuje się przede wszystkim na skrzyżowaniach z autostradą lub drogą ekspresową, również wtedy, gdy droga publiczna przecina tory stacyjne pomiędzy semaforami wjazdowymi. Nie stosuje się skrzyżowań jednopoziomowych, gdy sumaryczny

czas zamknięcia przejazdu kolejowo-drogowego dla pojazdów drogowych wynosi ponad 12 godzin w ciągu doby lub natężenie pojazdów drogowych jest równe lub większe niż 10 000 pojazdów, a także wtedy, gdy wybudowanie skrzyżowania wielopoziomowego jest bardziej uzasadnione pod względem technicznym, ekonomicznym lub obronnym [1].

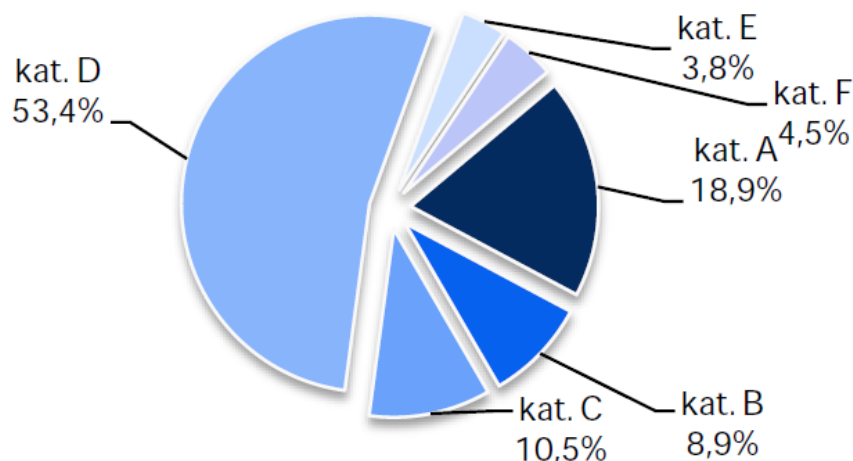
Tab. 1: Podział kategorii przejazdów drogowo-kolejowych

Lp.	Kategoria przejazdu	Opis	Liczba przejazdów danej kategorii w Polsce
1	Kategoria A	Przejazdy kolejowo-drogowe, na których ruch drogowy jest kierowany: a) przez uprawnionych pracowników zarządcy kolei lub przewoźnika kolejowego, posiadających wymagane kwalifikacje, b) przy pomocy sygnałów ręcznych albo systemów lub urządzeń przejazdowych wyposażonych w roгатki zamykające całą szerokość jezdni;	2466
2	Kategoria B	Przejazdy kolejowo-drogowe, na których ruch drogowy jest kierowany przy pomocy samoczynnych systemów przejazdowych, wyposażonych w sygnalizację świetlną i roгатki zamykające ruch drogowy w kierunku: a) wjazdu na przejazd albo b) wjazdu na przejazd i zjazdu z przejazdu;	1209
3	Kategoria C	Przejazdy kolejowo-drogowe, na których ruch drogowy jest kierowany przy pomocy samoczynnych systemów przejazdowych wyposażonych tylko w sygnalizację świetlną;	1405
4	Kategoria D	Przejazdy kolejowo-drogowe, które nie są wyposażone w systemy i urządzenia zabezpieczenia ruchu;	8135
5	Kategoria E	przejścia wyposażone w: a) półsamoczynne systemy przejazdowe lub samoczynne systemy przejazdowe albo b) kołowrotki, barierki lub labirynty;	506
6	Kategoria F	przejazdy kolejowo-drogowe lub przejścia zlokalizowane na drogach wewnętrznych, wyposażone: a) w roгатki stale zamknięte, otwierane w razie potrzeby przez użytkowników lub b) zgodnie z warunkami technicznymi określonymi dla kategorii A albo B.	683

Źródło: [1]

Przejazdy kolejowo-drogowe kategorii A-C są stosunkowo bezpieczne ze względu na system ostrzegania dźwiękowego i świetlnego (kat. C) czy rogatek zamykających ruch drogowy (kat. A, B) i dlatego często stosowaną praktyką jest obecnie podnoszenie przejazdu kategorii D, która jest zabezpieczana tylko i wyłącznie znakami drogowymi. Z tego też powodu np. w 2016 roku najwięcej zdarzeń miało miejsce właśnie na tego typu przejazdach kolejowo-drogowych.

Rys. 4. Udział procentowy zdarzeń na przejazdach kolejowo-drogowych ze względu na kategorię przejazdu w 2016 roku



Źródło: [2]

Warto zauważyć, iż drugą co do wielkości składową zdarzeń są wypadki mające miejsce na przejazdach kategorii A, gdzie najszczęśliwszym powodem jest nieostrożność kierowców, a także błąd lub brak koncentracji pracownika obsługującego przejazd-kolejowo drogowy.

3. Rogatki jako elementy systemu bezpieczeństwa

Rozwiązaniem wartym uwagi jest uzależnienie położenia rogatki w przebiegach pociągowych, które znacznie zwiększa bezpieczeństwo zarówno użytkowników drogi, jak i komfort pracy na posterunku. Uzależnienie ta oznacza, że wyświetlenie sygnału zezwalającego na semaforze możliwe jest dopiero wtedy, gdy przejazd ten zostanie zamknięty. Rozwiązanie to realizowane jest w stacyjnych urządzeniach sterowania ruchem kolejowym, co oznacza, że przejazd musi się znajdować w obrębie okręgu nastawczego.

Przykładem tego typu rozwiązania jest przejazd kolejowo-drogowy kategorii A w Dąbrowie Górniczej Południowej w kilometrze 7,025 na linii 133 (rysunek 5). Przejazd ten wyposażony jest w urządzenia przejazdowe typu UP-1, w którego skład wchodzi 2 sygnalizatory drogowe SD-1M w technologii LED oraz napędy rogatkowe typu EEG-3. Na posterunku znajduje się manipulator typu MR-022o (rysunki 6 i 7).

Dla omówienia zasady działania i wpływu na bezpieczeństwo kierowców niezbędne jest wyjaśnienie roli lampek oraz przycisków zlokalizowanych na przedmiotowym manipulatorze. Dokonano tego w tablicy 2.

Rysunek 7 przedstawia urządzenie w trybie ostrzegania, kiedy rogatki są zamknięte, a droga przebiegu utwierdzona, co oznacza, że nie można zmienić stanu elementów wchodzących w drogę przebiegu. Lampki sygnalizacyjne S1 oraz S2 świecą się kolorem czerwonym naprzemiennie, zgodnie z obrazem na sygnalizatorach drogowych umieszczonych na przejeździe kolejowo-drogowym. Po zamknięciu przejazdu zostaje wysłany sygnał o ich zamknięciu do urządzeń stacyjnych. Następuje utwierdzenie rogatki najazdowych (zablokowana jest możliwość otwierania), rogatka zostaje utwierdzona, co sygnalizowane jest zaświeceniem lampki "Uzr" - kontroli utwierdzenia zamkniętej rogatki. Dopiero po tych czynnościach możliwe jest wyświetlenie sygnału zezwalającego na semaforze. Po przejechaniu pociągu przez przejazd urządzenia układowej kontroli niezajętości wysyłają sygnał do urządzeń stacyjnych i następuje automatyczne zwolnienie utwierdzenia rogatki i powrót "Uzr" do stanu zasadniczego. Rogatki wyjazdowe nie są ryglowane w dolnym położeniu, co umożliwia otwarcie ich w razie niebezpieczeństwa w każdym momencie. W przypadkach awaryjnych jest możliwe otwarcie rogatki przy ich utwierdzeniu, np. w sytuacji usterki w urządzeniach sterowania ruchem kolejowym. Do tego celu służy plombowany przełącznik "Awz", którego

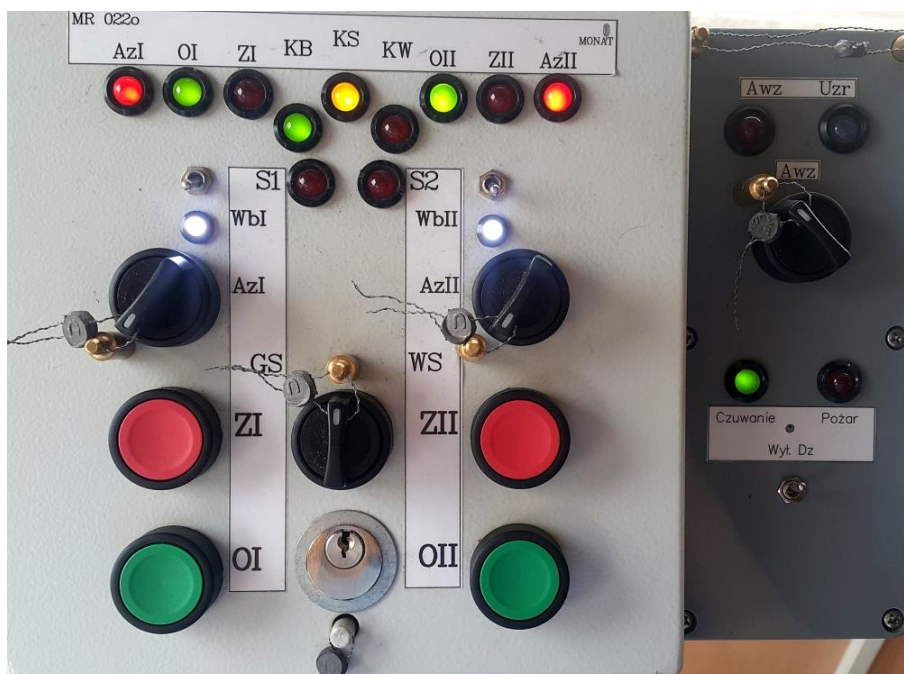
użycie sygnalizowane jest zaświeceniem się czerwonej lampki "Awz". Podobna zasada dotyczy awaryjnego zamykania rogatek, gdzie wymagane jest użycie przełączników "AzI/AzII". Awaryjne włączenie sygnalizatorów drogowych i lampek zapór drogowych następuje po użyciu plombowanego przełącznika "WS/GS". Użycie awaryjnego zamykania rogatek nie umożliwia jazdy na sygnał zezwalający [5].

Rys. 5. Przejazd kolejowo-drogowy kat. A w Dąbrowie Górniczej Południowej na linii 133 z uzależnieniem położenia rogatek w drodze przebiegu



Źródło: opracowanie własne

Rys. 6. Manipulator MR-022o



Źródło: opracowanie własne

Tab. 2: Opis lampek i przycisków znajdujących się na manipulatorze MR-022o

L.p.	OZNACZENIE NA MANIPULATORZE	LAMPKA SYGNALIZACYJNA (dioda LED)	PRZYCISK
1.	OI, OII	świecą kolorem zielonym - sygnalizują kontrolę otwartego położenia drąga rogatkowego	otwarcie drąga odpowiednio dla grupy I i II (gdzie grupa I stanowi grupę najazdową, grupa II wyjazdową)
2.	ZI, ZII	świecą kolorem czerwonym - sygnalizują kontrolę zamkniętego położenia drąga rogatkowego	przycisk umożliwia zamknięcie odpowiednio dla grupy I i II
3.	Uzr	kontrola utwierdzenia rogatki świecąca kolorem białym ciągłym	
4.	S1, S2	podczas ostrzegania, świecą kolorem czerwonym migającym	

Źródło: opracowanie własne

Rys. 7. Wskazania manipulatora przy zamkniętych rogatkach, stan ostrzegania



Źródło: opracowanie własne

Rozwiązanie to w znacząco ogranicza możliwość wystąpienia wypadku na przejeździe kolejowo-drogowym. Ryzyko związane z brakiem zapewnienia bezpieczeństwa na przejeździe kolejowo-drogowym znacznie się zmniejsza. Po pierwsze, pracownik nie musi się obawiać, że nie zdąży opuścić rogatki przejazdu kolejowo-drogowego. Po drugie, jeśli pracownik nastawni nie poinformuje o przejeździe pociągu po danym torze, nie będzie mógł wyświetlić sygnału zezwalającego na jazdę pociągu. Wyjątek stanowią sytuacje, gdy jazda pociągu odbywa się przy podaniu sygnału zastępczego, rozkazu lub przy jazdach manewrowych. W wymienionych przypadkach rogatka najazdowa nie zostaje utwierdzona, więc ryzyko nie zamknięcia rogatki jest znacznie większe. Kolejną sytuacją, która jest powodem wypadków na przejazdach kolejowo-drogowych, jest zbyt wczesne otwarcie przejazdu kolejowo-drogowego. Sytuacja może mieć miejsce w przypadku, gdy przez przejazd kolejowo-drogowy zapowiedziane zostaną dwa pociągi jadące po dwóch różnych torach, a pracownik omyłkowo otwiera rogatki po przejeździe tylko jednego pociągu. Kontrola utwierdzenia rogatki uniemożliwia otwarcie rogatki najazdowej do ostatecznego zwolnienia drogi przebiegu przez wszystkie jadące pociągi.

Bardzo ważną kwestią jest bezpieczeństwo samego kierowcy. W przypadku utknięcia samochodu na przejeździe kolejowo-drogowym, do momentu, gdy nie zostanie utwierdzona droga przebiegu, pojazd będzie miał czas na bezpieczne opuszczenie przejazdu kolejowo-drogowego. Jadący pociąg zatrzyma się przed semaforem, który będzie wskazywał sygnał "stój".

4. Samoczynne systemy przejazdowe

Na przejazdach kolejowo-drogowych kategorii B i C w celu zwiększenia bezpieczeństwa, stosuje się samoczynne systemy przejazdowe. Poprzez samoczynny system przejazdowy rozumie się system na przejeździe kolejowo-drogowym kategorii B i C, na którym urządzenia zabezpieczenia ruchu sterowane są samoczynnie przez jadący pociąg lub inny system sterowania ruchem kolejowym. Stan ostrzegania samoczynnej sygnalizacji przejazdowej sygnalizowany jest za pomocą sygnałów nadawanych przez sygnalizatory drogowe. Są to sygnały świetlne oraz w niektórych przypadkach również akustyczne. Włączanie i wyłączanie samoczynnej sygnalizacji przejazdowej odbywa się za pomocą urządzeń oddziaływania zlokalizowanych w określonych miejscach na linii przed i za przejazdem kolejowo-drogowym. Umożliwiają one przechodzenie od stanu czuwania do stanu ostrzegania i na odwrót. Przy ustalaniu miejsca włączenia samoczynnej sygnalizacji przejazdowej uwzględnia się długość strefy niebezpiecznej dla przejazdu, uwzględniającej długość drogi hamowania pojazdu drogowego (dla tego celu jest to wielkość stała, która wynosi 3 m) oraz długości przejazdu kolejowo-drogowego, którą mierzy się wzdłuż osi drogi. Samoczynne systemy przejazdowe mogą również stanowić doposażenie dla przejazdów kolejowo-drogowych kategorii A.

Z kolei półsamoczynny system przejazdowy to system, w którym urządzenia zabezpieczenia ruchu na przejeździe kolejowo-drogowym są sterowane przez pracownika obsługi i można go stosować na przejazdach kolejowo-drogowych kategorii A lub E. Posterunek pracownika, który obsługuje przejazd kolejowo-drogowy wyposaża się w system łączności, który zapewnia łączność tego pracownika z dyżurnymi ruchu najbliższych posterunków zapowiadawczych oraz system wymiany informacji pomiędzy dyżurnymi ruchu, który kontroluje zbliżanie pociągu do przejazdu kolejowo-drogowego lub przejścia, kontroluje czujność obsługującego przejazd kolejowo-drogowy lub przejście, wymienia informacje i polecenia dotyczące ruchu pociągów i zdarzeń eksploatacyjnych oraz służy do rejestracji wszystkich informacji i poleceń [1].

5. Zachowania kierowców pojazdów i pieszych a bezpieczeństwo na przejazdach kolejowo-drogowych

Zachowanie bezpieczeństwa na przejazdach kolejowo-drogowych wymaga przede wszystkim świadomości niebezpieczeństwa wśród kierowców. Zbliżając się do przejazdu kolejowo-drogowego powinno się pamiętać, że kierujący pociągiem ze względu na masę i drogę hamowania pociągu ma dużo trudniej wyhamować i uniknąć kolizji. Zachowanie ostrożności oraz przestrzeganie przepisów kodeksu drogowego to podstawa. Dotyczy to również dróżników przejazdowych i innych pracowników obsługujących przejazdy kolejowo-drogowe, ponieważ głównie od ich rzetelności zależy bezpieczeństwo na przejeździe.

Na przestrzeni lat obserwuje się niebezpieczne zachowania kierowców na przejazdach kolejowo-drogowych. Dzięki zastosowaniu monitoringu na przejazdach kolejowo-drogowych, wiele niebezpiecznych sytuacji i zachowań kierowców zostało uwiecznionych. Nagrania te zostają wykorzystywane podczas szkoleń kierowców lub w mediach społecznościowych, aby ostrzegać kierowców przed brawurą.

Przykładów łamania przepisów wśród kierowców jest wiele, a są to między innymi:

- wjazd na przejazd kolejowo-drogowy po uruchomieniu opuszczania rogatek,
- wyłamywanie zamkniętej rogatki,
- zignorowanie znaku "stop" lub sygnałów świetlnych na przejeździe kolejowo-drogowym,
- objeżdżanie opuszczonych zapór lub półzapór,
- wjeżdżanie na przejazd, kiedy po drugiej stronie brak jest wolnego miejsca,
- wyprzedzanie pojazdu stojącego przed przejazdem kolejowo-drogowym.

Podsumowanie

Poprawa stanu bezpieczeństwa na przejazdach kolejowo-drogowych jest jednym z priorytetowych celów na przełomie ostatnich lat. Wdrożono wiele inwestycji dotyczących poprawy bezpieczeństwa, między innymi zabudowę dodatkowych urządzeń detekcji stanów awaryjnych taboru czy zakup radiotelefonów bazowych z funkcją radio-stop na strażnicach przejazdowych. Zabudowa nowych urządzeń na przejazdach kolejowo-drogowych kategorii A, takich jak uzależnienie położenia rogatek w przebiegach pociągowych stanowi ważny element bezpieczeństwa zarówno dla kierowców jak i pracowników kolei.

Od 2005 roku trwa kampania "Bezpieczny przejazd - zatrzymaj się i żyj". Celem kampanii jest zwiększenie świadomości kierowców i pieszych o zagrożeniu jakie może wywołać nieprzestrzeganie przepisów kodeksu drogowego, lecz także kształtowanie zachowań i utrwalanie postaw społecznie pożądanых.

Na podstawie statystyk na przejazdach kolejowo-drogowych, można wywnioskować, że od 2010 roku liczba wypadków i kolizji, w tym osób ciężko rannych ma tendencje spadkową, jednak wciąż ta liczba jest zbyt wysoka. Liczba ofiar śmiertelnych na przełomie lat 2010-2017 z udziałem kierowców i pieszych nie uległa zmianie.

Na podstawie statystyk bezpieczeństwa na przejazdach kolejowo-drogowych, można wywnioskować, że podjęcie dodatkowych działań w zakresie bezpieczeństwa na przejazdach kolejowo-drogowych jest niezbędne.

Bibliografia

- [1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 20 października 2015 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych oraz bocznic kolejowych z drogami i ich usytuowanie (Dz.U. 2015 poz. 1744).
- [2] [Internet] <https://utk.gov.pl/pl/raporty-i-analizy/analizy-i-monitoring/sprawozdania/13416>, Sprawozdanie-ze-stanu-bezpieczenstwa-ruchu-kolejowego-w-2016-r.html [dostęp 25.04.2018].
- [3] Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. - Prawo o ruchu drogowym (Dz. U. 1997 nr 98 poz. 602 z późn. zm.).
- [4] [Internet] <http://www.bezpieczny-przejazd.pl/statystyki/> [dostęp 25.04.2018].
- [5] Regulamin Obsługi Przejazdu Kolejowo-drogowego na linii nr 133 Dąbrowa Górnicza Ząbkowice - Kraków Główny; Posterunek zwrotnicowski nr 12.

STRESZCZENIE

W opracowaniu opisano zagadnienia dotyczące bezpieczeństwa na przejazdach kolejowo-drogowych. Statystyki opisujące ilość zdarzeń, w tym liczby ofiar śmiertelnych na przejazdach kolejowo-drogowych, potwierdzają znaczenie jakie ma próba poprawy bezpieczeństwa i szukanie nowych rozwiązań. Brak ostrożności oraz mała świadomość zagrożenia wśród kierowców jest najczęstszą przyczyną wypadków na przejazdach kolejowo-drogowych. Artykuł zawiera statystyki dotyczące bezpieczeństwa na przejazdach kolejowo-drogowych na przełomie lat 2010-2017. Ponadto opisany został przykład rozwiązania zwiększającego bezpieczeństwo, stosowany na przejazdach kolejowo-drogowych kategorii A.

SAFETY AT RAIL-ROAD CROSSING

SUMMARY

The study describes issues related to safety on level-crossings. Statistics describing the number of events, including the number of fatalities on level-crossings confirm the significance of attempts to improve safety and as well as the search for new solutions. The lack of caution and low risk awareness among drivers is the most frequent cause of accidents at level-crossings. The article contains statistics on level-crossing safety in the period of 2010-2017. Additionally, an example of the safety-enhancing solution has been described, applied on an A-level level-crossings

PROPOZYCJE POPRAWY BRD NA PÓŁNOCNEJ OBWODNICY BIELSKA-BIAŁEJ

Wprowadzenie

W opublikowanym przez firmę Yanosik raporcie dotyczącym najbardziej niebezpiecznych dróg w Polsce w 2017 roku pojawia się droga S1 w Bielsku-Białej. Fakt ten nie jest przypadkowy, biorąc pod uwagę liczbę kolizji w okolicach przyszłego węzła Bielsko-Biała Suchy Potok. Miejsce, które można zaobserwować na rysunku 1 lokalnej społeczności znane jest bardziej pod nazwą „Zakręt śmierci” (ze względu na śmiertelne wypadki) oraz dosłownie mówiąc „Zakręt idiotów”, ulokowane jest ono pomiędzy węzłami Bielsko-Biała Rosta, a Bielsko-Biała Lipnik, który to odcinek został otwarty 28 października 2011 roku. Od tego momentu potoczne nazwy wielokrotnie rozbrzmiewały w mediach ze względu na dużą liczbę wypadków.

Rys. 1: Widok z lotu ptaka na łuk w ciągu drogi ekspresowej S1



Źródło: www.google.maps.com, dostęp dnia 16.04.2018r.

„Zakręt śmierci” od początku w zamyśle projektantów był wariantem tymczasowym. Docelowo owe miejsce będzie łącznicą na węźle S52 (Beskidzka Droga Integracyjna) oraz S1. Natomiast obecnie jest to zakręt wchodzący w ciąg drogi ekspresowej S1. Kierowcy jadąc S1 muszą wykonać skręt o ponad 90 stopni o promieniu 125 metrów. Wpierw pokonując drogę ekspresową z przepisową prędkością 120 km/h, 300 metrów od zakrętu pojawia się informacja o zakończeniu drogi ekspresowej, przez co dopuszczalna prędkość spada do 100 km/h, następnie co każde 100 metrów dopuszczalna prędkość maleje co 20 km/h i ostatecznie zakręt można pokonać z prędkością maksymalnie 60 km/h. Po wyjściu z zakrętu status drogi powraca do drogi ekspresowej. Wszelkie ograniczenia prędkości w danym miejscu (podobnie jak zakręt mistrzów w Katowicach) nie przynoszą skutku ze względu na uświadomienie kierowców, że

znajdują się na drodze szybkiego ruchu, co automatycznie przekłada się na szybką jazdę. Taki stan rzeczy może prowadzić do wielu zdarzeń drogowych, co można zauważyć na rysunku 2.

Rysunek 2: Wykres przedstawiający liczbę kolizji w poszczególnych kwartałach



Źródło: Komenda Miejska Policji w Bielsku-Białej

Z danych udostępnionych przez WRD Komendy Miejskiej w Bielsku – Białej wynika, iż od otwarcia drogi do końca marca 2018 roku doszło do 179 kolizji oraz 3 wypadków. W zdarzeniach tych 3 osoby poniosły śmierć, a 1 została ranna. Na wykresie można zaobserwować jak liczba kolizji wzrastała wraz z czasem istnienia przedmiotowej drogi. W przełomowych momentach liczba kolizji wynosiła około 30 w ciągu jednego kwartału, a dane apogeum przypadało na trzeci kwartał roku (lipiec, sierpień, wrzesień). Statystyki te pokazują tylko skalę problemu, a wartym zauważenia jest fakt, iż nie każda kolizja kończy się interwencją Policji i w związku z tym nie jest ujęta w powyższych danych.

Po interwencjach mieszkańców, przedstawicieli miasta oraz policji zarządca drogi (GDDKiA) przeprowadził odpowiednie zabiegi mające a celu ograniczyć liczbę zdarzeń drogowych. We wrześniu 2016 roku wymieniono sygnalizatory ostrzegawcze (na nowe o większym natężeniu światła) zlokalizowanych nad jezdnią, w marcu 2017 roku zamontowano oznakowania ostrzegawcze na tle folii fluoroscencyjnej odbłaskowo pryzmatycznej, natomiast w październiku 2017 roku zastąpiono wcześniej wprowadzone oznakowania znakami A-30 z tabliczką T-15.

Według GDDKiA zakręt został oznakowany zgodnie z przepisami oraz zasadami bezpieczeństwa ruchu drogowego, ponieważ przed łukiem, na poboczu i nad drogą, znajdują się znaki ograniczenia prędkości (najpierw do 80 km/h, potem do 60 km/h) oraz informujące o końcu drogi ekspresowej. Dodatkowo, aby wyróżnić znaki ostrzegawcze użyto żółtych sygnałów świetlnych. W opracowaniu (Krystek, 2008) zawarto stwierdzenie dotyczące oznakowania, które „powinno być integralną częścią projektu geometrycznego, a nie środkiem jego poprawy, dorobionym później lub korygowanym w pierwszym etapie eksploatacji węzła.” Informacje odnoszą się do węzła drogowego. Właściciele drogi na łamach portalu beskidzka24.pl stwierdzili, że tak czytelnie i przejrzysto oznakowany fragment drogi pozwala na bezpieczne dostosowanie prędkości pojazdu podczas pokonywania zakrętu (2017). Według zastępcy naczelnika Wydziału Ruchu Drogowego Komendy Miejskiej Policji w Bielsku-Białej to kierowcy stwarzają niebezpieczeństwo, ponieważ nie stosują się do ograniczeń. Podkreśla też, że każdy kierowca, który jeździ tą drogą wie o ograniczeniach i zakręcie (Klimaniec, 2016). Pomimo oznakowania zakrętu i wprowadzenia znaków ograniczających prędkość dochodzi do uderzeń pojazdów w barierki. Należy spojrzeć na sprawę szerzej. Wielu użytkowników tego odcinka drogi, którzy jadą nim po raz pierwszy może nie spodziewać się odwołania drogi

ekspresowej i bardzo niebezpiecznego zakrętu. Kierujący są zmuszeni do radykalnego obniżenia prędkości w ciągu drogi ekspresowej, co może zaskoczyć nawet najbardziej doświadczonego kierowcę. Odwołanie drogi ekspresowej, po czym jej przywołanie jest niezwykle rzadko stosowane na drogach. Najczęściej koniec drogi ekspresowej jest oznaczany na łączniku węzła drogowego lub, podczas gdy łączone są odcinki dróg S i GP. Jednakże drugi przykład występuje na prostym odcinku drogi, a nie przed trudnymi do pokonania łukami. Na dzień dzisiejszy nie zastosowano wymuszeń obniżenia prędkości poza znakami ostrzegawczymi i zakazu. Obecnie każdy uczestnik ruchu porusza się po drodze, której budowa wygląda na ukończoną. W wielu krajach projekty dróg i węzłów są przede wszystkim zorientowane na bezpieczeństwo ruchu. Takie podejście jest wynikiem wieloletnich obserwacji funkcjonowania systemu „człowiek – pojazd – droga”. Nadrzędnym kryterium projektowania stał się wymóg *stworzenia przyjaznego stosunku drogi do użytkownika poprzez jej: prostotę, regularność i jednolitość, co powinno uczynić ją czytelną i zrozumiałą dla człowieka* (Krystek, 2008). Wymienionych czynników drogi przyjaznej dla kierowcy na próżno szukać w analizowanym odcinku drogi. Łuk zaburza jej regularność i jednolitość, co prowadzi do tego, iż ten fragment drogi nie jest łatwy do pokonania. Ponadto projektanci dróg powinni uwzględniać każdy typ kierowcy, który będzie poruszał się oddaną do użytku drogą. W ruchu poruszają się stali użytkownicy danej drogi, obcy – nieznający trasy, doświadczeni, młodzi, ryzykanccy oraz agresywni. Każdy odcinek drogi powinien być łatwy do przejazdu. Rozwiązania projektowe powinny prowadzić do tego, iż manewry prawidłowe są łatwe do wykonania, trudne zaś operacje nieprawidłowe i niemożliwe manewry niebezpieczne. Każde rozwiązanie drogowe powinno dać możliwość naprawy błędu nierozważnemu kierowcy (Krystek, 2008). Ciągłe występujące zdarzenia drogowe na zakręcie wskazują na brak uwzględnienia tych zaleceń w projekcie drogi.

1. Proponowane rozwiązania

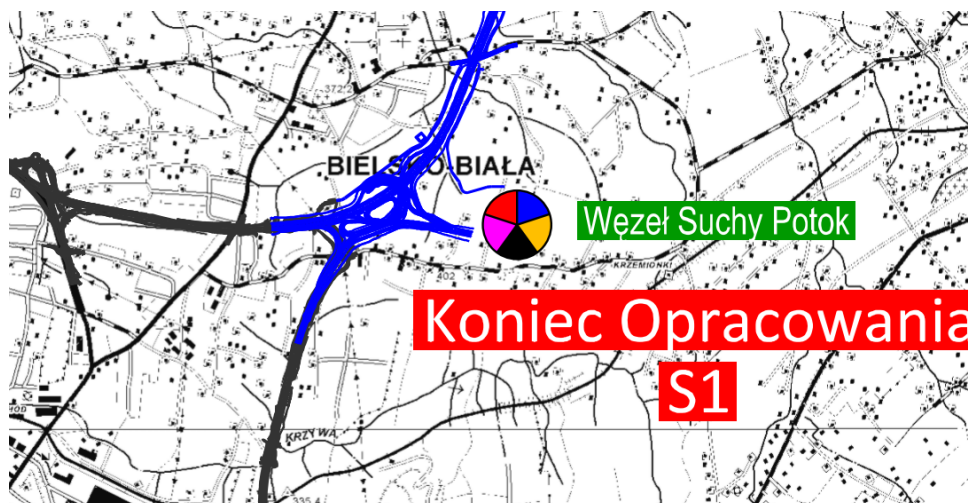
1.1 Budowa węzła drogowego

Mając na uwadze wymienione zagrożenia oraz fakt, iż nawet po wprowadzonych przez GDDKiA zmianach nie doszło do poprawy bezpieczeństwa opracowano rozwiązania, których zadaniem jest zmniejszenie wypadkowości w opisywanym miejscu. Proponowane metody, mają skłonić kierujących do zmniejszenia prędkości, albowiem to ona jest główną przyczyną wypadków. Zakręt znajduje się w miejscu, gdzie w niedalekiej przyszłości ma znaleźć się rozjazd dróg ekspresowych S1 oraz S52, zatem pierwszym z możliwych rozwiązań jest rozbudowanie całego węzła zgodnie z projektem tak, aby niebezpieczny łuk zamienić w łącznicę, jak pokazano to na rysunku 3.

W związku z korzystaniem ze zjazdu kierowca zobowiązany byłby do zmiany pasa ruchu. Możliwość zjazdu na nieistniejące fragmenty drogi zostałyby zablokowane betonowymi barierami, nad którymi zostałyby umieszczone światła generujące pulsacyjny pomarańczowy sygnał. 300 metrów przed zjazdem jezdnia została by zwężona do jednego pasa ruchu. Przy oznakowaniu dojazdu do węzła falą świetlną koloru pomarańczowego sugerującą zjazd na prawy pas, znakami koniec pasa ruchu D-14, ograniczeniami prędkości oraz znakami poziomymi P-9, czyli strzałkami naprowadzającymi do zjazdu z drogi. Co więcej droga ograniczona do jednego pasa ruchu mogłaby spowodować zmniejszenie prędkości pojazdów. Ponadto budowla w postaci węzła drogowego wzmagałaby czujność prowadzących w przeciwieństwie do drogi o dwóch pasach ruchu z możliwością uzyskania dużych prędkości przed niebezpiecznym zakrętem (Gaca, 2002). W opracowaniu (Krystek, 2008) wskazano, iż węzeł niekompletny może funkcjonować jako rozwiązanie tymczasowe, by później po dobudowaniu kolejnych kierunków jazdy działał jako kompletny. W miarę rozwoju sieci drogowej i wzrostu zapotrzebowania na kolejne relacje, można wybudować dodatkowe połączenia. Z biegiem czasu zmotoryzowani byłiby coraz bardziej zaniepokojeni i zniecierpliwieni brakiem kontynuacji drogi ekspresowej na północ. Prowadziłoby to do

nacisków społecznych, co mogłoby wpłynąć mobilizująco na Ministerstwo Infrastruktury, by jak najszybciej rozpocząć budowę drogi S1 do Mysłowic. Proponowane rozwiązanie problemu jest bardzo kosztowne. Jednakże nadal ponoszone są straty materialne użytkowników uszkodzonych pojazdów, koszty interwencji Pogotowia Ratunkowego, Policji i Straży Pożarnej oraz koszty związane z naprawianiem uszkodzonych elementów infrastruktury drogowej.

Rys. 3: Plan węzła "Suchy potok" w ciągu drogi ekspresowej S1.



Źródło: GDDKiA, www.gddika.gov.pl, dostęp dnia 16.04.2018r.

1.2. Oznakowanie drogowe

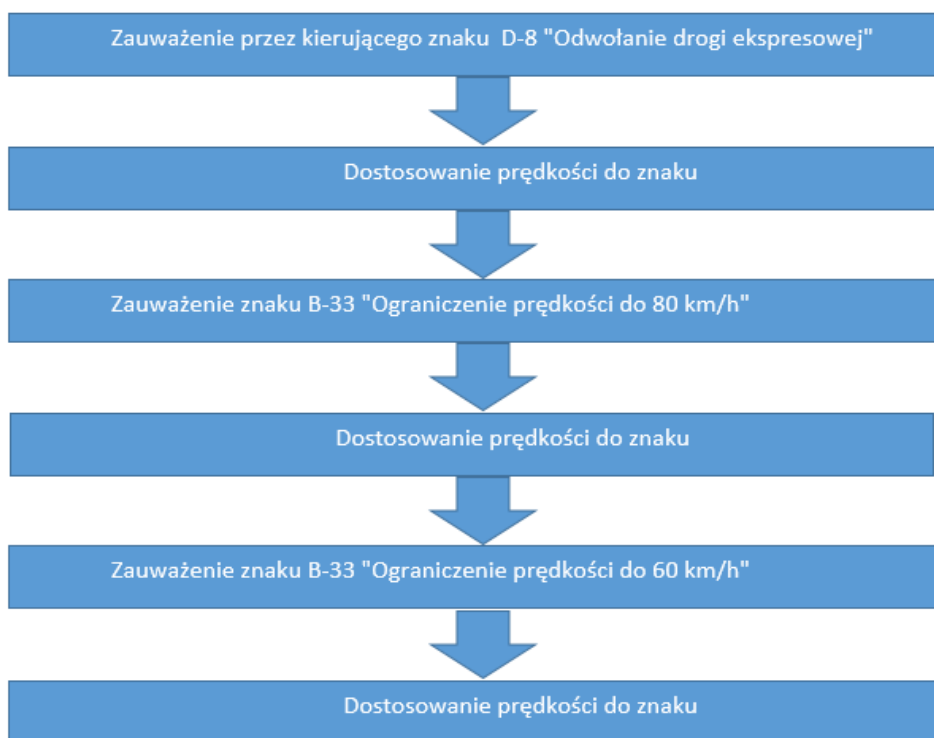
Kolejnym z możliwych rozwiązań jest zastosowanie znaków zmiennej treści przed łukiem drogi. Istnieje wiele wariantów informacji, które mogą zostać wyświetlone:

- ograniczenie prędkości po detekcji pojazdu na danym pasie ruchu;
- komunikat o zmniejszeniu prędkości w przypadku, gdy prędkość pojazdu poddanemu pomiarowi okazała się większa od dopuszczalnej;
- prędkości pojazdu poruszającego się danym pasem wraz z numerem rejestracyjnym, a obok dla porównania prędkość dopuszczalna.

Jak wskazują empiria, rozwiązaniem najbardziej oddziałującym na świadomość kierowcy jest ostatni z przedstawionych pomysłów. W zależności od przekroczenia prędkości (lub jego braku) zmienia się również kolor wyświetlanych informacji. Podstawowym założeniem działania opisywanego rozwiązania jest nie stosowanie się kierującego do ostatniej z instrukcji prawidłowego przejazdu przez zakręt zaprezentowanej na rysunku 4.

Wbudowany w tablicę LED radar mikrofalowy dokonuje pomiaru prędkości jadących samochodów i w czytelny sposób wyświetla jej wartość (Monitoring prędkości – radarowe wyświetlacze prędkości). Jak można zaobserwować na rysunku 5 urządzenia tego typu z powodzeniem są stosowane przed niebezpiecznymi łukami, jednakowoż w tym wypadku pomysł opiera się na zmianie koloru oraz częstotliwości wyświetlania prędkości z organizacją podobną do sygnalizacji świetlnej tzn. przy prędkości w normie widnieje zielony kolor tekstu, przy detekcji lekkiego podwyższenia prędkości (tj. do 15 km/h) kolor przybierałby barwę żółtą, natomiast przy wysokim przekroczeniu prędkości (pow. 15 km/h) wyświetlany jest migający tekst barwy czerwonej. Kolejną ważną informacją jest to, że zamiast liczby punktów i kwoty mandatu pojawiałby się numer rejestracyjny pojazdu, którego zmierzono prędkość.

Rys. 4: Prawidłowy algorytm przejazdu przez „Zakręt śmierci”



Źródło: Opracowanie własne

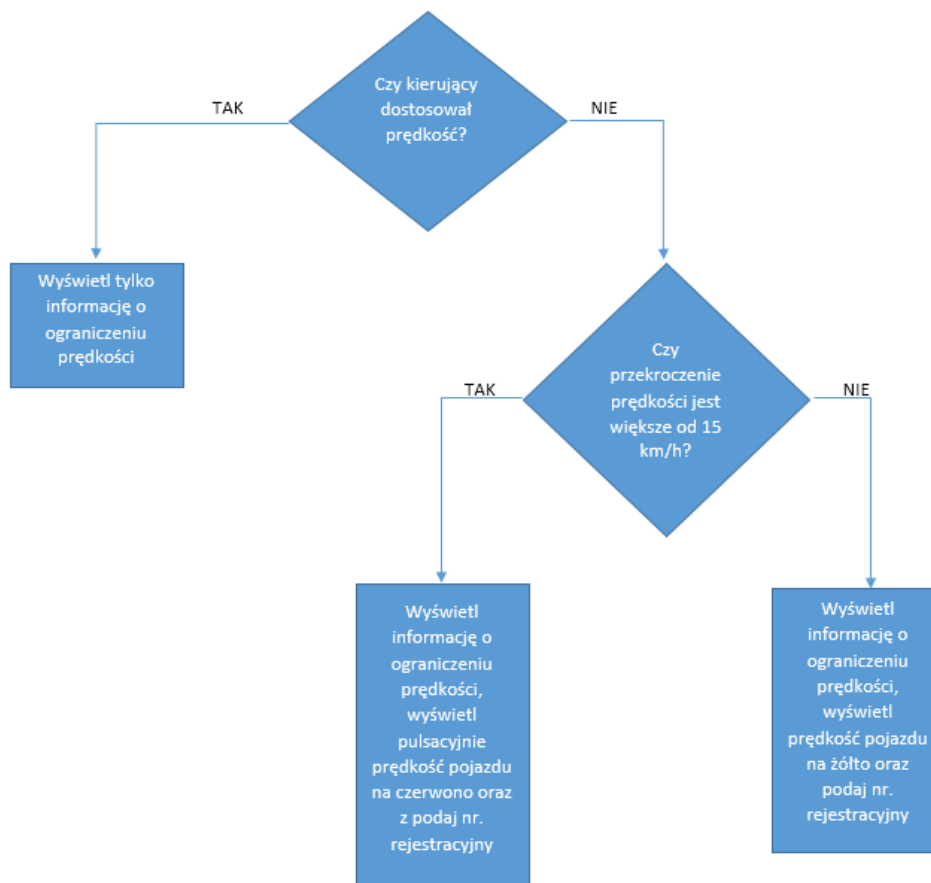
Rysunek 5: Przykład użycia radarowego wyświetlacza prędkości



Źródło: www.systemy-informacyjne.pl, dostęp dnia 16.04.2018r.

Schemat działania znaków zmiennej treści jest możliwy dzięki zastosowaniu na przykład sterowników programowalnych PLC. Algorytm działania dla takiego programu przyjąłby postać przedstawioną na rysunku 6.

Rysunek 6: Wzorzec decyzyjny dla sterownika znaku zmiennej treści



Źródło: Opracowanie własne

Tablice ledowe zostałyby umieszczone nad jezdnią z podziałem na 4 sekcje. Na dwóch wyświetlany byłaby informacja o obowiązującym ograniczeniu prędkości natomiast na pozostałych dwóch informacje dotyczące aktualnej prędkości, po jednej tablicy dla każdego pasa ruchu.

Mając na uwadze dzisiejsze możliwości urządzeń pomiarowych (min. 50 m prostego odcinka dla pomiaru wykonywanego przez radar) oraz fakt, iż kierowca w trakcie prowadzenia pojazdu posiada ograniczoną percepcję wzrokową, instalacja takich urządzeń wymagałaby wydłużenia strefy ograniczenia prędkości (Opis oraz instrukcje niektórych radarów i fotoradarów).

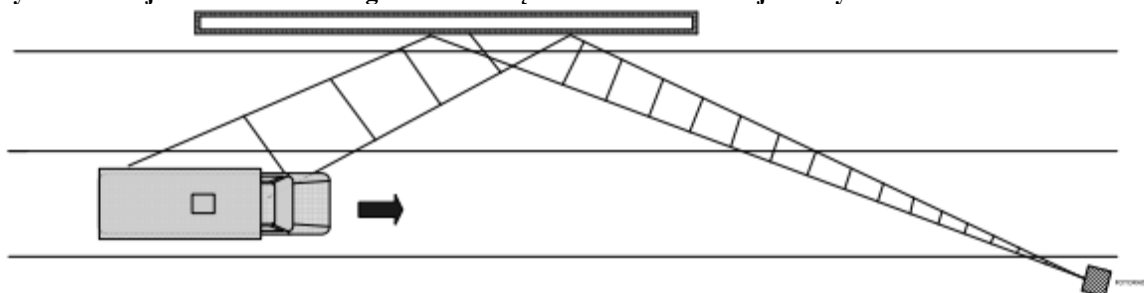
1.3. Fotoradary

Ostatnim z proponowanych rozwiązań, który był wielokrotnie przedstawiany przez bielskich radnych na sesjach Rady Miasta (Kawalec, 2017) oraz przez Komendę Wojewódzką Policji w Katowicach, której stanowisko przytoczono na portalu bielsko.info (2017), jest umiejscowienie na zakręcie fotoradaru. Owa propozycja miała być „straszakiem” na niepokornych kierowców, którzy pomimo poprawnego oznakowania i wielokrotnych ostrzeżeń przed zakrętem nadal przekraczają dozwoloną prędkość. W przypadku wypadku kierowcy mogą być sami sobie winni, jednak należy podjąć kolejne kroki w celu zapewnienia bezpieczeństwa na zakręcie śmierci z myślą o innych kierowcach, którzy mogą stać się ofiarami entuzjastów przekraczania prędkości. Na propozycję ustawienia fotoradaru ustosunkowała się Generalna Inspektoratu Transportu Drogowego, której stanowisko opublikowano na stronie bielsko.info (2017):

„Po pierwsze profil drogi w tym miejscu nie do końca nadaje się, żeby ustawić tam fotoradar. Kontrola fotoradarowa mogłaby budzić pewne zastrzeżenia co do jakości pomiarów. Drugą istotną kwestią jest planowana przebudowa drogi. Za niedługo zaistniała by konieczność demontażu fotoradaru ze względu na budowę drogi S1. Jest jeszcze jeden ważny argument - nie dysponujemy wolnymi urządzeniami. Żeby postawić tam jakieś urządzenie, musielibyśmy zdemontować fotoradar z innego miejsca w kraju - mówi Krzysztof Łazarowicz z Centrum Automatycznego Nadzoru nad Ruchem Drogowym.”

Odnosząc się do powyższych punktów można dojść do pewnych zastrzeżeń. Pierwszy z argumentów przytoczonych przez Pana Łazarowicza wydaje się słuszny, ustawianie fotoradaru na zakręcie może przyczynić się do kolejnych kolizji, gdy kierowcy w momencie zauważenia radaru rozpoczną nagły proces hamowania. Ponadto należy również pamiętać o otaczających drogę barierkach, które mogą zakłócić pomiar tak jak na rysunku 7.

Rysunek 7: Zjawisko dodatkowego odbicia wiązki od obiektów stacjonarnych



Źródło: Fotorapid CM Instrukcja Obsługi

W powyższym przypadku na zdjęciu z fotoradaru utrwalona będzie jedynie część pojazdu, ze względu na odbicie z metalowej bariery. Skutkować to będzie brakiem materiałów dowodowych, które byłyby potencjalnymi podstawami do nałożenia mandatu. Pomimo tego fotoradar w listopadzie 2016 roku został zainstalowany na zakręcie mistrzów w Katowicach (zjazd z DK86 na A4). W ciągu 11 dni od uruchomienia w tamtym miejscu fotoradaru, zrobił on ponad 5 tysięcy zdjęć (Drabek, 2016).

Kolejnym argumentem jest nawiązanie do tymczasowości drogi, która niebawem będzie jedynie łącznikiem dwóch dróg. Zdanie te można uznać zdaniem „na alibi”. Na tę chwilę budowa drogi S1 na trasie Bielsko-Biała – Mysłowice, która znajduje się w Programie Budowy Dróg Krajowych na lata 2014-2023 (z perspektywą do 2025 roku). Co może oznaczać, że tymczasowe rozwiązanie przeistoczy się w rozwiązanie 10-letnie.

Ostatnim argumentem jest stwierdzenie, że GITD nie dysponuje wolnymi urządzeniami. W przypadku zakupu fotoradaru jest to kwota rzędu 180 tysięcy zł (Szalek, 2016), co też nie oznacza, że całą kwotę na zakup musi przeznaczyć GITD. Zdarzały się przypadki, gdzie koszty ponosiły również jednostki samorządowe. Czy koszt fotoradaru zwróciłby się? Wszystko zależy od kierowców. Czy w momencie wybudowania drogi fotoradar byłby bezużyteczny? Nie, co jednocześnie odnosi się do drugiego argumentu, mówiącego o tymczasowości rozwiązania. W momencie wybudowania węzła fotoradar mógłby zostać przeniesiony w inne miejsce na terenie miasta i dalej użytkowany.

Rozwiązaniem na powyższe kwestie może być wprowadzenie fotoradaru, jednak w formie odcinkowego pomiaru prędkości. Koszt uruchomienia OPP na przykładzie trasy Łęczna - Turowola wyniósł 200 tysięcy zł (Puzio, 2016). OPP byłoby zarazem bardziej uniwersalnym rozwiązaniem od tradycyjnych fotoradarów, ze względu na większą możliwość ulokowania. Najkrótszy istniejący odcinek pomiaru prędkości znajduje się w Gorzycach i wynosi 850 metrów, w tej kwestii przepisy nie regulują, ile minimum powinien wynosić OPP. Z tym

względem, że musi być on ustawiony na drodze o stałej dopuszczalnej prędkości. Stąd też w celach przystosowania przedmiotowego zakrętu, przedłużono by odpowiednio odcinek z ograniczeniem prędkości do 60 km/h. Zaletą tego rozwiązania jest brak oddziaływania między innymi metalowych elementów drogi na wyniki pomiaru brak sytuacji związanych z nagłym hamowaniem kierowców przed fotoradarem oraz możliwość postawienia mandatów za naruszenie przepisów Kodeksu Drogowego.

Podsumowanie

Biorąc pod uwagę kolizje, które pomimo działań GDDKiA na „Zakręcie śmierci”, nadal występują należy zastanowić się nad poprawą bezpieczeństwa na danym odcinku, nie zważając na tymczasowość rozwiązania. Tym bardziej, że w chwili obecnej nie ma konkretnych terminów związanych z budową drogi S1 na odcinku Bielsko-Biała – Mysłowice. Argument o tymczasowości drogi jest oznaką ignorancji wobec zdarzeń na drodze oraz ofiar. Wymienione przez autorów artykułu rozwiązania mają na celu wymusić na kierujących obniżenie prędkości do dopuszczalnej i tym samym poprawę bezpieczeństwa.

Bibliografia

- [1] Michalak M. (2017, grudzień 20). Najbardziej niebezpieczne drogi w Polsce. W tych miejscach jest najwięcej kolizji. Źródło: www.motofakty.pl
- [2] Kawalec B. (2017, sierpień 23). Zakręt śmierci do likwidacji. Źródło: www.bielsko.biala.pl
- [3] Fotoradar na zakręcie śmierci? Jest oficjalny wniosek policji do GITD. (2017). Źródło: www.bielsko.info
- [4] Drabek P. (2016, listopad 17). Fotoradar na zakręcie mistrzów strzela fotki: 201257 zdarzeń drogowych, 5 wypadków, 52 kolizje. Źródło: www.dziennikzachodni.pl
- [5] Szalek J. (2016, grudzień 23). Ile "zarabia" jeden fotoradar? Szokujące wyliczenia. Źródło: www.moto.wp.pl
- [6] Puzio P. (2016, kwiecień 26). Odcinkowy pomiar prędkości. Mandaty sypią się setkami, a co z poprawą bezpieczeństwa?. Źródło: www.dziennikwschodni.pl
- [7] Krystek R. (2008). Węzły drogowe i autostradowe, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Warszawa, Polska.
- [8] Zakręt (Nie) dla idiotów. (2017). Źródło: www.beskidzka24.pl
- [9] Klimainec Ł., (2016, wrzesień 1). „Zakręt idiotów” Bielsko-Biała: tam winien jest kierowca, Źródło: www.dziennikzachodni.pl
- [10] Gaca S. (2002). Badania prędkości pojazdów i jej wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego, Zeszyty naukowe Inżynieria Lądowa. Kraków, Polska.
- [11] Monitoring prędkości – radarowe wyświetlacze prędkości. Źródło: www.systemy-informacyjne.pl
- [12] Opis oraz instrukcje niektórych radarów i fotoradarów. (2015). Źródło: www.anuluj-mandat.pl
- [13] Fotorapid CM – Instrukcja obsługi. (2008, lipiec). Źródło: www.anuluj-mandat.pl

STRESZCZENIE

Niebezpieczny zakręt łączący drogę S1 i S52 jest rozwiązaniem tymczasowym. W tym miejscu w przyszłości ma powstać węzeł drogowy. Aktualnie w miejscu tym dochodzi do wielu kolizji. Przedmiotowy fragment drogi jest oznaczony znakami informującymi o ograniczeniu prędkości oraz zbliżaniu się do łuku drogowego. Takie środki bezpieczeństwa nie zapobiegają zdarzeniom drogowym, które występują w tym punkcie. W ramach artykułu opracowane zostały propozycje poprawy bezpieczeństwa na fragmencie drogi obejmującym ostry zakręt. Pierwsza propozycja sprowadza się do wybudowania węzła drogowego, co powinno wzmacniać u kierowców czujność i zachowanie bezpieczeństwa. Kolejne rozwiązanie to wprowadzenie kontroli prędkości i w momencie przekroczenia prędkości wyświetlanie jej na znakach zmiennej treści dla każdego pasa ruchu. Takie podejście powinno się przyczynić do zmniejszenia prędkości przed łukiem i sprawne jego pokonanie. Ostatnią sugestią poprawy bezpieczeństwa jest zastosowanie odcinkowego pomiaru prędkości. Celem byłoby wymuszenie obniżenia prędkości pojazdów oraz egzekwowanie wykroczeń w postaci mandatów.

PERSPEKTYWY FUNKCJONOWANIA PRYWATNYCH PRZEWOŹNIKÓW NA ZASADACH OTWARTEGO DOSTĘPU DO INFRASTRUKTURY KOLEJOWEJ W POLSCE

Wprowadzenie

W związku z Dyrektywą WE dot. PTZ kraje członkowskie zostały zobligowane do rozdzielania jednej spółki zajmującej się transportem kolejowym na mniejsze zajmujące się odrębnymi sferami transportu. Z punktu widzenia wolnego rynku miało to zapoczątkować tworzenie się mniejszych firm zajmujących się transportem kolejowym co wg doświadczenia w innych dziedzinach gospodarki (banki, służba zdrowia, transport drogowy, producenci elektroniki) powodowało znaczny wzrost jakości i dostępności oraz spadek cen.

Dodatkowo zauważalny spadek obsługiwanych linii kolejowych oraz liczby przewiezionych pasażerów spowodował znaczne pogorszenie się sytuacji finansowej państwowych przedsiębiorstw kolejowych. W związku z powyższym zdecydowano się oddać część rynku w ręce prywatne co miało mieć pozytywny wpływ na stan kolei w państwach post-socjalistycznych (w tym: Polska, Czechy, Słowacja, Włochy, Austria)

Najważniejszym założeniem z punktu widzenia nowego, prywatnego przewoźnika kolejowego było rozdzielenie funkcji Przewoźnika i Zarządcy Infrastruktury. Jest to mała zmiana organizacyjna, bowiem już w latach 60 zdecydowano się wydzielić z państwowych przedsiębiorstw kolejowych dyrekcje danych okręgów. Nadal jednak zwierzchnikiem był przewoźnik i operator państwowy. Zmiana miała polegać głównie na rozdzieleniu majątkowym oraz osobnym kanale finansowania. Do Zarządcy Infrastruktury miała należeć teraz infrastruktura kolejowa a do przewoźnika tabor. Takie rozdzielenie powoduje, iż jeden główny przewoźnik państwowy nie może wywierać wpływu na zarządcę infrastruktury pozwalającej na zawieranie umów innymi przewoźnikami. Skutkuje to brakiem dominującej pozycji przewoźnika państwowego na rynku.

1. Przegląd prywatnych przewoźników kolejowych w Europie

W tej części artykułu zaprezentowany zostanie przegląd wybranych prywatnych przewoźników kolejowych w Europie, wraz z charakterystyką prowadzonej przez nich działalności. Tego typu rozeznanie jest istotne z punktu widzenia późniejszej oceny możliwości wprowadzenia analogicznie działających spółek do Polski.

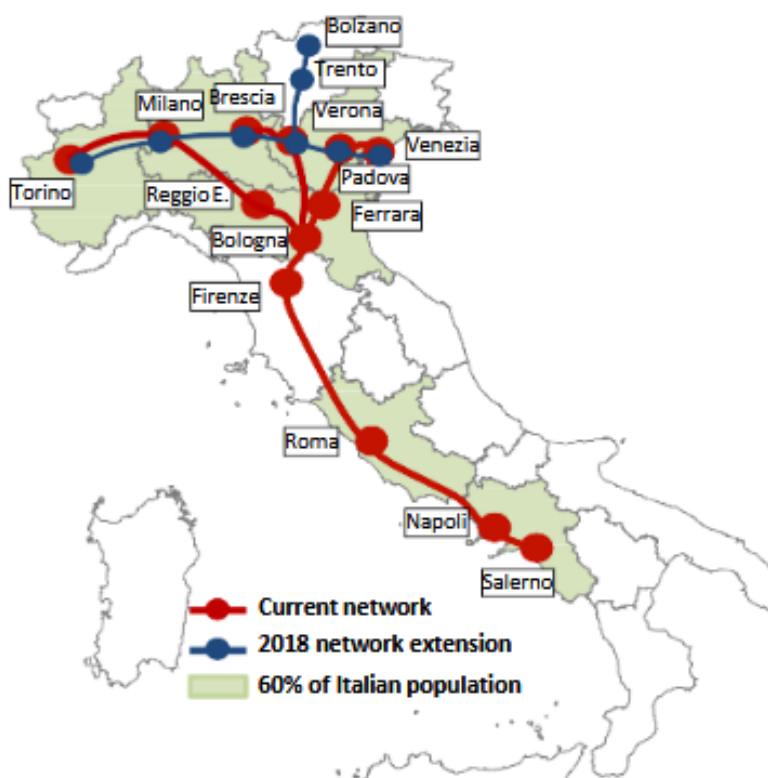
1.1. Nuovo Trasporto Viaggiatori

Spółka Nuovo Trasporto Viaggiatori (NTV) założona przez grupę włoskich przedsiębiorców jest przewoźnikiem prywatnym, który jako jedyny w Europie prowadzi pasażerskie przewozy komercyjne na liniach wysokich prędkości. Utworzenie tego typu przedsiębiorstwa było możliwe dzięki zainicjowanej w 2003 roku reformie włoskich kolei obejmującej liberalizację

rynku przewozów i otwarcie go na konkurencję. Mimo, iż spółka NTV została założona w 2006 roku, to pierwszy pociąg wyjechał na trasę dopiero w roku 2012. Dopełnienie wszelkich kwestii formalnych, pozyskanie zabezpieczenia finansowego oraz skompletowanie niezbędnego do obsługi połączeń taboru zajęło więc przewoźnikowi niemal 6 lat. Wsparcie technologiczne zapewniane było przez francuskie koleje państwowe (SNCF), które przez kilka lat były również właścicielem 20% akcji spółki.

Pierwszy pociąg spółki NTV pod marką Italo wyjechał w roku 2012 na trasę pomiędzy Rzymem, a Mediolanem. Obecnie pociągi NTV kursują między silnie rozwiniętymi gospodarczo miastami na północy Włoch takimi jak Turyn, Mediolan czy Wenecja oraz Rzymem Neapolem i Salerno, a siatka połączeń jest cały czas rozwijana przez przewoźnika. W 2018 roku planowane jest poszerzenie oferty o miejscowości takie jak Bolzano i Trydent, oraz uruchomienie pociągów na nowej linii z Wenecji do Turynu (Rys. 1).

Rys. 1. Sieć połączeń NTV



Źródło: Nuovo Trasporto Viaggiatori - Italo Company profile

Pociągi przewoźnika zatrzymują się w 14 włoskich miastach, rozwijając prędkość do 300 km/h (składy są przystosowane do podniesienia prędkości maksymalnej do 350 km/h). Przewoźnik wykorzystuje dwa typy składów pasażerskich, z których każdy może pomieścić niemal 500 pasażerów, klienci mają do wyboru 4 klasy o różnym standardzie (Rys. 2). Ceny najtańszych biletów z Rzymu do Mediolanu (miasta oddalone od siebie o 479 km) zaczynają się od 20 Euro, zaś podróż trwa 3 godziny.

Rys. 2. Wnętrze pojazdu NTV w klasie PRIMA



Źródło: <https://www.italotreno.it/en/the-train>

1.2. Thello

Powstanie Thello jest bezpośrednio związane z wejściem na rynek innego prywatnego przewoźnika we Włoszech – NTV. Do roku 2011 połączenia międzynarodowe pomiędzy Włochami a Francją były realizowane przez spółkę Artesia, będącą wspólnym projektem włoskich i francuskich kolei państwowych. Po powstaniu spółki NTV francuski operator (SNCF) zdecydował się wesprzeć technologicznie nowego przewoźnika, który w planach miał konkurować z kolejami włoskimi (Trenitalia), co skutkowało również zakończeniem współpracy między powyższymi firmami w ramach spółki Artesia. Obsługę dziennych połączeń międzynarodowych powierzono SNCF, natomiast połączeń nocnych Między Paryżem, Dijon, a północną częścią Włoch przejęła nowo powstała spółka Thello, będąca wspólnym przedsięwzięciem włoskich kolei państwowych oraz prywatnej francuskiej spółki Transdev. Thello stała się pierwszym prywatnym przewoźnikiem pasażerskim działającym na zasadach otwartego dostępu do infrastruktury we Francji. Kilka lat później Transdev sprzedał swoje udziały do spółki Trenitalia, która aktualnie sprawuje nadzór nad spółką.

Pociągi Thello kursują w nocnej relacji Wenecja – Paryż, dodatkowo od 2014 roku również z Mediolanu do Marsylii (połączenia dzienne). Przewoźnik dysponuje obecnie jedynie składami wagonowymi, realizując nimi zaledwie 4 pary połączeń dziennie. Podróżni mają do dyspozycji dwie klasy (1 i 2) w pociągach dziennych, w pociągu nocnym natomiast pasażerowie mają do dyspozycji przedziały o różnym standardzie, najniższym jest sześćoosobowy przedział z miejscami do leżenia, a najwyższym jednoosobowy przedział sypialny wyposażony w indywidualną kabinę prysznicową (Rys. 3). Ceny biletów na podróż pomiędzy oddalonymi od siebie o 844 km Wenecją i Paryżem zaczynają się od 35 Euro.

W planach zarządu jest rozwinięcie siatki połączeń o połączenia wysokich prędkości we Francji (po otwarciu rynku francuskich przewozów pasażerskich na konkurencję). Tym samym Thello stałaby się drugim po NTV prywatnym przewoźnikiem działającym komercyjnie na liniach wysokich prędkości. W przypadku Thello kontrowersje może jednak wzbudzać fakt, iż akcjonariuszem posiadającym całkowity nadzór nad spółką są Włoskie Koleje Państwowe.

Rys. 3 Wnętrze wagonu sypialnego Thello



Źródło: <https://www.thello.com/wp-content/uploads/2018/04/gu-vl-01-jour.jpg>

1.3. RegioJet

RegioJet to czeski wolnorynkowy przewoźnik kolejowy powstały po znaczących zmianach w prawie czeskim jako „spółka-córka” przewoźnika autobusowego oraz biura podróży Student Agency. Przewoźnik w 2011 roku rozpoczął kursowanie uruchamiając pociągi okazjonalne i przewożąc trakcie jednego weekendu na jednej z obsługiwanych linii ponad 4000 pasażerów. Linia ta została zamknięta przez koleje czeskie kilka lat wcześniej z powodu rzekomego braku rentowności. Przewoźnik posiada wiele typów pojazdów i wagonów, m. in. lokomotywy: Skoda 163 sprowadzone z Włoch oraz używane wagony z Austrii zmodernizowane przez Czeskie firmy i nowe wagony wyprodukowane w Rumunii (Rys. 4).

Rys. 4 Wagon RegioJet wyprodukowany w Rumunii.



Źródło: http://www.vagonweb.cz/fotogalerie/CZ/RJ_Bmpz.php?&lang=pl

1.4. LEO Express

LEO Express to czeski prywatny przewoźnik kolejowy założony w 2011 roku jako RAPID Express wykonujący przewozy pomiędzy Pragą a Ostrawą z wykorzystaniem Jednostek zespolonych Stadler FLIRT. Genezą powstania LEO Express (wcześniej znanego jako RAPID Express) było konkurowanie z Kolejami Czeskimi i utworzonym rok wcześniej (2011) prywatnym przewoźnikiem RegioJet

Pierwszy pociąg został odebrany przez właściciela 5 lutego 2011 roku. Przewoźnik obecnie posiada 5 pięcioczłonowych pociągów, które zostały wyprodukowane w fabryce w Siedlcach w Polsce. Podjazdy rozwijają prędkość 160 km/h i posiadają 237 miejsc w trzech klasach, wi-fi, powiększoną przestrzeń na bagaże, 3 toalety. Ciekawostką jest fakt, iż zaraz po odebraniu ostatniego pojazdu przez LEO Express ówczesny prezes firmy Stadler Peter Spuhler wykupił większość udziałów w spółce.

LEO Express rozpoczął obsługę połączeń na trasie Praga Główna – Ostrawa Główna 9 grudnia 2012 roku. Sprzedaż biletów odbywa się głównie poprzez stronę internetową oraz mocno rozbudowaną sieć agentów sprzedażowych, do których w 2018 roku dołączyła sieć kiosków RELAY. Dodatkowo przewoźnik cały czas rozwija swoje aplikacje mobilne oraz planowana jest współpraca z innymi przewoźnikami obsługującymi przedmiotową relację (tzw. wspólny bilet).

1.5. Locomore GmbH & Co

Locomore GmbH & Co to spółka założona w 2007 przez niemieckiego przedsiębiorcę Derek'a Ladewiga, który posiadał 61,5% akcji spółki. W 2009 roku Locomore nabyło 17,5% akcji w nowopowstałej spółce Hamburg-Köln-Express GmbH, która w 2012 roku jako prywatny przewoźnik rozpoczyna kursowanie pomiędzy Hamburgiem a Kolonią. Także w 2012 roku Locomore pozbyła się swoich akcji w spółce, chcąc utworzyć własne połączenia kolejowe będąc tańszą alternatywą dla narodowego przewoźnika – Deutsche Bahn. Z pomocą publicznej zbiórki pieniędzy cel ten udało się zrealizować w 2016 roku, gdy 14 grudnia pociągi spółki rozpoczęły regularne kursowanie między Stuttgartem, a berlińską stacją Lichtenberg, zatrzymując się na 16 stacjach pośrednich. Maksymalna prędkość pociągów to 200 km/h. Połączenie jest obsługiwane pociągami składającymi się ze zmodernizowanych wagonów oraz lokomotyw należących do firmy Hector Rail (Rys. 5), od której przewoźnik je wynajmuje. W maju 2017 z powodu trudnej sytuacji finansowej spółka zawiesiła kursowanie swoich pociągów. Sytuacja zmieniła się latem 2017 roku, gdy spółka zostaje przejęta przez czeskiego, prywatnego przewoźnika kolejowego – spółkę LEO Express. Wznowienie kursowania pociągów Locomore nastąpiło 24 sierpnia 2017 roku. Spółka LEO Express odpowiada za świadczenie usług przewozowych pod marką Locomore, natomiast sprzedaż biletów odbywa się za pośrednictwem platformy autokarowej FlixBus. Obecnie ceny biletów pomiędzy Berlinem a Stuttgartem zaczynają się od 4 Euro.

2. Korzyści z funkcjonowania przewoźników działających komercyjnie

Systemy gospodarcze wszystkich państw europejskich oraz większości państw na całym świecie funkcjonują na zasadach kapitalizmu – systemu opartego na prywatnej własności środków produkcji i wolnej konkurencji między podmiotami. Faktem jest, iż nawet w państwach kapitalistycznych o gospodarce wolnorynkowej pewne struktury, usługi i spółki pozostają pod kontrolą państwa. W związku z rozbudowaną jego rolą w życiu społecznym ważnym aspektem jest ustalenie wirtualnej granicy pomiędzy istotnym wpływem państwa na działanie wolnorynkowej gospodarki, a pozwoleniu na zachodzenie procesów samoregulujących rynek, w tym rynek kolejowych przewozów pasażerskich.

Finansowanie pociągów kursujących w Polsce i innych krajach europejskich odbywa się na zasadzie umowy o świadczenie usługi publicznej. Wybrany operator realizuje połączenia i rozlicza się z podmiotem finansującym poprzez otrzymanie rekompensaty za wykonane połączenie. Podmiot finansujący nie przeprowadza badań dotyczących obłożenia składów i ich zapelnienia ani drobiazgowych kontroli dotyczących jakości oferowanych usług (nie stawia też zbyt dużych wymagań co do powyższych kryteriów).

Rys. 5 Pociąg Locomore prowadzony przez lokomotywę HectorRail



Źródło: <http://www.bahnbilder.de/1200/locomore-wieder-leinetal-unterwegs-am-1045870.jpg>

Jeżeli chodzi o połączenia nie realizowane na podstawie umowy o świadczenie usługi publicznej, przewoźnik może starać się o wydanie Otwartego Dostępu dla danej relacji. Aby uzyskać otwarty dostęp w Polsce trzeba spełnić trzy warunki: posiadać odpowiednie certyfikaty, ważną licencję przewoźnika oraz przejść skomplikowaną procedurę dotyczącą wniosków o badanie celu głównego oraz równowagi ekonomicznej, która może ulec zachwianiu po wprowadzeniu nowego połączenia.

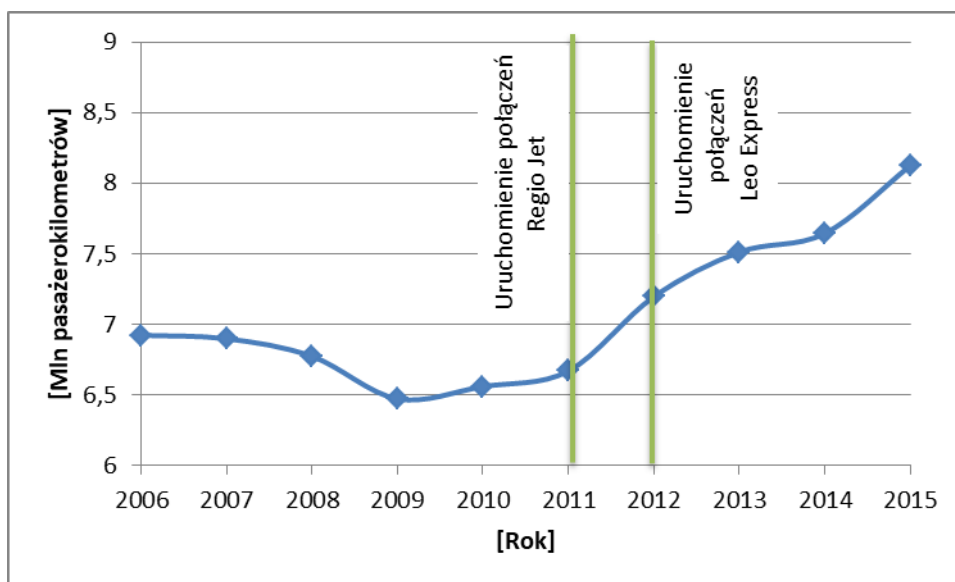
Przychody z funkcjonowania kolei nie są w stanie pokryć kosztów (w szczególności kosztów infrastrukturalnych). Zatem rola państwa jako organizatora przewozów jest nieunikniona. Kwestie infrastrukturalne pozostają w gestii budżetu centralnego również w innych obszarach gospodarki (drogi, porty itp.). Jednak struktura organizacyjna kolei, oddziela od siebie zarządcę infrastruktury od instytucji jaką jest przewoźnik.

Z punktu widzenia użytkownika kolei kwestie finansowania jej i jej struktury organizacyjnej nie są brane pod uwagę przy wyborze formy transportu. Determinanty to czas, komfort oraz cena podróży. Obecnie kolej nie jest również jedynym możliwym do wyboru środkiem transportu, lecz jednym z wielu, wśród których można wyróżnić komunikację autobusową, lotniczą oraz w szczególności prywatne samochody. Dlatego właśnie usługa kolejowa musi być konkurencyjna w odniesieniu do pozostałych środków transportu i na tyle atrakcyjna dla podróżnego, by zdecydował się na skorzystanie z niej. Koleje państwowe uwzględniając rosnące oczekiwania podróżnych starają się wyjść im na przeciw stosując dynamiczne ceny biletów (w większości państw europejskich, w tym również w Polsce). Zmieniają się one w zależności od popytu. Zwiększony jest też standard podróży. Wszystkie te działania kreowane są jednak w pewnym sensie sztucznie, szczególnie gdy na torach nie ma realnej konkurencji.

W najbardziej spektakularnej formie można obecnie zaobserwować konkurencję na torach w dwóch europejskich państwach – we Włoszech oraz w Czechach. Obserwując ofertę przewozową na trasach obsługiwanych przez konkurencyjne firmy można zaobserwować

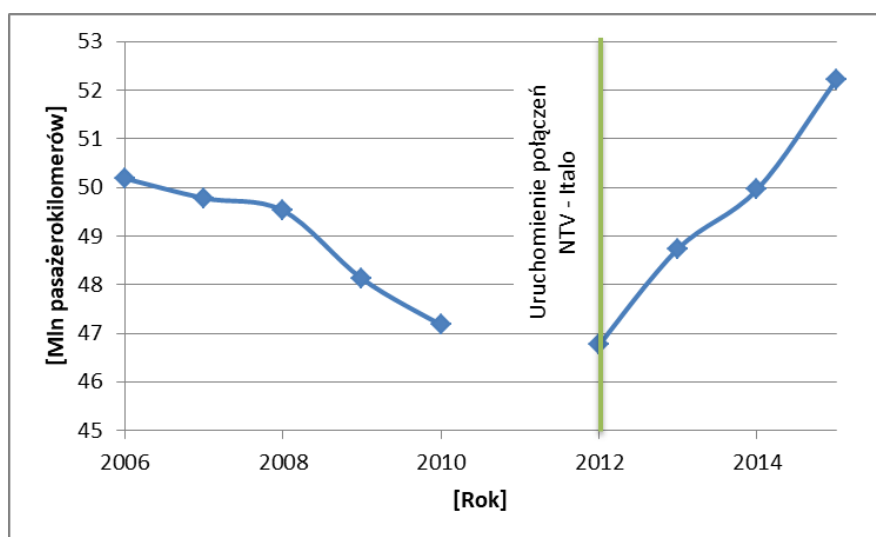
znaczny wzrost zainteresowania przejazdami koleją. Pierwszy i zarazem najistotniejszy, bo świadczący o zainteresowaniu koleją aspekt, to liczba podróżnych. Zaprezentowane na Rys. 6 i Rys. 7 dane dotyczą liczby pasażerokilometrów na całej sieci kolejowej zarówno we Włoszech, jak i w Czechach. Zauważalnym jest fakt, iż lata wejścia na rynek przewoźników komercyjnych i tym samym rozpoczęcia konkurencji na torach stanowią przełom - liczba podróżnych zaczyna wzrastać (Włochy) lub rośnie tempo wzrostu (Czechy).

Rys. 6. Liczba pasażerokilometrów na przestrzeni lat



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Eurostat

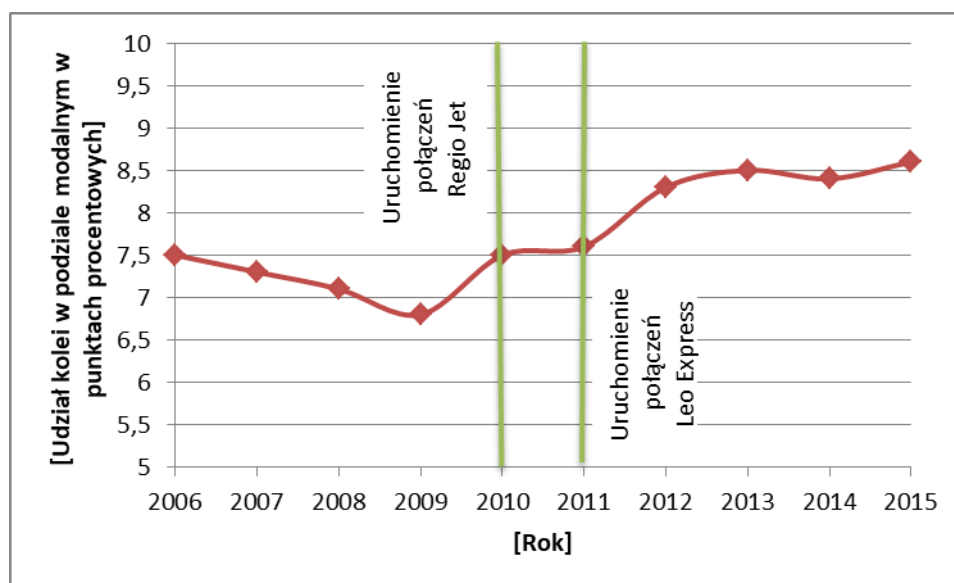
Rys. 7. Liczba pasażerokilometrów we Włoszech



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Eurostat

Kolejnym istotnym wyznacznikiem jest wzrost udziału kolei w podziale modalnym (pomiędzy różnymi środkami transportu). Dobrze widoczne jest to na przykładzie Czech, gdzie w okresie rozpoczęcia konkurencji na torach atrakcyjność oferty kolejowej przyczyniła się do rezygnacji podróżnych z innych środków transportu (Rys. 8).

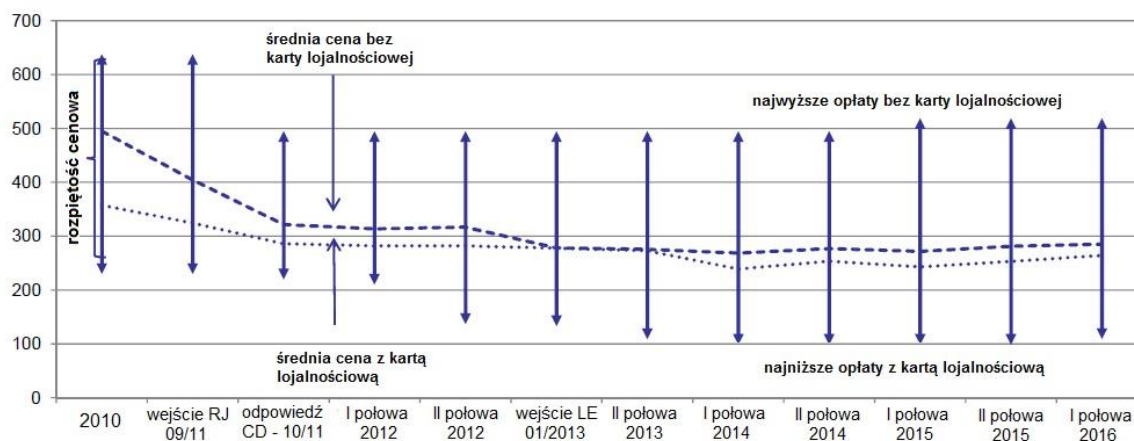
Rys. 8 Udział kolei w podziale modalnym w Czechach



Źródło: opracowanie własne na podstawie Eurostat

Tendencje o których mowa była powyżej powstają bezpośrednio dzięki wzrostowi atrakcyjności usług kolejowych dla podróżnych. Pierwszym aspektem, na który zwracają uwagę pasażerowie to ceny przejazdów. W obydwu analizowanych państwach średnie ceny biletów, dzięki występowaniu zjawiska konkurencji spadły o około 40 % (Rys. 9).

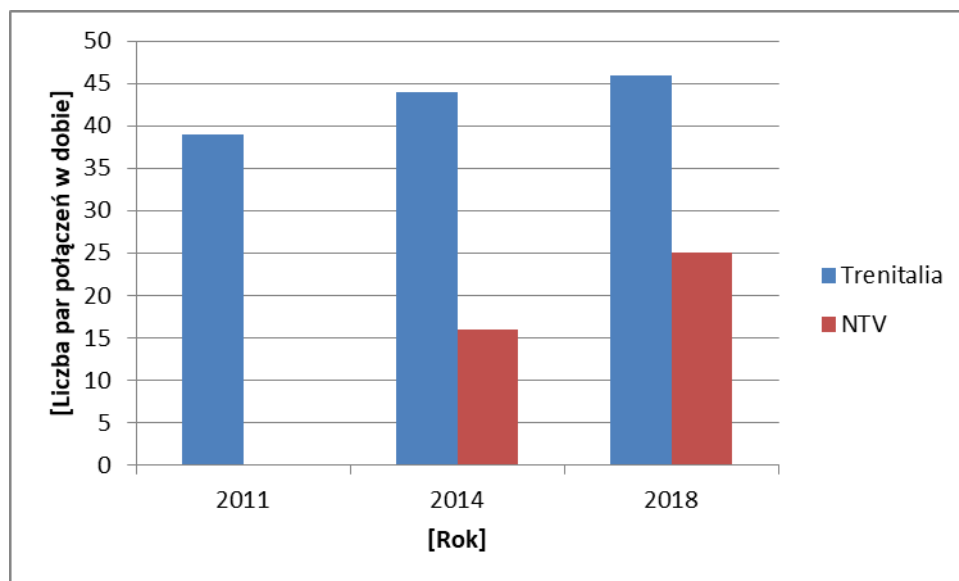
Rys. 9. Zmiana poziomu cen biletów na trasie Praga - Ostrawa w okresie wejścia na rynek prywatnych operatorów



Źródło: “Open access passenger rail” Zdeněk Tomeš, Masaryk University

Oprócz spadku cen można zaobserwować też wzrost liczby połączeń. We Włoszech, na trasie z Mediolanu do Rzymu przez kilka lat liczba połączeń wzrosła o kilkadziesiąt, co jest wynikiem co najmniej imponującym (Rys. 10).

Rys. 10. Liczba par pociągów uruchamianych na trasie KDP Mediolan - Rzym przez NTV i Trenitalia



Źródło: Patuelli A. High-speed rail: is competition in the market sustainable? An Italian case. oraz opracowanie własne

Niewątpliwie znaczenie dla pasażerów ma również standard podróży. Warto zwrócić uwagę na fakt, iż w porównaniu do standardowych dwóch klas w pociągach (powszechnie stosowany podział na 1 i 2 klasę), zarówno we Włoszech jak i w Czechach pasażerowie mogą wybierać w bardzo zróżnicowanej gamie możliwości skierowanej do różnych grup użytkowników: od stref nisko kosztowych (bez obsługi stewardów) po strefy premium. Państwowi przewoźnicy prześcigają się z konkurentami w walce o klientów, których każdemu z przewoźników jak na razie przybywa, umożliwiając kolei dynamiczny rozwój.

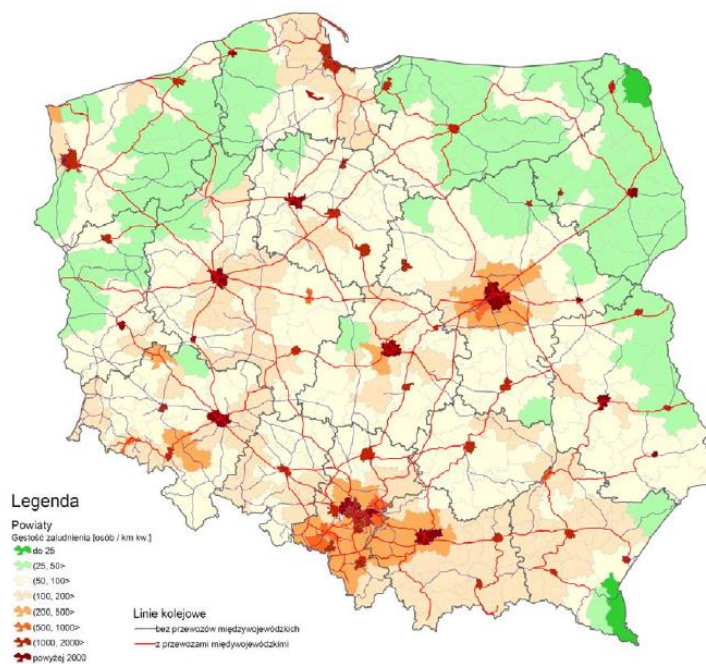
3. Możliwości funkcjonowania prywatnych przewoźników na zasadach otwartego dostępu do infrastruktury kolejowej w Polsce

Dzięki szczegółowej analizie zaprezentowanych powyżej przykładów funkcjonowania prywatnych kolejowych przewoźników pasażerskich i biorąc pod uwagę korzyści wynikające z ich obecności na rynku przewozów dokonano przeglądu możliwych perspektyw funkcjonowania analogicznych przewoźników w Polsce.

Główną determinantą funkcjonowania prywatnego przewoźnika jest występowanie wysokich potoków pasażerskich. Pociągi spółki Locomore obsługują aż 4 miasta posiadające powyżej 500 tys. mieszkańców oraz zapewniają dogodny dojazd na trzecie co do wielkości lotnisko w Europie – Frankfurt Flughafen. Połączenia włoskich kolei NTV obejmują zasięgiem rejony, które w sumie zamieszkiwane są przez 60% populacji Włoch.

W przypadku Polski takimi odcinkami są połączenia łączące duże generatory potoków pasażerskich, którymi są okręgi: warszawski, krakowski, wrocławski, poznański, szczeciński, lubliński a także Trójmiasto oraz Górnośląski Okręg Przemysłowy (Rys. 11).

Rys. 11. Gęstość zaludnienia w Polsce



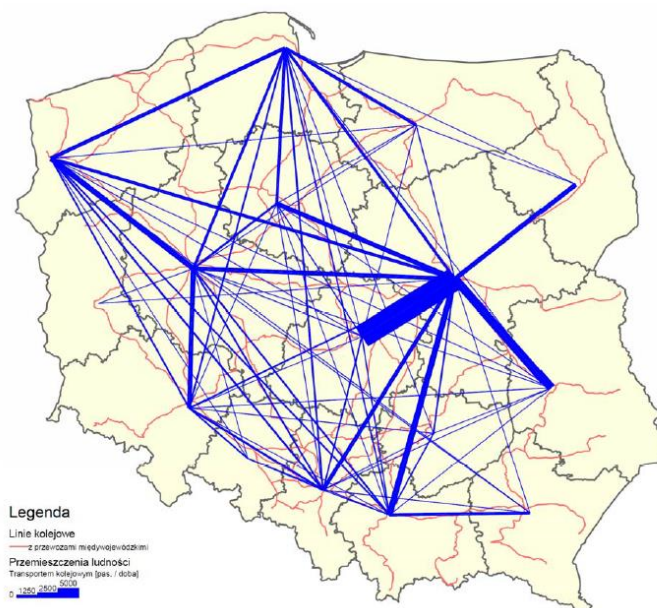
Źródło: Załącznik nr 1 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 8 grudnia 2016 (poz. 1996)

Odcinki, na których występują największe potoki podróżnych w transporcie kolejowym w Polsce to w szczególności relacje komunikujące miasto stołeczne Warszawa z największymi skupiskami ludności takimi jak: Łódź, Kraków, Lublin, Katowice, Gdynia; oraz relacja: Wrocław – Poznań – Szczecin (Rys. 12). Na wspomnianych relacjach państwowy przewoźnik PKP Intercity uruchamia przewozy z wykorzystaniem najwyższej klasy taboru między innymi typu *Pendolino*. Taka sytuacja funkcjonuje już w Czechach, gdzie na odcinku Ostrawa – Praga, pociągi kolei czeskich konkurują ze prywatnymi przewoźnikami: LEO Express oraz RegioJet. Każda z wymienionych firm odnajduje swoją niszę na tym rynku, co w efekcie powoduje, że wszystkie mają wymierne korzyści z obsługiwanego przedmiotowej linii, mimo wspomnianej wyżej konkurencji.

Kolejnym istotnym czynnikiem w perspektywie funkcjonowania przewoźnika kolejowego jest prędkość szlakowa, tak aby czas przejazdu pomiędzy dwoma punktami był możliwie jak najkrótszy. Potencjalny pasażer oprócz ceny biletu oraz komfortu bierze pod uwagę podczas wyboru środka transportu czas jazdy. Rozwiązaniem jest korzystanie z linii o najwyższych prędkościach szlakowych (Rys. 13).

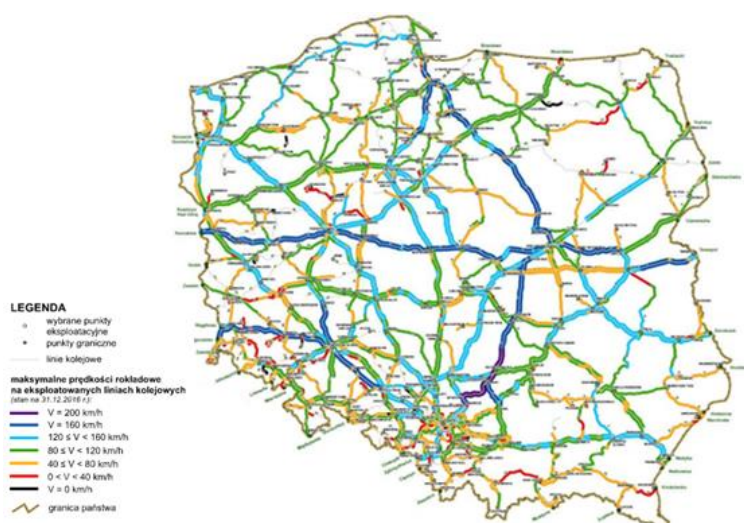
Fundusze prywatnych przewoźników w większości pochodzą z prywatnych funduszy inwestycyjnych działających z aktywnym wykorzystaniem majątku inwestorów. W przypadku kolei prywatnych można mówić o połączeniach rentownych lub nierentownych. Obsługa nierentownych połączeń jest zapisana w umowie o świadczenie usługi publicznej i to organizator finansuje jej działanie po ustaleniu jakimi środkami dysponuje. Linie atrakcyjne finansowo są również zamawiane przez organizatora dlatego prywatny przewoźnik, który ma aspirację realizować przewozy w tej relacji musi starać się o wydanie otwartego dostępu. Na przykładzie włoskim można zauważyć, iż dość duża inwestycja w tabor (na poziomie 135 mln €) może być określona za bezpieczną i o krótkim czasie zwrotu.

Rys. 12 Mapa przemieszczeń ludności w Polsce



Źródło: Załącznik nr 1 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 8 grudnia 2016 (poz. 1996)

Rys. 13 Maksymalne prędkości rozkładowe w Polsce



Źródło: Załącznik nr 1 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 8 grudnia 2016 (poz. 1996)

Jako że opisuje się prywatnych przewoźników, niemożliwe jest znalezienie zysków lub strat z prowadzenia działalności przewozowej. Można zauważyć również, że firmy przewozowe są finansowane z różnych źródeł i jako że same w sobie są inwestycją muszą liczyć się z tym, że inwestorzy będą chcieli przekazać część wypracowanego zysku na kolejne inwestycje niezwiązane z działalnością kolejową (NTV) lub rozwojem połączeń poza pierwotną siatkę (LEO Express, RegioJet).

Bibliografia

- [1] Oficjalna strona internetowa marki Italo: <https://www.italotreno.it/en>.
- [2] Patuelli A. *High-speed rail: is competition in the market sustainable? An Italian case*". University of Birmingham
March - April 2015 International Research Society for Public Management Conference 2015.
- [3] Oficjalna strona przedsiębiorstwa Artesia: <http://www.europeanrailguide.com/trains/artesia>.
- [4] Tomeš Z. *Open access passenger rail competition in the Czech Republic*. Transport Policy, 47, 203-211.
- [5] Artykuł dotyczący wdrożenia połączeń w ramach Thello: *Thello brings open access to France*:
<http://www.railwaygazette.com/news/single-view/view/thello-brings-open-access-to-france.html>.
- [6] Solinska M. Iwaszczuk N. (2008) *Rola małych i średnich przedsiębiorstw w gospodarce rynkowej*, Politechnika Krakowska.
- [7] Desmaris C. *High Speed Rail Competition in Italy. A Major Railway Reform with a "Win-Win Game"?*
International Transport Forum September 2016r.
- [8] Borrow K. *Thello plans French high-speed services* (23.03.2018):
<http://www.railjournal.com/index.php/europe/thello-to-launch-french-high-speed-services.html>.
- [9] Timetable of Thello trains (valid from 10.12.2017): <http://www.thello.com/en/marseille-milan/timetable>.
- [10] Finger M., Kupfer D., Montenero-Pascual J. *Competition in the railway passenger market*. Research Project Report. Florence School of Regulation, November 2016.
- [11] *RegioJet launch brings inter-city competition* (from 29.08.2011):
<http://www.railwaygazette.com/news/policy/single-view/view/regiojet-launch-brings-inter-city-competition.html>.
- [12] Casullo L. *The Efficiency Impact of Open Access Competition in Rail Markets*. International Transport Forum March 2016r.
- [13] *First Leo Express train handed over* (from 08.02.2011): <http://www.railwaygazette.com/news/single-view/view/first-leo-express-train-handed-over.html>.
- [14] *CLEO Express carries first passengers* (from 15.11.2012):
<http://www.railwaygazette.com/news/passenger/single-view/view/leo-express-carries-first-passengers.html>.
- [15] Cennik biletów pociągów spółki Locomore ważny od 24 sierpnia 2017 roku:
https://locomore.eu/download/20170824_Tarif_LEO_Anlage-1_Preisspannen-Basic_genehmigt.pdf .
- [16] *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 8 grudnia 2016 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie planu zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego w zakresie sieci komunikacyjnej w międzywojewódzkich i międzynarodowych przewozach pasażerskich w transporcie kolejowym* , (Dz.U. z dnia 9 grudnia 2016 r. poz. 1996).
- [17] Wykres: „verage prices have dropped sharply in all countries: -42% in the Czech Republic and -40% in Italy” artykuł FSR RR 2016
- [18] *Mapa linii kolejowych – Maksymalne prędkości rozkładowe na eksploatowanych liniach kolejowych* (stan na 1.07.2015) - <http://www.plk-sa.pl>.

TRANSPORT NIENORMATYWNY ŁOPAT ELEKTROWNI WIATROWYCH

Wprowadzenie

Transport ładunków ponadnormatywnych jest jedną z najtrudniejszych gałęzi transportu drogowego. Wpływa na to wiele czynników, takich jak konieczność otrzymania odpowiednich zezwoleń, opinii czy ekspertyz od wielu niezależnych jednostek. Do tego należy wspomnieć o pokonywaniu dróg niejednokrotnie nieprzystosowanych do tak dużych gabarytów przejazdu, czego wynikiem jest zaangażowanie znacznie większej ilości osób niż w przypadku normatywnych transportów drogowych. Kolejnym z utrudnień są godziny przejazdu, które zazwyczaj wypadają w godzinach nocnych, ściśle określonych w zezwoleniu, co w przypadku niedogodności napotkanych po drodze może znacznie opóźnić czas przejazdu. Drogowe transporty nienormatywne są nieodłączną częścią ruchu drogowego, nawet pomimo wielu trudności napotykanych już w początkowych etapach organizacji takiego przedsięwzięcia.

Elektrownie wiatrowe – jedno ze źródeł odnawialnej i ekologicznej energii elektrycznej – produkowane i używane są w wielu miejscach na świecie, zarówno na lądzie jak i oceanach. O ile transport do morskich farm wiatrowych odbywa się z użyciem statków, o tyle na lądzie transport elementów niezbędnych do budowy takiej elektrowni odbywa się najczęściej z udziałem pojazdów ciężarowych. Ze względu na swoje rozmiary są one niemal zawsze klasyfikowane jako nienormatywne przez znaczną masę jak i swoje wymiary.

1. Prawo i obowiązki w transporcie nienormatywnym

Pojęciem transportu ponadnormatywnego określamy każdy pojazd lub zespół pojazdów, który przekracza przynajmniej jeden podany w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury wymiar długości, szerokości wysokości lub masy – odpowiednio 16,50 m, 2,55 m, 4,00 m lub 40 Mg [1]. Zezwolenia na wykonywanie przejazdu zestawem nienormatywny wydawane są na czas nieokreślony, określony lub w wyznaczonym czasie (nie dłuższy niż 7 dni) i wyznaczonej trasie [2], a jest to zależne od przekroczonych wartości, czyli rodzaju kategorii. Istotnym jest Art. 64 Prawa o ruchu drogowym stanowiący o tym, że pojazdem ponadnormatywnym może być przewożony jedynie ładunek niepodzielny – taki, który bez współmiernie wysokich kosztów lub ryzyka powstania szkody nie może być podzielony na dwa lub więcej mniejszych ładunków. Kolejnym z wymagań stawianych przed osobami transportującymi ładunki ponadnormatywne jest wymóg zawarty w Art. 63 Ustawy Prawo o ruchu drogowym, który mówi o zachowaniu szczególnej ostrożności przez kierującego pojazdem ponadnormatywnym [3], co bezpośrednio wpływa na koncentrację i szybsze zmęczenie kierowcy podczas jazdy. Warto również nadmienić, że tego typu przejazdy nie są zwolnione z przestrzegania przepisów Rozporządzenia (WE) 561/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie harmonizacji niektórych przepisów socjalnych odnoszących się do transportu

drogowego [4]. Oznacza to, że przy planowaniu i realizacji takich przejazdów należy pamiętać o wybraniu trasy w taki sposób, aby kierowca mógł odebrać należny mu odpoczynek w miejscu zapewniającym bezpieczeństwo zarówno jemu jak i innym uczestnikom ruchu drogowego, co przy znacznie zwiększonych wymiarach zestawu pojazdów może okazać się utrudnione.

W przypadku transportu elementów elektrowni wiatrowych zlecającym przewóz w większości przypadków jest firma zajmująca się produkcją i montażem tychże. Do jej obowiązków należy podanie w zleceniu transportowym wszystkich niezbędnych informacji, dzięki którym będzie możliwość prawidłowego przygotowania przesyłki i realizacji przewozu. Istotne są przede wszystkim gabaryty oraz masa elementu, konieczne, aby właściwie dobrać środek transportu wraz z jego odpowiednią mocą oraz ładownością. Kolejną z istotnych informacji jest poinformowanie o miejscu za i rozładunku, aby przewoźnik mógł ocenić możliwość wykonania przewozu oraz ubiegać się o wydanie zezwolenia na przewóz ładunku ponadnormatywnego na danej trasie. Zlecający powinien również przedstawić całą specyfikację przewożonego ładunku, tak aby można było wyznaczyć środek ciężkości przewożonego towaru, odpowiednio zabezpieczyć towar bez narażania pozostałych uczestników ruchu drogowego oraz ludzi postronnych, jednocześnie nie uszkadzając przewożonego dobra.

Przewoźnik w przypadku przyjęcia tego rodzaju zlecenia transportowego ma znacznie więcej obowiązków, chociażby dlatego, że każdy taki przewóz wymaga indywidualnego przygotowania całego procesu. Nawet kiedy dana firma transportowa wykonywała już wcześniej podobne zlecenie, nie można mówić o powtarzalności. Mimo pozornie takich samych ładunków, do każdego konieczne jest indywidualne podejście ze względu na wartość materialną przewożonych towarów oraz niejednokrotnie unikalność transportowanego dobra, którego ponowne wyprodukowanie może zająć miesiące. To przewoźnik odpowiedzialny jest za dialog z odpowiednimi instytucjami zarządzającymi infrastrukturą, po której będzie przebiegać trasa przejazdu czy ubiegać się o zezwolenie danej kategorii. Kolejnym z obowiązków jest wizja lokalna wybranej trasy. Pozwala ona uniknąć sytuacji, kiedy to zbyt długi zestaw pojazdów nie zmieści się w ciasnym zakręcie. Po konsultacjach z kierowcami i przedstawicielami firm transportowych specjalizujących się w tego typu usługach okazuje się, że trasa pomiędzy nadawcą i punktem docelowym wynosi 100 km, jednak często pokonać trzeba nawet cztery razy więcej. Spowodowane jest to stanem dróg, po których odbywać ma się przejazd, wysokością i nośnością mostów czy siecią trakcji elektrycznych (tramwajowych, kolejowych) lub nawet telefonicznych. W przypadku bardzo ciężkich ładunków obiekty mostowe poddawane są ekspertyzie na ich wytrzymałość. Wszystkie z tych aspektów są uwzględniane zarówno podczas wizji lokalnej jak i wydawania zezwolenia przez odpowiedniego urzędnika. W gestii przewoźnika leży również skoordynowanie transportu z zewnętrznymi osobami obecnymi przy załadunku lub rozładunku, takimi jak na przykład usługi rozładunku naczepy za pomocą dźwigu. Wszystkie wspomniane powyżej czynności wymagają niezwyklego doświadczenia oraz umiejętności połączenia pracy wielu ludzi w całość [5].

Dla przejazdów ponadnormatywnych przewidziano siedem kategorii, wydawanych zależnie od stopnia przekroczenia dopuszczalnych wymiarów, rzeczywistych mas całkowitych pojazdów lub nacisków osi, które są określone w załączniku do ustawy prawo o ruchu drogowym.

Porównując wymiary elementów elektrowni wiatrowych można łatwo stwierdzić, że łopaty będą przekraczać dopuszczalne długości w kategoriach I – VI, zatem na realizację transportu należy uzyskać zezwolenie VII kategorii. Dla każdego z zezwoleń ustalona jest maksymalna stawka za jego wydanie w Ustawie Prawo o ruchu drogowym Art. 64f [3], która jednak za sprawą Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 28

marca 2012 w sprawie wysokości opłat za wydanie zezwolenia na przejazd pojazdu nienormatywnego jest obniżona.

Opłatę za przejazd wielokrotny ustala się według wzoru 1:

$$o_n = p_j + (n - 1) \cdot 0,7 \cdot p_j \quad (1)$$

gdzie: o_n - wysokość opłaty za wydanie zezwolenia, p_j - stawkę opłaty za wydanie zezwolenia na jednokrotny przejazd, n – liczbę przejazdów [6].

Do kosztów uzyskania zezwoleń należy doliczyć również te opisane w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie kosztów związanych z określaniem tras przejazdu, które ustawodawca przenosi na podmiot dokonujący przejazdu. Zalicza się do tego m. in. Wykonywanie niezbędnych ekspertyz odcinków dróg czy obiektów inżynierskich, przygotowanie niezbędnej dokumentacji, dozоровanie przejazdu pojazdu nienormatywnego, czasowego usunięcia ograniczeń skrajni drogowej, wzmocnienia odcinków dróg i obiektów inżynierskich, budowy lub dostosowania lokalnych objazdów czy nawet zamknięcia lub ograniczenia ruchu [7]. Są to koszty, które faktycznie zarządca drogi ponosi wykonując podane operacje, więc z każdym transportem cena jest inna.

Należy również zaznaczyć, że zezwolenia kategorii II oraz VII wydawane są jedynie dla wskazanego we wniosku konkretnego pojazdu lub zespołu pojazdów, którego numery rejestracyjne są w nim zapisane. Jest to o tyle problematyczne dla przewoźnika, że jego park maszynowy musi być utrzymany w bardzo dobrym stanie technicznym. Jeśli podczas wykonywania zlecenia transportowego któreś z pojazdów ulegnie poważnej awarii a jego naprawa będzie możliwa jedynie w lokalizacji serwisu, do kontynuowania przewozu konieczne będzie złożenie kolejnego wniosku i oczekiwanie na jego pozytywne rozpatrzenie. W zezwoleniu znajduje się również dokładny opis trasy przejazdu, liczba przejazdów, warunki przejazdu wraz z zakresem dostosowania infrastruktury drogowej na trasie oraz sposób pilotowania. Do wydania zezwolenia VII kategorii konieczne jest również uzyskanie zgody od zarządcy drogi właściwego na trasę przejazdu na przejazd, a transport ten nie zakłóci bezpieczeństwa i efektywności ruchu drogowego ani nie stworzy zagrożenia dla stanu technicznego innych obiektów budowlanych, które są położone w pobliżu trasy przejazdu. Jeśli z jakichś powodów przewóz jest niemożliwy, proponuje się zmianę środka transportu lub ewentualne podzielenie ładunku. Wnioski bardzo rzadko są odrzucane, jednak jest tak dlatego, że są one pisane po uprzednich konsultacjach, więc z góry wiadomo czy przejazd ma możliwość się odbyć [2, 3, 8].

Kary za przejazdy nienormatywnym zespołem pojazdów wynoszą od 500 do 15000 zł, ustalone oddzielnie w ustawie Prawo o ruchu drogowym w Art. 140ab.

Na podstawie Art. 64i ust. 2 ustawy Prawo o ruchu drogowym, §2 Rozporządzenia Ministra transportu, budownictwa i gospodarki wodnej w sprawie pilotowania pojazdów nienormatywnych nakłada na wykonującego taki transport obowiązek pilotażu przejazdu przynajmniej jednym pojazdem wykonującym pilotowanie, jeśli któryś z poniższych warunków zostaje przekroczony:

- długość pojazdu – 23 m,
- szerokość – 3,2 m,
- wysokość – 4,5 m,
- rzeczywista masa całkowita – 60 Mg.

Drugą kategorię pilotażu określają wymienione poniżej ograniczenia:

- długość pojazdu – 30 m,
- szerokość 3,6 m,
- wysokość 4,7 m,
- rzeczywista masa całkowita – 80 Mg.

W takim wypadku, transport ten powinien być zabezpieczany przy użyciu dwóch pojazdów wykonujących pilotowanie, poruszających się z przodu i z tyłu pojazdu. Pojazdy nienormatywne poruszające się w kolumnie, ze względów bezpieczeństwa powinny być pilotowane przy użyciu dwóch pojazdów, poruszających się na początku i na końcu kolumny [9]. Zdarzają się również przypadki, kiedy to przejazd pojazdów nienormatywnych musi być pilotowany przez policję, jednak tylko w przypadkach, kiedy spełniony jest przynajmniej jeden z poniższych warunków [8]:

- szerokość jezdni na trasie przejazdu wraz z poboczem posiadającym taki sam rodzaj nawierzchni co jezdnia, pozostawiona dla przeciwnego kierunku ruchu na jezdniach dwukierunkowych lub dla takiego samego kierunku na jedniach jednokierunkowych jest mniejsza niż 2,5 m,
- długość pojedynczego pojazdu lub zespołu pojazdów przekracza 40 m,
- łączna długość pojazdów pilotowanych przekracza 120 m.

Zwykle jednak pojazdów pilotujących kolumny jest stosunkowo więcej, w zależności od jej wielkości. Wynika to z faktu, że zespół składający się z pilota oraz pojazdu nienormatywnego ma możliwość szybszego pokonania wąskich zakrętów, rond i innych przeszkód napotkanych na swojej drodze, co w przypadku jedynie dwóch pojazdów pilotujących przykładowo 10 ponadnormatywnych znacznie wydłużyłoby całą operację w czasie.

Jednym z wymagań pilotów pojazdów ponadnormatywnych jest tablica zamontowana na dachu kabiny, widoczna z przodu pojazdu – jeśli porusza się on przed pojazdem nienormatywnym lub na początku kolumny. W czasie, gdy pojazd pilotujący porusza się za pojazdem pilotowanym lub na końcu kolumny – powinna ona być widoczna z tyłu. Wspomniana tablica została przedstawiona na rysunku 1, a jej specyfikacja techniczna jest określona w załączniku do rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 23 maja 2012 r (poz. 629). Jej tło powinno być wykonane z białego materiału odbłaskowego, natomiast napisy „PILOT”, symbole, obwódka oraz napis określający największą szerokość pojazdu pilotowanego – barwy czerwonej. Szerokość pojazdu lub kolumny pilotowanej powinna być podana z dokładnością do 0,05 m [9].

Kolejnymi z elementów wyposażenia obowiązkowego, oprócz wspomnianej powyżej tablicy są dwa światła błyskowe barwy żółtej, środki bezpośredniej łączności radiowej z pojazdami pilotowanymi oraz urządzenie nagłaśniające. Dodatkowo pojazd pilotujący można wyposażyć w dodatkowe światło, zamocowane w sposób, który umożliwia zmianę kierunku świetlnego. Takie oświetlenie powinno być wyłączane i włączane niezależnie od innych świateł. W praktyce takie pojazdy ponadto, że spełniają podstawowe wymogi prawne, są również miejscem odpoczynku osób wykonujących pilotaż. Na ich skrzyniach ładunkowych znajdują się przeróżne narzędzia, takie jak piły łańcuchowe do podcinania gałęzi wystających na drogę, szlifierki kątowe pomocne w wycinaniu problematycznych znaków i inne podobne, za których pomocą łatwo usprawnić przejazd. Również w przestrzeni ładunkowej pojazdu pilotującego często znajduje się łóżko i podstawowe elementy higieny osobistej, z których korzysta kierowca, ponieważ często trasy są dłuższe niż 1-2 dni, a praca pilota jest równie odpowiedzialna jak kierowcy, więc wymaga się od niego tak samo dobrego wypoczęcia.

Rys. 2. Zestaw drogowy przewożący łopatę elektrowni wiatrowej [10]



Źródło: www.bedmet.pl

3. Utrudnienia podczas transportu ładunków nienormalnych

Jak już niejednokrotnie wspomniano we wcześniejszych częściach pracy, podczas transportu nienormalnego realizowanego na drogach publicznych, załogi mogą napotkać na wiele przeszkód i trudności spowodowanych głównie infrastrukturą drogową. To, co w codziennym życiu znacznie usprawnia ruch pojazdów, w połączeniu z dużymi wymiarami pojazdu może tworzyć ogromną przeszkodę. Wiele z nich można z łatwością uniknąć już w początkowej fazie projektowania, jednak z niewiadomych przyczyn nie jest to powszechnie stosowane.

W opinii ludzi zajmujących się na co dzień transportem łopat elektrowni wiatrowych, jednym z problemów są znaki drogowe zamontowane w skrajni jezdni. Podczas pokonywania zakrętów czy skrzyżowań – które i tak nie są przystosowane do tej wielkości pojazdów – dodatkowo niejednokrotnie dochodziło do sytuacji, kiedy to pilot zmuszony jest do wycinania słupka. Generuje to dodatkowe koszty związane z późniejszym naprawieniem chwilowej szkody czy stratą cennego czasu. Rozwiązaniem tego problemu są specjalne tuleje montowane w podłożu, do których słup wraz ze znakiem jest wkręcany, co za tym idzie łatwo i szybko demontowany. Przykładowa tuleja pokazana jest na rysunku 3.

Dodatkową zaletą tego typu rozwiązań jest fakt, że nawet przy przypadkowym uszkodzeniu przez ludzi niezwiązanych z transportem ponadnormalnym (akty wandalizmu czy kolizje drogowe) wymiana uszkodzonego elementu jest znacznie tańsza i łatwiejsza w wykonaniu, ponieważ nie ma konieczności ponownego betonowania podstawy znaku ukrytej w podłożu. Najczęściej takie rozwiązania znajdują zastosowanie na wysepkach, mostach czy pasach dzielących [12], jednak zdecydowanie powinny być powszechnie używane również na skrzyżowaniach i wąskich ulicach.

Podczas transportu zarówno łopat elektrowni wiatrowych jak i innych przedmiotów nienormalnych duże problemy w opinii kierowców sprawiają również obiekty infrastruktury drogowej takie jak ronda nieprzystosowane do tak dużych pojazdów. Najczęściej ich zewnętrzną krawędź tworzą wysokie krawężniki, które w połączeniu z stosunkowo niewielką

średnicą kół skutecznie zwiększają możliwości zahaczenia o takie rondo, co mogłoby skutkować całkowitym zniszczeniem opony. Rozwiązaniem tego problemu mogłyby być ronda, które swoją konstrukcją umożliwiają przejazd na wprost, dla innych uczestników ruchu blokowany za pomocą łatwo demontowanych słupków, barierek lub rogatek. Musi to być jednak uwzględniane już w fazie projektowania, aby niepotrzebnie nie przerabiać istniejących już rond. W Danii, gdzie w 2015 roku blisko połowa potrzebnej energii elektrycznej była dostarczona z farm wiatrowych [13] popularne są ronda pokazane na rysunku 4, w przypadku których przejazd przez środek blokowany jest przez szlabany otwierane automatycznie przy użyciu karty chipowej.

Rys. 3. Tuleja montażowa do znaków drogowych [11]



Źródło: <http://andros-reda.pl/wp-content/uploads/2016/03/tuleja2.jpg>

Ma to swoje dodatkowe zalety, ponieważ takie rozwiązanie powodowałoby ślad w systemie, co w przypadku ewentualnych uszkodzeń oznakowania, elementów drogi czy innej infrastruktury umożliwiałoby odnalezienie sprawcy i pokrycie likwidacji wspomnianych szkód z ubezpieczenia OCP. Ponadto taki system umożliwiałby rejestrację takich przejazdów i weryfikację, czy wykonywane są zgodnie ze zleceniem. Mimo wszystko w Polsce coraz częściej uwzględniane są potrzeby transportów ponadnormatywnych. Przykładem jest zespół rond zlokalizowanych przy węźle „Wilkowice” przy drodze S1 w woj. Śląskim (rys. 5) – jest to węzeł otwarty około 2 lat temu i może służyć za dobry przykład, jak powinny być projektowane drogi, które mogą być używane również przez pojazdy nienormatywne. Mimo wszystko wciąż jest to jednak niewielki odsetek wszystkich projektowanych rond.

Rys. 4. Rondo w Danii z możliwością przejazdu na wprost [14]



Źródło: <https://www.youtube.com/watch?v=v1r7CFaresM>

Rys. 5. Ronda z przejazdem przez środek przy węźle S1 „Wilkowice” [15]

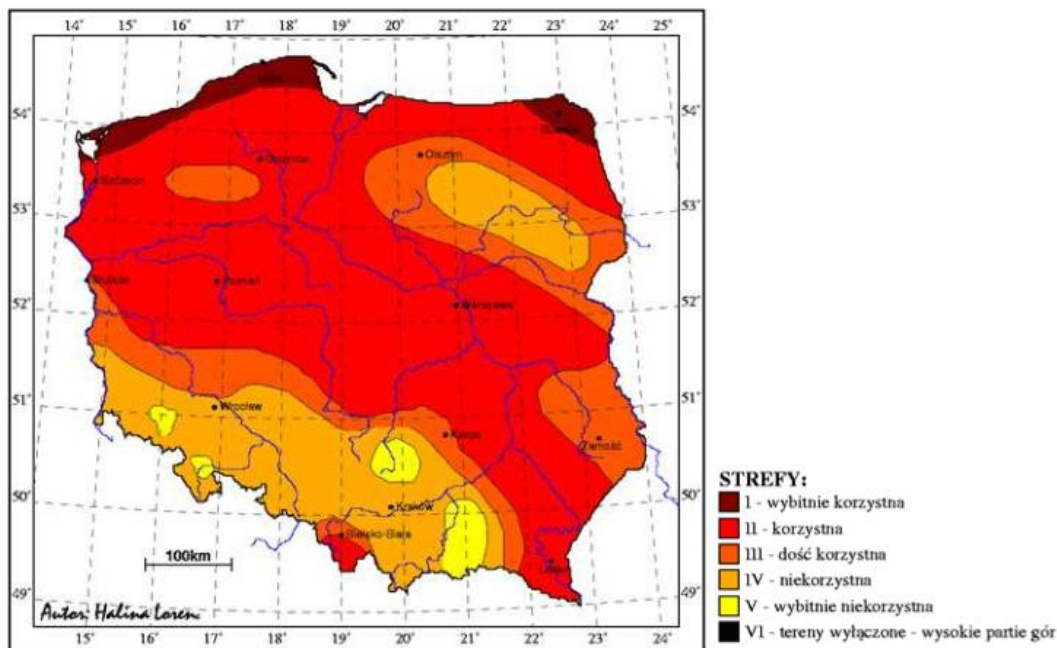


Źródło: maps.google.com

Jednym z największych problemów podczas transportów ponadnormatywnych jest fakt braku koordynacji pomiędzy przewoźnikami drogowymi. Nierzadko zdarza się, że konwoje realizowane przez różne firmy uczęszczają tą samą drogą w porze nocnej. Jak już wiadomo, niektóre zezwolenia wymagają dostosowania infrastruktury drogowej, jednak te działania wykonywane są przez każdego przewoźnika osobno – brak wspomnianej koordynacji rodzi dodatkowe koszty, ponieważ po przejściu konwoju wykonawca transportu zobowiązany jest usunąć wszelkie dokonane zmiany, a następny przejeżdżający za kilka godzin transport ponownie wykonuje te same czynności mające na celu dostosować infrastrukturę. W tym miejscu idealnym rozwiązaniem byłyby stworzenie korytarzy dla pojazdów nienormatywnych. W przypadku użytkowania takich korytarzy, byłoby warto zastanowić się nad wprowadzeniem przyspieszonej procedury wydawania zezwoleń, ponieważ drogi w obrębie wspomnianego korytarza byłyby już sprawdzone oraz przystosowane do cięższych lub większych transportów. Aby wytyczyć nienormatywny korytarz transportowy należy uwzględnić wiele czynników, jednak przede wszystkim miejsca produkcji wspomnianych elementów elektrowni wiatrowych oraz potencjalne lokalizacje farm. Przy wytyczaniu trasy należy również pamiętać o alternatywnych szlakach kolejowych oraz wodnych, jednak te na dzień dzisiejszy nie są na tyle opłacalne, aby się nimi zajmować. Należy o nich pamiętać w perspektywie czasu, kiedy przewidywane jest znaczne doinwestowanie transportu śródlądowego, w tym przykładowo uregulowanie rzek, a tym samym polepszą się parametry żeglugowe. Dla potrzeb projektu opracowano propozycje korytarza dla pojazdów, które znacznie przekraczają dozwoloną

długość – łopat wirnika elektrowni wiatrowej. Producentem jest wspomniana na początku projektu firma Euros, która swoje zakłady produkcyjne ma w Ustroniu oraz Warszowicach (woj. Śląskie). Najlepsze obszary do powstawania farm wiatrowych zaznaczone są na rys. 6, zatem koniec korytarza przyjęty zostanie w Słupsku na skrzyżowaniu dróg S6 oraz DK21, skąd wymagane byłoby uzyskanie standardowych zezwoleń.

Rys. 6. Strefy energetyczne wiatru w Polsce [16]



Źródło: <http://ieo.pl/pl/raporty/56-ekspertyzy-program-rozwoju-ener-wiatrowej-w-polsce/file>

Wspomniany korytarz miałby swój początek niedaleko Skoczowa – w Harbutowicach. Jest to uśredniona lokalizacja znajdująca się pomiędzy dwoma fabrykami, jednocześnie znajduje się tam węzeł dróg S52 oraz DK81. Cały przebieg tej drogi przebiegałby po następujących drogach:

- S52 Harbutowice – Bielsko-Biała Komorowice,
- DK1 Bielsko-Biała Komorowice – Tychy,
- S1 Tychy – Dąbrowa Górnicza,
- DK1 Dąbrowa Górnicza – Piotrków Trybunalski,
- A1 Piotrków Trybunalski – Rusocin,
- S6 Rusocin – Gdynia,
- DK6 Gdynia – Redzikowo,
- S6 Redzikowo – Słupsk.

Całkowita odległość tej trasy to 715 km i w pełni korzysta on z dróg, których dopuszczalny nacisk wynosi 11,5 Mg/oś. W 95% przebiega ona po drogach co najmniej dwupasmowych, dopiero w finalnej części użyta zostanie droga jednopasmowa, jednak z dużym poboczem. Możliwa jest również druga opcja korytarza z wykorzystaniem autostrady A2 z Łodzi do Poznania, jednak została ona odrzucona ze względu na większą o około 32 km odległość oraz znacznie większe koszty za użytkowanie wspomnianej drogi. Wspomniany korytarz mógłby być użytkowany oczywiście przez pojazdy transportujące nie tylko elementy elektrowni wiatrowych, ale również innych przedmiotów nienormatywnych. Możliwe również byłoby wjechanie i wyjechanie z niego w dowolnym momencie, bez konieczności kontynuowania przewozu do samego końca korytarza. Zdecydowanie największą zaletą tego rozwiązania byłaby przyspieszona oraz możliwie tańsza procedura wydawania zezwoleń kategorii VII,

co usprawniłoby pracę nie tylko osób wykonujących podobne transporty, jak również urzędników.

Wnioski

Transport nienormalny to nie tylko szybki załadunek, przejazd pod osłoną nocy szerokimi autostradami oraz wygodny rozładunek na uboczu. Jak pokazuje powyższy artykuł, na sprawny i udany przewóz tego typu ładunków – którego łopaty turbin elektrowni wiatrowych są tylko przykładem – składa się wiele czynników i ogromny trud pracy włożony przez wiele osób, od pozyskania zlecenia, planowania przejazdu, sprawdzenia czy zestawy pojazdów o danych wymiarach na pewno pokonają daną trasę, uzyskania zezwolenia aż do zakończenia rozładunku. Cały wspomniany proces w niektórych etapach można niewielkim i jednorazowym nakładem pracy znacznie ułatwić, czego przykładem są chociażby wspomniane korytarze drogowe. Wymagającym elementem takiego przedsięwzięcia jest również skoordynowanie wszystkich jednostek do pracy w bardzo zbliżonym czasie. Przykładem tutaj mogą być służby Policji, zakładów energetycznych, obsługi trakcji kolei czy innej obsługi wspomnianego transportu. Ponadto, obecna infrastruktura drogowa jest w niektórych przypadkach znacznie przestarzała, przez co często stwarza ogromne utrudnienia podczas właściwego przejazdu. Trzeba również się zastanowić, czy lepiej poświęcić 30 minut więcej na ostrożnym przejeździe przez centrum miasta, czy może nadłożyć niejednokrotnie kilkadziesiąt kilometrów tracąc na tym znaczne ilości paliwa. Jedno jest pewne – każdy transport nienormalny musi być rozpatrywany indywidualnie, znajdując dla niego jak najlepsze rozwiązania technologiczne, jednocześnie ekonomiczne, możliwe do wykonania i spełniające wszystkie przepisy, które często są przestarzałe i nieprzyjazne obywatelowi.

Bibliografia

- [1] Dyrektywa Rady 96/53/WE z dnia 25 lipca 1996 r.
- [2] Galor W. Przewóz i techniki mocowania ładunków ponadnormalnych w transporcie. Szczecin. Akademia Morska. 2011. ISBN 978-83-89901-59-0.
- [3] Ust. Z dn. 20.06.1997 Dz.U.2017.0.1260 – Prawo o ruchu drogowym
- [4] Rozporządzenie (WE) nr 561/2006 z dnia 15.03.2006
http://www.gitd.gov.pl/_data/assets/pdf_file/0017/42443/rozporzadzenie-we-nr-561.pdf (15.11.2017)
- [5] Neider J. Transport Międzynarodowy. Warszawa. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne S.A. 2012. ISBN 978-83-208-2191-8.
- [6] Kategorie zezwoleń nienormalnych <https://www.gddkia.gov.pl/userfiles/user/236/TABELA%20kategorii%20zezwolen%20i%20oplat.pdf> (15.11.2017)
- [7] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 26.07.2004 (Dz.U. z dn. 02.08.2004)
- [8] Józwiak Z. Techniczne i logistyczne aspekty transportu ładunków ponadnormalnych. Bydgoszcz. Wydawnictwo Uczelniane Wyższej Szkoły Gospodarki w Bydgoszczy. 2013. ISBN 978-83-61036-89-0.
- [9] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 23 maja 2012 r (poz. 629)
- [11] Materiały reklamowe firmy BEDMET www.bedmet.pl (17.11.1027)
- [12] <http://andros-reda.pl/wp-content/uploads/2016/03/tuleja2.jpg> (29.11.2017)
- [13] <http://www.ceberd.pl/tuleja-montazowa-do-znakow-drogowych,3,3720,4063> (29.11.2017)
- [14] <http://antyweb.pl/w-2015-wiatraki-w-danii-dostarczyly-prawie-polowe-potrzebnej-energii/> (02.12.2017)
- [15] <https://www.youtube.com/watch?v=v1r7CFaresM> (03.12.2017)
- [16] Opracowano na podstawie <http://www.maps.google.com>
- [17] <http://ieo.pl/pl/raporty/56-ekspertyzy-program-rozwoju-ener-wiatrowej-w-polsce/file> (04.12.2017)

STRESZCZENIE

Artykuł opisuje metodykę oraz problemy transportu ładunków nienormatywnych, których przykładem są łopaty turbin elektrowni wiatrowych oraz podaje możliwe udogodnienia, których wprowadzenie byłoby znacznym postępem w tej dziedzinie transportu. Jednym z nich jest wprowadzenie możliwości tworzenia korytarzy dla zestawów nienormatywnych czy budowanie specjalnych skrzyżowań o ruchu okrężnym.

SUMMARY

The article describes the methodology and problems of oversize-load transport, at the example of wind turbine blades and also it provides possible facilities, bring in of which would be a significant advance in this field of transport. One of them is the introduction of the possibility of creating corridors for oversized lorries or building special roundabouts.

ZARZĄDZANIE JAKOŚCIĄ W PROCESIE SPAWANIA HYBRYDOWEGO

Wprowadzenie

W budowaniu przewagi konkurencyjnej, przy jednoczesnym zapewnieniu oczekiwanej przez konsumenta lub obligatoryjnej jakości wyrobów i usług, kluczowe znaczenie mają powszechnie stosowane standardy zarządzania, z których najistotniejszy to standard ISO 9000 - System Zarządzania Jakością (SZJ). Norma ta definiuje jakość jako: „stopień w jakim zbiór inherentnych* właściwości spełnia wymagania”, wymaganie to „potrzeba lub oczekiwanie, które zostało ustalone, przyjęte zwyczajowo lub jest obowiązkowe”, natomiast właściwość jest „cechą wyróżniającą”. Z kolei norma ISO 8402 opisuje jakość jako: „całość właściwości i cech charakterystycznych wyrobu lub usługi zdolnych do zaspokojenia określonych lub wskazanych potrzeb”. Wobec tego jedynie użytkownik jest w stanie potwierdzić dobrą jakość wyrobu, którego używa, a nie producent. W polskojęzycznym wydaniu tej normy, czyli PN-EN 28402 pojęcie jakości brzmi: „jakość - ogół właściwości obiektu wiążących się z jego zdolnością do zaspokojenia potrzeb stwierdzonych lub oczekiwanych”, określenie obiekt oznacza tutaj zarówno produkt, jak i proces, organizację albo ich zestawienie.

W terminologii towaroznawczej jakość definiowana jest jako np.:

- zgodność z warunkami technicznymi,
- przydatność do użytku (wartość użytkowa),
- przydatność dla użytkownika,
- zdolność do zaspokajania potrzeb i oczekiwań użytkownika/konsumenta.

Liczne definicje techniczne dotyczące jakości łączą ten termin z cechami jakościowymi wyrobów, takimi jak: cechy techniczne, użytkowe, estetyczne i ekonomiczne oraz w uzasadnionych przypadkach zależnie od rodzaju wyrobu - cechy ergonomiczne, ekologiczne, logistyczne i inne. Niewątpliwie jakość jest pojęciem wieloaspektowym, którego nie można w sposób jednoznaczny zdefiniować. Powodem tego jest fakt, że jakość jest przedmiotem zainteresowania wielu dyscyplin naukowych i jest różnie postrzegana przez poszczególne grupy specjalistów. Aktualnie jakość określana jest mianem „Big Q” i postrzega się ją w sposób systemowy obejmujący zarówno wszystkie fazy powstawania, jak i życia produktu. Poziom jakości oferowanych i wytwarzanych wyrobów, niezależnie od branży, powinien w optymalny sposób spełniać wymagania, oczekiwania i potrzeby nabywców, również w kwestii ceny. Zatem istotne jest, aby producenci i wytwórcy wdrażali w swoich procesach wytwórczych i działaniach organizacyjno-zarządczych przedsiębiorstwa, zintegrowane systemy zarządzania, które pomagają dostosować realizowane procesy, wytwarzane produkty, czy świadczone usługi do wymogów jakościowych i standardów współczesnych konsumentów. Producenci stalowych wyrobów spawanych dbając o poziom jakości wytwarzanych wyrobów i utrzymanie

* inherentnych - nierozdzielnie związany z danym pojęciem

konkurencyjności na rynku wdrażają zintegrowany system zarządzania zgodny z normami PN-EN ISO 9001 i PN-EN ISO 3834-2 (Wymagania jakości dotyczące spawania materiałów metalowych). Rozwiązanie takie umożliwi zarówno sterowanie i zapewnienie jakości w procesie spawania, jak i daje możliwość kontroli, doskonalenia systemu oraz zarządzanie przez zastosowane procedury i instrukcje systemowe.

Schemat realizacji procesu wytwarzania wyrobu spawanego zgodnie z wymaganiami zintegrowanego systemu zarządzania jakością wg PN-EN ISO 9001 i PN-EN ISO 3834-2 przedstawiono na rys.1.

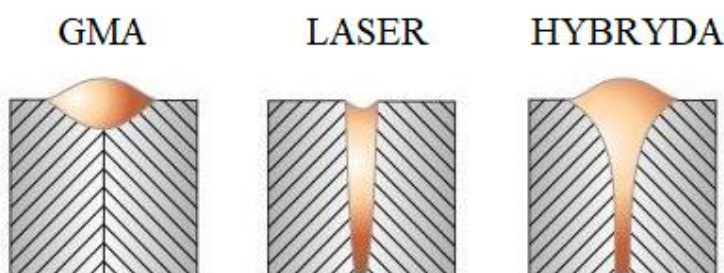
Rys.1: Schemat realizacji procesu wytwarzania wyrobu spawanego zgodnie z wymaganiami zintegrowanego systemu zarządzania jakością wg normy PN-EN ISO 9001 i PN-EN ISO 3834-2



W przypadku metalowych konstrukcji spawanych podstawowym kryterium jakości jest zapewnienie właściwości złącza spawanego o parametrach użytkowych nie niższych od materiału spawanego, czyli w terminologii spawalniczej materiału rodzimego (MR). W przeciwnym wypadku złącze spawane stanowić będzie najsłabsze ogniwo w całej konstrukcji, decydujące o jej parametrach użytkowych, jakości i trwałości oraz bezpieczeństwie. W związku z powyższym zapewnienie wysokiej jakości, niezawodności, trwałości i bezpieczeństwa konstrukcji stalowych, maszyn i urządzeń, jak również spełnienie rygorystycznych wymagań normatywnych zależy w dużej mierze od zastosowanych materiałów konstrukcyjnych. Obecnie z uwagi na dążenie do poprawy parametrów eksploatacyjnych konstrukcji stalowych, wzrostu jednostkowych obciążeń, niezawodności i trwałości coraz powszechniej stosowane w przemyśle są zaawansowane stali o wysokiej wytrzymałości (Advanced High Strength Steel - AHSS), takie jak np.: DOMEX 960 oraz DOMEX 1100. Spawanie tych nowoczesnych materiałów konstrukcyjnych wymaga precyzyjnego doboru parametrów i rygorystycznego przestrzegania warunków technologicznych spawania, czego nie zapewniają tradycyjne technologie spawania. Z tego względu w przemyśle światowym zauważalna jest coraz silniejsza tendencja do poszukiwania nowych i specjalnych technologii spawania, jak spawanie laserowe oraz spawanie hybrydowe (Laser+GMA). Główną zaletą spawania hybrydowego (Laser+GMA) jest możliwość uzyskania głębokiego wtopienia, jak w przypadku spawania laserowego, przy dużej tolerancji na szerokość szczeliny, z uwagi na materiał dodatkowy, który zapewnia drut podawany z palnika GMA, rys.2. Ponadto w przypadku nadmiernej szerokości rowka materiał dodatkowy wypełnia

rowek i zapewnia poprawny kształt spoiny. Podstawową cechą tej metody spawania jest zachowanie dużej szybkości procesu oraz uzyskiwanie wysokiej jakości spoin o dużo wyższym stopniu elastyczności niż przy spawaniu laserowym. Spawanie hybrydowe umożliwia spawanie rur, złączy doczołowych o dużej grubości w zakresie od 2 do 10 mm bez ukosowania z prędkościami zbliżonymi do spawania laserowego oraz zapewnienia korzystny kształt spoiny, przy znacznej tolerancji na dokładność wymiarową rowka spoiny. Głównymi sektorami przemysłu, w których intensywnie rozwijana jest technika spawania hybrydowego są przemysł motoryzacyjny (spawanie karoserii) i stoczniowy (spawanie płyt blachy do 20 m długości i 15 mm grubości).

Rys. 2: Rysunek poglądowy kształtu spoin wykonanych trzema metodami spawania: GMA, spawaniem hybrydowym oraz za pomocą wiązki lasera



1. Przebieg i wyniki badań

Celem badań była analiza wpływu podstawowych parametrów spawania hybrydowego Laser + GMA (tj. mocy wiązki i prędkości spawania oraz energii liniowej spawania) blach ze stali wysokowytrzymałej S960 DOMEX o grubości 5,0 mm na kształt, jakość i mikrotwardość złączy doczołowych, Tablica 1. Próby spawania hybrydowego przeprowadzono na specjalnie zaprojektowanym i zbudowanym prototypowym stanowisku badawczym złożonym z:

- a) lasera dyskowego TruDisk 3302 firmy TRUMPF, o bardzo wysokiej jakości wiązki laserowej i prawie jednomodowym rozkładzie energii na powierzchni ogniska,
- b) sterowanego cyfrowo inwertorowego źródła prądu Total Arc 5000 firmy Castolin Eutectic do spawania GMA wraz z układem podawania drutu oraz palnikiem do spawania GMA,
- c) specjalnie zaprojektowanego uchwytu do mocowania palnika GMA, który umożliwił precyzyjne pozycjonowanie palnika względem głowicy lasera, rys. 3.

W czasie prób spawania hybrydowego palnik GMA był mocowany i pozycjonowany za pomocą specjalnie wykonanego uchwytu, który dzięki możliwości przesuwu w trzech osiach i dodatkowo pochyleniu palnika umożliwił dogodne ustawienie palnika względem wiązki laserowej i złącza spawanego, rys. 3.

Do spawania złączy próbnych i wstępnych prób technologicznych symulowanego spawania hybrydowego techniką bead-on-plate, przygotowano płaskie płytki ze stali S960 DOMEX o wymiarach 5x250x150mm, które pobrano z arkusza blachy. Przed przetapianiem i spawaniem próbki płaskie czyszczone za pomocą obróbki strumieniowo-ścierniej piaskowania i odłuszczano acetonem, a następnie mocowano sztywno w uchwycie spawalniczym, by zapewnić docisk krawędzi czołowych na całej długości i zapobiec odkształceniu blach stalowych. Materiałem dodatkowy użytym w spawaniu hybrydowym Laser + GMA był drut metaliczny rdzeniowy Stein Megafil 1100 M o średnicy 1,2 mm. Próby przetapiania blachy wykonano z zastosowaniem oddzielnie wiązki laserowej, łuku GMA oraz przy jednoczesnym oddziaływaniu wiązki laserowej i łuku GMA, czyli metodą spawania hybrydowego. Próby

realizowano przy różnych energiach liniowych przetapiania w zakresie od 300 do 1020 J/mm. Parametry procesu przetapiania blachy o grubości 5,0 mm ze stali S960 DOMEX oraz wyniki oceny jakości ściegów przetopień zestawiono w tabelicy 2. Po próbach przetapiania blachy wykonano badania wizualne ściegów przetopień, a następnie badania metalograficzne makroskopowe, rys.4.

Złącza próbne doczołowe spawano jednostronnie ściegiem prostym, stosując do osłony obszaru spawania nadmuch mieszanki M23 (argon + CO₂) o natężeniu przepływu ok. 18,0 l/min od strony lica poprzez dyszę palnika GMA. W celu oceny jakości złącza spawanego metodą hybrydową Laser + GMA wykonano badania wizualne VT, penetracyjne PT z zastosowaniem penetrantów barwnych, magnetyczno-proszkowe MT, metalograficzne makroskopowe oraz pomiary mikrotwardości zgodnie z następującymi normami: PN-EN ISO 17637, PN-EN ISO 6520, PN-EN ISO 3452, PN-EN ISO 6507-1. Wyniki badań zestawiono w tabelicy 2 i na rysunkach od 3 do 8.

Tab. 1: Skład chemiczny blach o grubości 5,0 mm ze stali S960 Domex, wyznaczony doświadczalnie

Zawartość pierwiastków, % (mas.)									
C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ti	Nb	Inne	Fe
0,16	0,31	1,32	0,15	0,41	0,01	0,01	0,001	0,1	reszta

Uwagi: Równoważnik węgla CET 0,341

Tab.2: Parametry przetapiania i spawania hybrydowego, GMA i laserowego blach ze stali S960 DOMEX o grubości 5,0 mm

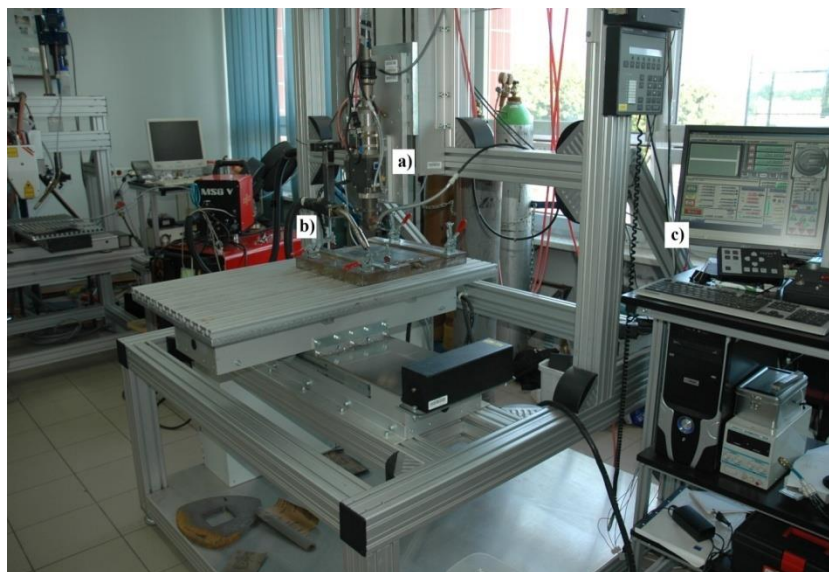
Oznaczenie próbki	Nr ściegu	Technika przetapiania	Natężenie prądu A	Moc wiązki kW	Energia liniowa przetapiania J/mm	Prędkość przetapiania m/min	Uwagi
H9	1	GMA	200	0	720	0,5	BP,NDL
H9	2	HYBRYDA	200	2,5	1020	0,5	PP,NDG,WL
H9	3	LASER	0	2,5	300	0,5	PP,WL
H9	4	HYBRYDA	200	2,5	510	1	PP, R

Uwagi:

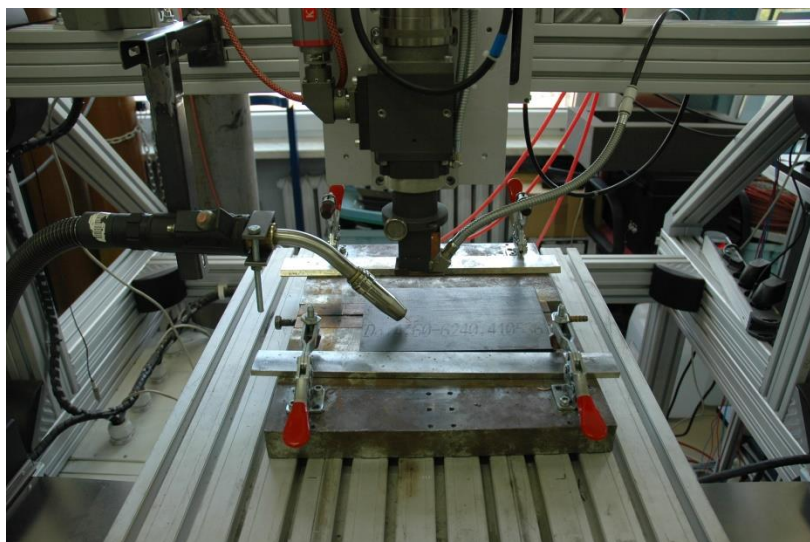
Pozostałe parametry: wiązka laserowa zogniskowana na górnej powierzchni blachy, długość fali 1,03 μm, średnica ogniska wiązki laserowej 200,0 μm, długość ogniskowa soczewki 200,0 mm, długość ogniskowa soczewki kolimatora: 200,0 mm, średnica rdzenia światłowodu: 200,0 μm, średnica dyszy gazu osłonowego 8,0 mm, rodzaj gazu osłonowego - Ar (99,999%), natężenie podawania gazu od strony lica- 15,0 l/min; Ocena jakości ściegów: BP - Brak przetopu, PP- pełne przetopienie, NDL- nadmierny nadlew lica, R - rozprysk, WL - wklęsnięcie lica, NDG - nadmierny nadlew grani;

Rys. 3: Widok stanowiska do spawania hybrydowego (a) (a - głowica laserowa, b - palnik GMA, c -komputer sterujący laserem) oraz głowicy laserowej sprzężonej z palnikiem GMA (b)

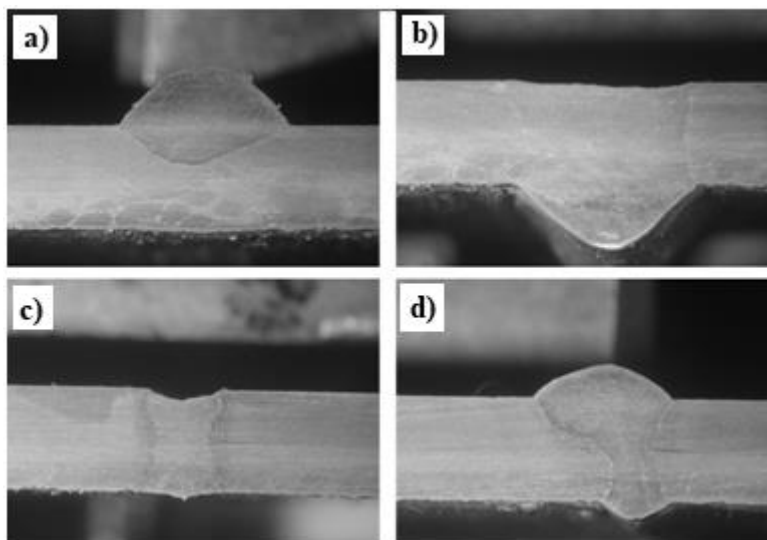
a)



b)

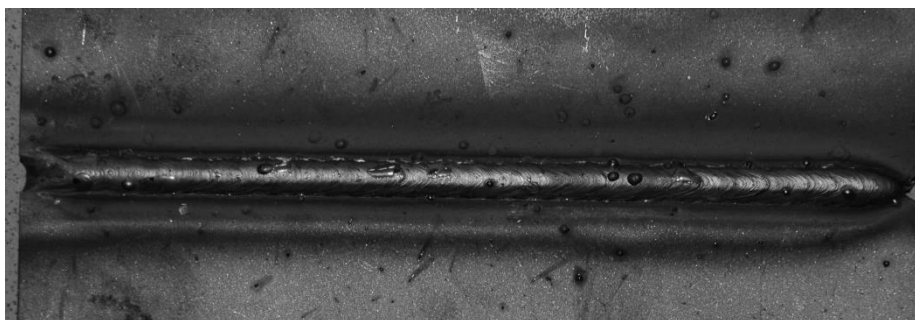


Rys. 4: Makrostruktura ściegów przetopień wykonanych techniką bead-on-plate blachy ze stali S960 DOMEX o grubości 5,0 mm, Tablica 2; a) GMA 720 J/mm, b) hybryda 1020 J/mm, c) laser 300 J/mm, d) hybryda 510 J/mm

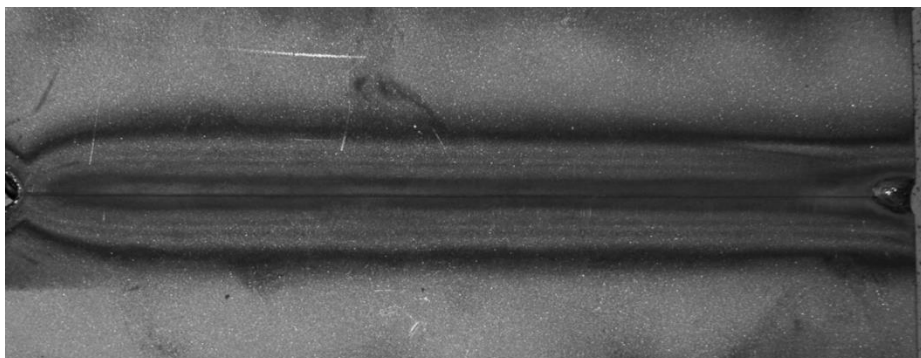


Rys. 5: Widok próbnego złącza doczołowego ze stali DOMEX 960 po spawaniu łukowym GMA (Tablica 2): a) widok lica spoiny, b) widok grani spoiny

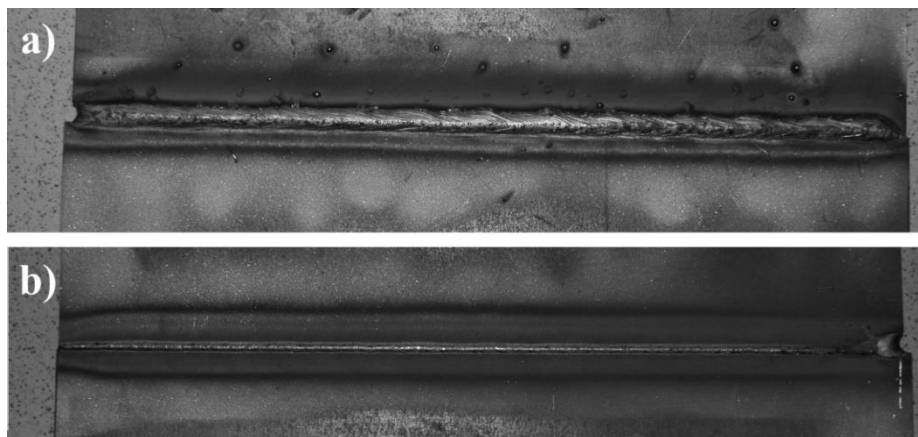
a)



b)

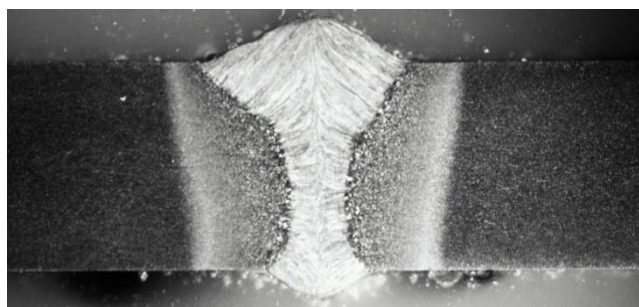


Rys. 6: Widok próbnego złącza doczołowego ze stali DOMEX 960 po spawaniu hybrydowym Laser + GMA (Tablica 2): a) widok lica spoiny, b) widok grani spoiny

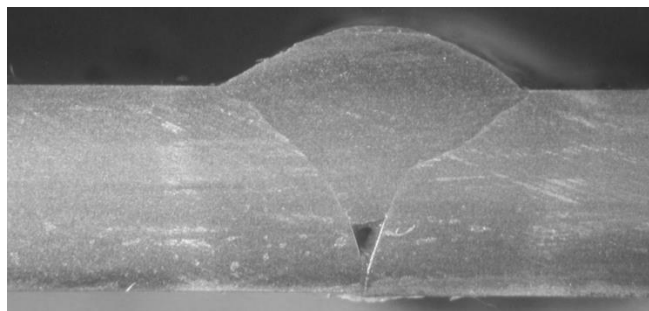


Rys. 7. Makrostruktura złącza doczołowego blach o grubości 5,0 mm ze stali DOMEX 960 spawanego hybrydowo Laser + GMA ($I=200$ A, $P=2,5$ kW, $v=1,0$ m/min, $E=1020$ J/mm) (a) oraz złącza spawanego wyłącznie łukowo GMA ($I = 200$ A, $v = 0,5$ m/min, $E=720$ J/mm)

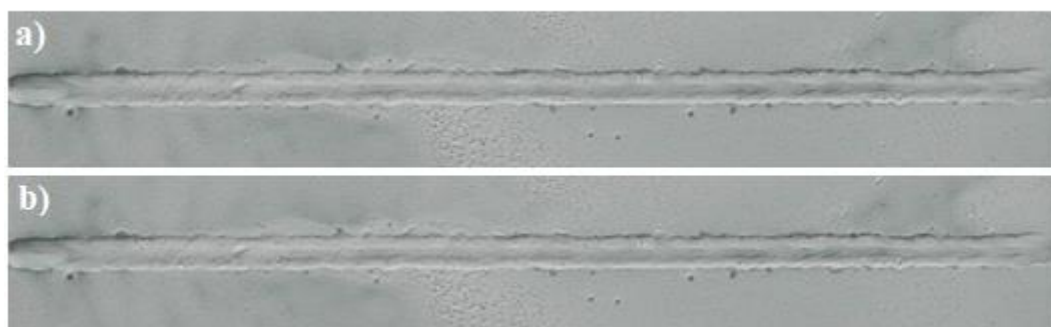
a)



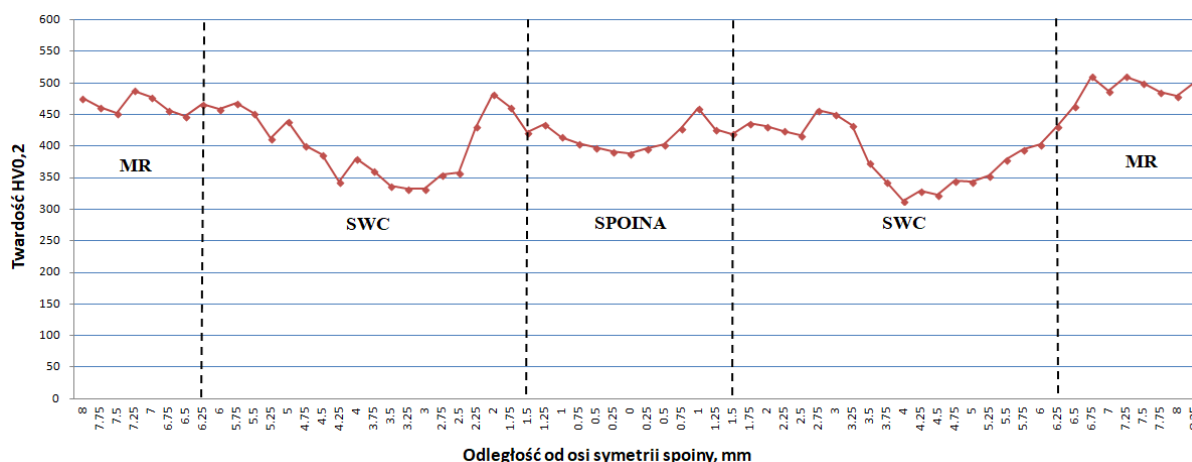
b)



Rys. 8: Widok złącza próbnego doczołowego blach ze stali S960 DOMEX o grubości 5,0 mm, spawanego hybrydowo podczas badań penetracyjnych PT penetrantem barwnym; a) lico złącza, b) grąń złącza



Rys. 9: Rozkład mikrotwardości na przekroju poprzecznym złącza doczołowego blach ze stali S960 DOMEX o grubości 5,0 mm spawanego hybrydowo Laser + GMA



2. Analiza wyników badań

Na podstawie wyników badań procesu spawania hybrydowego Laser + GMA blach ze stali S960 DOMEX o grubości 5,0 mm prowadzonych początkowo techniką bead-on-plate, polegającą na przetapianiu powierzchni blachy wiązką laserową oraz układaniu napoiny metodą GMA (rys.4, Tablica 2) stwierdzono, że w przypadku stosowania wyłącznie metody GMA uzyskanie przetopienia blachy o grubości 5,0 mm nie jest łatwe i wymaga użycia energii liniowych spawania o wartości znacznie przekraczającej dopuszczalne energie liniowe spawania stali typu S960 DOMEX. Konsekwencją braku przetopienia blachy, przy spawaniu metodą GMA ($I=200$ A, $v=0,5$ m/min) jest uzyskanie ściegu próbnego – napoiny (H9-1) z wysokim nadlewem lica ok. $2,5\div 2,6$ mm, przy szerokości ściegu ok. 7,5 mm, rys. 4a. Badania wizualne VT nie ujawniły dodatkowych wad i niezgodności spawalniczych, nie zaobserwowano też nadmiernego rozprysku metalu. Powierzchnia lica napoiny jest płaska i równa. Brak obecności wad wewnętrznych potwierdziła także analiza makrostruktury ściegu, rys. 4.

W wyniku jednoczesnego oddziaływania łuku GMA o natężeniu prądu 200 A oraz wiązki laserowej o mocy 2,5 kW, uzyskano pełne przetopienie blachy o grubości 5,0 mm i utworzenie ściegu (H9-2) o znacznej szerokości ok. 6,4 mm od strony lica i aż 6,8 mm od strony grani, rys. 4b. Jednocześnie z powodu nadmiernej energii liniowej spawania nastąpiło wyraźne wklęsnięcie lica ok. 0,25 i utworzenie grani o nadmiernej wysokości ok. 2,5 mm, rys. 4b. W badaniach wizualnych VT nie ujawniono dodatkowych wad na powierzchni lica, lecz zaobserwowano nieznaczny rozprysk metalu. Przeprowadzone badania metalograficzne makroskopowe ściegu także nie wykazały występowania wad wewnętrznych (rys.4b).

Natomiast w wyniku przetapiania powierzchni blachy ze stali S960 DOMEX o grubości 5,0 mm jedynie wiązką laserową o mocy 2,5 kW przy prędkości przesuwu wiązki laserowej 0,5 m/min utworzony zostaje ścieg (H9-3) o pełnym przetopieniu i kształcie kolumnowym, rys. 4c. Szerokość lica i grani jest porównywalna i wynosi ok. 3,5 mm, przy nieznacznym wklęśnięciu lica ok. 0,5 mm i grani ok. 0,3 mm. Badania wizualne VT nie wykazały dodatkowych niezgodności spawalniczych, nie stwierdzono też występowania rozprysku. Z kolei badania metalograficzne makroskopowe ściegu ujawniły typowy dla spawania z tzw. oczkiem spoiny kolumnowy kształt ściegu. Nie stwierdzono też obecności wad wewnętrznych, rys. 4c.

Kolejną próbę przetapiania powierzchni blachy ze stali S960 DOMEX przeprowadzono w wyniku jednoczesnego oddziaływania łuku GMA o natężeniu prądu 200 A i mocy wiązki laserowej o mocy 2,5 kW, zwiększając dwukrotnie prędkość przetapiania do 1 m/min. Pomimo tak znacznego wzrostu prędkości przetapiania uzyskano poprawne i pełne przetopienie blachy o grubości 5,0 mm i utworzenie ściegu (H9-4) o szerokości ok. 5,2 mm od strony lica i ok. 2,6 mm od szerokości grani, rys. 4d. W tym przypadku nie nastąpiło też wklęśnięcie lica spoiny, lecz zaobserwowano nieznaczny nadlew zarówno lica o wysokości ok. 1,3 mm, jak i od strony grani spoiny ok. 0,6 mm. Powierzchnia lica jest płaska i równa, lecz pokryta niewielką ilością rozprysku. W badaniach metalograficznych makroskopowych ściegu nie ujawniono obecności wad strukturalnych, jednak stwierdzono znaczne przesunięcie wzajemne ściegu wykonywanego łukiem GMA i ściegu wykonanego wiązką laserową, co jest spowodowane niedokładnym ustawieniem końcówki drutu GMA względem wiązki laserowej, rys. 4d. Linia wtopienia ściegu ma charakterystyczny dla spawania w technologii hybrydowej kształt kielichowy, rys. 4d.

Analiza wyników badań procesu spawania łukowego GMA wykazała, że przy natężeniu prądu 200 A i prędkości spawania 0,5 m/min nie jest możliwe przetopienie blach o grubości 5,0 mm, rys. 5

Z kolei analiza wyników badań spawania hybrydowego Laser + GMA złączy doczołowych blach ze stali S960 DOMEX o grubości 5,0 mm przy mocy 2,5 kW oraz natężeniu prądu GMA 200 A i przy prędkości spawania 1,0 m/min wykazała, że ta metoda spawania zapewnia poprawne i pełne przetopienie złącza na całej grubości, rys.6,7. Szerokość lica spoiny wynosi ok. 4,94 mm, a wysokość lica spoiny ok. 0,58 mm, przy szerokości grani spoiny 3,84 mm i wysokość grani ok. 0,87 mm, rys. 7. Kształt lica oraz grani spoiny jest równomierny, jednak można zauważyć lekkie podtopienie lica oraz rozprysk na licu spoiny, rys. 6,8. W badaniach wizualnych VT, penetracyjnych PT oraz magnetyczno-proszkowych MT nie ujawniono wad powierzchniowych i podpowierzchniowych od strony lica spoiny oraz od strony grani, rys. 8. Natomiast analiza makrostrukturalna ściegu spoiny ujawniła obecność jedynie pojedynczego pęcherza gazowego w obszarze spoiny, którego średnica nie przekracza zakresu dopuszczalnego przez normy, rys. 7.

Pomiary mikrotwardości na przekroju poprzecznym próbnym złączy doczołowych ze stali S960 DOMEX spawanych hybrydowo Laser+GMA wskazują na stopniowy spadek mikrotwardości w strefie wpływu ciepła od materiału rodzimego w kierunku linii wtopienia do wartości ok. 300-400 HV_{0,2} (rys.9). Natomiast w obszarze spoiny mikrotwardość utrzymuje się w zakresie od 400 HV_{0,2} do 450 HV_{0,2}, zatem poniżej mikrotwardości materiału rodzimego, który wykazuje mikrotwardość w zakresie od 450 do 500 HV_{0,2}.

3. Podsumowanie i wnioski

Wykonano badania procesu spawania hybrydowego (Laser+GMA) blach o grubości 5,0 mm z nowoczesnej i zaawansowanej stali o wysokiej wytrzymałości S960 DOMEX. Wyniki badań wskazują, że technologia spawania hybrydowego (Laser +GMA) umożliwia wykonanie złącza doczołowego blach ze stali S960 DOMEX o grubości 5,0 mm w jednym ściegu, bez konieczności ukosowania złącza, przy prędkości spawania dwukrotnie wyższej, niż przy

spawaniu jedynie wiązką laserową. Kielichowy kształt spoiny „hybrydowej”, wyraźnie szerszej niż w przypadku pojedynczej spoiny laserowej, jest korzystny, gdyż zapewnia wysoką tolerancję procesu spawania hybrydowego na niedokładności wymiarowe i różnice szerokości rowka spoiny. Natomiast złącze próbne wykonane w technologii hybrydowej cechuje się wysoką jakością, wąską strefą wpływu ciepła i drobnoziarnistą strukturą, rys. 7. Pomimo niskiej energii liniowej spawania, bez podgrzewania wstępnego nie stwierdzono pęknięć w spoinie i SWC, a mikrotwardość w spoinie i SWC nie przekracza mikrotwardości materiału rodzimego, rys. 9. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że technologia spawania hybrydowego (Laser+GMA) jest korzystną technologią spawania nowoczesnych stali o wysokiej wytrzymałości AHSS, umożliwiającą otrzymanie wysokiej jakości spoin, przy zapewnieniu optymalnej wydajności procesu i obniżeniu kosztów jednostkowych spawania związanych z przygotowaniem materiałów do spawania, z uwagi na dużą tolerancję dokładności przygotowania złącza.

Dodatkowym atutem wytwórców wyrobów spawanych, czy firm świadczących usługi spawalnicze jest wdrożenie zintegrowanego systemu zarządzania jakością zgodnie z normami PN-EN ISO 9001 i PN-EN ISO 3834, co daje możliwość odpowiedniego zarządzania w organizacji oraz określa wymagania spawalnicze, które pozwalają zapewnić wymaganą przez klientów jakość procesu spawalniczego, a także prowadzenie nadzoru nad jakością wyrobu, co dodatkowo zmniejsza koszty produkcji.

Bibliografia

- [1] Norma PN-EN ISO 9000:2006. Systemy zarządzania jakością. Podstawy i terminologia.
- [2] Norma PN-EN ISO 9001:2009. Systemy zarządzania Jakością. Wymagania.
- [3] Muhlemann A.P., Oakland J.S., Lockyer K.G.(2001). Zarządzanie. Produkcja i usługi, Wydawnictwo PWN, Warszawa, s. 117.
- [4] Iwasiewicz I.(1999). Zarządzanie jakością. Podstawowe problemy i metody, Wydawnictwo Fundacja Edukacyjna Przedsiębiorczości. Warszawa-Kraków, s. 22.
- [5] Restecka M., Wolniak R. (2017). Doskonalenie jakości procesów spawalniczych w wyniku wdrożenia robotyzacji, Oficyna Wydawnicza Stowarzyszenia Menedżerów Produkcji i Jakości, ISBN 978-83-63978-54-9.
- [6] Rachwał A., Wolniak R. (2015). Doskonalenie jakości procesów spawalniczych w wyniku wdrożenia robotyzacji, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: Organizacja i Zarządzanie, z.83, nr kol.1941, s.565-572.
- [7] Norma PN-EN ISO 3834-2. Wymagania jakości dotyczące spawania materiałów metalowych. Część 2: Pełne wymagania jakości.
- [8] Lisiecki A., Kurc-Lisiecka A., Brząkała P., Ślizak D., Wałag G., Lis R. (2015). Badania procesu spawania hybrydowego stali o wysokiej wytrzymałości. IV Sympozjum Katedr i Zakładów Spawalnictwa, Istebna 16-17 czerwiec 2015.
- [9] Kurc-Lisiecka A., Głowik-Łazarczyk K., Lisiecki A., Striczek R. (2016). Zapewnienie jakości w procesie spawania wagonów cystern do transportu mediów niebezpiecznych, cz. I. Stal, Metale & Nowe Technologie, 5-6, 110-115
- [10] Kurc-Lisiecka A., Głowik-Łazarczyk K., Lisiecki A., Striczek R. (2016). Zapewnienie jakości w procesie spawania wagonów cystern do transportu mediów niebezpiecznych, cz. II. Stal, Metale & Nowe Technologie, 7-8, 66-71
- [11] Kurc-Lisiecka A., Głowik-Łazarczyk K., Lisiecki A., Striczek R. (2016). Zapewnienie jakości w procesie spawania wagonów cystern do transportu mediów niebezpiecznych, cz. III. Stal, Metale & Nowe Technologie, 9-10, 31-34
- [12] https://eagle-group.eu/venti_faq/spawanie-hybrydowe/
- [13] Kurc-Lisiecka A., Lisiecki A. (2017). Laser Welding of New Grade of Advanced High Strength Steel Domex 960. Materials and Technology, 51 (2), 199-204. DOI:10.17222/mit.2015.158,
- [14] Górka J. (2013). Wpływ maksymalnej temperatury cyklu cieplnego na własności symulowanej SWC stali obrabianej termomechanicznie S700MC. Przegląd Spawalnictwa, 10, 46-53.
- [15] Arvidsson B., Broback J. (2012). The Domex steel grade turns 50 and introduces a new generation of products - 900, 960 and 1100, EuroBLECH 2012, 23-27 October.
- [16] http://www.ssab.com/Global/Domex/Datasheets/en/435_Domex%20960.pdf.

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono wyniki badań procesu spawania hybrydowego (Laser+GMA) złączy doczołowych blach o grubości 5,0 mm z zaawansowanej stali o wysokiej wytrzymałości S960 DOMEX. Wykazano, że technologia spawania hybrydowego (Laser +GMA) umożliwia wykonanie złącza doczołowego blach ze stali S960 DOMEX o grubości 5,0 mm w jednym ściegu, bez konieczności ukosowania złącza, przy prędkości spawania dwukrotnie wyższej, niż przy spawaniu jedynie wiązką laserową. Jednocześnie możliwe jest zapewnienie wysokiej jakości złącza spawanych hybrydowo.

QUALITY MANAGEMENT IN THE HYBRID WELDING PROCESS

SUMMARY

Results of the investigations on hybrid welding process (Laser+GMA) of butt joints of 5.0 mm thick plates of advanced high strength steel S960 DOMEX are presented. It was shown that the technology of hybrid welding (Laser+GMA) allows for on side, single stringer bead welding of the S960 DOMEX steel made of 5.0 mm thick plates in butt joint configuration. The beveling of the edges is not required, and also the welding speed is twice higher compared to just laser beam welding. At the same time, it is possible to ensure high quality of the hybrid (Laser +GMA) welded joints.

SPAWANIE LASEROWE BLACH ZE STALI O WYSOKIEJ WYTRZYMAŁOŚCI

Wstęp

Rosnące wymagania dotyczące parametrów eksploatacyjnych, niezawodności i trwałości powodują, że coraz powszechniej stosowane są nowoczesne materiały konstrukcyjne. Wciąż jednak jedną z najpowszechniej stosowanych grup materiałów konstrukcyjnych są stale, z uwagi na korzystny stosunek ceny do parametrów eksploatacyjnych, łatwość obróbki i łączenia, głównie z zastosowaniem spawania. Wysokie własności mechaniczne nowoczesnych stali konstrukcyjnych uzyskuje się zazwyczaj za pomocą ulepszenia cieplnego (z ang. Quenched and Tempered - QT) lub walcowania termomechanicznego (z ang. ThermoMechanically Controlled Process - TMCP). Z kolei w wyniku ciągłego rozwoju w zakresie metalurgii stali, obróbki plastycznej i cieplnej oraz dążenia do zapewnienia wysokich własności mechanicznych stali, ale jednocześnie dobrej spawalności, na rynek wprowadzane są nowe gatunki stali, które łączą zalety stali ulepszanych cieplnie (wysoka granica plastyczności i wysoka wytrzymałość na rozciąganie) oraz walcowanych termomechanicznie (niska zawartość składników stopowych oraz stosunkowo niski równoważnik węgla). Zapewnienie co najmniej dobrej spawalności stali o wysokiej wytrzymałości jest zagadnieniem niezwykle istotnym, gdyż możliwość przenoszenia wysokich obciążeń i naprężeń konstrukcji zależy od najłagodniejszego ogniwa, jakim często są złącza spawane. Z kolei konwencjonalne metody spawania takie, jak spawanie łukowe GMA, czy łukiem krytym nie zapewniają wymaganej wysokiej jakości, powtarzalności oraz wytrzymałości złączy, z powodu zbyt dużej energii liniowych spawania. Spawanie laserowe dzięki wysokiej koncentracji energii wiązki laserowej zapewnia duże głębokości wtopienia podczas spawania, a zarazem stosunkowo niskie energie liniowe spawania, a przez to precyzyjne sterowanie oddziaływaniem cieplnym na materiał spawany i cyklem cieplnym spawania. Jednak charakterystyka źródła ciepła, jakim jest wiązka laserowa różni się znacznie od łuku spawalniczego, czy też łuku plazmowego. Mechanizm spawania laserowego też jest odmienny niż przy spawaniu łukowym. W przypadku spawania blach w zakresie małych lub średnich grubości, spawanie laserowe zazwyczaj jest prowadzone z dużymi prędkościami, nawet kilkakrotnie wyższymi, niż przy spawaniu łukowym. Dodatkowo z uwagi na różnice w charakterystyce samej wiązki laserowej różnego typu laserów, zależnie od długości fali, gęstości mocy, rozkładu energii na przekroju poprzecznym ogniska wiązki laserowej (TEM), kształtu i wymiarów ogniska, intensywność nagrzewania i sposób nadtapiania podłoża, a przez to cykl cieplny spawania zależą od zastosowanego urządzenia laserowego. W związku z tym zalecenia technologiczne dotyczące spawania łukowego stali o wysokiej wytrzymałości nie mają wprost zastosowania przy spawaniu laserowym.

Opracowanie technologii spawania laserowego nowych gatunków stali konstrukcyjnych o wysokich właściwościach mechanicznych, w tym głównie wysokiej granicy plastyczności wymaga badań i prób technologicznych z zastosowaniem określonego urządzenia laserowego.

1. Przebieg i wyniki badań

Celem badań była analiza wpływu energii liniowej spawania laserowego blach ze stali DOMEX 960 o grubości 5,0 mm oraz rodzaju gazu osłonowego na kształt i jakość spoin oraz zmiany twardości na przekroju doczołowych złączy próbnych, Tablica 1. Do prób spawania laserowego zastosowano laser dyskowy TruDisk 3302 firmy TRUMPF o mocy maksymalnej 3,3 kW, wraz z głowicą przeznaczoną do spawania, która przy zastosowanej konfiguracji układu optycznego pozwalała na zogniskowanie wiązki laserowej do średnicy 200 μm . Próby spawania laserowego wykonano za pomocą automatycznego stanowiska z komputerowym układem sterowania. W celu doboru parametrów spawania złączy doczołowych wykonano wstępne próby symulowanego spawania (z ang. „bead-on-plate” welding) poprzez przetapianie płytki stalowej wiązką laserową przy różnej energii liniowej w zakresie od 99 do 396 J/mm w osłonie argonu oraz dwutlenku węgla CO₂, Tablica 2. Parametry spawania złączy doczołowych przedstawiono w Tablicy 3. Do prób spawania laserowego złączy doczołowych przygotowano płaskie płytki stalowe o grubości 5 mm i wymiarach 100x100 mm. W celu usunięcia zanieczyszczeń oraz zapewnienia jednakowych i powtarzalnych warunków absorpcji energii wiązki laserowej, powierzchnie płytek piaskowano bezpośrednio przed próbami spawania, jak też przetapiania. Płytki mocowano sztywno w uchwycie spawalniczym tak, aby zapewnić docisk krawędzi czołowych na całej długości. Osłonę obszaru spawania zapewniał nadmuch gazu osłonowego poprzez cylindryczne dysze zamocowane na głowicy laserowej. Wyniki badań i oceny jakości złączy zestawiono w tablicach 1 do 3 oraz na rysunkach od 1 do 4.

Tab. 1: Skład chemiczny blach o grubości 5 mm ze stali Domex 960, wyznaczony doświadczalnie

Zawartość pierwiastków, % (mas.)									
C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ti	Nb	Inne	Fe
0,16	0,31	1,32	0,15	0,41	0,01	0,01	0,001	0,1	reszta

Uwagi: Równoważnik węgla CET 0,341

Tab. 2: Parametry przetapiania laserowego płytek o grubości 5,0 mm ze stali Domex 960

Oznaczenie ściegu	Prędkość symulowanego spawania, m/min	Moc wiązki laserowej, W	Energia liniowa, J/mm	Gaz osłonowy	Uwagi
P-1	2,0	3,3	99	Ar	BP,PD,R
P-2	1,5		132		R,NDG,WL
P-3	1,0		198		BP,PD,R,WL,NDG
P-4	0,5		396		WL,NDG,PPR
P-5	2,0		99	CO ₂	WL, NDG, PD
P-6	1,5		132		PK
P-7	1,0		198		PD
P-8	0,5		396		WL, R

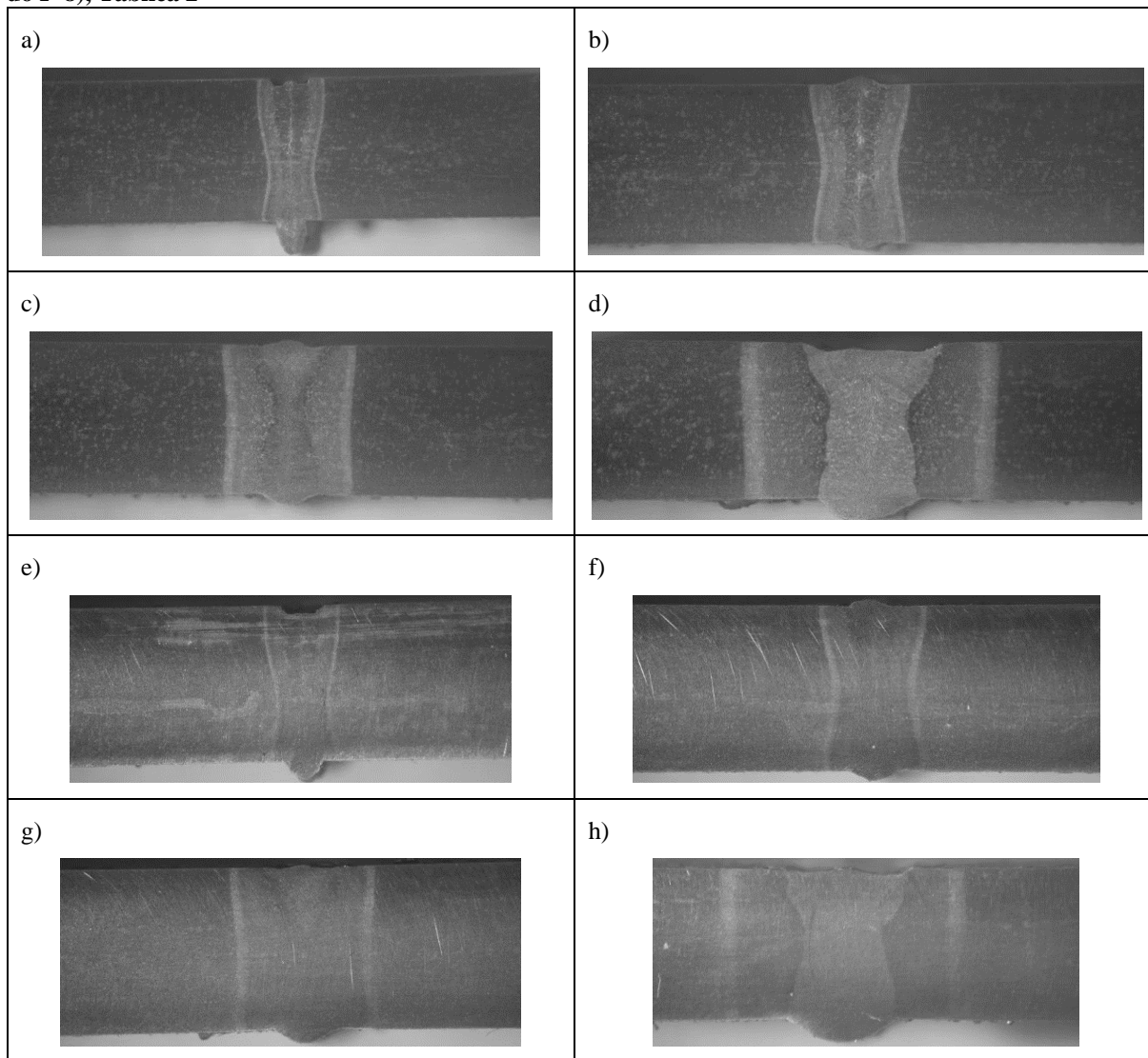
Uwagi: gaz osłonowy - argon czystości 5,0, wiązka laserowa zogniskowana na górnej powierzchni blach, ocena jakości ściegów: BP - brak przetopu, PD - podtopienia, R- rozprysk, NDG - nadmierny nadlew grani, PPR - pojedyncze pory, WL - wklęsnięcie lica, PK – poprawny kształt spoiny

Tab. 3: Parametry spawania laserowego płytek o grubości 5,0 mm ze stali Domex 960

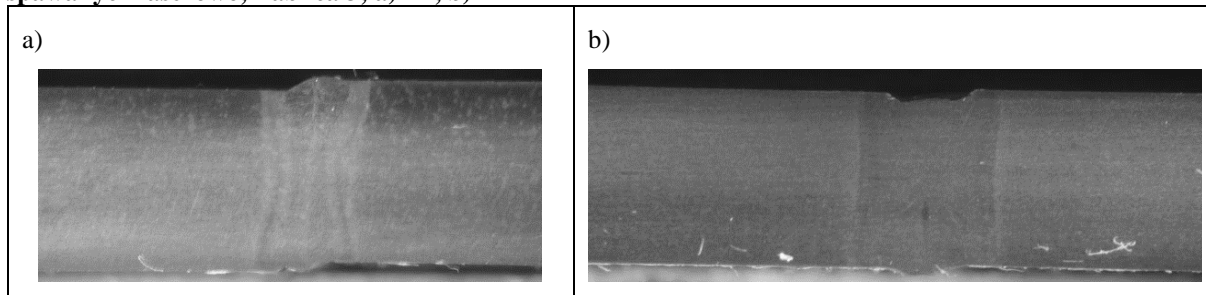
Oznaczenie złącza próbnego	Prędkość spawania, m/min	Moc wiązki laserowej, W	Energia liniowa, J/mm	Gaz osłonowy	Uwagi
Z1	1,5	3,3	132	Ar	PP, R
Z2	1,0	3,3	198	PP, R	

Uwagi: gaz osłonowy - argon czystości 5,0, wiązka laserowa zogniskowana na górnej powierzchni blach, ocena jakości złączy próbnych: PP - pełny przetop, R - ślady rozprysku

Rys. 1: Makrostruktura ściegów próbných wykonanych w procesie symulowanego spawania złączy doczołowych poprzez przetapianie wiązką laserową płytki o grubości 5 mm ze stali Domex 960 (od P-1 do P-8), Tablica 2

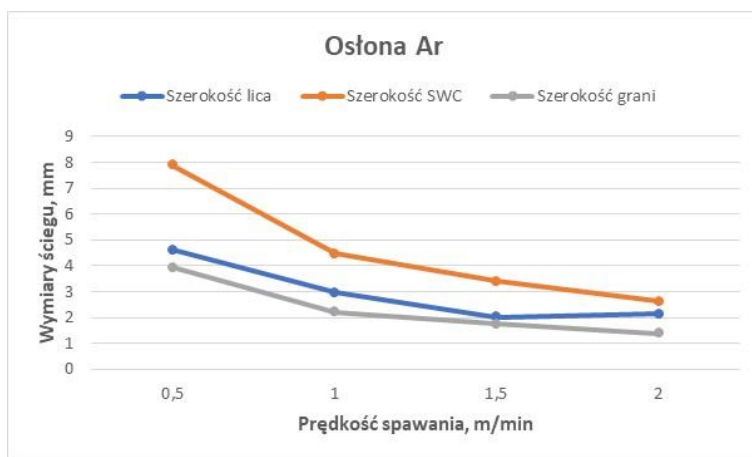


Rys. 2: Makrostruktura próbnych złączy doczołowych płytek o grubości 5 mm ze stali Domex 960 spawanych laserowo, Tablica 3; a) Z1, b) Z2

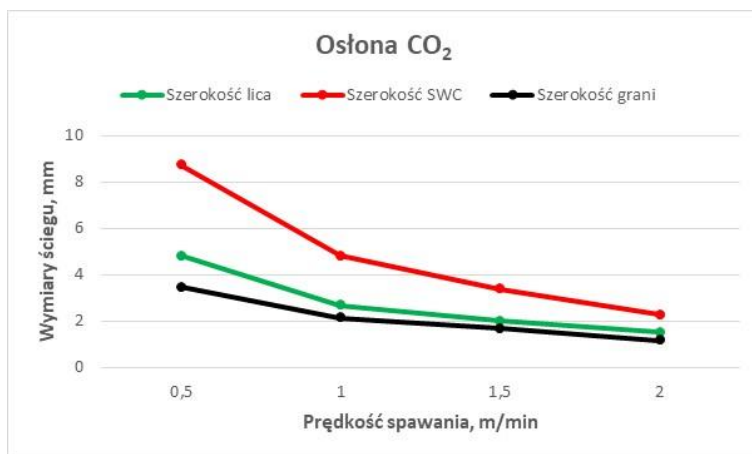


Rys. 3: Wpływ prędkości symulowanego spawania laserowego płytek ze stali Domex 960 o grubości 5 mm w osłonie Ar i CO₂ na kształt ściegu, Tablica 2

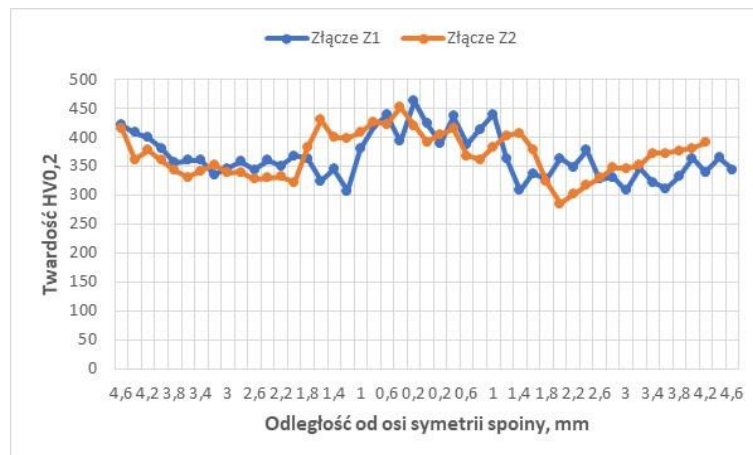
a)



b)



Rys. 4: Rozkład mikrotwardości na przekroju poprzecznym próbnych złączy doczołowych płytek o grubości 5 mm ze stali Domex 960 spawanych laserowo, Tablica 3



2. Analiza wyników badań

Badania procesu spawania laserowego złączy doczołowych blach o grubości 5 mm ze stali Domex 960, obejmujące próby technologiczne symulowanego spawania techniką bead-on-plate, wykazały, że w badanym zakresie parametrów rodzaj zastosowanego gazu osłonowego (Ar oraz CO₂) nie wpływa w sposób wyraźny na kształt ściegów, jak również tendencję do tworzenia porowatości w metalu spoiny, rys. 1 do 3, Tablica 2 i 3. Wraz ze wzrostem prędkości spawania (lub przetapiania techniką bead-on-plate) maleje szerokość lica ściegu, szerokość SWC oraz szerokość grani, jednak nawet przy najwyższej prędkości spawania 2 m/min możliwe jest zapewnienie pełnego przetopienia blach o grubości 5 mm. W zakresie najwyższych prędkości spawania występują jednak cyklicznie powtarzające się wklęsnięcia lica i jednocześnie nadmierny nadlew grani (częściowy wyciek metalu). Przy spawaniu laserowym techniką z tzw. oczkiem w zakresie dużych prędkości spawania, zjawisko to jest często spowodowane niestabilnością kanału parowego (zwanego też kanałem gazodynamicznym), co prowadzi do cyklicznego grawitacyjnego zalewania otworu kanału parowego przez metal w stanie ciekłym. W efekcie oprócz nierówności lica i grani rośnie też ryzyko porowatości metalu spoiny, co jest częstym problemem przy spawaniu laserowym różnego typu złączy przy dużych prędkościach spawania, szeroko opisywanym w literaturze.

Obserwacje makroskopowe wykazały, że kształt linii wtopienia ściegów próbnych oraz spoin złączy doczołowych spawanych laserowo jest zbliżony do kształtu kolumnowego o prawie równoległych bokach lub też kształtu klepsydry, w zależności od parametrów spawania laserowego, rys. 1 i 2. Taki kształt linii wtopienia jest charakterystyczny w przypadku spawania laserowego z dużymi gęstościami mocy i utworzeniem kanału parowego (tzw. „oczka”).

Szerokość ściegów próbnych oraz spoin jest mniejsza od grubości spawanych blach i mieści się w zakresie od 2,5÷4,0 mm w przypadku ściegu wykonanego przy najniższej prędkości przetapiania laserowego 0,5 m/min, a więc najwyższej energii liniowej równiej 396 J/mm, rys. 1,3. Szerokość strefy wpływu ciepła (SWC) w tym przypadku nie przekracza 3,0 mm, rys. 3. Z kolei szerokość ściegu próbnego wykonanego przy najwyższej prędkości spawania 2,0 m/min, a zatem najniższej energii liniowej 99 J/mm, wynosi zaledwie 0,7÷1,1 mm, natomiast szerokość SWC jest poniżej 0,5 mm, rys. 3. Pomiary mikrotwardości na przekroju poprzecznym próbnych złączy doczołowych spawanych laserowo wskazują na wyraźny wzrost mikrotwardości w obszarze środkowym spoiny, nawet powyżej 450 HV_{0,2}. Jednocześnie w SWC zaobserwowano spadek mikrotwardości do poziomu ok. 280 HV_{0,2}, co z kolei wywiera wpływ na własności wytrzymałościowe złączy, rys. 4.

Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzone badania procesu spawania laserowego blach o grubości 5 mm ze stali Domex 960 za pomocą lasera dyskowego TruDisk o mocy maksymalnej 3,3 kW wykazały, że spawanie techniką z oczkiem spoiny pozwala na zapewnienie dużych prędkości spawania, przy jednocześnie niskiej energii liniowej, pełne przetopienie blach oraz zapewnienie poprawnego kształtu spoiny o szerokości lica nawet poniżej 2 mm i grani poniżej 1,2 mm. Jednak z powodu małej szerokości spoiny konieczne jest precyzyjne przygotowanie krawędzi blach do spawania oraz precyzyjne pozycjonowanie wiązki laserowej względem osi rowka. Z kolei w zakresie dużych prędkości spawania laserowego występuje skłonność do zakłóceń stabilności procesu spawania i formowania spoiny w wyniku cyklicznych niestabilności kanału parowego („oczka”). Spadek twardości w SWC złączy próbných stwierdzono zarówno w przypadku złącza spawanego przy energii liniowej 132 J/mm, jak również przy energii liniowej 198 J/mm. Zjawisko to jest niekorzystne, gdyż może być powodem obniżenia własności mechanicznych złączy.

Bibliografia

- [1] Lisiecki A., Kurc-Lisiecka A., Brząkała P., Ślizak D., Wałag G., Lis R. (2015). Badania procesu spawania hybrydowego stali o wysokiej wytrzymałości. IV Sympozjum Katedr i Zakładów Spawalnictwa, Istebna 16-17 czerwiec 2015.
- [2] Lisiecki A., Szarzec M., Striczek R., Kolebski W. (2015). Spawanie laserowe blach ze stali drobnoziarnistej walcowanej termomechanicznie o wysokiej granicy plastyczności – cz. I. Stal, 3-4, 101-102.
- [3] Lisiecki A., Szarzec M., Striczek R., Kolebski W. (2015). Spawanie laserowe blach ze stali drobnoziarnistej walcowanej termomechanicznie o wysokiej granicy plastyczności – cz. II. Stal, 5-6, 132-136.
- [4] Różański M., Grajcar A., Stano S. (2015). Wpływ energii liniowej spawania wiązką laserową na mikrostrukturę i wybrane właściwości połączeń ze stali AHSS na przykładzie CPW 800. Przegląd Spawalnictwa, 2, 23-29.
- [5] Górka J. (2013). Wpływ maksymalnej temperatury cyklu cieplnego na własności symulowanej SWC stali obrabianej termomechanicznie S700MC. Przegląd Spawalnictwa, 10, 46-53.
- [6] Arvidsson B., Broback J. (2012). The Domex steel grade turns 50 and introduces a new generation of products – 900, 960 and 1100, EuroBLECH 2012, 23-27 October.
- [7] http://www.ssab.com/Global/Domex/Datasheets/en/435_Domex%20960.pdf.

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono wyniki badań procesu spawania laserowego blach o grubości 5,0 mm ze stali Domex 960 za pomocą lasera dyskowego TruDisk o mocy maksymalnej 3,3 kW. Wyniki badań wykazały, że w zakresie stosowanych parametrów spawanie przebiegało techniką z tzw. „oczkiem”, co zapewniało duże prędkości spawania, wąską spoinę i SWC. Zapewnienie stabilności procesu spawania wymaga jednak precyzyjnego doboru parametrów technologicznych. W SWC złączy doczołowych stwierdzono wyraźny spadek twardości, co z kolei może wywierać negatywny wpływ na własności wytrzymałościowe złączy.

QUALITY MANAGEMENT IN THE HYBRID WELDING PROCESS

SUMMARY

There are presented results of investigations on laser welding process of 5.0 mm thick butt joints of Domex 960 steel by means of disk laser TruDisk with the maximum output power 3.3 kW. The results of investigations showed that the laser welding process within the investigated parameters was carried out as “key hole” welding, which ensured high welding speed, very narrow weld and also narrow HAZ. However, ensuring high quality of the laser welded butt joints requires very precise selection of the technological welding parameters. Significant drop of hardness was disclosed in the HAZ of butt joints, which in turn may unfavorably affect the mechanical properties of the joints.

WPLYW ZASTOSOWANIA PROGÓW ZWALNIAJĄCYCH NA EMISJĘ HAŁASU Z POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH

Wprowadzenie

Progi zwalniające są elementami powszechnie stosowanymi w infrastrukturze drogowej. Ich zadaniem jest zwiększenie bezpieczeństwa osób niezmotoryzowanych, należących do tak zwanej grupy słabszych uczestników ruchu drogowego, poprzez zmniejszenie prędkości jazdy pojazdów. Progi zwalniające stanowią fizyczną przeszkodę wpływającą negatywnie na komfort jazdy zarówno kierowcy, jak i pasażerów. Miejscami, gdzie najczęściej lokalizuje się progi zwalniające są odcinki jezdni bezpośrednio przed przejściami dla pieszych, a w szczególności w bliskiej odległości od szkół, przedszkoli, placów zabaw i innych miejscach szczególnie uczęszczanych przez małoletnich.

Powszechność stosowania progów zwalniających wynika przede wszystkim z faktu, iż w prosty sposób można osiągnąć zamierzony efekt (redukcja prędkości pojazdów), przy jednoczesnym niskim koszcie inwestycji oraz łatwości aplikacji na drodze (zwłaszcza w przypadku progów listwowych). Dodatkowo wymagania prawne dotyczące umieszczania w pasie drogowym progów zwalniających są stosunkowo łatwe do spełnienia. Dotyczą one odległości montażu progów od skrzyżowań, przejść dla pieszych, ich wymiarów, oznakowania oraz przede wszystkim klas technicznych drogi [1].

Celem niniejszego opracowania była analiza emisji hałasu komunikacyjnego podczas pokonywania przez pojazd samochodowy progu zwalniającego, przy czym pod uwagę brano całą sekwencję zdarzeń (to znaczy od jazdy ze stałą prędkością przed progiem, poprzez dohamowanie pojazdu w bezpośredniej odległości przed przedmiotową przeszkodą i pokonanie przeszkody, po przyspieszanie pojazdu za przeszkodą).

1. Hałas

Generalnie rzecz ujmując, przez hałas rozumie się wszelkie niepożądane, dokuczliwe, nieprzyjemne lub szkodliwe dla zdrowia drgania mechaniczne ośrodka sprężystego. Drgania te działają za pośrednictwem powietrza w postaci fal akustycznych na organ słuchu i inne zmysły oraz elementy organizmu człowieka. Zjawisko hałasu rozpatruje się w częstotliwościach i w natężeniach stwarzających uciążliwość dla ludzi i środowiska [2].

Warto stanowczo zaznaczyć, że hałas może powodować brak poczucia bezpieczeństwa, uniemożliwia porozumiewanie się, orientację w środowisku, pogarsza komfort życia, pracy i wypoczynku. Co ważne wspomnienia, człowiek jednak nie może jednak funkcjonować w absolutnej ciszy. Korzystnie na organizm człowieka działają szумы wytworzone przez naturę, np. szum drzew, mórz, czy też rzek. Ponadto, w sygnale akustycznym zawarta jest informacja o otaczającym człowieka świecie (np. stan pracy obsługiwanej maszyny).

Ze względu na różne oddziaływanie hałasu na organizm ludzki, a tym samym różną szkodliwość tego zjawiska dla zdrowia ludzi, hałas można podzielić w zależności od jego poziomu na pięć następujących grup [3]:

- poniżej 35 dB(A) – hałas nieszkodliwy dla zdrowia, mogący działać denerwująco lub przeszkadzać w pracy wymagającej skupienia,
- 35 ÷ 70 dB(A) – hałas wpływający na zmęczenie układu nerwowego człowieka, poważnie utrudnia on zrozumienie mowy, zasypianie i wypoczynek,
- 70 ÷ 85 dB(A) – hałas znacznie zmniejszający wydajności pracy, mogący być szkodliwym dla zdrowia i powodować uszkodzenie słuchu,
- 85 ÷ 130 dB(A) – hałas powodujący liczne schorzenia organizmu ludzkiego, uniemożliwiający zrozumiałość mowy nawet z odległości 0,5 m,
- powyżej 130 dB(A) – hałas powodujący trwałe uszkodzenie słuchu, wywołujący pobudzenie do drgań organów wewnętrznych człowieka i ich schorzenia.

Hałas komunikacyjny i źródła hałasu w pojeździe samochodowym

Hałas, którego pochodzenie związane jest z zaspokajaniem potrzeb transportowych nazywa się hałasem komunikacyjnym. W zależności od rodzaju środka transportu zasadniczo wyróżnia się przede wszystkim hałas drogowy oraz kolejowy. Hałas związany z żeglugą morską oraz powietrzną nie jest spotykany w bardzo bliskich odległościach od obszarów zamieszkałych przez ludzi.

Rozważania na temat hałasu drogowego rozpocząć należy od klasyfikacji jego źródeł. Tak więc należą do nich:

- pojazdy samochodowe,
- tramwaje,
- trolejbusy,
- inne pojazdy i maszyny poruszające się po drogach za pomocą własnego napędu.

Przy rozpatrywaniu klimatu akustycznego w miastach najbardziej interesujące jest łączne oddziaływanie licznych źródeł hałasu, czyli pojazdów biorących udział w ruchu drogowym. W tym przypadku można traktować drogę jako umowne źródło dźwięku (powierzchniowe lub liniowe).

Pojazd samochodowy stanowi obiekt techniczny, który podczas swojej pracy wywołuje zjawisko hałasu z różnych źródeł. Na całkowitą wartość natężenia dźwięku powstałego podczas jazdy ma wpływ szereg czynników. Do najważniejszych z nich zaliczyć należy:

- silnik wraz z osprzętem,
- układ wydechowy,
- układ przeniesienia napędu,
- współpraca opon z nawierzchnią drogi,
- zjawiska aerodynamiczne.

Przy niskich prędkościach jazdy najistotniejszym czynnikiem mającym bezpośredni wpływ na emisję hałasu przez pojazd samochodowy jest prędkość obrotowa wału korbowego silnika spalinowego. Od tej prędkości obrotowej zależy częstotliwość występowania procesów spalania w silniku, a konkretnie w komorze spalania, a także działanie pozostałych układów niezbędnych do prawidłowej pracy jednostki napędowej, tzn. osprzętu silnika. Do osprzętu silnika zalicza się między innymi wentylator, układ zasilania paliwem, układ doładowania, alternator czy też sprężarkę klimatyzacji.

Bardzo ważnym układem w pojeździe samochodowym ze względu na redukcję hałasu jest układ wydechowy. W układzie wydechowym montowane są urządzenia (tłumiki) ograniczające hałas powstały w wyniku procesu spalania paliwa. Ingerencja w fabryczny układ wydechowy, która ma na celu zmniejszenie oporów przepływu spalin i w konsekwencji wzrost osiągnięć silnika i pojazdu w ogóle, zazwyczaj powoduje wzrost natężenia dźwięku generowanego przez pojazd.

Praca silnika spalinowego jest efektywna w stosunkowo wąskim zakresie prędkości obrotowych wału korbowego, przez co koniecznym jest zastosowanie w pojeździe przekładni

(skrzynka biegów). Koła zębate współpracujące w przekładni są również źródłem hałasu w pojeździe. Zastosowanie kół zębatach o zębach skośnych w skrzynkach biegów pojazdów samochodowych przyczyniło się znacznie do zmniejszenia emisji hałasu, ale należy wyraźnie zaznaczyć, że nie był to powód zastosowania takiego właśnie rozwiązania.

Podczas poruszania się pojazdów samochodowych z prędkościami powyżej 50 km/h wyraźnie wzrasta emisja hałasu od współpracy koła ogumionego z nawierzchnią jezdni. Opony poprzez styk z podłożem generują do otoczenia hałas. Dzieje się tak między innymi ze względu na odkształcenia, którym ulega sprężysty materiał z jakiego wykonane są opony.

Od pewnego czasu każda nowa opona oferowana do sprzedaży na rynku musi obowiązkowo posiadać podawaną przez jej producenta informację na temat emisji hałasu (rysunek 4). Producenci badają emisję hałasu dla konkretnego przypadku opony podczas szeregu przejazdów testowych z prędkościami jazdy w zakresie od 70 do 90 km/h.

Warto również zaznaczyć, że istotnym czynnikiem mogącym wpływać na zwiększenie poziomu hałasu jest stan nawierzchni jezdni (np. obecność spękań i wyrw), jej wilgotność (obecność wody np. z opadów atmosferycznych) oraz rodzaj nawierzchni, po której porusza się pojazd (nawierzchnia betonowa, bitumiczna, klinkierowa, itp.).

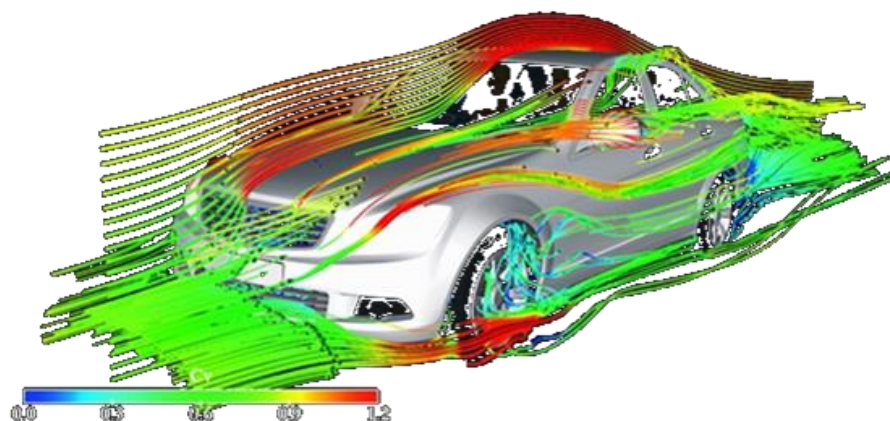
Rys. 4. Opona samochodowa i etykieta z danymi eksploatacyjnymi



Źródło: [4]

Opory ruchu powstałe w wyniku działania zjawisk aerodynamicznych (rysunek 5) zależą w największym stopniu od kształtu nadwozia pojazdu i stanowią oddzielne źródło hałasu. Wzrost wartości tych oporów jest związany ze wzrostem prędkości poruszania się pojazdu. Kluczowym parametrem jest zróżnicowanie rozkładu ciśnienia powietrza wokół elementów zewnętrznego pojazdu.

Rys. 5. Wizualizacja wyników badania oporu aerodynamicznego



Źródło: [5]

2. Progi zwalniające

Istnieje kilka kryteriów podziału progów zwalniających. Najogólniej rzecz biorąc, wyróżnia się następujące rodzaje progów zwalniających:

- najazdowe,
- podrzutowe, czyli tzw. „wybrzuszenia” zlokalizowane na jezdni.

Jeśli chodzi o progi zwalniające najazdowe, to ze względu na ukształtowanie progów zwalniających na planie drogi można wyróżnić następujące najazdowe progi zwalniające [6]:

- listwowe (rysunek 6),
- płytowe (rysunek 7),
- wyspowe (rysunek 8).

Próg zwalniający listwowy jest wykonany na całej szerokości drogi. Posiada on formę elementu listwowego – jednolitego lub złożonego z segmentów. W odróżnieniu od progów listwowych, próg zwalniający płytowy wykonany jest w formie płyty. Jest on odpowiednio ukształtowany na powierzchni jezdni lub ułożony i zamocowany na jej konstrukcji. Natomiast próg zwalniający wyspowy jest wykonany w formie wydzielonej wyspy lub kilku wysp umieszczonych na jezdni [6].

Rys. 6. Próg zwalniający listwowy



Źródło: badania własne

Rys. 7. Progi zwalniające płytowe



Źródło: badania własne

Rys. 8. Próg zwalniający wyspowy z wyznaczonym przejściem dla pieszych



Źródło: badania własne

Jeśli chodzi o progi zwalniające podrzutowe, to progi te charakteryzują się małą długością. Posiadają stromą płaszczyznę najazdową, powodującą przy najechaniu silny podrzut pojazdu.

Rys. 9. Próg zwalniający podrzutowy



Źródło: badania własne

Należy wyraźnie zaznaczyć, że prócz oczywistych zalet, wykorzystanie progów zwalniających do redukcji prędkości poruszających się pojazdów samochodowych ma wiele wad. Do negatywnych skutków stosowania progów zwalniających należą [7]:

- zwiększenie hałasu i drgań – szczególnie uciążliwe dla mieszkańców posesji znajdujących się w bezpośredniej odległości od zamontowanego progu,
- ponadnormatywna emisja spalin z pojazdów, które przekraczają próg i przyspieszają tuż po jego przekroczeniu,
- zagrożenie dla rowerzystów oraz innych kierujących pojazdami jednośladowymi, którzy przekraczają próg,
- konieczność zwalniania pojazdów uprzywilejowanych (np. pogotowia ratunkowego, straży pożarnej) podczas wykonywania interwencji,
- negatywne oddziaływanie na konstrukcję drogi oraz na urządzenia infrastruktury znajdujące się w drodze (np. sieci wodociągowe i kanalizacyjne, sieci gazowe),
- utrudnienia związane z prawidłowym odsnieżaniem jezdni oraz uszkodzenia progów listwowych przy odsnieżaniu,
- utrudnienia w prawidłowym odwodnieniu drogi,
- częste rozjeżdżanie poboczy i chodników przez kierowców omijających progi,
- zmniejszenie komfortu jazdy osobom korzystającym z pojazdu
- przyspieszenie zużycia elementów zawieszenia pojazdu.

3. Metodyka badań

Przedmiotem przeprowadzonych badań były pomiary natężenia dźwięku, które odbywały się w warunkach terenowych na otwartej przestrzeni. Badane dźwięki stanowiły hałas, którego źródłem były poruszające się pojazdy samochodowe. Badania były wykonywane w bezpośrednim sąsiedztwie różnego rodzaju progów zwalniających zlokalizowanych na jezdniach o nawierzchni bitumicznej.

Zaplanowano jeden rodzaj badań dla trzech wytypowanych progów zwalniających. Polegał on na badaniu hałasu podczas kontrolowanych przejazdów wytypowanych pojazdów przez wytypowane do badań progi zwalniające różnej konstrukcji.

Każda próba kontrolowanego przejazdu wytypowanym pojazdem przez dany próg zwalniający była powtórzona pięciokrotnie. Przedstawione w dalszej części niniejszego opracowania wyniki stanowią wartość średnią z pięciu prób. Pojedyncza próba polegała na:

- rozpędzeniu pojazdu do 30 km/h,
- wyhamowaniu pojazdu do prędkości 20 km/h bezpośrednio przed progiem zwalniającym,
- przejechaniu pojazdu przez próg z prędkością 20 km/h (sprzęgło pojazdu wyłączone),
- dynamicznym powtórny rozpędzeniu pojazdu do 30 km/h (początek rozpędzania po zjechaniu z progu kół osi tylnej pojazdu; włączony II bieg w skrzynce przekładniowej).

Analizując pojedynczy przejazd pojazdu samochodowego przez próg zwalniający można dokonać jego podziału na trzy zasadnicze etapy: wyhamowania przed przeszkodą, przejazdu przez przeszkodę oraz przyspieszania za przeszkodą. Etap pierwszy polega na wyhamowaniu przed progiem zwalniającym, podczas którego prędkość obrotowa wału korbowego silnika maleje, aby ustalić się na wartości biegu jałowego pod koniec tego etapu. W tym okresie występuje tarcie pomiędzy elementami par ciernych elementów układu hamulcowego pojazdu, które przy niesprawnym układzie mogą generować charakterystyczne dźwięki (piski). Etap drugi obejmuje sam przejazd pojazdu (wszystkich jego osi) przez próg zwalniający. Prędkość poruszania się pojazdu nie jest już zredukowana i nie jest jeszcze zwiększana przez kierowcę. W trakcie trwania tego etapu nadwozie pojazdu zmienia swoje położenie w kierunku pionowym i odbierane jest przez kierowcę i pasażerów jako krótkotrwałe wymuszenie pochodzące od nawierzchni jezdni. W tym czasie elementy sprężyste zawieszenia uginają się, a elementy tłumiące zawieszenia pochłaniają energię. W końcowej fazie tego etapu zawieszenie pojazdu dąży do jak najszybszego powrotu do stanu pierwotnego. Podczas trzeciego etapu następuje zwiększenie prędkości pojazdu. Charakterystyczne dla tego etapu jest wzrost poziomu hałasu generowanego przez jednostkę napędową, a sytuacja taka ma miejsce do chwili, w której

kierowca dokona zmiany przełożenia w skrzynce biegów, bądź też pojazd uzyska wymaganą przez kierowcę prędkości jazdy.

3.2. Pojazdy wytypowane do badań

Pojazdami wytypowanymi do badań były dwa samochody osobowe. Każdy z nich posiadał silnik spalinowy charakteryzujący się odmiennym systemem spalania (ZI – z zapłonem iskrowym, ZS – z zapłonem samoczynnym). Ponadto, w celach porównawczych postanowiono, że w badaniach weźmie udział także motocykl jednośladowy z silnikiem zasilanym benzyną (tablica 2).

Tab. 2: Pojazdy wytypowane do badań

L. p.	Parametr	Fiat Panda	Opel Corsa	Kawasaki Z750S
1	Rodzaj pojazdu	Samochód osobowy	Samochód osobowy	Motocykl
2	Ilość miejsc	5	5	2
3	System spalania	ZS	ZI	ZI
4	Pojemność skokowa silnika, cm ³	1248	1389	748
5	Moc maksymalna, kW	51	66	81
6	Prędkość obrotowa mocy maksymalnej, min ⁻¹	4000	6000	11000
7	Maksymalny moment obrotowy, Nm	145	125	75
8	Prędkość obrotowa maksymalnego momentu obrotowego, min ⁻¹	1400	4000	8200
9	Oś napędzana	przednia	przednia	tylna
10	Masa własna, kg	935	1010	219
11	Dopuszczalna ładowność pojazdu, kg	445	400	179
12	Dopuszczalna masa całkowita pojazdu, kg	1380	1410	398

Źródło: [8]

Rys. 10. Pojazdy wytypowane do badań; a) Fiat Panda, b) Opel Corsa, c) Kawasaki Z750S



Źródło: badania własne

3.2. Progi zwalniające wytypowane do badań

Badania zostały przeprowadzone dla trzech rodzajów progów zwalniających, tj. progu listwowego, progu płytowego i progu wyspowego. Dla każdego z wytypowanych do badań progów zwalniających wykonano badania hałasu pochodzącego z przejeżdżających przez nie pojazdów wytypowanych do badań. Wytypowane do badań progi zwalniające przedstawiono na rysunkach 11, 12 oraz 13.

Rys. 11. Próg listwowy wytypowany do badań



Źródło: badania własne

Rys. 12. Próg płytowy wytypowany do badań



Źródło: badania własne

Rys. 13. Próg wyspowy wytypowany do badań



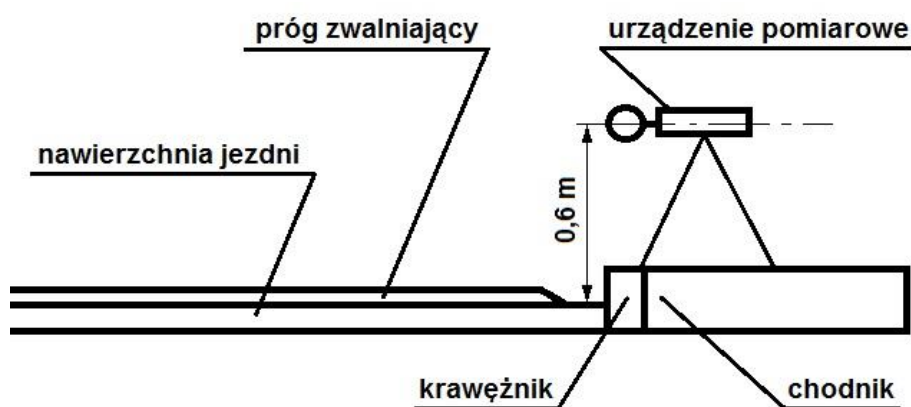
Źródło: badania własne

3.3 Stanowisko pomiarowe

Organizacja stanowiska pomiarowego przedstawiała się następująco. Mikrofon urządzenia pomiarowego znajdował się w linii krawężnika przy jezdni, po której poruszały się pojazdy stanowiące źródło hałasu. Wysokość usytuowania mikrofonu pomiarowego nad powierzchnią podłoża została określona na 0,6 metra. Oś mikrofonu była podczas badań ustawiona poziomo i prostopadłe do krawężnika. Mikrofon był wyposażony podczas badań w osłonę przeciwwietrzną. Zaznaczyć należy, iż badania były przeprowadzone w ten sposób, że pod uwagę brano wyłącznie pojazdy poruszające się po pasie ruchu najbliższym miernikowi (nie dotyczy przypadku jezdni jednokierunkowej – dla badań przy progu płytowym). Stanowisko pomiarowe zostało przedstawione na rysunku 14. Tak zorganizowane stanowisko pomiarowe miało swoją lokalizację (rys. 15):

- 5 metrów przed osią progu zwalniającego,
- na osi progu zwalniającego,
- 5 metrów za osią progu zwalniającego,
- 10 metrów za osią progu zwalniającego.

Rys. 14. Schemat stanowiska pomiarowego usytuowanego przy krawędzi jezdni; widok w kierunku osi jezdni



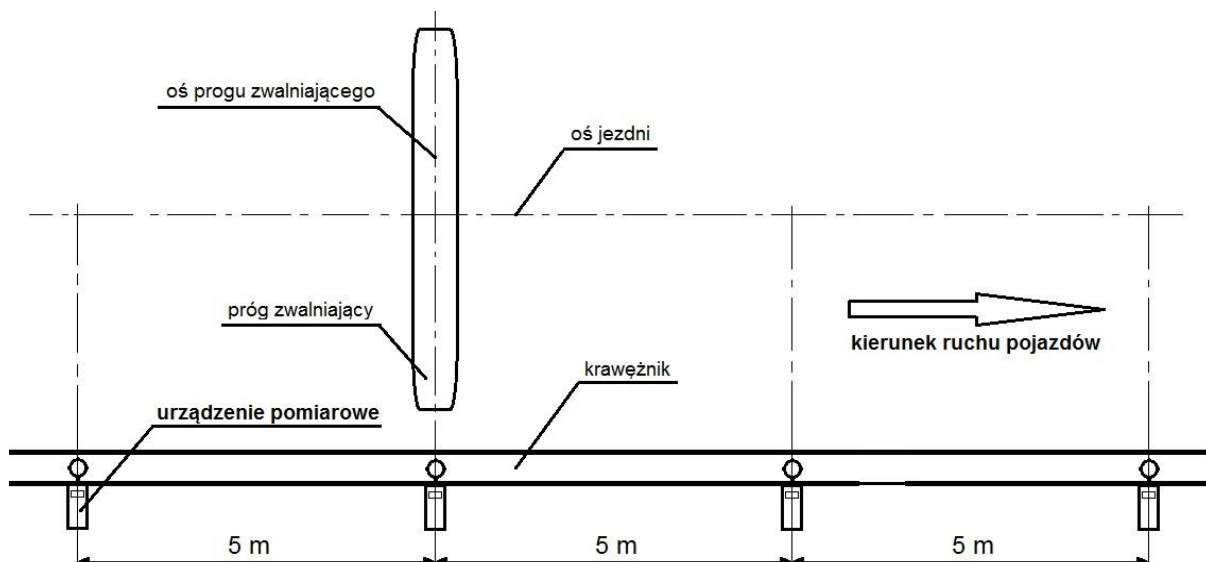
Źródło: badania własne

3.4 Sprzęt pomiarowy

Urządzeniem pomiarowym wykorzystanym do wykonania badań własnych był całkujący miernik poziomu dźwięku SON-50. Przedmiotowe urządzenie pomiarowe zostało przedstawione na rysunku 16.

SON-50 jest miernikiem umożliwiającym pomiar większości parametrów charakteryzujących hałas, między innymi przy pomiarach środowiskowych. Przedmiotowy miernik umożliwia odczyt wszystkich wartości wielkości mierzonych w trakcie pomiaru, bez jego przerywania. Funkcja monitorowania hałasu (historia pomiaru) umożliwia programowany zapis do pamięci urządzenia (do 40 sesji pomiarowych). Ponadto, możliwe jest przesłanie zebranych wyników do komputera, gdzie dzięki dedykowanemu programowi SON-Monitor mogą być one obrabiane i prezentowane w formie liczbowej i graficznej. Charakterystyka miernika SON-50 została zaprezentowana w tablicy 3.

Rys. 15. Lokalizacja stanowisk pomiarowych względem progu zwalniającego; widok z góry



Źródło: badania własne

Rys. 16. SON-50 – całkujący miernik poziomu dźwięku 1 klasy



Źródło: [9]

Tab. 3. Charakterystyka miernika SON-50 użytego w badaniach

Mikrofon	WK-21, pojemnościowy, polaryzowany, czułość 35 mV/Pa.
Tryby pracy:	Miernik poziomu dźwięku, Analizator 1/1- oktawowy (szeregowy), Z filtrem zewnętrznym
Charakterystyki częstotliwościowe	A, C, Lin
Charakterystyki czasowe	SLOW, FAST
Jednocześnie mierzone parametry	$L_{(SPL)}$, L_{eq} , L_{mx} , L_{mn} , L_{Pk} , L_{MPk} , $L_{AE(SEL)}$, $L_{EX.T}$
Zakres pomiarowy	20 ÷ 135dB(A)
Poziom szumów własnych	≤ 19dB(A)
Warunki otoczenia	Temperatura: -10°C ÷ +50°C. Wilgotność: ≤90% (bez kondensacji). Ciśnienie statyczne: 65kPa ÷ 108kPa.

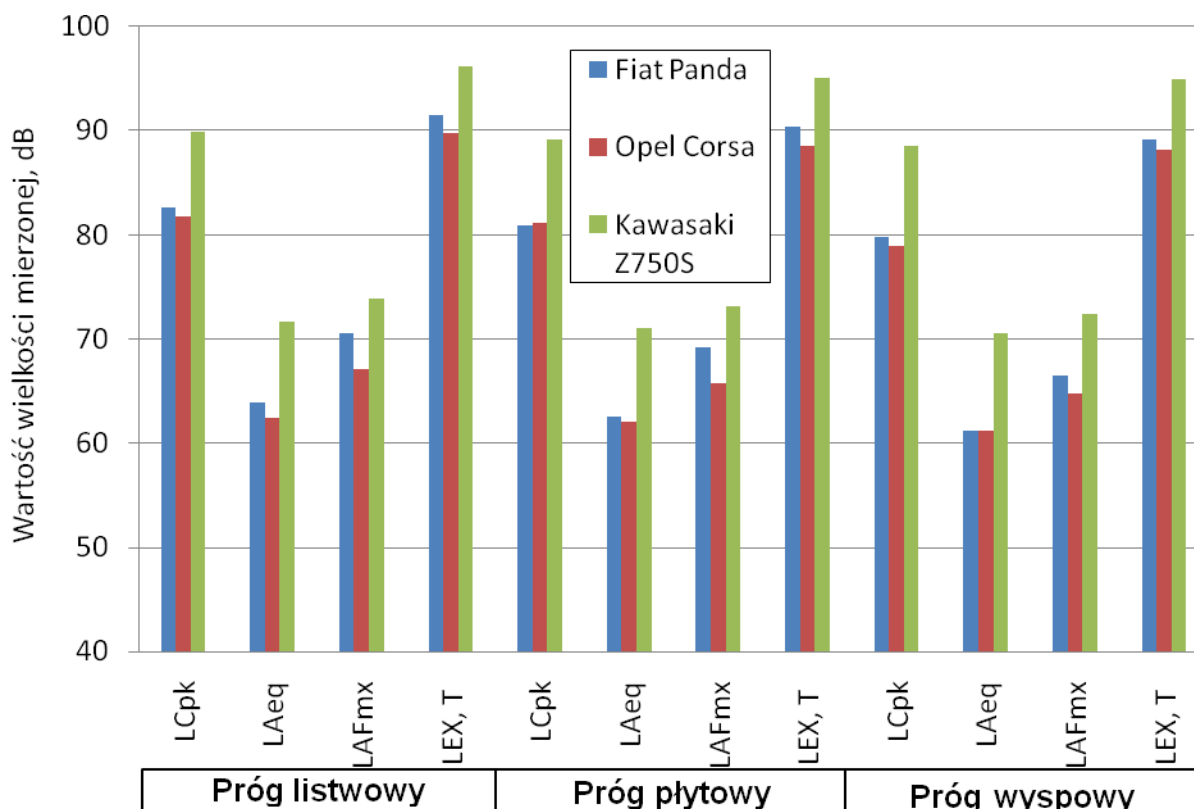
Źródło: [9]

4. Wyniki badań własnych

Zbiorcze zestawienie wyników badań własnych zostało przedstawione na rysunkach od 17 do 20. Na przedmiotowych rysunkach przedstawiono wartości mierzonych wielkości w zależności od odległości od osi progu, dla poszczególnych wytypowanych do badań progów zwalniających, a także wytypowanych do badań pojazdów, z podziałem na daną lokalizację miernika podczas badań: 5 m przed progiem, w osi progu, 5 m za progiem i 10 m za progiem zwalniającym. Podczas pomiaru mierzono wartości następujących wielkości:

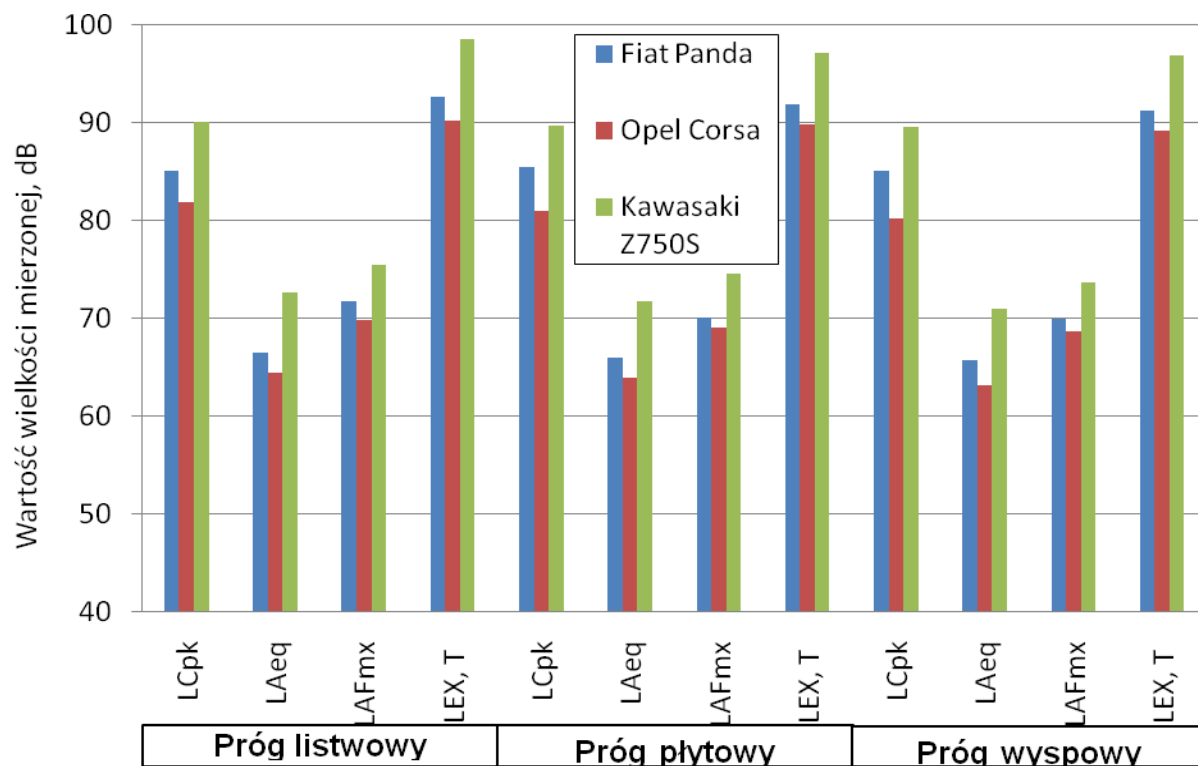
- L_{Cpk} – wartość szczytowa pomiaru dźwięku C,
- L_{AFmx} – maksymalną wartość skuteczną poziomu dźwięku A,
- L_{Aeq} – równoważny poziom dźwięku A,
- $L_{EX,T}$ – poziom ekspozycji na hałas w odniesieniu do 8 godzin.

Rys. 17. Wyniki pomiarów dokonanych podczas przejazdów przez poszczególne progi zwalniające pojazdów wytypowanych do badań; lokalizacja miernika 5 m przed progiem zwalniającym



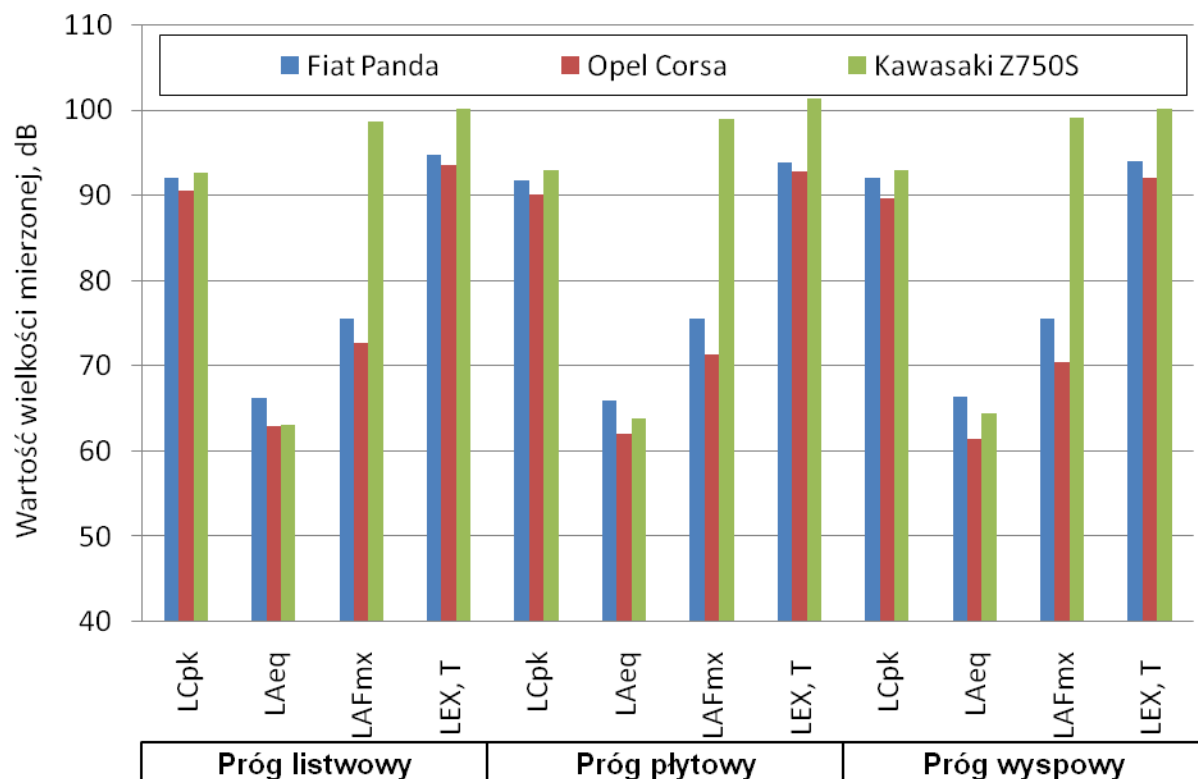
Źródło: badania własne

Rys. 18. Wyniki pomiarów dokonanych podczas przejazdów przez poszczególne progi zwalniające pojazdów wytypowanych do badań; lokalizacja miernika w osi progu zwalniającego



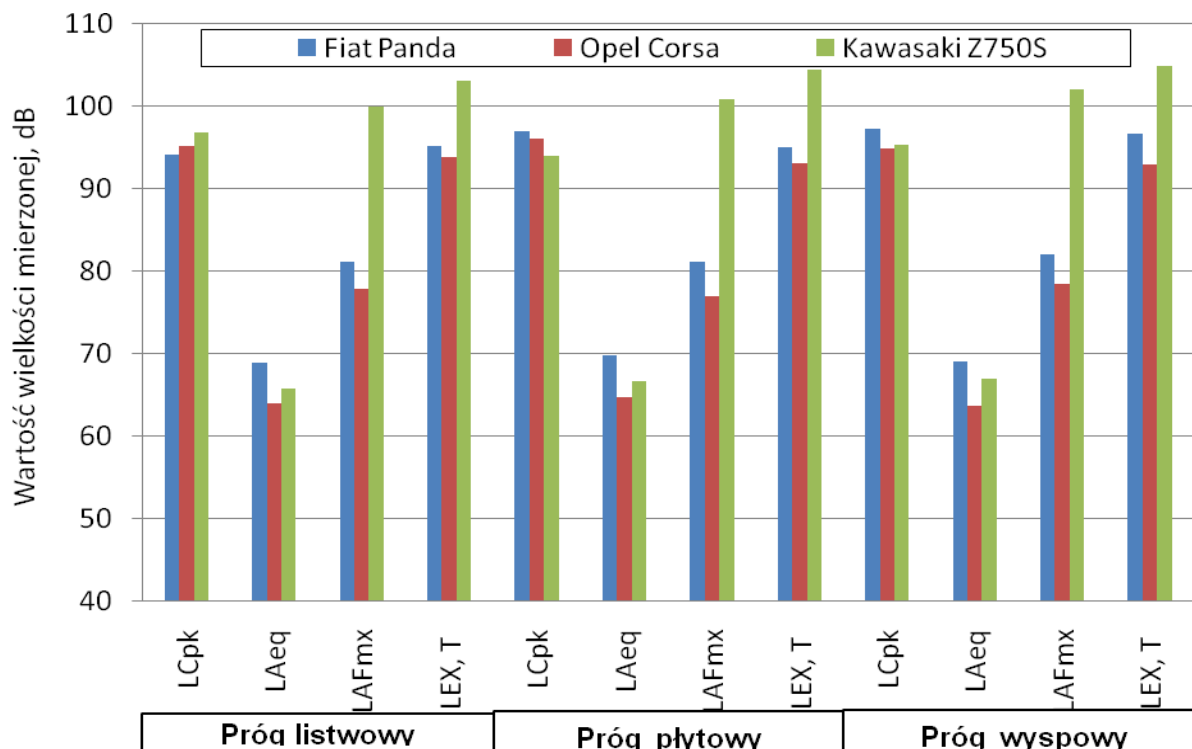
Źródło: badania własne

Rys. 19. Wyniki pomiarów dokonanych podczas przejazdów przez poszczególne progi zwalniające pojazdów wytypowanych do badań; lokalizacja miernika 5 m za progiem zwalniającym



Źródło: badania własne

Rys. 20. Wyniki pomiarów dokonanych podczas przejazdów przez poszczególne progi zwalniające pojazdów wytypowanych do badań; lokalizacja miernika 10 m za progiem zwalniającym



Źródło: badania własne

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań i obserwacji własnych dotyczących porównania wielkości hałasu pochodzącego z pojazdów przejeżdżających przez poszczególne progi, sformułowane następujące wnioski:

- na podstawie analizy przeprowadzonych wyników badań stwierdzono, że zastosowanie progu zwalniającego, jako elementu służącego uspokojeniu ruchu drogowego, powoduje lokalny wzrost poziomu hałasu i może dochodzić do przekroczenia wartości uznanych za maksymalne wg prawa polskiego (50 dB w odniesieniu do 8 godzin)
- na podstawie porównania pomiarów hałasu na wytypowanych progach zwalniających podczas przejazdu pojazdów przy normalnym ruchu drogowym stwierdzono, że w każdej mierzonej odległości (5m przed progiem, w osi progu 5m i 10m za progiem) największy hałas został generowany podczas przejazdu pojazdów przez próg zwalniający wyspowy
- porównanie pomiarów dokonanych podczas przejazdu pojazdów wytypowanych do badań (Fiat Panda, Opel Corsa, Kawasaki Z750S) przez progi zwalniające, w każdej z mierzonych odległości (5m przed progiem, w osi progu 5m i 10m za progiem), stwierdzono, że największy hałas generował motocykl Kawasaki Z750S,
- podczas porównania zbiorczych wyników, gdzie wielkości wartości uzależnione były od odległości od progu, dla poszczególnych wytypowanych progów, a także dla wytypowanych pojazdów wykazały, że największy hałas w większości przypadków generowany był przez motocykl Kawasaki Z750S podczas przejazdu przez próg wyspowy.

Bibliografia

- [1] do_ograniczania_predkosci_%20pojazdow-1.pdf [dostęp: 02.04.2018]
- [2] Chłopek Z. (2002). Ochrona środowiska naturalnego. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- [3] Sadowski J. (1971). Akustyka w urbanistyce, architekturze i budownictwie, Arkady, Warszawa.
- [4] [Internet] <http://www.strefatestow.pl/etykiety-na-nowych-oponach/> [dostęp: 15.03.2018]
- [5] [Internet] <http://magazynauto.interia.pl/porady/technika/news-opor-aerodynamiczny-bez-tajemnic,nId,933431> [dostęp: 17.03.2018]
- [6] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drodze – załącznik nr 4 (Dz. U. nr 220, poz. 2181 z późn. zm.).
- [7] [Internet] <http://drogipubliczne.eu/progi-zwalniajace-na-drogach-publicznych> [dostęp: 17.03.2018]
- [8] Instrukcje obsługi pojazdów wytypowanych do badań.
- [9] Instrukcja obsługi urządzenia SON-50. SONOPAN Białystok.

STRESZCZENIE

W opracowaniu doświadczalnie zbadano wpływ progów zwalniających na hałas pochodzący z przejeżdżających pojazdów silnikowych. Jak ogólnie wiadomo, wyższa prędkość obrotowa silnika zwiększa ogólną emisję hałasu komunikacyjnego pochodzącą z poruszającego się pojazdu. Poza samym silnikiem do źródeł hałasów powstałych z ruchu pojazdów silnikowych należą opory toczenia opon o nawierzchnię drogi, konstrukcja układu wydechowego pojazdu, luzy w przekładni, układ zawieszenia, układ hamulcowy oraz dźwięki pochodzące z pokonywania oporów aerodynamicznych przez nadwozie pojazdu. Artykuł poza badaniami zjawiska opisanego w tytule zawiera dotychczasowy stan wiedzy na temat dźwięku i jego natężenia oraz informacje o progach zwalniających stosowanych na polskich drogach wraz z ich klasyfikacją.

THE EFFECT OF APPLICATION OF THRESHOLDS ON NOISE EMISSIONS FROM VEHICLES

SUMMARY

The study has experimentally examined the effect of releasing thresholds on noise coming from passing motor vehicles. As is generally known, the higher engine speed increases the overall emission of communication noise from a moving vehicle. In addition to the engine itself, noise sources arising from the movement of motor vehicles include rolling resistance of the tires to the road surface, construction of the vehicle exhaust system, transmission operation, suspension system, braking system and sounds from overcoming the aerodynamic resistance of the vehicle body. Apart from researching the phenomenon described in the title, the article contains the current state of knowledge about sound and its intensity as well as information on the release thresholds used on Polish roads along with their classification.

ASPEKTY BEZPIECZEŃSTWA PODCZAS DROGOWEGO TRANSPORTU MATERIAŁÓW SYPKICH

Wprowadzenie

Wymóg utrzymania wysokiego poziomu świadczonych usług przy zachowaniu konkurencyjnej ceny wraz z jednoczesnym ponoszeniem kosztów funkcjonowania przedsiębiorstwa oraz konieczność spełniania przy tym norm ochrony środowiska – to tylko niektóre z aspektów wpisanych w funkcjonowanie firmy transportowej.

Po dołączeniu Polski do Unii Europejskiej odnotowano znaczny wzrost ilości przewożonych towarów. W 2015 roku w Polsce wszystkimi rodzajami transportu przewieziono 1803,8 mln Mg ładunków [1]. Zaznaczyć należy, że spora część kierowców szkolona była wcześniej w całkowicie innych warunkach transportu drogowego, a ówczesny tabor znacząco odbiegał technologicznie od obecnego. Zachowania niegdyś uważane za standardowe – dziś mogą być bezzasadne.

Transport drogowy w skali Polski i Europy jest największym (w ujęciu masy i wartości). Procentowy udział transportu drogowego w przewozach europejskich to 75,7% masy przewożonych towarów [1]. Stale rosnącą popularność zawdzięcza on takim cechom jak [2]:

- szybkość przewozu (zwłaszcza na krótkich trasach),
- wysoka operatywność usługowa,
- duża dyspozycyjność,
- możliwość dostosowania do zmiennych zapotrzebowań klientów,
- możliwość dowozu ładunku bezpośrednio do klienta oraz duża elastyczność przewozu.

Z drugiej strony, transport drogowy poprzez swój negatywny wpływ na środowisko naturalne jest przedmiotem licznych działań proekologicznych. Część aspektów zdaje się być pod kontrolą, jednak wciąż brakuje pewnych regulacji. Obecna istnieją normy określające dopuszczalne wartości emisji spalin. Niejako stale poza kontrolą pozostają takie kwestie jak: zużywające się części eksploatacyjne (ogumienie, klocki i tarcze hamulcowe, itp.) oraz oddziaływanie drgań na środowisko, płyny eksploatacyjne dostające się do gleby podczas incydentów komunikacyjnych, wpływ wywierany na faunę i florę, wynikający z rozdzielania ekosystemów przez infrastrukturę drogową [3].

1. Charakterystyka stanowiska pracy kierowcy

Poprzez stanowisko pracy kierowcy należy rozumieć cały samochód oraz zabudowę specjalną, w którą został on wyposażony. Większość czasu kierowca spędza zasadniczo w kabinie. Należy w związku z tym zapewnić kierowcy odpowiednie warunki ergonomiczne zapewniające mu wygodę sterowania pojazdem. Mowa tu między innymi o czynnikach takich jak: łatwość wsiadania i wysiadania z kabiny pojazdu samochodowego, odpowiednia przestrzeń do wykonywania czynności kierowania pojazdem, możliwość zajęcia wygodnej pozycji, zapewnienie dobrej widoczności z samochodu, ergonomiczne rozmieszczenie urządzeń do sterowania pojazdem, itd.

1.1. Wymogi prawne

Kierowca pojazdów specjalnych do transportu materiałów sypkich stwarza realne zagrożenie dla innych uczestników ruchu w związku z gabarytami oraz masą pojazdu. Niezbędne są uprawnienia do prowadzenia danego typu pojazdów [4]. Ponadto, wymagane jest zaświadczenie o braku przeciwwskazań fizycznych i psychologicznych do wykonywania pracy. W przypadku, kiedy pracodawca wykonuje transport drogowy w celach zarobkowych, konieczne jest uzyskanie kwalifikacji wstępnej oraz okresowej, które przygotowuje pracownika do racjonalnego i bezpiecznego obsługiwanie i kierowania samochodem [5].

Kierowca cysterny do przewozu materiałów sypkich jest zobowiązany do ukończenia kursu dotyczącego obsługi urządzeń do napełniania i opróżniania zbiorników transportowych [6].

1.2. Tabor samochodowy do przewozu materiałów sypkich w cysternach

W roku 2015 co trzeci samochód ciężarowy w Polsce miał powyżej 21 lat, co piąty 6-11 lat, zaś pojazdy nowe (tzn. do 2 lat) to około 5% ogółu. Wskazuje to na dość znaczny wiek polskiego taboru transportowego. Wiek pojazdu może być źródłem wielu awarii oraz nie gwarantuje posiadania najnowszych technologii wspomagających różne aspekty bezpieczeństwa w ruchu drogowym [1].

Technologie przewozów ładunków wykorzystywane przez transport samochodowy dzieli się na trzy grupy: zunifikowane, specjalizowane, uniwersalne. Technologie specjalizowane wynikają z cech fizykochemicznych ładunku, dlatego pojazd musi być przystosowany do przewozu danego rodzaju ładunku. Są one wykorzystywane dla następujących rodzajów towaru: węgla, kruszyw budowlanych, ładunków płynnych, itp. [7].

Cysterny do przewozu materiałów sypkich zalicza się właśnie do grupy technologicznej specjalizowanej. Cechuje je zabudowa zamknięta, zwykle o kształcie owalnym. Podlegają one dozorowi technicznemu zdefiniowanemu przez ministra właściwego do spraw transportu, który określa warunki projektowania, wytwarzania, eksploatacji, naprawy i modernizacji specjalistycznych urządzeń ciśnieniowych [8, 9]. Poprzez określenie „specjalistyczne urządzenie ciśnieniowe” rozumie się cysterny ciśnieniowe, mogące być napełniane i opróżniane ciśnieniowo oraz umożliwiające przewóz ładunków pod ciśnieniem.

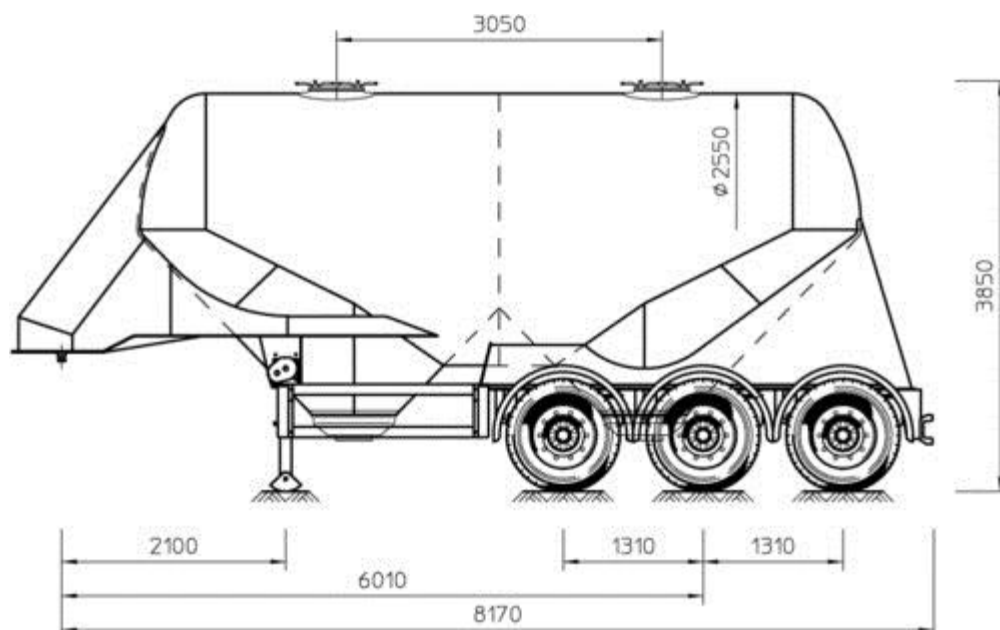
Przed rozpoczęciem użytkowania specjalistycznego urządzenia ciśnieniowego, eksploatujący zgłasza pisemnie urządzenie do dyrektora Transportowego Dozoru Technicznego (TDT), wraz z kompletem niezbędnych dokumentów. Użytkowanie specjalistycznego urządzenia ciśnieniowego można rozpocząć dopiero po pomyślnej kontroli ze strony TDT. Rewizję zewnętrzną (kontrola sprawności manometrów oraz szczelności zaworów) powtarza się co 2 lata, natomiast rewizję wewnętrzną (zakres zewnętrznej poszerzony o próbę ciśnieniową i pomiar grubości ścianek zbiornika ciśnieniowego) powtarza się co 6 lat.

Za pomocą cystern do przewozu materiałów sypkich przewozi się: cement, wapno, rozdrobnione piaski z urobisk kopalnianych, biomasy, mączki wapienne i kostne, pyły węglowe oraz pyły poprodukcyjne z elektrowni.

Naczepa typu cysterna (rysunek 1) posiada od 2 do 6 wjazdów załadunkowych o średnicy 0,45 metra każdy. Każdy z wjazdów zabezpieczony jest czterema śrubami [10]. Wjazdy pozwalają na załadunek grawitacyjny cysterny bezpośrednio z silosu bądź za pomocą przenośników taśmowych lub ślimakowych.

Obciążenie naczepy jest kontrolowane przez wagę lub zegary do pomiaru ciśnienia powietrza w układzie pneumatycznym zawieszenia pojazdu. Po zakończeniu załadunku kierowca wkręca śruby zabezpieczające wjazdy, uprzednio wchodząc na naczepę. Naczepa powinna być wyposażona w drabinkę oraz pomost i składaną barierkę na górze naczepy [11].

Rys. 1. Naczepa cysterna do przewozu materiałów sypkich



Źródło: [12]

Podczas transportu ładunku kierowca powinien zwracać szczególną uwagę na naczepę – jej rozszczelnienie uniemożliwia rozładunek. Rozładunek materiału przewożonego w cysternie jest realizowany przy pomocy sprężonego powietrza przez rurociąg o średnicy 52÷75 mm. Rurociąg posiada 3 punkty połączenia ze źródłem sprężonego powietrza poprzez taz zwane złącza strażackie [13]. Gaz jest wprowadzany do cysterny do chwili osiągnięcia ciśnienia 0,2 MPa [10]. Źródłem sprężonego powietrza może być urządzenie zewnętrzne lub kompresor będący na wyposażeniu ciągnika siodłowego. Po zwiększaniu ciśnienia wewnątrz cysterny do wymaganej wartości otwierane są zawory rurociągu wylotowego. Sprężone powietrze naciska na ładunek od góry, jednocześnie wymuszając ruch drgający sit, zsypujących materiał do leja wylotowego. Rurociąg wylotowy zwykle ma średnicę 110 mm i również jest zakończony tak zwanym złączem strażackim [13]. Pojemność naczep zawiera się w przedziale 13÷100 m³.

Drugi typ cystern do przewozu materiałów sypkich to cysterny z podnośnikiem hydraulicznym, które zwane są także silosami. Jedyna różnica w obsłudze tego typu zabudowy dotyczy rozładunku. Siłownik hydrauliczny, umieszczony w przedniej części naczepy podnosi cysternę. W tym czasie materiał wewnątrz zbiornika przemieszcza się grawitacyjnie do jego tylnej części. Reszta procesu przebiega jak poprzednio.

1.3. Zagrożenia występujące na stanowisku pracy

Pracę kierowcy charakteryzuje niestacjonarne stanowisko realizacji zadań zawodowych, co determinuje stale zmieniające się i liczne zagrożenia. Poniżej przedstawiono podstawowe z tych zagrożeń.

W związku z uczestnictwem w ruchu drogowym pracownik jest narażony na zdarzenia komunikacyjne – wypadki i kolizje. W zależności od okoliczności mogą one przynieść różny skutek – od niegroźnych obrażeń po zgon. Prócz tego podczas usuwania awarii pojazdu na drodze kierowca jest narażony na obrażenia spowodowane przez niezachowanie ostrożności przez pozostałych uczestników ruchu drogowego. Ponadto, kierowca może zostać potrącony przez inne pojazdy załadunkowe. Zagrożenie to może być intensyfikowane przez brak używania kamizelki odblaskowej. Prócz tego sam proces załadunku i rozładunku przedmiotu transportu związany jest z narażeniem pracownika na zagrożenia. Może on skutkować na przykład upadkiem z wysokości (nawet powyżej 2 m). Podczas obsługi pojazdu występuje również narażenie na zatrucie lotnymi środkami chemicznymi pochodzącymi z pojazdu (olej

napędowy, olej hydrauliczny, itp.) lub samego ładunku. Warto wspomnieć także o obciążeniu narządu słuchu, spowodowanym niedostatecznym wytlumieniem kabiny, złym stanem technicznym pojazdu oraz obciążeniu narządu wzroku spowodowanym długotrwałą jazdą – również w warunkach nocnych. Nie bez znaczenia jest obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego, wynikające z wymuszonej pozycji ciała podczas kierowania pojazdem. Ważnym zjawiskiem jest także stres oraz presja czasu będące nieodłączną składową wykonywanej pracy, negatywnie wpływają na stan psychofizyczny kierowcy. Należy stanowczo zaznaczyć, że przyczyny zagrożeń występujących na przedmiotowym stanowisku pracy mogą być całkowicie losowe, czyli pozostające poza kontrolą pracownika, ale mogą także wynikać z lekceważenia przez niego podstawowych zasad BHP.

1.4. Choroby zawodowe kierowców

Wśród głównych chorób zawodowych kierowców pojazdów samochodowych można wymienić: choroby układu krążenia (szczególnie często występujące: choroba niedokrwienna serca, nadciśnienie tętnicze), choroby układu ruchu, uszkodzenia narządu wzroku i słuchu.

Czynniki mogące powodować chorobę niedokrwienną serca, na które jest narażony zawodowy kierowca to przede wszystkim: praca zmianowa zakłócająca naturalny rytm biologiczny, stres, poczucie znacznej odpowiedzialności zawodowej, przepracowanie, ekspozycja na czynniki chemiczne, mikroklimat stanowiska pracy [14].

Czynniki zawodowe choroby nadciśnienia tętniczego to głównie: wysoki poziom stresu zawodowego, praca zmianowa i akordowa, ekspozycja na czynniki chemiczne, ekspozycja na hałas.

Poza czynnikami wynikającymi wprost z wykonywanej pracy należy uwzględnić także pozazawodowe aspekty życia, które mają istotny wpływ na choroby sercowe. Są nimi przede wszystkim: choroby (np. cukrzyca, otyłość), palenie tytoniu, brak aktywności fizycznej, złe nawyki żywieniowe, wiek pracownika.

Spędzanie długiego czasu za kierownicą samochodu ciężarowego powoduje również choroby i schorzenia układu mięśniowo-szkieletowego. Czynniki wpływające negatywnie w tym zakresie to głównie odchylenie lub skrócenie tułowia, szyi, głowy. Drgania pojazdu pogłębiają te oddziaływania.

Zawodowi kierowcy są narażeni ponadto, na stopniowe pogarszanie się wzroku. Jest on niezwykle istotny dla osób wykonujących tą pracę, ponieważ umożliwia obserwację szerokiego kąta świata zewnętrznego, rozpoznawanie kształtu przedmiotów, rozpoznawanie barw i ich wysycenia, ocenę położenia przedmiotów w przestrzeni. Prawidłowo działający narząd wzroku jest w stanie stosunkowo szybko przystosować się do zmiennych warunków oświetlenia zewnętrznego. Negatywny wpływ na narząd wzroku mają: długa jazda samochodem (zwłaszcza w porach nocnych), nadmierne oświetlenie i występowanie zjawiska olśnienia. Może to prowadzić do wad wzroku, takich jak na przykład zawężenie pola widzenia.

Bezwzględnie koniecznym jest wspomnienie o zagrożeniu hałasem oraz o fakcie jego wpływu na słuch kierowcy. Hałas jest emitowany przez: pracujący silnik, źle zabezpieczony ładunek, ruch drogowy, itp. Osobną kwestią są incydentalne awarie, jak wybuch poduszki zawieszania pneumatycznego lub rozerwanie opony (poziom hałasu może zawierać się wtedy w przedziale 160÷170 dB).

2. Ocena ryzyka zawodowego

Ogólnie rzecz ujmując, ryzyko zawodowe jest to prawdopodobieństwo wystąpienia niepożądanych zdarzeń związanych z wykonywaną pracą zawodową i powodujących straty. Straty te to w szczególności wystąpienie u pracownika niekorzystnych skutków zdrowotnych.

Samo wystąpienie tych strat wynika z obecności zagrożeń zawodowych w środowisku pracy lub ze sposobu wykonywania pracy.

Bardzo przydatnym narzędziem służącym wzrostowi świadomości pracownika na temat zagrożeń obecnych na jego stanowisku pracy jest ocena ryzyka zawodowego. Polega ona na regularnym badaniu ogółu aspektów pracy zawodowej. Badanie to jest przeprowadzane w celu stwierdzenia, jakie zagrożenia w środowisku pracy mogą być powodem urazu lub pogorszenia się stanu zdrowia pracownika oraz czy można te zagrożenia wyeliminować lub przynajmniej je ograniczyć. Warto zaznaczyć, że prawidłowo przeprowadzony proces oceny ryzyka zawodowego powinien zapobiegać skutkom zagrożeń występujących na danym stanowisku pracy.

2.1. Charakterystyka oraz opis stanowiska pracy

Charakterystyka stanowiska pracy kierowcy zawiera kilka podstawowych elementów dla wyznaczenia oceny ryzyka zawodowego. Tymi elementami są m. in.: szczegółowy opis stanowiska, wyznaczenie podstawowych wymagań związanych z właściwymi warunkami pracy, sposób organizacji i zasad wykonywanej pracy oraz zakres obowiązków pracownika.

Stanowisko pracy kierowcy jest stanowiskiem niestacjonarnym. Jest to głównie kabina pojazdu ciężarowego, wyposażona w urządzenia niezbędne do bezpiecznego poruszania się po drogach publicznych, wewnątrz zakładowych oraz w trakcie postoju. Urządzenia których celem jest poprawa warunków pracy to m. in.:

- wentylacja wraz z układem nawiewów z możliwością ustawienia,
- siedzenie kierowcy z możliwością regulacji w zależności od wzrostu kierowcy oraz z regulacją oparcia oraz podparcia kręgosłupa według potrzeb kierowcy (siedzenie posiada pełną amortyzację wstrząsów),
- regulowana wysokość kolumny kierowniczej według potrzeb kierowcy.

Miejscem świadczenia pracy są tereny zakładów wskazane przez dyspozytora. Miejsca w których następuje załadunek to zazwyczaj tereny kopalń, kamieniołomów, piaskowni. Załadunek odbywa się za pomocą ładowarek kołowych, koparek czerpakowych oraz przenośników taśmowych. Rozładunki odbywają się na terenach placów budowy, elektrowni, elektrociepłowni, a także innych zakładów wykorzystujących transportowany materiał do celów własnej produkcji. Rozładunku dokonuje się głównie do wyznaczonych w tym celu zbiorników magazynowych, zbiorników technologicznych zakładów oraz silosów na terenie budów.

Praca kierowcy na przedmiotowym stanowisku pracy odbywa się zazwyczaj w systemie zmianowym (dwie zmiany robocze), lecz w niektórych przypadkach również i na trzy zmiany. W razie zwiększonego zapotrzebowania na zadania transportowe praca wykonywana jest także w godzinach nadliczbowych, jednak nie więcej niż średnio 48 godzin w tygodniu, w miesięcznym okresie rozliczeniowym. Czas pracy obejmuje również soboty.

Kierowca podlega dyspozytorowi, który jest jego bezpośrednim przełożonym. Dyspozytor planuje i określa zadania dla kierowcy. Godziny rozpoczęcia pracy są uzgadniane bezpośrednio pomiędzy pracownikiem i przełożonym. Wszelkie utrudnienia, awarie pojazdu oraz z wykonane zadania kierowca zgłasza dyspozytorowi. Obsługa techniczna oraz naprawy usterek są przeprowadzane na terenie zakładu w warsztacie po uprzednim ustaleniu terminu z kierownictwem warsztatu oraz dyspozytorem firmy. Do obowiązków kierowcy, należą głównie takie czynności jak:

- kierowanie pojazdem wyznaczonym przez przełożonego lub dyspozytora,
- stosowanie się do przepisów kodeksu drogowego, a także ustawy o czasie pracy kierowców,
- codzienna obsługa techniczna pojazdu,
- pomoc przy naprawach pojazdu pod nadzorem wyznaczonego mechanika,

- utrzymanie pojazdu w czystości (wewnątrz, jak i na zewnątrz),
- nadzór nad prawidłowym załadunkiem pojazdu,
- rozładunek w miejscach zgodnych z dokumentacją przewozową (rozładunek w miejscu wskazanym przez przedstawiciela odbiorcy),
- przestrzeganie zasad obowiązujących na terenie zakładów (przy załadunku, jak i rozładunku),
- przestrzeganie zakładowego regulaminu pracy oraz zasad BHP,
- informowanie przełożonego lub dyspozytora o zaistniałych utrudnieniach w czasie wykonywanych zadań,
- prowadzenie dokumentacji wykonywanych zadań na kartach drogowych i rozliczanie się na ich podstawie przed przełożonym lub dyspozytorem,
- dbanie o aktualizację dokumentów potrzebnych do realizacji przewozu drogowego, np. wypis z licencji, dowody rejestracyjne,
- poddawanie się kontroli organom uprawnionym, np. Inspekcji Transportu Drogowego, Policji, Służby Celnej.

2.2. Identyfikacja zagrożeń

Niezwykle istotnym elementem każdej oceny ryzyka zawodowego jest identyfikacja zagrożeń. Ważne jest przy tym zarówno zidentyfikowanie zagrożeń występujących na przedmiotowym stanowisku pracy, jak i określenie środków zapobiegawczych zastosowanych celem zmniejszenia ryzyka zawodowego.

Wstępna analiza stanowiska pracy kierowcy podczas drogowego transportu materiałów sypkich pozwoliła na zidentyfikowanie zagrożeń występujących w trakcie wykonywania obowiązków zawodowych. Narażenie na te zagrożenia wynikają ze sposobu i rodzaju wykonywanej pracy (tablica 1).

2.3. Środki profilaktyczne

W celu eliminacji zagrożeń lub przynajmniej ograniczenia ich oddziaływania na kierowcę stosuje się szereg środków profilaktycznych.

Do środków profilaktycznych należą wstępne oraz okresowe szkolenia z zakresu BHP, okresowe szkolenia z zakresu przepisów o ruchu drogowym i skutkach wypadków drogowych. Wspomnieć należy także o szkoleniach z zakresu wyposażenia w środki ochrony indywidualnej, a także prawidłowego ich użytkowania.

Prócz podstawowych środków ochrony indywidualnej, takich jak kamizelki odblaskowe, rękawice, odzież ochronna, obuwie, kask czy okulary, stosuje się także inne środki (np. drabinki ułatwiające wchodzenie na pojazd, dodatkowe oświetlenia robocze pojazdu, dodatkowe lusterka na pojeździe).

Tab. 1: Źródła zagrożeń w pracy kierowcy samochodu ciężarowego

Źródła zagrożeń	Możliwe skutki zagrożeń
Przebywanie w obrębie maszyn i urządzeń załadunkowych	Potrącenie, przygniecenie, zmiżdżenie, pochwycenie, amputacja
Prace warsztatowe	Stłuczenia, skaleczenia, kontakt z związkami chemicznymi, porażenia prądem elektrycznym
Uczestnictwo w ruchu drogowym	Kolizje, wypadki drogowe
Obsługa techniczna pojazdu	Zatrucia, podrażnienia skóry, podrażnienia dróg oddechowych
Załadunek oraz rozładunek	Stłuczenia, upadki z wysokości, potknięcia, skręcenia, urazy kończyn
Zabezpieczenie załadowanego towaru	Skaleczenie, upadki, stłuczenia
Poruszanie się po terenie zakładu pracy	Potknięcia, potrącenia
Ogrzewanie dodatkowe w pojeździe	Zatrucia spowodowane wadliwym działaniem dodatkowego urządzenia grzewczego
Stres	Psychofizyczna uciążliwość spowodowana ruchem drogowym

Źródło: badania własne

Podsumowanie

Przystąpienie Polski do Unii Europejskiej było impulsem rozwojowym dla sektora gospodarczego obejmującego transport. Obecnie na rynku panuje duża konkurencja, a firmy transportowe prześcigają się w świadczeniu usług coraz wyższej jakości. Jednym z istotnych czynników funkcjonowania każdego przedsiębiorstwa jest bezpieczeństwo pracy, a szczególnie bezpieczeństwo pracy kierowców.

Producenci samochodów ciężarowych stale pracują nad coraz to nowszymi elementami bezpieczeństwa czynnego i biernego. Współczesny tabor musi spełniać wymagania i normy unijne, zarówno co do kwestii bezpieczeństwa, jak i ekologii.

W celu zwiększenia bezpieczeństwa drogowego zaostrzono wymagania stawiane kierowcom. Rozszerzono zakres szkoleń potrzebny do uzyskania uprawnień kierowcy. Przykładem są kwalifikacje wstępne oraz okresowe.

Z racji niestacjonarnej specyfiki pracy kierowcy przy drogowym transporcie materiałów sypkich, trudne są warunki jego pracy. Istotne jest podnoszenie świadomości kierowcy, na przykład poprzez szkolenia. Przydatnym narzędziem może być okresowe wykonywanie oceny ryzyka zawodowego. Dbłość o jak najlepszy stan taboru oraz zapewnianie pracownikowi jak najlepszych warunków wykonywania pracy, nie jest bez znaczenia.

Bibliografia

- [1] (2017). Transport drogowy w Polsce w latach 2014 i 2015. Urząd statystyczny w Szczecinie.
- [2] Rydzikowski W., Wojewódzka – Król K. (2006). Transport. Wydawnictwo PWN, Warszawa.
- [3] Gołaszewski A., Kukulski J., Towpik K. (2006). Infrastruktura transportu samochodowego. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- [4] Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 roku Prawo o ruchu drogowym (Dz. U. 1997, Nr 98, poz. 602 z późn. zm.).
- [5] Ustawa z dnia 6 września 2001 r. o transporcie drogowym (Dz. U. 2001 nr 125 poz. 1371 z późn. zm.).
- [6] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 18 lipca 2001 r. w sprawie trybu sprawdzania kwalifikacji przy obsłudze i konserwacji urządzeń technicznych (Dz. U. 2001, nr 79, poz. 849 z późn. zm.).
- [7] Rydzikowski W., Wojewódzka - Król K. (1997). Transport, wyd. PWN, Warszawa.
- [8] Ustawa z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorcze technicznym (Dz. U. 2000 nr 122 poz.1321 z późn. zm.).
- [9] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 7 grudnia 2012 r. w sprawie rodzajów urządzeń technicznych podlegających dozorowi technicznemu (Dz. U. 2012 nr 0 poz. 1468).
- [10] Instrukcja obsługi pojazdów silosowych Spitzer Silo – Fahrzeuge GmbH, Elztal –Dallau.
- [11] Rączkowski B. (2009). BHP w praktyce. Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk.
- [12] [Internet] http://www.feldbinder.com/pl/site__30/ [dostęp 25.04.2018].
- [13] PN-M-51031:2015-07. Sprzęt pożarniczy - Łączniki.
- [14] Wągrowaska – Koska E. (2007). Zagrożenia kierowców pojazdów silnikowych związane ze szkodliwymi i uciążliwymi warunkami środowiska pracy. Oficyna wyd. Instytutu Medycyny Pracy im. J. Nofera, Łódź.

STRESZCZENIE

Jednym z największych wyzwań przed którymi stoją przedsiębiorstwa branży transportowej jest zapewnienie zatrudnionym w nich osobom bezpiecznych warunków pracy. Stale narastająca konkurencja pomiędzy działającymi na rynku przedsiębiorstwami, połączona z bardzo zmiennymi warunkami pracy nierzadko prowadzi do zaniedbań – również w kwestii bezpiecznych i higienicznych warunków pracy.

Celem niniejszego opracowania jest charakterystyka aspektów bezpieczeństwa podczas drogowego transportu materiałów sypkich za pomocą zespołu drogowego ciągnik – cysterna do przewożenia materiałów sypkich. Wskazano w nim zagrożenia występujące przy użytkowaniu pojazdów oraz w czasie załadunku przedmiotu transportu.

ASPECTS OF SAFETY DURING ROAD TRANSPORT OF LOOSE MATERIALS

SUMMARY

One of the biggest challenges faced by transport companies is to provide employees with safe working conditions in them. Constantly growing competition between companies operating on the market, combined with very variable working conditions often leads to negligence - also in terms of safe and hygienic working conditions.

The purpose of this study is to characterize safety aspects during road transport of loose materials by means of a lorry with tank for transporting loose materials. It indicates the dangers occurring in the use of vehicles and during the loading of the object of transport.