

# Journal of TransLogistics

Volumen 2 (12), numer 1, 2016

## XII OGÓLNOPOLSKIE FORUM STUDENTÓW TRANSPORTU I LOGISTYKI

również poprawa infrastruktury drogowej, aby zapewnić wygodny dost  
do terminali oczekujących na lot w holu lotniska changi znajduje się gre  
wall, czyli sciana bujnej, egzotycznej roślinności, która ma 300 m szeroko  
i jest wysoka na kilka pięter wysokości na lotnisku znajduje się t  
motylarnia, czyli dwupiętrowy ogród z wodospadem i ponad tysiące  
motyli różnych gatunków pasażerowie mają do dyspozycji ogród  
kaktusowy, słonecznikowy, orchidei czy też ogród paproci a zmęczeni  
podróżą mogą też odwiedzić specjalne sypialnie, centrum spa i basen  
Miłośnicy gier mają szansę skorzystać ze strefy , gdzie filmy i gry wideo  
prezentowane w trzech wymiarach dodatkową atrakcją dla pasażerów je  
wielka zjeżdżalnia wysokości zainstalowane przyrządy ils do obstu  
bezpiecznego lądowania samolotów w każdych warunkach pogodowych  
nowocześniejsze i większe rosty również wymagania wobec ich miej  
postojowych dziś mamy ogromne i świetnie wyposażone lotnisk

WROCLAW  
2016  
TRANS  
LOGISTICS



Wrocław University  
of Science and Technology

LOGISTICS  
KOŁO NAUKOWE



# Journal of TransLogistics

Volumen 2(12), numer 1, 2016

Zbiór prac uczestników  
XII Forum Studentów Transportu i Logistyki



Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej  
Wrocław 2016

Journal of TransLogistics jest kontynuacją wydawnictwa pt. „Zbiór prac uczestników” Forum Studentów Transportu i Logistyki, wydawanego od 2005 roku przez Koło Naukowe Logistics działające na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej.

Bezpłatny dostęp do czasopisma w wersji elektronicznej:

<http://www.dbc.wroc.pl/dlibra>  
<http://www.translogistics.pl/jtl.php>

**Skład i korekta językowa**

Małgorzata Bubel

**Projekt okładki**

Maciej Mysona

Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna część niniejszej książki, zarówno w całości, jak i w fragmentach, nie może być reprodukowana w sposób elektroniczny, fotograficzny i inny bez zgody wydawcy i właścicieli praw autorskich.

© Copyright by Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2016

Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław  
[www.oficyna.pwr.edu.pl](http://www.oficyna.pwr.edu.pl), e-mail: [oficwyd@pwr.edu.pl](mailto:oficwyd@pwr.edu.pl)

**ISSN 2450-5870**

<https://doi.org/10.37190/JoT2016>

Druk i oprawa: beta-druk, [www.betadruk.pl](http://www.betadruk.pl)

## **Rada Naukowa**

Prof. dr hab. inż. T. Nowakowski – Politechnika Wroclawska, przewodniczący

Dr inż. A. Kierzkowski – Politechnika Wroclawska

Prof. Ing. A. Kalašová – University of Zilina (Słowacja)

Prof. O. Krettek – RWTH Aachen (Niemcy)

Dr inż. S. Kwaśniowski – Politechnika Wroclawska

Prof. dr eng. V. Paunoiu – Universitatea Dunarea de Jos Din Galati (Rumunia)

Prof. G. Tarnai – Technical University of Budapest (Węgry)

Prof. T. Roik – National Technical University of Ukraine (Ukraina)

Dr inż. M. Zając – Politechnika Wroclawska

Dr inż. P. Zając – Politechnika Wroclawska

Prof. Ph. D. David Valis – University of Defence in Brno (Czechy)

## **Redaktor naczelny**

dr inż. Paweł Zając

## **Redaktor prowadzący**

inż. Patrycja Garncarz

## **Recenzenci**

dr inż. A. Jodejko-Pietruczuk

dr inż. T. Kisiel

dr inż. S. Kwaśniowski

dr inż. K. Lewandowski

dr inż. E. Skupień

dr A. Tubis

dr inż. S. Werbińska-Wojciechowska

dr inż. P. Zając

Przekazujemy czytelnikom kolejny numer Journal of TransLogistics zawierający artykuły napisane przez Studentów, studiujących logistykę i transport, na Forum Studentów Transportu i Logistyki „TransLogistics 2016”, organizowane przez **Koło Naukowe Logistics** na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej. Wszystkie artykuły przeszły pomyślnie proces recenzji z zachowaniem obowiązujących standardów.

*Z życzeniami dobrej lektury*  
*Patrycja Garncarz, przewodnicząca KN Logistics*  
*Paweł Zając, opiekun KN Logistics*



Politechnika Wroclawska



**LOGISTICS**  
KOŁO NAUKOWE

PARTNER ZŁOTY:



**DACHSER**  
Intelligent Logistics

PARTNER BRĄZOWY:



PARTNER RZECZOWY:



PATRONAT HONOROWY:



**DOLNY  
ŚLĄSK**

PATRONAT HONOROWY  
MARSZAŁKA  
WOJEWÓDZTWA  
DOLNOŚLĄSKIEGO

PATRONAT MEDIALNY:



**TRANSPORT  
MIEJSKI  
I REGIONALNY**  
URBAN AND REGIONAL TRANSPORT



**etransport.pl**

**interviewme**  
znajdź lepszą pracę



- 9 **Łukasz WOLNIEWICZ**  
PROPOZYCJA ZASTOSOWANIA MODYFIKACJI PROFILU KOŁA  
PST W TRAMWAJACH WROCŁAWSKICH
- 21 **Daniel KARPOWICZ**  
„PIĘTRUSY” DLA KD: ŚPIEW ODLEGŁEJ PRZYSZŁOŚCI  
CZY SZYBKO ZBLIŻAJĄCA SIĘ KONIECZNOŚĆ?
- 33 **Ewelina GRĄDZIEL, Kamil PACEK**  
OCENA UŻYTECZNOŚCI SYSTEMÓW DYNAMICZNEJ INFOR-  
MACJI PASAŻERSKIEJ NA PRZYKŁADZIE WARSZAWY I MO-  
SKWY
- 45 **Marianna MARUSZCZAK**  
INTELIĞENTNE SYSTEMY TRANSPORTOWE A ZARZĄDZANIE  
RUCHEM W MIASTACH
- 57 **Patrycja KIELBASKA, Dominik WRONKOWSKI**  
SPOSOBY POPRAWY OBSŁUGI KLIENTA W BRANŻY TSL
- 65 **Mateusz DOMIN, Maciej MYSONA**  
KOMUNIKACJA NOCNA BLIŻEJ SERCA WROCŁAWIA – KONCEPCJA  
RELOKACJI WĘZŁA PRZESIADKOWEGO NOCNEGO TRANSPORTU  
ZBIOROWEGO
- 83 **Mateusz DOMIN, Maciej MYSONA**  
ZMNIEJSZENIE ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA NA OBSZA-  
RACH MIEJSKICH, DZIĘKI ZASTOSOWANIU SYSTEMU INFOR-  
MACJI PARKINGOWEJ
- 95 **Maciej PLEWA**  
MIARY JAKOŚCIOWE USŁUG TRANSPORTOWYCH
- 117 **Anna Szymczak**  
WYKORZYSTYWANIE PROGRAMÓW PARTNERSKICH W KRE-  
OWANIU LOJALNOŚCI KLIENTÓW LINII LOTNICZYCH

- 125 **Anna Szymczak**  
SOJUSZE STRATEGICZNE LINII LOTNICZYCH – CHARAKTERYSTYKA STAR ALLIANCE, SKY TEAM, ONE WORLD Z PERSPEKTYWY KLIENTA
- 135 **Paulina MAK**  
IMPLEMENTACJA NARZĘDZI LEAN MANUFACTURING W LOGISTYCE PRZEDSIĘBIORSTWA
- 145 **Alicja WÓJCIK, Marcela ZABOST**  
SYMULACJA JAKO NARZĘDZIE DOSKONALENIA PRZEPIYWU PRODUKCJI NA PRZYKŁADZIE ANALIZOWANEGO PRZEDSIĘBIORSTWA – CASE STUDY

Inż. Lukasz WOLNIEWICZ\*

[https://doi.org/10.37190/JoT2016\\_01](https://doi.org/10.37190/JoT2016_01)

## **PROPOZYCJA ZASTOSOWANIA MODYFIKACJI PROFILU KOŁA PST W TRAMWAJACH WROCŁAWSKICH**

**Słowa kluczowe:** tramwaje, tabor, infrastruktura torowa, profil PST

### STRESZCZENIE

W referacie przedstawiono problemy zużycia kół tramwajowych w warunkach wrocławskich. Problemy te są spowodowane głównie niezgodnościami technicznymi. Zużycie zestawów kołowych i szyn tramwajowych zależy od wzajemnego dostosowania pod względem kształtów. We Wrocławiu stosowany jest od wielu lat profil starego typu T, który według dotychczasowych analiz zużywał się w mniejszym stopniu niż profil PST zalecany i stosowany w wielu innych miastach w Polsce gdzie eksploatowana jest komunikacja tramwajowa. W referacie przedstawiono argumenty przemawiające za ponownym badaniami na wybranych trasach, zaproponowano również plan i metodę badań.

### 1. CHARAKTERYSTYKA SIECI TRAMWAJOWEJ WE WROCŁAWIU

Sieć tramwajowa we Wrocławiu ma długość około 190 km. Rozstaw szyn wynosi 1435 mm. Na terenie miasta występuje niewielkie zróżnicowanie linii w profilu. W eksploatacji są ok. 362 wozy tramwajowe, które tworzą 88 pociągów wieloczlónowych oraz 137 pociągów dwuwagonowych. Sieć tramwajowa składa się z różnych typów szyn, zarówno S49, jak i 180 S, 180 W, Ri60N oraz inne typy wbudowane w jezdnię. Pod tym względem torowiska wrocławskie są podobne do torowisk w innych dużych miastach, takich jak Poznań, Kraków. Za utrzymanie taboru odpowiada MPK, natomiast za utrzymanie torowisk Zespół Torowy w Zarządzie Dróg i Utrzymania Miasta. Poprawa trwałości torowisk oraz kosztów utrzymania taboru leży we wspólnym interesie wymienionych instytucji. W tramwajach stosowane są obręcze typu T.

---

\* Politechnika Wrocławska

Istotne dla trwałości taboru oraz degradacji torowisk jest szybkie reagowanie na uszkodzenia toru zgłaszane przez motorniczych. Czas reakcji wpływa na zakres naprawy i dalszą degradację. Ważnym czynnikiem jest także jakość wykonywanych napraw oraz czy są realizowane podczas ruchu liniowego. Ten ostatni czynnik wiąże się z możliwymi błędami podczas napraw, które skutkują mniejszą trwałością lub sytuacją zagrożenia.

Z wywiadów przeprowadzonych w grupie motorniczych wynika, że w wielu przypadkach ignorowane są zgłaszane przez nich nieprawidłowości dotyczące różnych miejscowych uszkodzeń torowisk, które często są przyczyną wykolejeń wozów tramwajowych. Zaobserwowano także brak procedur związanych z wykolejeniami, które prowadziłyby do analiz i ustalenia przyczyn takiego zdarzenia. Efektem tego mogą być kolejne zdarzenia w niewielkich odstępach czasu. Analizując raporty wykolejeń dostrzegalna jest dominacja zdarzeń spowodowanych „złym stanem infrastruktury”.

## 2. PROFIL PST

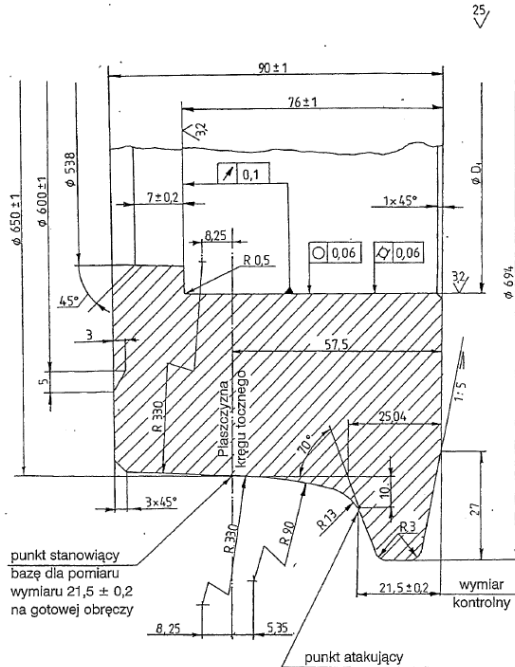
### 2.1.CHARAKTERYSTYKA PROFILU PST

Profil koła tramwajowego typu PST został opracowany w połowie lat 80-tych XX wieku w Instytucie Pojazdów Szynowych *Tabor* w Poznaniu dla nowej linii tamtejszego szybkiego tramwaju. W 1992 roku objęto go normą PN-91 K-88251. W 1997 roku wprowadzono normę PN-K-92016 (rys. 1) dopuszczającą stosowanie innego konturu bieżni, jeśli zachowa się średnicę zewnętrzną i wymiar kontrolny szerokości obrzeża. Obie normy różnią się także promieniem łuku przejściowego, w starszej wynosi on 80 mm, a w nowszej 90 mm [1, 2]. Kształt kołowej części roboczej w profilu PST powoduje powstawanie siły geometrycznej centrującej, pochodzącej od sił grawitacyjnych. W związku z tym profil ten jest także korzystny dla pojazdów z kołami niezależnymi.

### 2.2.PROBLEMY WYSTĘPUJĄCE PODCZAS EKSPLOATACJI PROFILU PST

W trakcie eksploatacji zauważono pewne niedoskonałości stosowanego profilu, które, zdaniem specjalistów, można zredukować poprzez nieznaczną modyfikację jego zarysu. Główny problem dotyczy wężykowania zestawów kołowych profilu T podczas jazdy po szynach typu S49. Dodatkowo punkty styku kół z szynami przemieszczają się w zbyt wąskim zakresie. Powoduje to silne zużycie ścierne i zmęczeniowe podczas jazdy

po szynach S49 oraz szynach rowkowych 60R2. Ekwiwalentna stożkowatość mieści się w dopuszczalnych wartościach na szynach 60R2, a na szynach S49 jest zbyt duża.

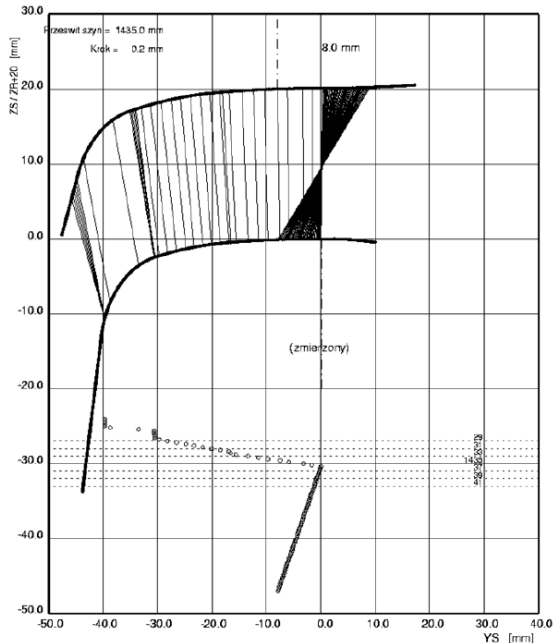


**Rys. 1.** Profil PST według normy PN-K-92016.

*Źródło: [2].*

Podczas jazdy po szynach R49 i 60R2 można zaobserwować także brak centrowania geometrycznego i kinematycznego kół, wynikający z kąta styku strefy położonej po zewnętrznej stronie koła z szyną. Kąt ten jest zbliżony do poziomu. Zjawisko występuje najczęściej na odcinkach prostych.

Przeskok punktu styku przy współpracy profilu PST z szyną S49 występuje przy rozstawie 1430 mm, a dla szyny 60R2 przy 1435 mm. Skutkiem tego jest niestabilność toru jazdy. Na rys. 2 i rys. 3 przedstawiono rozkład punktów styku. Zużycie ściernie ma miejsce w środkowej części profilu PST, przez co stożkowatość podczas jazdy na odcinku prostym ulega zmniejszeniu. Na łukach natomiast dochodzi do częstszego kontaktu obrzeża z powierzchnią wewnętrzną rowka lub szyny z obrzeżem koła. Oprócz zużycia powoduje to zwiększenie hałasu [3].



Rys. 2. Rozkład punktów styku profilu PST na szynie 60R2.

Źródło: [3].

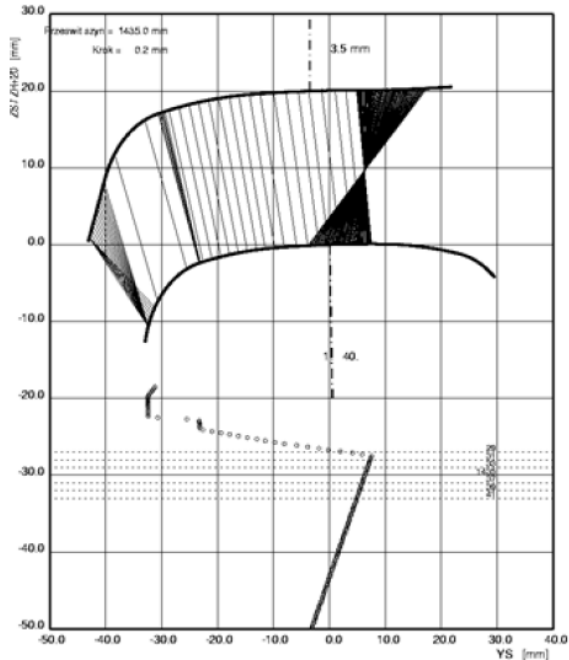
### 2.3.MODYFIKACJE PROFILU PST

Modyfikacje mają na celu poprawienie wcześniej wymienionych wad w zakresie dopuszczonym przez normę PN-K-92016. Autorzy referatu pt. *Propozycja modyfikacji profilu koła tramwajowego PST* z Instytutu Pojazdów Szynowych TABOR [3] proponują trzy zasadnicze rodzaje udoskonaleń profilu PST.

Modyfikacja A – zmiana środka promienia wypukłego R330 z 8,25 mm na -8,25 mm (rys.1, położenie środka łuku R = 330 mm). Podgrupą jest modyfikacja As, czyli zastosowanie odcinka prostego o pochyleniu 1:20 zamiast łuku kołowego w części zewnętrznej profilu. Zużycie torów i kół przesunie się w kierunku wewnętrznym, co zapewni lepsze prowadzenie na łukach. W profilu takim lepsze powinno być także prowadzenie kinematyczne kół niezależnych. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że zużycie szyn byłoby niewiele mniejsze niż tradycyjnym PST.

Modyfikacja B – propozycja zmiany środków promieni R330 (wklęsłego i wypukłego) z 8,25 mm na 12 mm. W przypadku wężykowania dla szyn 60R2 i S49, punkty styku

z kołami w szerokiej skali zmieniają swoje położenie, dzięki czemu zużycie ścierne i zmęczeniowe jest rozłożone na całą powierzchnię.



**Rys. 3.** Rozkład punktów styku profilu PST na szynie 60R2.

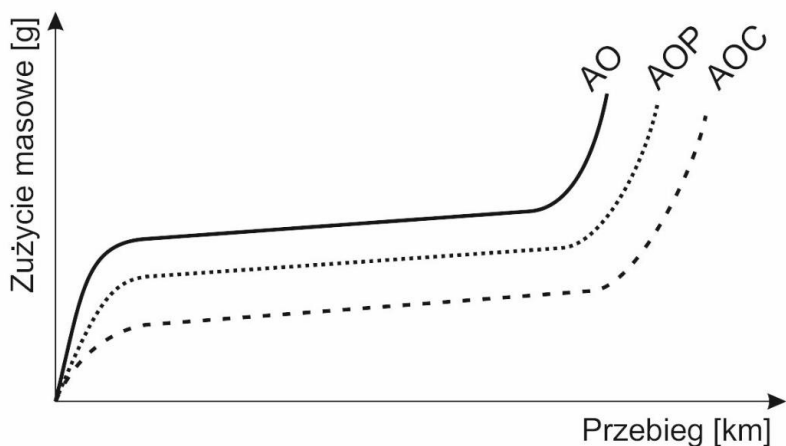
*Źródło: [3].*

Modyfikacja C – propozycja zmiany środków promieni R330 (wklęsłego i wypukłego) z 8,25 mm na 16 mm. W porównaniu do poprzedniej modyfikacji w tym przypadku łuk jest bardziej przesunięty. Naciski rozkładają się równomierniej, styk koło-szyna jest stabilny w większym obszarze, dzięki czemu zużycie ścierne kół i szyn jest mniejsze.

### 3. PROFIL OBREWCZY A ZUŻYCIE ŚCIERNE

Zagadnienie to jest przedmiotem badań od wielu dziesiątków lat. W przypadku kolejowych pojazdów szynowych, jako podstawowe profile stosowane były kolejno profile obręczy AO, AOP, AOC. Ewolucyjne zmiany zmierzały w kierunku wydłużenia okresu

stabilnej pracy obręczy oraz zmniejszenia jej zużycia ściernego. Procesy te jakościowo ilustruje rys. 4.



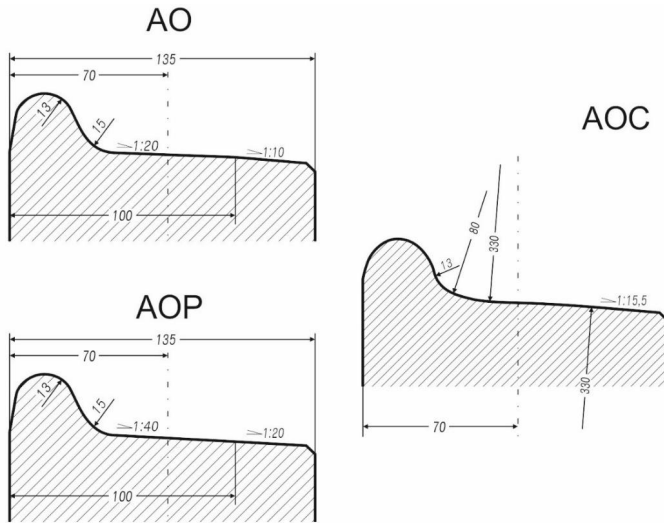
**Rys. 4.** Poglądowy przebieg zużycia ściernego obręczy w funkcji przebiegu.

*Źródło: opracowanie własne.*

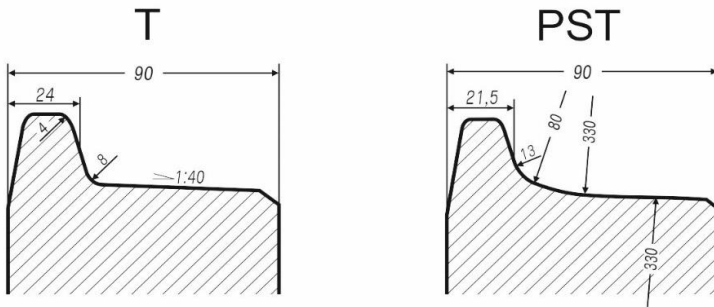
Zarys AOC ukazuje profil ustabilizowany. Rzeczywisty zarys tego profilu dobrze odwzorowuje zestaw wymiarów geometrycznych, który składa się z łuku wypukłego  $R=330$  mm, łuku wklęsłego  $R=330$  mm oraz pochylenia 1:15,5. Koła zestawów tramwajowych pracują nieco inaczej niż koła kolejowe, ponadto ze względu na eksploatację torowisk zabudowanych w jezdniach, posiadają obręcze o mniejszej szerokości. Z tego względu zarysy obręczy tramwajowych [2] nie w pełni odwzorowują zarysy kolejowe (rys. 5 i rys. 6).

Zarys tramwajowy T oparty jest na zarysie kolejowym AOP, natomiast zarys PST na zarysie kolejowym AOC. Generalnie obręcze tramwajowe ze względu na specyfikę swojej pracy zużywają się wielokrotnie szybciej niż obręcze kolejowe.

Szyny tramwajowe eksploatowane na odcinkach prostych ulegają dużemu zużyciu ściernemu, dlatego powinny charakteryzować się odpornością na ścieranie. W tym celu jako materiał na tory stosuje się stale wysokowęglowe o strukturze perlitycznej. Są one twarde, odporne na pęknięcie i ścieranie. Powodem do reprofiliacji zestawów kołowych może być płaskie miejsce na powierzchni koła lub nadmierne zużycie obrzeża.



**Rys. 5.** Zarysy obręczy kolejowych AO, AOP, AOC.  
*Źródło: opracowanie własne.*



**Rys. 6.** Zarysy obręczy tramwajowych T i PST.  
*Źródło: opracowanie własne.*

Zagadnienia zużycia kół były przedmiotem wielu prac [4, 5, 6]. W publikacjach tych, bardzo wszechstronnych i wnikliwych, brakuje informacji na temat przebiegu zużycia ściernego obręczy w funkcji przebiegu. Wyniki tego rodzaju badań pozwoliłyby określić wpływ parametrów eksploatacyjnych, obciążeń, charakteru danego zestawu (toczny, na-

pędny), systemu smarowania – na przebieg zużycia. Cenne byłyby wyniki porównawcze dla różnych konstrukcji tramwajów.

We Wrocławiu możemy wyróżnić dwa typy tramwajów: ciężkie (wozy z trzema sztywnymi wózkami typu Skoda) i lekkie (pozostałe modele). W zależności od klasyfikacji pojazdu, obręcze wykazują inny sposób zużycia podczas eksploatacji. W tramwajach ciężkich powierzchnie boczne obrzeża koła w drugim zestawie kołowym są rozwalcowane. Jest to mniej widoczne w pierwszym zestawie kołowym, gdyż ma tam miejsce dodatkowo silne zużycie ścierane przez nabieganie koła na szynę. Obręcz rozwalcowana jest na obrzeżu i na zewnętrznej powierzchni części czołowej, gdzie materiał jest wyciskany przez ciężki tramwaj podczas wężykowania po torze zużytym i wypływa po obu stronach obręczy. Najczęściej przyczyną jest niedopasowanie materiału oraz infrastruktury do liczby wózków w ciężkich pojazdach. Rozwalcowanie na powierzchni wierzchołka obrzeża koła wynika z jazdy po krzyżownicach płytko-rowkowych. Ich płaszczyzna wierzchołka jest płaska, co powoduje niekorzystny rozkład naprężeń powierzchni kontaktowej. Rozwiązaniem jest zaokrąglenie tej powierzchni. Spłaszczenie powierzchni następuje podczas eksploatacji w wyniku zużycia oraz poprzez rozwalcowanie. Korzystniejsze jest odejście od tego typu krzyżownic na rzecz krzyżownic głęboko-rowkowych. W tramwajach lekkich profile kół zużywają się w inny sposób. Zużycie następuje na szerokości obrzeża koła, a mniej na wysokości. Obręcz zużyta na szerokości podczas reprofiliacji wymaga zebrania większej ilości materiału obręczy, co skraca znacznie jej żywotność. W ten sposób narażamy się na dodatkowe koszty. W tramwajach ciężkich zużycie obręczy ma miejsce zarówno na wysokości jak i szerokości. Związane jest to z prowadzeniem wózków zwrotnych o stosunkowo małej podatności na kątowe skręcenia (ok.1,15<sup>0</sup>), co powoduje duże siły prowadzące i jednocześnie zużywanie się obrzeży.

#### 4. PLAN BADAŃ ZUŻYCIA ZESTAWÓW KOŁOWYCH

##### 4.1. PRZYGOTOWANIE PRÓBY BADAWCZEJ, METODA BADAŃ

W związku z różnorodnością szyn i podtorzy, na których ułożone są szyny we Wrocławiu, planuje się badania na wydzielonych liniach, które można uznać za stosunkowo nowe, w bardzo dobrym stanie. Są to linie tramwajowe 31, 7 i 4. Charakterystyki tych linii zawiera tabela 1.

Na wszystkich zestawach kołowych badanych pociągów tramwajowych na obwodzie obręczy zostaną zaznaczone punkty referencyjne, co 45°. W punktach tych zdejmowany

będzie profil obręczy za pomocą profilometru laserowego IKP-5T. Profilometr ten pozwala z dużą dokładnością zmierzyć promień obręczy na całej jej szerokości, pozwala przeliczyć różnicę promieni w stosunku do profilu wyjściowego oraz obliczyć zgodnie z regułami Guldina objętość figury odpowiadającej zużyciu ściernemu obręczy.

**Tab. 1.** Charakterystyka wybranych linii tramwajowych.  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ZDiUM.*

Nr linii	Długość trasy [km]	Rodzaj szyn			Stan torowiska (bardzo dobry) [%]
		Ri60N [%]	S49 [%]	LK1 [%]	
31	13	73	8	19	72
7	11	62	36	2	39
4	12	61	39	0	66

Omawiane urządzenie pozwala zarchiwizować wyniki z wielu pomiarów. Zużycie ściernie wyrażone w jednostkach objętości lub masy dla danego koła będzie obliczone jako średnia wartość z ośmiu punktów referencyjnych na obwodzie obręczy. Pomiary będą prowadzone na stanowisku badawczym na tokarni podtorowej, gdzie istnieje możliwość łatwego dostępu do poszczególnych punktów referencyjnych. Zakłada się krok obliczeniowy 1 mm na szerokości obręczy. Poprzez wyznaczenie 8 punktów referencyjnych na obwodzie koła chcemy uniknąć wpływu korugacji obręczy na wyniki zużycia.

#### 4.2. PLAN BADAŃ EKSPERYMENTALNYCH

Przedmiotem badań będą tramwaje Skoda 16T (5-członowy, na trzech wózkach, 6 zestawów kołowych) i PESA Twist (3 człony, 4 wózki, 8 zestawów kołowych), wyposażone w zestawy kołowe o profilu T i zmodyfikowane PST typu C. W tramwajach 16T wózki skrajne są wózkami napędzonymi z osiami smarowanymi natryskowo. Planuje się prowadzenie badań na 4 pociągach tramwajowych, po dwa z każdego typu. Obserwowane będą wszystkie osie pojazdów. W ten sposób uzyskamy wyniki na temat zużycia zestawów:

- napędnych, smarowanych,
- napędnych niesmarowanych,
- tocznych niesmarowanych.

We wszystkich wariantach badane będą profile T oraz zmodyfikowane PST typu C. Spodziewam się jednoznacznej odpowiedzi odnośnie trwałości zestawów kołowych na torowiskach o charakterystykach podanych w tabeli 1.

W tej sytuacji pomiary obejmą 2 x 12 kół w tramwaju 16T oraz 2 x 16 kół w tramwaju PESA Twist. Pomiary będą prowadzone przy okazji przeglądów technicznych OT-1, 5 do 6 tys. km przebiegu. Okres pomiędzy reprofilacją wynosi średnio 60 tys. km. Można powiedzieć, że proces reprofilacji zeruje wyniki zużycia ściernego. O ile warunki na to pozwolą, badania będą kontynuowane do momentu wymiany obręczy.

## 5. PODSUMOWANIE

Analizy tego typu były już wykonywane w innych polskich miastach (np. Poznań i Kraków). Każde miasto to jednak indywidualne warunki eksploatacji i tabor. W najbliższych latach do eksploatacji mogą wejść te typy konstrukcji tramwajowych, które zostały wytypowane do badań. Z jednej strony zyskamy głębszą wiedzę na temat zużycia zestawów w trakcji tramwajowej, z drugiej wyniki tych badań mogą przyczynić się do zmniejszenia kosztów eksploatacji.

Podczas badań zaleca się zastosowanie zmodyfikowanego profilu PST, gdyż głównym problemem w tradycyjnym PST jest wężykowanie. Proponowane modyfikacje poprawiają stabilność biegu tramwaju i zmniejszają zużycie. Podczas przejazdu po łuku obrzeże zużywa się w mniejszym stopniu, a pojazd nie generuje hałasu o wysokiej częstotliwości i natężeniu. Zużywająca się powierzchnia toczna szyny przy zastosowaniu zmienionego profilu PST będzie wykazywać lepsze dostosowanie się do współpracy z kołem. Dotyczy to także szyn zużytych w ograniczonym stopniu przed wprowadzeniem do ruchu nowych zestawów kołowych.

## LITERATURA

- [1] Czyczuła W., Tulecki A., Budowa i badania eksploatacyjne pojazdu kolejowo – drogowego TRAMKOL-02, Technika Transportu Szynowego 6/2000
- [2] Finke Sz., Piechowiak T., Bryk K., Sienicki A., Propozycja modyfikacji profilu koła tramwajowego PST – referat na konferencję Pojazdy Szynowe 2016
- [3] Norma PN/91 K-88251 – Kontur bieżni kół elastycznych wagonów tramwajowych, 1991
- [4] Norma PN-K-92016 – Tramwajowe zestawy kołowe, elastyczne. Obręcze obrobione, Wymagania i badania, 1997

- 
- [5] Piec P., Analiza zużycia wieńca koła zestawów kołowych pojazdów szynowych, Logistyka – nauka nr 3/2014
- [6] Zając G., Jurga S., Badania trwałości obręczy kół tramwajowych eksploatowanych w MPK S.A. w Krakowie, Problemy eksploatacji nr 2/2009

### **PROPOSITION OF APPLICATION OF MODIFICATION OF PST WHEEL PROFILE IN WROCLAW'S TRAMS**

**Keywords:** tramway, tramway track, profile of type PST

#### **ABSTRACT**

My project shows the problems of usage of tram's wheels in Wrocław's conditions. These problems are caused mainly by technical incompatibilities. Wheel sets and rails usage depends on mutual adjustment in terms of shapes. In Wrocław, there is applied the profile of an old-type T, which, according to existing analysis, was getting old to a lesser extent than recommended profile of type PST and used in many other cities in Poland. In my project you can find the arguments, which stand for redoing some research on selected routes, there is also the plan that I propose and some methods of the research.



Daniel KARPOWICZ\*

[https://doi.org/10.37190/JoT2016\\_02](https://doi.org/10.37190/JoT2016_02)

## **PIĘTRUSY DLA KD: ŚPIEW ODLEGLEJ PRZYSZŁOŚCI CZY SZYBKO ZBLIŻAJĄCA SIĘ KONIECZNOŚĆ?**

**Słowa kluczowe:** Koleje Dolnośląskie, wagony piętrowe, push&pull.

### STRESZCZENIE

Składy typu Push and Pull to kompromis między EZT a klasycznym składem wagonowym. Na końcu zwykłego składu znajduje się specjalny wagon sterowniczy z kabiną, z którego można zdalnie sterować lokomotywą, która, zależnie od potrzeby, ciągnie lub pcha skład.

Wagony piętrowe zabierają na pokład o 60% pasażerów więcej od jednopoziomowych, za co ceną jest większa masa i wyższy koszt produkcji. Przy dużych potokach generują jednak duże oszczędności. Na obecną chwilę potoki w KD są za małe, aby była potrzeba zastosowanie piętrowych pociągów i prawdopodobnie nie będą one potrzebne również na trasach, które KD w niedalekiej przyszłości przejmą. W pierwszej kolejności należy zwiększać częstotliwość kursowania pociągów i w ten sposób reagować na wzrastający popyt.

### 1. WSTĘP

Obecnie Koleje Dolnośląskie, podobnie jak większość samorządowych przewoźników, opiera swoją politykę taborową na liniach elektrycznych o niskopodłogowe Elektryczne Zespoły Trakcyjne (EZT) 3- i 4-członowe, trwa także przetarg na 5-członowe EZT.

Wagony piętrowe eksploatują obecnie jedynie Koleje Mazowieckie oraz w niewielkich ilościach Przewozy Regionalne, jednak za względu na to, że PR wykorzystują je jako wagony doczepiane do składów jednopoziomowych (i to sporadycznie), skupię się tutaj głównie na ich wykorzystaniu przez Koleje Mazowieckie, które korzystają

---

\* Politechnika Wroclawska

z piętrowych, kilkuwagonowych składów Push and Pull produkcji Pesy oraz Bombardiera.

## 2. CO TO JEST SKŁAD PUSH & PULL?

Push and Pull to coś pomiędzy EZT a klasycznym składem wagonowym. Tak jak w *klasyku* skład napędza i zasila lokomotywa, a wagony można do lokomotywy podłączyć/rozłączać w dowolnej ilości, konfiguracji i miejscu. Inaczej jest w przypadku EZT, gdzie odjęcie/dodanie członu jest albo niemożliwe, albo możliwe tylko u producenta, w fabryce. Jednak w przeciwieństwie do klasycznego składu wagonowego, gdzie lokomotywa zawsze znajduje się na początku pociągu i aby zmienić kierunek jazdy musi objechać skład, co jest praco- i czasochłonne, i nie zawsze możliwe, w zespołach Push and Pull na drugim końcu składu znajduje się wagon sterowniczy, zwany też rozrządczym, z którego można sterować lokomotywą. Na stacji końcowej, zamiast objeżdżać cały skład, maszynista po prostu przechodzi na drugą stronę pociągu i siada w kabinie wagonu sterowniczego, a lokomotywa od teraz pcha skład. Stąd właśnie nazwa: Push and Pull - ciągnij i pchaj. Jednocześnie, tak jak w EZT, możliwe jest sterowanie takimi elementami jak na przykład otwieranie drzwi z kabiny przez maszynistę.

Wydawać by się mogło, że Push and Pull ma same zalety, ale tak nie jest. Jedną z największych jego wad jest nacisk na oś. W EZT jest on rozproszony, ponieważ ciężkie elementy silnika są rozłożone po całym składzie. W Push and Pull cały napęd znajduje się w jednej lokomotywie, a wagony są „puste”, więc maksymalny nacisk na oś jest większy niż w EZT, co powoduje ograniczenia we wjazdach na niektóre linie (aspekt pomijany w naszym przypadku, dotyczy linii lokalnych). Oprócz tego lżejsze pociągi na części linii mają większą prędkość dopuszczalną (np. skład wagonowy na CMK  $V_{max} = 200$  km/h, EZT  $V_{max} = 250$  km/h).

Wadą, która jest częściowo wspólna z EZT, jest to, że jeżeli chcemy doczepić/odczepić jeden wagon, nie możemy po prostu odpiąć ostatniego, ponieważ ostatnim jest wagon sterowniczy. W tej sytuacji wagony trzeba odczepiać ze środka, co wydłuża i komplikuje manewry.

Inną wadą jest fakt, że w składach wagonowych dużo miejsca wewnątrz zabierają przejścia międzywagonowe, które dodatkowo generują hałas i zamieszanie związane z otwieraniem i zamykaniem drzwi między wagonami. W EZT to nie występuje, ponieważ przejścia między członami są płynne i pasażerowie mogą stać nawet dokładnie w miejscu łączenia członów nie odczuwając dyskomfortu. Miejsce zabierają również toalety, których w EZT mamy zawsze stałą ilość (1 na 1,5-2,5 członu), a w składzie wago-

nowym w każdym wagonie musi znaleźć się toaleta (co też zwiększa masę), aby nie doszło do sytuacji, że w wyniku przełączania wagonów jeden ze składów będzie bez toalety. Nie można też zastosować międzyczłonowych wózków Jacobsa, które pozwalają na znaczne oszczędności w masie w przypadku EZT.

Najważniejszą różnicą pomiędzy pociągami dwu- a jednopokładowymi jest pojemność. Jeden człon EZT to około 50 miejsc siedzących, a jeden wagon *zwykły* to około 80, podczas gdy wagon piętrowy może mieć ich ponad 130 przy podobnej długości. Niestety, wagon piętrowy ma większą masę niż *klasyczny*, co przekłada się na większe koszty dostępu do torów i zużycia energii. Jest również droższy w produkcji.

Składy piętrowe stosuje się głównie tam, gdzie potoki pasażerskie są na tyle duże, że składy jednopoziomowe, potrzebne do obsłużenia ich, byłyby za długie, aby mieścić się w peronach/torach postojowych lub pojemność składu w przeliczeniu na tonę rekompensuje zwiększone koszty.

W dalszej części porównam piętrowy skład Push and Pull Pesa SunDeck z EZT jednopoziomowym Newag Impuls, jakiego obecnie używają KD. Wybrałem te pociągi, ponieważ na obecny stan rynku dostawców taboru kolejowego w Polsce właśnie te składy wygrałyby przeciętny przetarg ogłoszony przez KD.

**Tab. 1:** Porównanie uśrednionego((środkowy + czolowy)/2) członu składu Niewag Impuls i wagonu środkowego składu Pesa SunDeck  
*Źródło: Opracowanie własne*

Typ wagonu	Pesa Sundeck środkowy	Jeden człon Impulsa(uśredniony)
Ilość miejsc siedzących	130	55
Długość	26,3m	18
Masa	56t	33t
Miejsc siedzących/metr	4,88	3,05
Miejsc siedzących/tonę	2,32	1,66

Takie porównania są niemiarodajne ze względu na to, że w przypadku składu Push and Pull współczynnik masy jest zaniżony, a pojemności zawyżony, bo nie bierze się pod uwagę lokomotywy. Podobnie współczynnik długości. Dodatkowo statystykę zaniży wagon sterowniczy, który jest mniej pojemny.

Obecnie najdłuższe pociągi Kolei Dolnośląskich składają się z dwóch EZT 31WE Impuls, porównam więc taki zestaw z odpowiadającym mu pojemnością składem Sundeck.

**Tab. 2:** Porównanie 2x31WE i piętrowego odpowiednika pod względem długości  
*Źródło: Opracowanie własne*

Typ	Pesa Sundeck (lok+4xśrodkowy+sterowniczy)	2x31WE
<b>Długość</b>	<b>150m</b>	<b>149m</b>
Miejsc siedzących	606	404
Masa	362	272t
Miejsc siedzących/metr	4,04	2,71
Miejsc siedzących/tonę	1,7	1,5

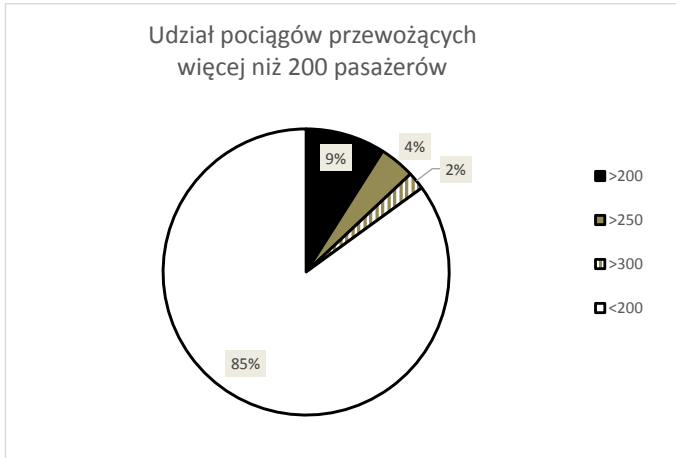
Widać, jak znaczną przewagę w pojemności ma skład piętrowy. Przy tej samej długości i masie większej o 30% zabiera na pokład 50% więcej pasażerów.

W takim przypadku opłata pobrana przez PKP PLK na odcinku Wrocław Główny-Legnica to około 600 zł dla Sundecka i 530 zł dla 2x31WE. Ceny zostały obliczone przy pomocy kalkulatora stawek PKP PLK.

Różnica kosztów w dostępie do torów jest więc mniejsza niż 100 zł, podobnie różnica w kosztach zużytej energii nie powinna znacznie odbiegać od tej kwoty. Zakładając mocno pesymistycznie, że przejazd na tej trasie *piętrusami* będzie dla przewoźnika 200 zł droższy, to biorąc pod uwagę, że będziemy mogli przewieźć 200 pasażerów więcej, na jedną osobę przypadnie mniej-więcej złotówka. Pasażer płaci za tę trasę 10-krotnie więcej niż złotówkę. Czysty zysk, można powiedzieć.

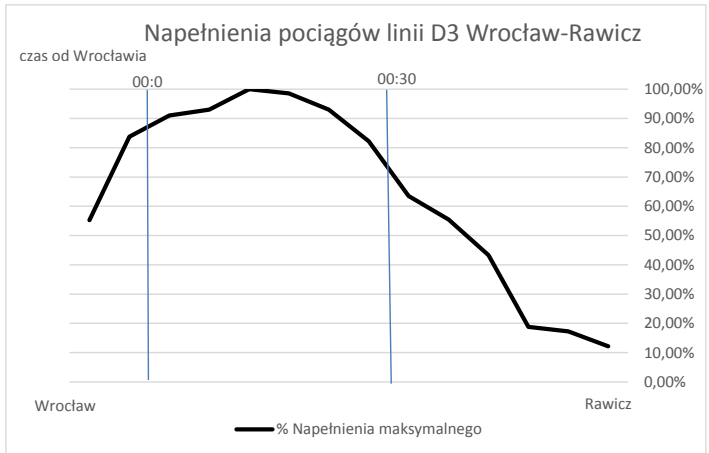
### 3. SKŁADY PIĘTROWE A ZAPOTRZEBOWANIE KD

Cały problem w tym, że na dzień dzisiejszy mało który skład KD zabiera więcej niż 300 pasażerów. Napelnienia znacznie powyżej 200 pax notują tylko składy szczytowe w okolicach Wrocławia. Dodatkowo duży odsetek pasażerów podróżuje na krótkich odległościach, pociąg wyjeżdżający z Wrocławia z 300 osobami dojeżdżając do Malczyc czy Legnicy ma już na pokładzie ich niecałe 200.



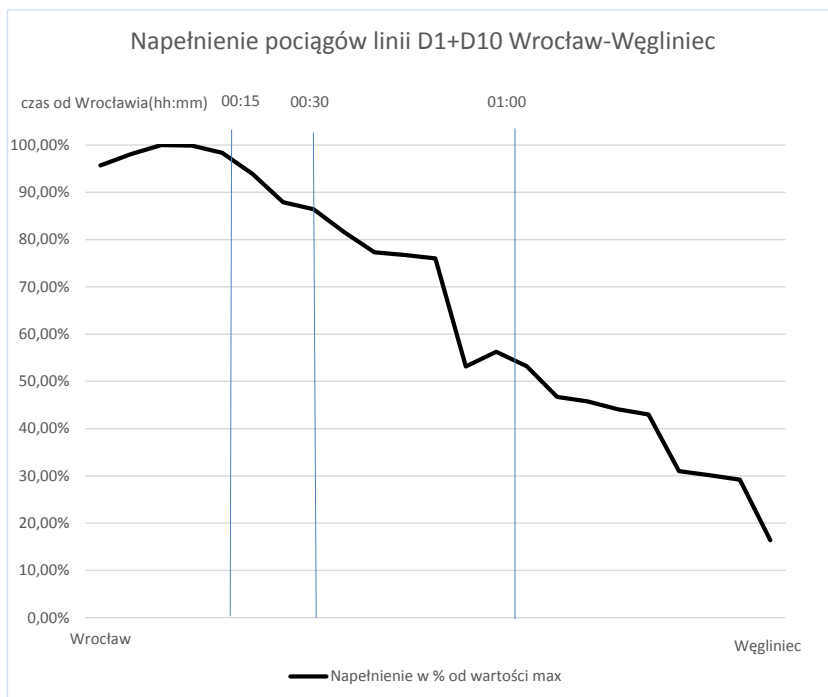
Rys. 1. Procentowy udział przepełnionych pociągów.

Źródło: Na podstawie wyników pomiarów napełnień przeprowadzonych przez KD

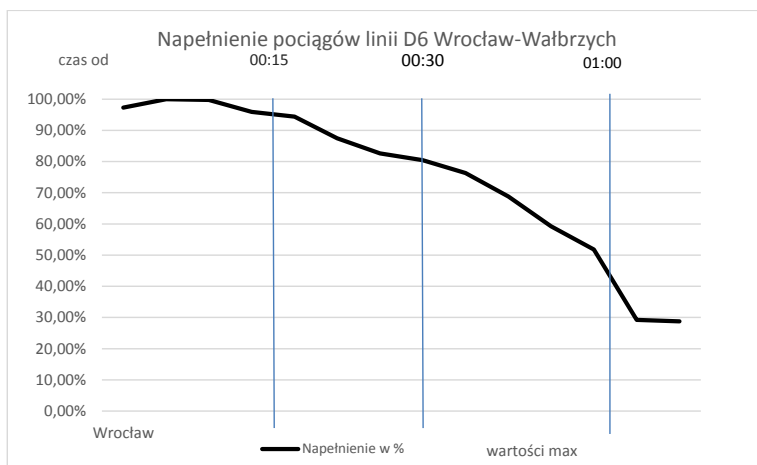


Rys. 1. Napełnienie pociągów linii D3 Wrocław-Rawicz.

Źródło: na podstawie wyników pomiarów KD.



**Rys. 3.** Napełnienie pociągów linii D1+D10 Wrocław-Węgliniec.  
*źródło: na podstawie wyników pomiarów KD*



**Rys. 4.** Napełnienie pociągów linii D6 Wrocław-Wałbrzych.  
*Źródło: na podstawie wyników pomiarów KD.*

Przykładowo: kiedy w pociągu wyjeżdżającym z Wrocławia znajduje się 250 osób, po pół godzinie zostanie już tylko 200, w przypadku linii Wałbrzyskiej. W przypadku linii na Legnicę wskaźnik napelnienia dłużej jest wysoki, jednak nie powinno to być argumentem przeciwko tezie mówiącej, że duża część pasażerów podróżuje w tłumie w stosunkowo krótkim czasie, ponieważ pociągi na tej linii są również wykorzystywane przez podróżnych jako kolej miejska. Niepomijalne ilości pasażerów jadących z Wrocławia Głównego wysiadają na stacji Wrocław Leśnica, czego jednak na powyższym wykresie nie widać wyraźnie, ponieważ ilość osób w pociągu jest równoważona przez osoby wsiadające w Leśnicy i podróżujące dalej na zachód. Czyli akurat tyle, ile jest miejsc siedzących w czteroczłonowym Impulsie. Warto zadać sobie pytanie, czy musimy znaleźć miejsca siedzące dla wszystkich podróżnych, również tych jadących 20 minut.

Nie ma sensu kupować składów, które byłyby potrzebne dwa-trzy razy w tygodniu, a które wymagałyby nie tylko większych nakładów na same koszty przejazdu, ale również byłyby droższe w zakupie i wprowadzałyby więcej zamieszania w obsłudze taboru, który do tej pory posiadał tylko jednopokładowe składy zespolone. Obecnie Koleje Dolnośląskie kupują kilkanaście EZT 5-członowych, które powinny rozwiązać problem za małej ilości taboru i przepełnionych składów. Porównajmy więc taki EZT z piętrowym odpowiednikiem.

**Tab. 3:** Porównanie 45WE i piętrowego odpowiednika pod względem pojemności.

*Źródło: Opracowanie własne*

Typ	Pesa Sundeck (lok+środkowy+sterowniczy)	45We
Długość	72	91m
<b>Miejsz siedzących</b>	<b>220</b>	<b>230</b>
Masa	200	165t
Miejsz siedzących/metr	3,05	2,52
Miejsz siedzących/tonę	1,1	1,4

Tutaj drastycznie spadają nam wskaźniki dla składu piętrowego. W poprzedniej tabeli liczba miejsc na metr długości pojazdu była o 50% większa dla składu piętrowego, tutaj już tylko o 21%. W przypadku wskaźnika ilości miejsc na tonę, różnica ta będzie jeszcze większa, ponieważ lokomotywa stanowi jeszcze większy procent udziału masy całego pojazdu i chociaż przy 5-wagonowym składzie Push and Pull ten wskaźnik był o 13% lepszy od wskaźnika dla EZT, tak tutaj jest on o 21% gorszy.

Koszt dostępu do torów dla 2-wagonowego składu piętrowego na trasie Wrocław-Legnica to 490 zł, a dla 5-członowego EZT 458 zł, czyli o 32 złote więcej, podczas gdy zabiera on mniej pasażerów. Dodatkowo cena za energię dla cięższego składu będzie wyższa.

Skład piętrowy można zaczynać rozważać dopiero od 3-wagonowego zestawu, którego przejazd kosztuje 530 zł, i który zabiera na pokład 350 osób, czyli trochę więcej niż podwójny 36Wea, który kosztuje przewoźnika tylko niecałe 30 zł mniej na tej samej trasie. Waży także niewiele więcej, a biorąc pod uwagę, że do obsługi 2x36WEa może być potrzebna większa drużyna konduktorska, koszty będą zbliżone.

Pociągów wożących 350 osób mamy obecnie niewiele, jak widać na rysunku 1. Wniosek jest prosty – na dzień dzisiejszy składy piętrowe Push and Pull w Kolejach Dolnośląskich nie mają sensu. Co więcej, nie widać dla nich szans również w najbliższej przyszłości, co zresztą potwierdza ich brak w planach zakupowych KD. Linia E30 (Legnica) prawdopodobnie nie wygeneruje w najbliższej przyszłości znacznych wzrostów potoków, linia 274 (Wałbrzych) prawdopodobnie po zwiększeniu podaży przez wprowadzenie dłuższych pociągów ma szansę na wzrosty, zwłaszcza że jeszcze nieznacznie skróci się na niej czas przejazdu, ale zwiększy się równocześnie liczba pociągów, która powinna uchronić linie przed zbyt zatłoczonymi pociągami.

Linii na Jelcz i Rawicz nie analizuję, ponieważ są one obsługiwane równolegle przez PR. Ponadto w przypadku Rawicza KD jeżdżą tam dopiero od roku, a w przypadku Jelcza zostały zmienione godziny pociągów obsługiwane przez KD.

#### 4. WAGONY PIĘTROWE W PRZYSZŁOŚCI?

Nadzieją dla *piętrusów* są nowe linie przejmowane przez KD, ponieważ obecne wzrosty przewiezionych pasażerów na poszczególnych liniach kształtują się w okolicach 10% na rok.

Po pierwsze, linia na Zieloną Górę: tzw. *Nadodrzancka*, linia kolejowa 273, która przede wszystkim praktycznie nie ma alternatywy w postaci drogowej. Dojazd autobusem/samochodem do Brzegu, Wołowa i miejscowości po drodze jest o kilka-kilkanaście kilometrów dłuższy niż koleją, a kategoria dróg nie sprzyja szybkim podróżom, dlatego już dzisiaj pociąg pośpieszny, w przypadku Głogowa, jedzie w porównywalnym czasie co samochód, a w przypadku Wołowa jedzie dwa razy szybszy. Remonty, które już trwają, jeszcze skrócą ten czas, choć nie będą to oszałamiające zyski czasowe (do kilku-kilkunastu minut). Ponadto, w przeciwieństwie do E30, nie jest to trasa „donikąd”, ale

leżą na niej takie duże miejscowości jak Głogów, Nowa Sól czy Zielona Góra, choć te prawdopodobnie nie będą już stanowić generatora ruchu codziennego (dojazdy do pracy/szkoły do Wrocławia), a raczej weekendowego, czyli tego tworzonego głównie przez studentów wracających do domów.

Drugą linią, która może zanotować spore wzrosty, zwłaszcza w ruchu aglomeracyjnym i codziennych dowozów do Wrocławia, jest linia kolejowa 143, do Oleśnicy, Namysłowa, Kluczborka. Jest to jedna z najgorszych pod względem prędkości handlowych linii kolejowych wychodzących z Wrocławia, a mimo to czas dojazdu do Namysłowa czy Kluczborka jest niewiele gorszy od drogowego. Niestety, nie jest znany dokładny zakres prac na tej linii jak również ich termin, a nawet skromna rewitalizacja pozwoliłaby skrócić ten czas o kolejnych kilkanaście minut.

Jest jeszcze jedna trasa, która mogłaby stworzyć potoki dla wagonów piętrowych. Rewitalizacja linii kolejowej Legnica-Lubin-Rudna Gwizdanów. Lubińskie zagłębie miedziane, potężny generator potoków ludzi dojeżdżających zarówno do Lubina jak i do Wrocławia, jest obecnie kolejowo wykluczony. Jediną czynną w ruchu pasażerskim linią kolejową w zagłębiu jest wspomniana wyżej 273, która jednak z daleka omija stolicę miedzi. Po zrewitalizowaniu linii łączącej E30 oraz *Nadodarkankę*, Lubin, Głogów i Legnica zyskałyby ze sobą połączenie kolejowe. Oczywiście, to nie one same miałyby stworzyć potoki godne *piętrusów*, ale połączenie Wrocławia z Lubinem biegłoby przez Legnicę i skumulowane potoki E30 i zagłębia mogłyby spowodować zdecydowany wzrost napęnień na odcinku z Wrocławia do Legnicy.

Linia 276 w stronę Kłodzka i Międzyzlesia prawdopodobnie nie byłaby w stanie wygenerować wystarczających potoków, ze względu na brak leżących przy niej większych miast.

Popozostały jeszcze wschodnia E30, czyli linia 132 do Opola i linia 271 do Poznania. W ich przypadku raczej nie są spodziewane znaczne wzrosty podróżnych, ponieważ czas przejazdu nie będą się znacznie skracać. Przepustowość linii jest już mocno wykorzystana i jest na nich bogata oferta spółki PKP IC. Dodatkowo na ich trasie główne generatory ruchu leżą poza województwem dolnośląskim, więc potrzebne byłyby umowy między województwami o finansowaniu, co nie zawsze jest proste. Obie te linie już dziś generują znaczne potoki, prawdopodobnie one również na dzień dzisiejszy nie wystarczą do napełnienia *piętrusów*. Jak można je zwiększyć? W przypadku E59, po zakończonej modernizacji trasy do Poznania, czas przejazdu dla pociągów przyśpieszonych mógłby wynieść około 1 h 30 min. Może właśnie one miałyby szanse w szczytach przewozowych

generować takie potoki, bo obsługiwałyby nie tylko ruch aglomeracyjny, ale też międzyregionalny. Pytanie, czy nie jest to zadanie dla PKP IC. Konkurencją dla tego połączenia będzie droga ekspresowa S5.

## 5. PODSUMOWANIE

Wszystkie wymienione wyżej przypadki to wciąż śpiew przyszłości. Aby potoki pasażerskie wzrastały, potrzebny jest nie tylko nowy tabor i lepsze czasy przejazdu, ale przede wszystkim dobry rozkład: regularny i o dużej liczbie połączeń, parkingi P&R, zintegrowana i przejrzysta taryfa, a pasażer musi mieć pewność dojazdu na czas. Wszystko to, w połączeniu ze wzrastającym zakorkowaniem dużych miast i zwiększającą się mobilnością Polaków, będzie skutkowało wzrostami przewozów koleją. Jednak napełnienia wymagające wagonów piętrowych są wciąż niepewną pieśnią przyszłości, a decyzja o ich kupnie powinna być podjęta dopiero, gdy przepustowość linii kolejowych będzie już prawie wyczerpana, a pociągi mimo to będą notować napełnienia zasługujące na wagony piętrowe. Zarówno z punktu widzenia pasażera jak i misji kolei (czyli przewożenia jak największej ilości osób), zwłaszcza w aglomeracjach lepszym rozwiązaniem są dwa pociągi w ciągu godziny wiozące po 300 osób każdy, niż pociąg co godzinę wiozący ich 600.

A gdyby potoki były odpowiednie na składy piętrowe, czy lepiej kupić piętrowe EZT czy Push and Pull? Co do tego nie można na dzień dzisiejszy wyrazić jednoznacznej opinii. Omawiane w rozdziale pierwszym argumenty nieznacznie przemawiają za Push and Pullami, ponieważ prawdopodobnie potoki wymagające długich składów piętrowych byłyby tylko szczytowe, więc poza nim można by odczepiać część wagonów, a linie, po których by jeździły, to linie magistralne, więc kryterium nacisku na oś nie będzie istotne. Decydującą kwestią będą mogły być koszty zakupu oraz dostępność na rynku, a na dzień dzisiejszy w Polsce nie jeździ żaden piętrowy EZT, nie było na takie również przetargu ani nawet planu zakupu przez żadnego z polskich przewoźników, nie są one też specjalnie popularne poza granicami kraju. Przewidzenie, jak będzie wyglądał rynek taboru za kilka lat, kiedy to potoki osiągną wymagane dla piętrowych składów wartości, jest tematem na osobną pracę.

## LITERATURA

- [1] Badania frekwencji Kolei Dolnośląskich na jesień i wiosnę 2015 i 2016 roku na liniach D6, D1, D10, D3
- [2] Czasy i trasy przejazdów [za:] portalpasazera.pl, dostęp 01.11.2016

---

[3] Oficjalne dane techniczne, zapisane na pudłach jednostek/wagonów

[4] [transportszynowy.pl](http://transportszynowy.pl), dostęp 01.11.2016

## **DOUBLE-DECK PUSH&PULL TRAINS IN KOLEJE DOLNOŚLĄSKIE WHETHER OR NOT? WHEN AND WHERE?**

**Keywords:** Koleje Dolnoslaskie, push&pull, double decker.

### **ABSTRACT**

Push and Pull trains is a compromise between EMU and classic train (locomotive + cars). At the end of train is a special car-control car connected with locomotive with some type of remote control. Thereby, locomotive never needs to be uncoupled to change the head of trains. Double-decker cars, can accommodate up to 60% more passenger than single-decker cars, but they are heavier and more expensive. Because of that, they are the most useful in trains with large amount of passengers. However, in KD there are no trains with such a capacity, and probably, there will not be any in near future. There is no need to buy such trains for KD. At first the main need is to increase the number of trains on each operated route, secondly they will worry about their capacity.



Ewelina GRĄDZIEL

Kamil PACEK\*

[https://doi.org/10.37190/JoT2016\\_03](https://doi.org/10.37190/JoT2016_03)

## OCENA UŻYTECZNOŚCI SYSTEMÓW DYNAMICZNEJ INFORMACJI PASAŻERSKIEJ NA PRZYKŁADZIE WARSZAWY I MOSKWy

**Słowa kluczowe:** informacja pasażerska, transport publiczny, logistyka miejska.

### STRESZCZENIE

W dzisiejszych czasach dostęp do precyzyjnej oraz czytelnej informacji jest jednym z czynników znacząco wpływających na poprawę jakości komunikacji miejskiej. W artykule zaprezentowano przegląd dotyczący systemów informacji pasażerskiej w Warszawie i Moskwie oraz wyniki badań ankietowych. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że informacja pasażerska stanowi istotny element dla użytkowników systemów komunikacji publicznej i należy rozwijać dostęp do niej.

### 1. WSTĘP

Dynamiczny rozwój transportu powoduje powstawanie nowych wyzwań, z którymi musi zmierzyć się logistyka. Jednym z ważniejszych jest problem kongestii, dotyczący głównie duże aglomeracje. Zjawisko to narasta wraz ze wzrostem liczby pojazdów. Powoduje powstawanie utrudnień w przepływie osób w postaci wydłużenia czasu transportu oraz zmniejszenia jego bezpieczeństwa. Problem kongestii niesie za sobą również negatywne skutki dla środowiska naturalnego. Miasta muszą zmierzyć się z rosnącym zanieczyszczeniem powietrza. Według Europejskiej Agencji Środowiska jednym z głównych źródeł tego problemu jest właśnie transport [2]. Z tego powodu konieczne jest szukanie rozwiązań umożliwiających sprawniejszy i bezpieczniejszy

---

\* Koło Naukowe Logistyki, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

przewóz w miastach. W tym kontekście ważną rolę odgrywają Inteligentne Systemy Transportowe, które wraz ze swoimi podsystemami umożliwiają koordynację transportu. Z punktu widzenia pasażerów największe znaczenie mają Systemy Dynamicznej Informacji Pasażerskiej, będące przedmiotem dalszych rozważań.

## 2. SYSTEM DYNAMICZNEJ INFORMACJI PASAŻERSKIEJ W UJĘCIU TEORETYCZNYM

We współczesnym świecie ogromną rolę w każdej dziedzinie życia odgrywa informacja. Stała się ona kluczowym czynnikiem pozwalającym na funkcjonowanie w dynamicznie rozwijającej się gospodarce. Najbardziej powszechna definicja informacji mówi, że jest to wynik uporządkowania nieprzeanalizowanych danych [4]. Bardziej trafną w odniesieniu do przedmiotu rozważań niniejszego artykułu jest definicja R.W. Griffina, zgodnie z którą informacją nazywamy dane zaprezentowane w sposób mający znaczenie i mogące być podstawą działania. W spełnieniu tych warunków istotną rolę odgrywają cztery cechy informacji, są to: dokładność, aktualność, pełność i odpowiedniość. Dokładność oznacza, że informacja musi w trafny i wiarygodny sposób odzwierciedlać rzeczywistość. Aktualność to dostępność wtedy, gdy może być podstawą odpowiednich działań. Kompletność odnosi się do dostarczania pełnego zestawu potrzebnych faktów i szczegółów. Natomiast odpowiedniość to jej użyteczność w odniesieniu do konkretnych potrzeb i warunków [3].

Rozwój zaawansowanych technologii informatycznych, systemów łączności oraz lokalizacji sprawia, że powstają nowe możliwości w zakresie przesyłu informacji. Ma to szczególne znaczenie w kontekście logistyki miejskiej oraz zarządzania transportem w aglomeracjach. Nasilenie transportu drogowego i wzrost wymagań obywateli w zakresie mobilności to główne problemy, z jakimi muszą mierzyć się osoby odpowiedzialne za sprawne funkcjonowanie miast. Odpowiedzią na trudności jest odejście od tradycyjnych metod na rzecz innowacji. Jednym z kluczowych rozwiązań w tym zakresie są Inteligentne Systemy Transportowe (ang. Intelligent Transport Systems). Rozwiązania te wykorzystują różnorodne technologie takie jak: technologie informatyczne, telekomunikacyjne, automatyka obiektów ruchomych w obszarze transportu drogowego, które obejmują infrastrukturę, pojazdy oraz ich użytkowników. Służą do zarządzania ruchem i mobilnością. Najważniejszym celem wdrożenia ITS jest poprawa efektywności ruchu poprzez skrócenie czasu podróży oraz ograniczenie

uciążliwości, do których należą zanieczyszczenia czy hałas. Drugim, równie istotnym zadaniem jest zwiększenie bezpieczeństwa w transporcie [1]. ITS to pojęcie obejmujące szereg rozwiązań, jednym z nich jest System Dynamicznej Informacji Pasażerskiej.

System Dynamicznej Informacji Pasażerskiej (ang. Passenger Information System) to narzędzie dostarczające informacji na temat faktycznych czasów odjazdu według aktualnego położenia pojazdów w sieci. Jego wykorzystanie jest szczególnie istotne w czasie dużego nasilenia ruchu, ponieważ właśnie wtedy prawdopodobieństwo poważnych opóźnień jest największe [5]. Przedstawianie zgodnych z harmonogramem, a nie faktycznych czasów przyjazdu i odjazdu nie jest szczególnie pomocne w tej sytuacji, z tego powodu to innowacyjne formy przekazu informacji są coraz bardziej pożądane. System ten wpływa na bardziej skoordynowane działanie transportu publicznego i zapewnia, że każdy pasażer jest w posiadaniu wiarygodnej informacji dotyczącej odjazdów środków transportu.

Głównymi elementami tego systemu są poszczególne podsystemy opierające się na przekazywaniu informacji za pomocą tablic elektronicznych, urządzeń informacji dźwiękowej, aplikacji mobilnych. Ważną zaletą tego rozwiązania jest fakt, iż wdrożenie systemu pozwala na skrócenie czasu podróży, a przez to zwiększenie konkurencyjności transportu zbiorowego. Można zatem śmiało powiedzieć, że jest czynnikiem zachęcającym do korzystania z publicznego transportu.

### 3. SYSTEM DYNAMICZNEJ INFORMACJI PASAŻERSKIEJ W UJĘCIU PRAKTYCZNYM

#### 3.1. WARSZAWA

Organizatorem komunikacji miejskiej na terenie Warszawy jest Zarząd Transportu Miejskiego. Jest on odpowiedzialny za zapewnienie przejazdów dla dwóch milionów mieszkańców oraz połączenia komunikacyjne z 30 sąsiednimi gminami. Użytkownicy stołecznego transportu publicznego mają do dyspozycji linie autobusowe, tramwajowe, metro, kolej miejską oraz aglomeracyjną. Codziennie na ulice miasta wyjeżdża ponad 1,5 tysiąca autobusów, 400 tramwajów oraz 40 pociągów metra. Uzupełnienie tego systemu stanowią pociągi [11].

Tak rozbudowany system wymaga zastosowania rozwiązań dostarczających odpowiednich informacji pasażerom. Podstawę stanowią elementy należące do systemu

statycznej informacji. Należą do nich oznaczenia przystanków znakami drogowymi z piktogramem środka transportu oraz nazwą przystanku i ewentualnym jego numerem. Na przystanku znajdują się również oznaczenia zatrzymujących się linii oraz ich rozkłady jazdy zawierające informacje o godzinach odjazdów i przystankach na trasie. Elementem wpisującym się w koncepcję dynamicznej informacji pasażerskiej jest zastosowanie elektronicznych tablic przystankowych (rys.1). Zawierają one dodatkową informację, jaką jest rzeczywisty czas oczekiwania na poszczególne linie.

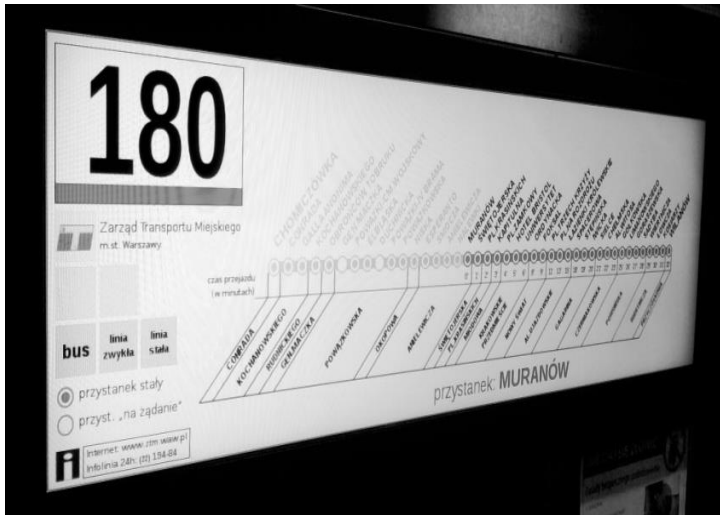


**Rys. 1.** Elektroniczna tablica przystankowa w Warszawie

Źródło: [http://www.ztm.waw.pl/download/historiaZdjecie/org\\_401\\_img0829.jpg/](http://www.ztm.waw.pl/download/historiaZdjecie/org_401_img0829.jpg/) dostęp 23.10.2016 r.

Analizując oznakowanie samych pojazdów należy zauważyć, że posiadają one zewnętrzne oznaczenie linii umieszczone z przodu, z tyłu oraz z boku pojazdu. Dodatkowo na pojazdach z wyświetlaczami elektronicznymi z przodu pojazdu obok oznaczenia linii umieszczony jest kraniec, w kierunku którego pojazd zmierza. Na wyświetlaczach sygnalizowana jest również ewentualna zmiana trasy danej linii lub kurs na trasie skróconej. Z boku pojazdu na tablicy prezentowane są, oprócz oznaczenia linii, główne ulice, którymi kursuje pojazd danej linii. W każdym pojeździe znajdują się informacje o numerze linii, trasie i przystankach. Są one umieszczane po prawej stronie w formie statycznej tablicy. Część pojazdów prezentuje te informacje na wyświetlaczu wraz z potrzebnym czasem na dojazd do poszczególnych przystanków (rys. 2.).

Informacja o przystankach w niektórych tramwajach i autobusach jest również podawana w formie głosowych komunikatów.



**Rys. 2.** Elektroniczna tablica w warszawskim autobusie

Źródło: <https://olszynskietramwaje.pl/tag/bilet-elektroniczny>, dostęp 23.10.2016 r.

Wejścia na stacje metra oznaczone są piktogramem oraz nazwą stacji. Przed zejściem na peron znajdują się bramki biletowe. Bramki, podobnie jak kasowniki, posiadają oznaczone miejsce do zbliżania kart oraz otwór do kasowania biletów. Na peronie kierunki kursowania pociągów oznaczone są dużymi tablicami. Kierunki te znajdują się również na czole pociągów. Wewnątrz wagonów, nad każdymi drzwiami umieszczony jest schemat linii z zaznaczonymi poszczególnymi stacjami. Dynamiczne elementy tego systemu stanowią: informacja głosowa zapowiadająca kolejne stacje, elektroniczne tablice znajdujące się wewnątrz niektórych wagonów zawierające informację o czasie potrzebnym na dojazd do poszczególnych stacji oraz tablice na stacjach informujące za ile minut nadjedzie najbliższy pociąg metra (rys. 3.).



**Rys 3.** Tablica w warszawskim metrze

*Źródło: <http://www.transport-publiczny.pl/watki/informacja-pasazerska.html>  
dostęp 23.10.2016 r.*

Innowacyjnym elementem systemu informacji pasażerskiej w Warszawie jest aplikacja mobilna TramBus. Wykorzystuje ona geolokalizację GPS i pozwala na dokładne sprawdzenie za ile minut na wybranym przystanku pojawi się autobus lub tramwaj. Aplikacja umożliwia wyszukiwanie za pomocą numerów linii lub przystanków komunikacji miejskiej wybierając je bezpośrednio na mapie lub liście. Możliwe jest również automatyczne ustalenie położenia użytkownika przez aplikację. Po wybraniu przystanku użytkownik otrzymuje informację o jego nazwie, zatrzymujących się liniach oraz orientacyjnym czasie przyjazdu pojazdów. Po wybraniu z listy interesującego połączenia istnieje możliwość uzyskania informacji o aktualnym położeniu danego autobusu lub tramwaju na jego trasie. Użytkownik może też skorzystać z opcji wyświetlającej nazwy wszystkich najbliższych przystanków wraz z kierunkiem dojazdu i odległością do nich, kierunkach w których jadą pojazdy oraz numery linii autobusowych i tramwajowych. Aplikacja znajduje się w fazie wstępnej, oznacza to, że rzeczywisty czas przyjazdu pokazywany jest w przypadku autobusów wyposażonych w GPS, czyli większości pojazdów Miejskich Zakładów Autobusowych i Tramwajów Warszawskich. W przypadku pozostałych pojazdów, szczególnie tych obsługiwanych przez agentów, aplikacja pokazuje czas przyjazdu na podstawie rozkładu jazdy. Aby nie wprowadzać w błąd użytkowników, informacje te są wyświetlane w kolorze szarym. W najbliższym

czasie ZTM planuje rozszerzyć zakres informacji o rzeczywistych czasach przejazdu na wszystkie pojazdy komunikacji miejskiej [10].

### 3.2. MOSKWA

System transportu miejskiego w Moskwie jest bardzo rozbudowany i świadczy usługi dla ponad piętnastu milionów mieszkańców całej aglomeracji. W zakres usług wchodzi: przewóz autobusami, tramwajami, trolejbusami, kolejką miejską, ale przede wszystkim podstawą jest sieć metra. Moskiewskie metro posiada bardzo długą historię i jest jednym z najlepszych rozwiązań na zatłoczoną stolicę Rosji [6].

Na ponad 50 trasach tramwajów, 80 trolejbusów oraz na ponad 600 marszrutach autobusów konieczna jest informacja pasażerska, która ułatwi codzienne korzystanie z komunikacji miejskiej. Oprócz statycznej informacji dostarczanej dla użytkowników (np. rozkład jazdy) coraz większą wagę zarządcy przykładają się do dynamicznej informacji pasażerskiej. Jeśli chodzi o komunikację autobusową, tramwajową czy pociągów metra w Moskwie, to w tych środkach transportu zostają montowane tablice, które informują pasażerów, do jakiej stacji jedzie pojazd i gdzie można się przesiąść (rys. 4.).



**Rys. 4.** Tablica dynamicznej informacji pasażerskiej w moskiewskim metrze

*Źródło: archiwum prywatne*

Ciekawym rozwiązaniem jest także system tablic na przystankach autobusowych, który informuje pasażerów, ile należy oczekiwać na kolejny autobus czy tramwaj. Niestety, system metra nie posiada jeszcze takich tablic, na stacjach znajdują się zegary informujące ile czasu minęło od odjazdu ostatniego pociągu (rys. 5.).



**Rys. 5.** Tablica w moskiewskim metrze  
*Źródło: archiwum prywatne*

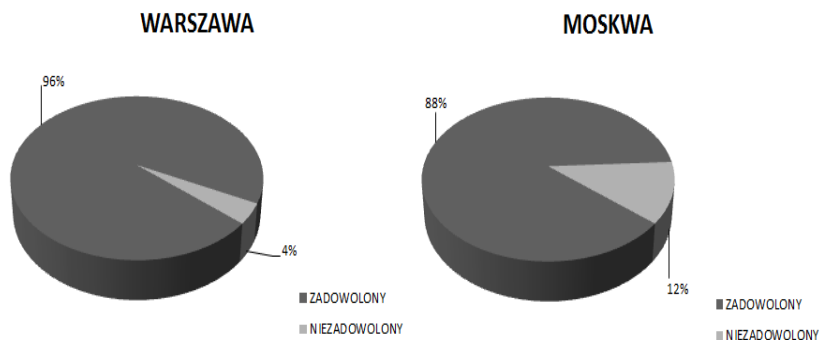
Jedną z najnowocześniejszych form dynamicznej informacji pasażerskiej są aplikacje mobilne. Użytkownicy moskiewskiej komunikacji miejskiej mogą posługiwać się aplikacją spółki YANDEX, która została stworzona wspólnie z Departamentem Transportu i Rozwoju Infrastruktury Drogowej. Aplikacja posiada szereg użytecznych funkcji. Pasażerowie mogą sprawdzić rozkład jazdy, a co najważniejsze śledzić na mapie, gdzie znajduje się najbliższy autobus czy tramwaj, na który oczekują, ponieważ środki komunikacji miejskiej zostały wyposażone w urządzenia GPS.

#### 4. METODYKA BADAŃ

Za główny cel badań przyjęto przedstawienie poziomu zadowolenia z funkcjonalności dynamicznych systemów informacyjnych w Warszawie i Moskwie oraz porównanie zakresu znaczenia w transporcie miejskim dla użytkowników. Do przeprowadzenia badania użyto metody ankietowej, dla której autorzy skonstruowali kwestionariusz zawierający 13 pytań. Próba badawcza obejmowała 156 osób w wieku od 18 do 26 lat, z czego 53% kobiet, 47% mężczyzn. W badaniu wzięło udział 76 respondentów z Warszawy i 80 użytkowników systemu komunikacji miejskiej w Moskwie. Ankietowani odpowiadali na pytania anonimowo, a jedynym kryterium jakie musieli spełniać było użytkowanie publicznego transportu zbiorowego w miejscu przeprowadzania badania. Ankietyzacja została wykonana w październiku 2016 roku w Moskwie i Warszawie.

#### 5. WYNIKI BADAŃ

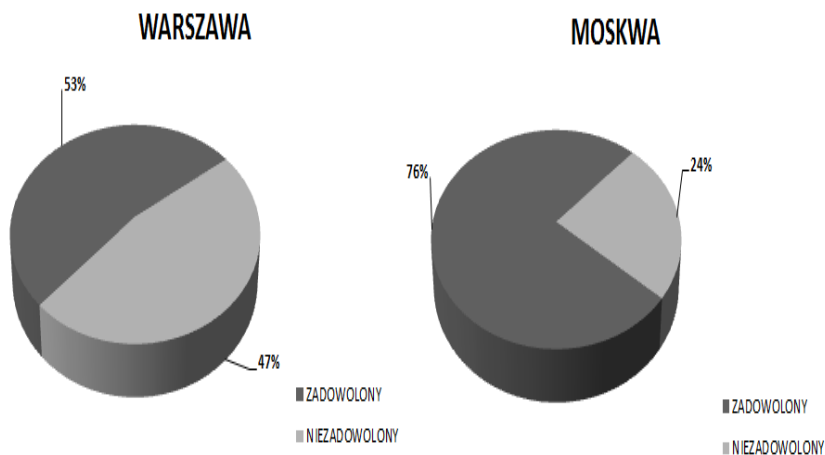
W badaniu wzięły udział młode osoby, które co najmniej kilkakrotnie w ciągu tygodnia wykorzystują systemy komunikacji miejskiej do przemieszczania się. W Warszawie 87% ankietowanych posługuje się publicznym transportem zbiorowym codziennie, natomiast w Moskwie 95%. Na podstawie badań ogólny poziom zadowolenia z publicznego transportu zbiorowego przedstawia się na poziomie 92%, w Warszawie ocena pasażerów jest korzystniejsza (rys. 6.).



**Rys. 6.** Ocena ogólnego zadowolenia z komunikacji miejskiej

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań ankietowych

Jeśli chodzi o stanowisko użytkowników w sprawie zadowolenia z dynamicznej informacji pasażerskiej przedstawia się inaczej. Średni poziom satysfakcji w badaniu wyniósł 64,5% (rys.7.), co jest znacznie niższym wynikiem niż ogólny poziom zadowolenia.



**Rysunek 7.** Poziom zadowolenia z dynamicznej informacji pasażerskiej

*Źródło: opracowanie własne na podstawie badań ankietowych*

W ankiecie 87% badanych zadeklarowało, że pierwszą rzeczą, którą robi po przybyciu na przystanek jest sprawdzenie, ile czasu należy oczekiwać na przyjazd środka transportu.

Respondenci w Warszawie wskazali znacznie niższy odsetek użytkownika aplikacji mobilnych jako źródła informacji pasażerskiej (78%), natomiast w Moskwie prawie wszyscy użytkownicy posługują się taką aplikacją (96%). Co ciekawe, użytkownicy moskiewskiego systemu deklarują, że znają i wykorzystują program dynamicznej informacji pasażerskiej (“Яндекс.Транспорт — автобусы и трамваинакарте”) napisany we współpracy z miejscowym urzędem zarządzającym komunikacją miejską, natomiast warszawscy ankietowani w nieznacznym stopniu znają takie wprowadzone rozwiązanie (TramBus Warszawa).

Jak pokazują wyniki badań, dla młodych pasażerów dynamiczny system informacji pasażerskiej jest istotnym elementem systemu komunikacji w miastach (tab. 1.).

**Tab. 1.** Ocena istotności dynamicznego systemu informacji pasażerskiej*Źródło: opracowanie własne na podstawie badań ankietowych*

<b>Miasto</b>	<b>1- nieistotna</b>	<b>2 - prawie nieistotna</b>	<b>3 - istotna</b>	<b>4 -dość istotna</b>	<b>5 - bardzo istotna</b>
<b>Warszawa</b>	8%	13%	21%	46%	12%
<b>Moskwa</b>	3%	12%	25%	41%	19%

Respondenci w większości (59%) uznali, że dzięki dynamicznej informacji pasażerskiej ich odczuwalny czas oczekiwania na przyjazd środka transportu skrócił się. Natomiast 87% uważa, że systemy informacji w miastach należy rozwijać, aby były w pełni funkcjonalne dla wszystkich pasażerów.

## 6. PODSUMOWANIE

Na zadowolenie z informacji pasażerskiej ma wpływ wiele czynników. Każda informacja powinna być rzetelna, konkretna i aktualna. Nowoczesne systemy dynamicznej informacji pasażerskiej pozwalają przekazywać takie komunikaty użytkownikom.

W przeprowadzonym badaniu wzięto pod uwagę jedynie młodych użytkowników komunikacji miejskiej w Warszawie i Moskwie, którzy zdecydowanie w większości są zadowoleni transportu publicznego, jednak w mniejszym stopniu z informacji pasażerskiej. Jak dowodzą badania, informacja pasażerska stanowi ważny element dla użytkowników i zależy im na rozwoju i poprawie dostępności do dynamicznej informacji, która ułatwi podróż.

Warto zwrócić uwagę, że młodzi respondenci oczekują rozwoju systemów informacji. Bardzo dobrym nośnikiem przekazywania informacji mogą okazać się aplikacje mobilne, co pokazuje przykład Moskwy. Ciekawym może okazać się zintegrowanie aplikacji mobilnych z systemami wypożyczalni rowerów miejskich. Informacja pasażerska podnosi komfort podróży a także sprzyja kreowaniu przyjaznego i otwartego miasta, który posiada nowoczesny transport miejski.

## LITERATURA

- [1] Baran J., Maciejczak M., Pietrzak M., Rokicki T., Wicki L., Logistyka. Wybrane zagadnienia, Wydawnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Warszawa 2008

- [2] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/40/UE z dnia 7 lipca 2010 r. w sprawie ram wdrażania inteligentnych systemów transportowych w obszarze transportu drogowego oraz interfejsów z innymi rodzajami transportu
- [3] European Environment Agency, Air quality in Europe- 2015 report, 2015
- [4] Griffin R.W., Podstawy zarządzania organizacjami, Polskie Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 2013
- [5] <http://www.kmkrakow.pl/informacje-o-systemie-kmk/infrastruktura/136-dynamiczna-informacja-pasazerska.html> dostęp: 19.10.2016
- [6] <http://www.mosgortrans.ru/about/transportation>, Organizacja przewozów, dostęp: 18.10.2016r.
- [7] <https://www.olsztynskietramwaje.pl/tag/bilet-elektroniczny> dostęp: 23.10.2016 r.
- [8] <http://www.transport-publiczny.pl/watki/informacja-pasazerska.html> dostęp: 23.10.2016 r.
- [9] [http://www.ztm.waw.pl/download/historiaZdjecie/org\\_401\\_img0829.jpg](http://www.ztm.waw.pl/download/historiaZdjecie/org_401_img0829.jpg) dostęp: 23.10.2016 r.
- [10] <http://www.ztm.waw.pl/informacje.php?i=1207&c=98&l=1> dostęp: 21.10.2016 r.
- [11] <http://www.ztm.waw.pl/?c=138&l=1> dostęp: 21.10.2016 r.

#### UTILITY EVALUATION OF DYNAMIC PASSENGER INFORMATION SYSTEMS ON THE EXAMPLE OF WARSAW AND MOSCOW

**Keywords:** passenger information, public transport, city logistics

#### ABSTRACT

Nowadays, access to accurate and clear information is one of the factors significantly affecting the improvement of the quality of public transport. The article presents an overview of the passenger information systems in Warsaw and Moscow, and the results of the survey. Based on the survey it can be said that passenger information is an important element for users of public transport systems should be developed and access to it.

Marianna MARUSZCZAK\*

[https://doi.org/10.37190/JoT2016\\_04](https://doi.org/10.37190/JoT2016_04)

## INTELIĞENTNE SYSTEMY TRANSPORTOWE A ZARZĄDZANIE RUCHEM W MIASTACH

**Słowa kluczowe:** inteligentne miasta, inteligentny transport, Inteligentne Systemy Transportowe.

### STRESZCZENIE

Pierwsza część artykułu poświęcona została przybliżeniu koncepcji inteligentnych miast. Opisano ważniejsze elementy, które wchodzą w skład tejże idei, bez których nowoczesne miasto nie może zostać w pełni nazwane *inteligentnym*.

W kolejnej części referatu poświęcono uwagę konkretnej składowej koncepcji *smart city*, a dokładnie inteligentnej mobilności, bez której ruch w miastach, które wciąż rosną, nie mógłby przebiegać w pełni sprawnie i bezpiecznie. Szczegółowo opisano ideę Inteligentnych Systemów Transportowych jako narzędzi, dzięki którym zarządzanie transportem w mieście staje się o wiele bardziej efektywne. Starannie ukazano wszystkie elementy ITS, które wpływają na poprawę płynności ruchu, a co za tym idzie, pozytywnie oddziałują na bezpieczeństwo na drogach. Zwrócono również uwagę na zalety, jakie niesie ze sobą wdrożenie w miastach Inteligentnych Systemów Transportowych.

### WSTĘP

Europejskie miasta z roku na rok coraz bardziej się rozbudowują, zaludniają i zagęszczają, jednocześnie, wedle koncepcji inteligentnych miast, rozwijają się pod względem technologicznym, telekomunikacyjnym, infrastrukturalnym itd. Efektem tego zjawiska jest między innymi zwiększona ilość ludzi zamieszkujących, zwiedzających oraz pracujących w nich. Konsekwencją tego jest wzrastająca ilość pojazdów samocho-

---

\* Koło Naukowe Transportu i Logistyki TRANSLOG, Akademia Morska w Gdyni

dowych poruszających się ulicami miasta. Powstaje również potrzeba zwiększenia liczby oraz częstotliwości przejazdów środkami komunikacji miejskiej, takimi jak autobusy, tramwaje, metro. Dodatkowo coraz więcej ludzi chętniej porusza się rowerami. Niezbędna jest w tym celu odpowiednia infrastruktura, odpowiadająca wzrastającym wymogom transportowym. Fakt ten tworzy duże wyzwanie dla władz miejskich pod względem bezpiecznego i sprawnego poruszania się w takich miastach. W odpowiedzi na te wyzwania powstał sprawny, zintegrowany Inteligentny System Transportowy, usprawniający zarządzanie ruchem w mieście. Składa się on z wielu czynników, podsystemów, dzięki którym przemieszczanie się ulicami miasta staje się przede wszystkim bezpieczniejsze, szybsze, sprawniejsze i bardziej efektywne.

## 1. KONCEPCJA SMART CITY

Koncepcja *Smart City* nazywana jest koncepcją przyszłości i odnosi się do tzw. inteligentnych miast. Obecnie jest ona najbardziej obiecującą ideą dążącą do ich rozwoju, jak również rozwoju lokalnej gospodarki. *Smart City* stanowi odpowiedź na przemiany, jakie dokonują się na całym świecie, dotyczące zarówno rozbudowy jak i funkcjonowania miast, które z roku na rok stają się coraz bardziej inteligentne. Nowoczesne aglomeracje powinny wykorzystywać najnowsze technologie informacyjno-komunikacyjne w taki sposób, aby zwiększyć interaktywność oraz wydajność infrastruktury miejskiej, ale również w celu podwyższenia świadomości mieszkańców. Inwestycje miasta promujące zrównoważony rozwój gospodarczy, m.in. działania na rzecz społeczeństwa oraz infrastrukturę komunikacyjną, w celu podniesienia jakości życia są oznaką dążenia władz do tego, aby miasto stało się bardziej atrakcyjne pod względem nowoczesności, a co za tym idzie, mogło zostać traktowane jako *inteligentne* [1]. Każde miasto, które chce stać się *smart*, powinno w swoich planach rozwoju zawrzeć wiele aspektów związanych z miejskim życiem. Równomierny rozwój gospodarczy i społeczny jest założeniem tej wszechstronnej koncepcji. Łączy ona wszystkie składowe, które stanowią jedność dla sprawnego funkcjonowania miasta. Do tych czynników zalicza się między innymi dziedziny, w których miasto powinno być inteligentne pod względem:

- *Smart Society*, czyli inteligentne społeczeństwo, które korzysta z nowoczesnych metod oraz mądrze zarządza zasobami, między innymi: wodą, pokarmem, etc.;

- *Smart Mobility*, czyli inteligenta mobilność, tzw. nowe sposoby poruszania się, zmniejszenie liczby samochodów oraz zanieczyszczeń, zwiększyć zaś transport publiczny i usprawnić poruszanie się w mieście;
- *Smart Home*, tzw. inteligentny i bezpieczny dom. Oznacza to możliwość wprowadzania nowych systemów zabezpieczeń, tj. monitorowanie oraz sterowanie ogrzewaniem, wentylacją, klimatyzacją, etc., bez względu na miejsce, w którym obecnie się znajdujemy;
- *Smart Building*, inteligentny budynek jest przyjazny dla środowiska i bezpieczny dla ludzi. Przestrzeń w nim wykorzystana jest w jak najbardziej optymalny sposób;
- *Big Data*, w dosłownym tłumaczeniu dużo danych. Są to informacje, głównie handlowe, dzięki którym można tworzyć usługi bardziej spersonalizowane i dostosowane do potrzeb społeczeństwa;
- *Smart Energy*, jest to forma nowej inteligentnej energii. Głównym celem tej koncepcji, jest ograniczenie emisji substancji szkodliwych dla środowiska, m.in. CO<sub>2</sub>. Będzie to możliwe poprzez pozyskiwanie i tworzenie nowych alternatywnych źródeł energii elektrycznej;
- *Smart Working*, czyli inteligentne pracowanie, tutaj głównie chodzi o możliwość pracy w domu, co wiąże się ze zwiększeniem jej elastyczności [8];
- *Smart Healthcare*, czyli inteligentna opieka zdrowotna. Oznacza to tworzenie inteligentnych systemów sieciowych, będących w stanie w szybszy i dokładniejszy sposób radzić sobie w skomplikowanych sytuacjach. Ich głównym założeniem jest zapewnienie profesjonalnej opieki zdrowotnej pacjentów zarówno w szpitalu, jak i w domu [3];
- *Internet of Things (IoT)*, czyli Internet rzeczy, jest to koncepcja łącząca w całość wszelkie urządzenia elektroniczne znajdujące się np. w domu, które bezpośrednio lub pośrednio przesyłają między sobą dane za pośrednictwem sieci komputerowych. Do tego typu rzeczy zaliczyć można nie tylko artykuły oświetleniowe czy grzewcze, ale również gadżety takie jak smartwatch, wearables, etc.

W pełni inteligentne miasto powinno spełniać powyższe kryteria, dzięki którym będzie bardziej atrakcyjne zarówno pod względem jakości życia jak i funkcjonowania w nim. Nie jest to możliwe bez tak zwanego „układu nerwowego”, na który składają się inteligentne urządzenie, procesy, sieci, a także usługi, które zbierają, dostarczają

oraz konsolidują zebrane dane w taki sposób, aby przedstawić je w procesach decyzyjnych. Jednym z ważniejszych założeń smart city jest sprawne działanie systemu transportowego miasta. Wiąże się to zarówno ze sprawną komunikacją miejską, jak i z odpowiednią ku temu infrastrukturą. Władze powinny reagować na zmieniającą się ilość pojazdów mechanicznych w mieście i w stosunku do ich wzrostu rozbudowywać drogi oraz całą infrastrukturą niezbędną do sprawnego i bezpiecznego przemieszczania się. Dlatego tak ważnym czynnikiem w całej koncepcji *Smart City* jest zarządzanie ruchem w mieście.

## 2. SMART MOBILITY, CZYLI KONCEPCJA SPRAWNEGO ZARZĄDZANIA RUCHEM W MIEŚCIE

*Smart Mobility* wchodzi w skład koncepcji *Smart City* i oznacza inteligentną mobilność, a co za tym idzie zmniejszenie zatłoczenia, szybsze, tańsze oraz bardziej ekologiczne przemieszczanie się w miastach. Aby taki transport był możliwy, potrzebny jest efektywny oraz sprawnie powiązany system zarządzania transportem, komunikacją miejską, ruchem rowerowym, parkowaniem oraz logistyką. W skład zarządzania transportem zalicza się kilka bardzo istotnych zagadnień, należą do nich między innymi:

- centralne gromadzenie informacji dotyczących przepływu ruchu w mieście, w tym sterowanie sygnalizacją świetlną zależnie od aktualnej sytuacji na skrzyżowaniach. Takie informacje wspomagają kontrolowanie aktualnej sytuacji na drogach, dzięki czemu poprawia się przepustowość systemu komunikacji drogowej w aglomeracji. Warto wspomnieć, że w dzisiejszych czasach, przy dużej ilości pojazdów, dobrze skorelowany system zarządzania transportem pozwala na zmniejszenie zatłoczenia na drogach, zapobiega wypadkom, w razie potrzeby szybko na nie reaguje;
- sprawne zarządzanie komunikacją miejską, dzięki której możliwe jest monitorowanie taboru i tworzenie dopasowanych do potrzeb mieszkańców rozkładów jazdy. Ważnym aspektem jest efektywna informacja pasażerska, która w czasie rzeczywistym informuje o aktualnym położeniu danego pojazdu. To wszystko sprawi, że korzystanie z komunikacji miejskiej stanie się bardziej komfortowe;
- zarządzanie miejscami parkingowymi, które pozwoli nie tylko sprawnie naprowadzać kierowców na wolne miejsca, ale również wskaże przekroczenie czasu deklarowanego postoju oraz rezerwację miejsc [7].

Aby sprostać wymaganiom mieszkańców, powodowanym przez narastający ruch w miastach, powstały Inteligentne Systemy Transportowe (ITS). Łączą one w sobie systemy komunikacyjne, informacyjne, telekomunikacyjne, technologie informatyczne i elektronikę pojazdową w celu sprawnego projektowania, planowania, obsługi oraz zarządzania systemami transportu miejskiego. Świadczą one usługi dla różnych rodzajów transportu jednocześnie zarządzając pojazdami, ładunkami i trasami, powodując poprawę bezpieczeństwa na drogach, poprzez zmniejszenie zatłoczenia, skrócenie czasów przejazdu oraz ograniczenie zużycia paliwa, a co za tym idzie, zmniejszenie emisji dwutlenku węgla [2]. Głównymi obszarami, które wspierają Inteligentne Systemy Transportowe są:

- zarządzanie transportem ładunków oraz flotą pojazdów;
- zarządzanie transportem publicznym;
- zarządzanie ruchem drogowym;
- zarządzanie bezpieczeństwem ruchu;
- zarządzanie zdarzeniami drogowymi i służbami ratowniczymi;
- monitoring naruszania przepisów;
- usługi informacyjne dla podróżnych [4];

Z badań przeprowadzonych w USA, Europie i Japonii wynika, że zastosowanie Inteligentnych Systemów Transportowych niesie za sobą same korzyści, między innymi: ogranicza nakłady na infrastrukturę transportową o około 35%, zwiększa przepustowość sieci transportowych, zmniejsza ilość wypadków drogowych, co wiąże się z mniejszą ilością ofiar, pozwala oszczędzić czas podróży oraz niweluje emisję gazów cieplarnianych.

### 3. INTELIGENTNE SYSTEMY TRANSPORTOWE

W obszarach gęstego zaludnienia intensywna rozbudowa infrastruktury transportowej, między innymi dróg, jest mało efektywna, gdyż uzyskana w ten sposób rezerwa przepustowości jest natychmiast wykorzystywana. O wiele lepszym rozwiązaniem na takich obszarach jest inwestowanie w Inteligentne Systemy Transportowe, których głównym zadaniem jest usprawnienie już istniejącej infrastruktury drogowej, bez konieczności jej rozbudowy.

Inteligentne Systemy Transportowe funkcjonują w oparciu o grupę podsystemów, do których zaliczyć można:

- **system sterowania ruchu pojazdów** – opiera się on przede wszystkim na sprawnej pracy sygnalizacji świetlnej, w zależności od warunków na drogach, m.in. do-

stosowanie płynności w godzinach szczytu oraz poza nimi. Pojazdowi transportu publicznego przypisuje się priorytet przejazdu, który jest niezbędny do komfortowego i bezproblemowego poruszania się po mieście. Wiąże się to z tym, iż pojazdy transportu publicznego mogą przemieszczać się przez skrzyżowania bez zbędnego zatrzymywania. Analiza ruchu drogowego korzystająca z zaawansowanych algorytmów matematycznych pozyskuje dane z detektorów i oblicza parametry, na podstawie których przetworzone informacje zostają przekazane do sterowników sygnalizacji świetlanych;

- **dynamiczna informacja pasażerska**, której zadaniem jest wyświetlanie rozkładowego i prognozowanego przyjazdu jednostek komunikacji zbiorowej na elektronicznych tablicach zmiennej treści. Rozwiązanie to stosowane jest już w większości miast. Wpływa ono pozytywnie na atrakcyjność transportu miejskiego i rozwiązuje problem, z którym spotyka się większość pasażerów, jakim jest brak aktualnych rozkładów jazdy na przystankach komunikacji miejskiej. Elektroniczne tablice wskazują rzeczywisty czas oczekiwania. Są one bardziej przejrzyste dla podróżnych niż tradycyjne rozkłady jazdy, wskazujące jedynie przybliżony czas odjazdu autobusu bądź tramwaju. Dzięki informacji łączonej środka transportu z tablicą dynamicznej informacji pasażerskiej oczekujący pasażerowie powiadomiani są o ewentualnych opóźnieniach w rozkładzie jazdy;
- **tablice zmiennej treści** można zauważyć zarówno w centrach miasta jak i na drogach szybkiego ruchu. Wskazują one informacje o bieżącej sytuacji drogowej, najczęściej związanej z robotami drogowymi, objazdami, dopuszczalnej prędkości, zatorami, złymi warunkami na jezdni, które spowodowane są głównie niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi. Tablice te montuje się na najbardziej ruchliwych arteriach komunikacyjnych. Dzięki sprawnemu monitorowaniu miast poprzez np. kamery, stacje ważenia pojazdów, jak i uzyskane informacje ze stacji pogodowych, na tablicach wyświetlane są aktualne dane;
- **monitoring skrzyżowań i detekcja zdarzeń drogowych** – system ten opiera się przede wszystkim na kamerach cyfrowych zamontowanych na głównych arteriach drogowych. Dostęp do nich posiada Centrum Zarządzania Ruchem w mieście, który prowadzi obserwacje i kontroluje teraźniejsze natężenie ruchu drogowego oraz zmiany w jego częstotliwości na danym odcinku. Pozwala to na analizę sytuacji na drogach oraz monitorowanie istotnych zdarzeń, które mają wpływ na płynność ruchu;

- 
- **preselekcyjne punkty wagowe** mają na celu wyeliminowanie pojazdów o przekroczonej dopuszczalnej wadze, które nie powinny poruszać się po danym odcinku, gdyż mogą negatywnie wpłynąć na stan nawierzchni dróg publicznych. Działają one również w ramach ochrony infrastruktury miejskiej, mierząc wysokość pojazdów, odczytując ich numery rejestracyjne i egzekwując kary od kierowców za wykroczenia;
  - **stacje pogodowe**, których zadaniem jest przekazywanie bieżących warunków pogodowych, mających znaczący wpływ na świadomość kierowców o aktualnych warunkach na drogach. Dzięki danym pozyskiwanym z takich stacji, Inteligentne Systemy Transportowe za pomocą np. tablic zmiennej treści ostrzegają kierowców o potencjalnych zagrożeniach pogodowych;
  - **systemy parkingowe** stosowane są głównie w centrach handlowych, bądź dużych parkingach podziemnych i strzeżonych. Wyświetlają na tablicach informacyjnych o dostępności miejsc parkingowych. Ogranicza to tak zwany *ruch błędzącego*, który w negatywny sposób oddziałuje na gęstość ruchu na ulicach o dużym natężeniu;
  - **System Nadzoru Transportu Publicznego** ma za zadanie informowanie zarządców i dyspozytorów użytkowanego taboru o wszelkich zdarzeniach i awariach drogowych tak, aby miały one jak najmniejszy wpływ na ich sprawną pracę. System ten gromadzi dane o dostępnej infrastrukturze transportowej, dzięki czemu transport publiczny może funkcjonować w sposób sprawny oraz bez zbędnych opóźnień;
  - **monitoring infrastruktury** służy przekazywaniu istotnych informacji, przede wszystkim dotyczących różnych awarii urządzeń odpowiedzialnych za funkcjonowanie całego systemu. Odpowiada on przede wszystkim za lokalizację tych urządzeń, które zostały uszkodzone. Dokładne miejsce awarii może określić operator całego systemu;
  - **monitoring przejazdu na czerwonym świetle**, jak nazwa wskazuje, ma za zadanie wykrywanie wykroczeń dotyczących przejazdu pojazdów na czerwonym świetle. Pomaga zlokalizować kierowców łamiących przepisy ruchu drogowego. System przesyła niezbędne dane z tablicy rejestracyjnej wraz ze zdjęciem kierowcy, które pozwalają określić właściciela pojazdu. W znaczący sposób ułatwia to wszczęcie procedury mandatowej;

- **Centrum Zarządzania Ruchem** stanowi jednostkę, która czuwa nad całym systemem. Czynności jakie podejmowane są w centrum to między innymi przetwarzanie i analiza danych otrzymanych z pętli indukcyjnych, kamer wideo, detektorów ruchu, sterowników sygnalizacji świetlnej oraz radarów. Gromadzi i analizuje dane dotyczące wszelkiego ruchu kołowego w mieście i pomaga w tworzeniu raportów, stanowiących ważne zaplecze dla jednostek odpowiedzialnych za rozwój infrastruktury [9].

Wyżej wymienione podsystemy zostały również poszeregowane przez ISO. Organizacja ta wyszczególniła osiem kategorii świadczonych usług i przypisała do nich poszczególne zadania. Poniższa Tabela 1. ukazuje ten podział. Można zauważyć, iż szczególnie przypisano kategoriom konkretne zadania, aż 32 usługi, które powinny zostać spełnione w danym podsystemie.

**Tab. 1.** Podział Inteligentnych Systemów Transportowych wg ISO TC 204.

Źródło: Krzysztof Modelewski, *Inteligentne Systemy Transportowe*, [online] <http://www.itspolska.pl/?page=11>, dostęp: 29.10.2016 [5].

Kategoria usług	Nr usługi	Nazwa usługi	Nazwa usługi (ang.)
Informacja dla podróżnych (Traveller information)	1	Informacja przed podróżą	Pre-trip information
	2	Informacja dla kierowcy w czasie podróży	On-trip information
	3	Informacja w czasie podróży transportem publicznym	In-trip public transport information
	4	Usługi dotyczące informacji osobistej	Personal information services
	5	Prowadzenie wzdłuż trasy i nawigacja	Route Guidance and Navigation
Zarządzanie ruchem (Traffic management)	6	Wspomaganie planowania transportu	Transportation planning support
	7	Sterowanie ruchem	Traffic control
	8	Zarządzanie incydentami	Incident management
	9	Zarządzanie popytem	Demand management
	10	Egzekwowanie przestrzegania przepisów	Policing/Enforcing traffic regulations
	11	Zarządzanie utrzymaniem infrastruktury	Infrastructure Maintenance Management

Pojazd (Vehicle)	12	Poprawa widoczności	Vision enhancement
	13	Zautomatyzowane kierowanie pojazdem	Automated vehicle operation
	14	Unikanie kolizji z poprzedzającym/następującym pojazdem	Longitudinal collision avoidance
	15	Unikanie kolizji bocznych	Lateral collision avoidance
	16	Zastosowanie zaawansowanych systemów monitorujących stan pojazdu i kierowcy	Safety tradines
	17	Zastosowanie wyposażenia ograniczającego przemieszczanie się użytkownika pojazdu w czasie zdarzenia	Pre-crash restraint deployment
Pojazd komercyjny (Commercial Vehicle)	18	Pojazdy komercyjne ze specjalnym dopuszczeniem do ruchu	Commercial vehicle pre-clearance
	19	Procesy administracyjne dotyczące pojazdów komercyjnych	Commercial vehicle administrative process
	20	Automatyczna inspekcja pojazdu na drodze pod kątem bezpieczeństwa	Automated roadside safety inspection
	21	Monitorowanie bezpieczeństwa jazdy pojazdów komercyjnych przy pomocy urządzeń instalowanych w pojeździe	Commercial vehicle on-board safety monitoring
	22	Zarządzanie flotą pojazdów komercyjnych	Commercial vehicle fleet management
Transport Publiczny (Public transport)	23	Zarządzanie transportem publicznym	Public transportation management
	24	Zarządzanie kursami na zamówienie	Demand responsive transport management
	25	Zarządzanie pojazdami wspólnymi	Shared transport management
Potrzeba pomocy (Emergency)	26	Powiadomienie o wypadku i bezpieczeństwo osobiste	Emergency notification and personal security
	27	Zarządzanie pojazdami ratowniczymi	Emergency vehicle management
	28	Materiały niebezpieczne i powiadomianie o incydentach	Hazardous Materials and incident notification
Elektroniczne płatności (Electronic Payment)	29	Operacje finansowe realizowane elektronicznie	Electronic Financial transaction
Bezpieczeństwo (Safety)	30	Bezpieczeństwo w transporcie publicznym	Public travel safety

	31	Zwiększenie bezpieczeństwa słabszych uczestników ruchu drogowego	Safety enhancement for vulnerable road users
	32	Inteligentne skrzyżowania	Intelligent junctions

Można zauważyć, iż szczegółowo przypisano kategoriom konkretne zadania, wyszczególniono aż 32 usługi, które powinny zostać spełnione w danym podsystemie. Uwzględniono wszystkie elementy, jakie wchodzi w skład Inteligentnych Systemów Transportowych i szczegółowo przypisano funkcje, które powinny spełniać. Wzięto również pod uwagę taką kategorię jak pojazdy komercyjne. Podczas omawiania ITS rzadko wskazuje się tak szczegółowe rozdzielenie funkcji do poszczególnych kategorii, które dopiero w połączone ze sobą i odpowiednio przeanalizowane tworzą w pełni sprawny Inteligentny System Transportowy, dzięki któremu zarządzanie ruchem w mieście staje się sprawniejsze i efektywniejsze. Wszystkie z wyżej wymienionych podsystemów mogą być realizowane oddzielnie, jednak odpowiednio skorelowane tworzą bardzo dobrze funkcjonujący system, który przynosi wiele korzyści nie tylko związanych z bezpieczeństwem, ale również z obniżeniem wydatków na koszty zewnętrzne transportu. Z tego powodu niezbędnymi elementami są centra zarządzania ruchem drogowym oraz transportem publicznym, jak i systemy łączności, które spajają z centrami wszelkie elementy infrastruktury systemów ITS ulokowane w pasie drogi.

#### PODSUMOWANIE

Sprawne zarządzanie transportem w miastach, które dążą do osiągnięcia miana *inteligentnych*, nie jest możliwe bez Inteligentnych Systemów Transportowych. Systemy te w widoczny sposób usprawniają płynność ruchu w mieście. Dodatkową dbają o bezpieczeństwo na drogach. Do głównych korzyści płynących z zastosowania Inteligentnych Systemów Transportowych zaliczyć można bez wątpienia [6]:

- zwiększenie przepustowości sieci ulic o około 20 do 25%;
- poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego, a więc zmniejszenie liczby kolizji i wypadków o 40 do nawet 80%;
- zmniejszenie czasów podróży i zużycia energii o 40-70%;
- redukcję kosztów zarządzania taborem drogowym;
- zmniejszenie emisji spalin o 30-50%;

- zmniejszenie nakładów na utrzymanie i renowację nawierzchni drogowych;

Można wywnioskować, iż dzięki Inteligentnym Systemom Transportowym przejazd przez miasto na pewno będzie szybszy, parkowanie nie będzie już udręką, a transport komunikacją publiczną stanie się o wiele sprawniejszy. Dodatkowo, poprzez monitoring oraz elektroniczny system opłat, miasto może na nich zarobić, na przykład dzięki efektywniejszemu pobieraniu opłat parkingowych, jak i karaniu kierowców za różnego rodzaju wykroczenia, jakimi mogą być przejazdy na czerwonym świetle.

Inteligentne Systemy Transportowe są częścią koncepcji *Smart Mobility*, która z kolei jest składową *Smart City*. Bez efektywnego zarządzania transportem, poruszanie się po miastach byłoby znacznie utrudnione. Nawet kilka podsystemów wchodzących w skład ITS usprawnia cały ruch samochodowy. Koncepcja *Smart City* wiąże się również ze zwiększeniem bezpieczeństwa, a ono z kolei ulega znacznej poprawie, właśnie dzięki efektywnemu zarządzaniu transportem. Inteligentna mobilność bez wątpienia jest jedną z ważniejszych części całej koncepcji *Smart City*.

#### LITERATURA

- [1] Azkuna I. (red.), *Smart Cities Study: International study on the situation of ICT, innovation and Knowledge in cities*, The Committee of Digital and Knowledge-based Cities of UCLG, Bilbao, 2012
- [2] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/40/UE z dnia 7 lipca 2010 r. w sprawie ram wdrażania inteligentnych systemów transportowych w obszarze transportu drogowego oraz interfejsów z innymi rodzajami transportu
- [3] Healthcare Smart Systems, Jeroen Wals Philips Research ETP Conference May 11th, 2010 Brussels, EPoSS European Technology Platform on Smart Systems Integration, [http://ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/workshop/wals\\_d1.pdf](http://ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/workshop/wals_d1.pdf), dostęp: 26.10.2016
- [4] Koźlak A., Inteligentne systemy transportowe jako instrument poprawy efektywności transportu, *Czasopismo LOGISTYKA*, 2008, nr 2
- [5] Litwin M., Oskarbski J., Jamroz Kazmierz., Inteligentne Systemy Transportu – Zaawansowane Systemy Zarządzania Ruchem
- [6] Modelewski K., Inteligentne Systemy Transportowe, <http://www.itspolska.pl/?page=11>, dostęp: 29.10.2016.
- [7] Polskie miasto przyszłości, [http://polskiemiastoprzyszlosci.pl/#btk\\_p3](http://polskiemiastoprzyszlosci.pl/#btk_p3), Dostęp: 30.10.2016

- [8] Smart City - koncepcja przyszłości, <http://obserwatoriumit.pl/aktualnosci/smart-city-koncepcja-przysz-o-ci/#.WBTHO9WLTIU>, dostęp: 26.10.2016
- [9] Zarządzanie transportem publicznym, informacje udostępnione w formie prezentacji multimedialnej przez WASKO S.A., [http://www.wasko.pl/wp-content/uploads/2015/03/ITS\\_1a.pdf](http://www.wasko.pl/wp-content/uploads/2015/03/ITS_1a.pdf), dostęp: 26.10.2016

## **INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS AND THE MANAGEMENT OF TRAFFIC IN CITIES**

**Key words:** smart city, smart mobility, intelligent transport system

### **ABSTRACT**

The first part of the article refers to the concept of smart cities. Important elements that are part of that idea and without which the modern city can not be fully named "intelligent" were described. The next part of the paper is reference to a particular component of the smart city concept - intelligent mobility - without which the traffic in the cities, which are still growing, could not run completely smoothly and safely. It describes in detail the concept of Intelligent Transport Systems, as a tool by which transport management in the city becomes much more efficient. All of the elements of ITS, which improve traffic flow and affect road safety favourably were described. Attention was also drawn to the advantages posed by the implementation of Intelligent Transport Systems in the cities.

Patrycja KIELBASKA  
Dominik WRONKOWSKI\*

[https://doi.org/10.37190/JoT2016\\_05](https://doi.org/10.37190/JoT2016_05)

## SPOSOBY POPRAWY OBSŁUGI KLIENTA W BRANŻY TSL

**Słowa kluczowe:** transport, ceny, ekonomia, rynek paliwowy, optymalizacja.

### STRESZCZENIE

Zmiany w całej gospodarce w istotny sposób odbijają się na branży TSL. Odpowiednie zachowanie w czasie kryzysu, wzrostu cen paliw i innych czynników, które mogą wpłynąć na ceny usług logistycznych, powinno doprowadzić do tego, aby skutki zmian w gospodarce były w jak najmniejszym stopniu odczuwalne przez klientów. Pomocne w tym są narzędzia takie jak: karta flotowa, system TMS czy giełdy transportowe. Korzystanie z nich przynosi korzyści zarówno przedsiębiorstwom jak i konsumentom.

### WSTĘP

W czasach, w których na rynku przewoźników panuje bardzo duża konkurencja, podstawowym celem działalności przedsiębiorstw z branży TSL powinno być nieustanne podnoszenie zadowolenia klienta. Klienci oczekują, że otrzymają produkt zgodnie z zasadą 7W. Oczywiście zależy im na otrzymaniu produktu we właściwym stanie i odpowiednim czasie, jednak czynnikiem, który może być decydujący przy wyborze towaru czy przewoźnika, jest cena. To właśnie ona sprawia, że przedsiębiorstwa mogą ze sobą konkurować, pozwala na budowanie trwałych relacji opartych na lojalności pomiędzy ogniwami łańcucha dostaw. Wzrost ilości przewoźników oraz wymagań klientów prowadzi do tego, że firmy muszą szukać innowacyjnych i unikatowych rozwiązań aby sprostać stawianym przed nimi wymaganiami i nie poddać się konkurencji.

---

\* Studenckie Koło Naukowe Logistyki i Innowacji LOGIN, Uniwersytet Łódzki

W celu obniżenia kosztów transportu należy poszukiwać obszarów, w których traci się duże sumy pieniędzy i podjąć próby ich minimalizacji. Jednym z takich obszarów mogą być koszty paliw. Na przestrzeni kilkunastu ostatnich lat opracowano szereg innowacyjnych metod, które pozwalają obniżyć koszty lub zużycie paliwa lub w inny sposób zoptymalizować procesy transportu.

## 1. SYTUACJA NA RYNKU PALIWOWYM W POLSCE I SPOSOBY MINIMALIZACJI WPLYWU CEN PALIWA NA KOSZTY TRANSPORTU

### 1.1 WPLYW CEN PALIW NA KOSZTY TRANSPORTU

Wahania cen paliw to problem generujący duże koszty. Zwykli kierowcy narzekają na cenę paliw. W przypadku firm transportowych jest to jeszcze większy problem, ponieważ minimalna podwyżka powoduje duży wzrost kosztów. Ceny paliwa na rynku mają największy wpływ na koszty materiałów pędnych i eksploatacyjnych. Poziom tych cen istotnie wpływa na rentowność firmy przewozowej. Ceny materiałów pędnych i eksploatacyjnych w styczniu 2016 r. wynosiły 33% całkowitego kosztu. Koszty te zazwyczaj są największą częścią całkowitej ceny jednego wozokilometra.



**Rys. 1** Ceny paliwa w Polsce za ON

Źródło: [http://moto.money.pl/ceny-paliw/#polska,0,olej\\_napedowy](http://moto.money.pl/ceny-paliw/#polska,0,olej_napedowy)  
dostęp 07.11.2016r.

Jak widać w marcu cena za paliwo jest na bardzo dobrym poziomie, lecz w październiku można zobaczyć znaczny wzrost za czym idą większe koszty dla pracodawców.

## 1.2 KARTA FLOTOWA

Karta flotowa, zwana również *plastikowym pieniądzem*, jest rewelacyjnym sposobem na rozwiązanie prawie wszystkich podstawowych problemów zakupowych, takich jak paliwo, ale również opłaty za myto, autostrady, części wymienne czy pomoc w przypadku awarii. Posiadanie takiej karty jest komfortowe dla pracownika i dla pracodawcy, który ma możliwość obserwacji drogi swojego pracownika poprzez wgląd do odcinków dróg płatnych, po których poruszał się dany kierowca. Posiadasz karty ma również możliwość lustrowania statusu zwrotu podatku VAT, może dokonywać licznych raportów i zestawień w specjalnych programach. Użytkownik może również na bieżąco obserwować wydatki w trasie, a gdy zajdzie potrzeba, za pomocą strony internetowej blokuje lub udostępnia usługi. Bezpłatne serwisy on-line pokazują punkty na trasie, w których jest najniższa cena za paliwo. Kolejną korzyścią są rabaty, wystarczy tylko współpracować z jednym operatorem. Im większa ilość zakupionego paliwa u danego operatora, tym większy rabat.

## 2. SPOSOBY OPTYMALIZACJI TRANSPORTU

Pod pojęciem optymalizacji kryją się wszelkie dostępne metody redukcji czasu, odległości oraz kosztów transportu, a także sposoby na podnoszenie jego jakości.

### 2.1 MINIMALIZACJA PUSTYCH PRZEBIEGÓW

Puste przebiegi to bardzo popularny przykład marnotrawstwa w branży TSL. Każdy centymetr kwadratowy wolnej powierzchni ładunkowej to zmarnowana szansa na zysk, który w dodatku generuje koszty, których nie uda się już odzyskać. Sposobem na redukcję pustych przebiegów jest wydajne planowanie transportu. Gdy odpowiednio szybko zauważy się wolne miejsce w przestrzeni ładunkowej, można poszukać ładunku drobnicowego, który ją wypełni.

Z pomocą dla przedsiębiorstw logistycznych przychodzą giełdy transportowe, które pozwalają na wyszukanie frachtu pasującego do realizowanej trasy. Pozwala to uniknąć dodatkowych kosztów oraz zapewnić przedsiębiorstwu dodatkowy dochód. Powszechnie uważa się, że abonament za korzystanie z giełdy transportowej to dość kosztowna kwestia i niektórzy przedsiębiorcy rezygnują z używania tego narzędzia, jednak

korzyści finansowe, jakie można dzięki niemu otrzymać, są zdecydowanie większe niż wysokość uiszczonej opłaty.

## 2.2 TRADE OFF

Relacja typu *trade-off* (coś za coś) to dążenie do ładu pomiędzy transportem a zapasami. W logistyce idea ta związana jest z zarządzaniem procesami i zasobami. Jeśli dane działanie wykazuje korzyść systemu jako całości, to warto brnąć w to dalej. Jeśli występuje korzyść w jednej części systemu na niekorzyść drugiej części, wtedy wypadałoby zrezygnować z działania. Przykładem może być oferowanie wysokiego poziomu obsługi klienta, lecz wtedy musimy się pogodzić ze wzrostem kosztów np. transportu czy magazynowania. Jeśli chcemy ulepszyć jakość produktów, musimy zainwestować w surowce lepszej jakości. Kolejnym przykładem może być chęć ulepszenia dostaw. Musimy wtedy przyspieszyć linię produkcyjną, co da w rezultacie skrócony czas produkcji i oczekiwania na produkt. Często wtedy nie myślimy o konsekwencji takiej decyzji i nasz produkt jest niższej jakości, co najczęściej oznacza straty, nie zyski.

Na przestrzeni lat można zauważyć presję na redukcję zapasów w logistycznym łańcuchu dostaw. Pytanie tylko, czy dane rozwiązanie będzie najlepsze w tej sytuacji? Możemy zastanowić się nad zastosowaniem analizy tzw. punktów ciężenia lub analizy budowy sieci logistycznych. Być może to dobre rozwiązanie, ale najłatwiej będzie nam zastąpić *trade-off* relacją *trade-up*.

*Trade-up* jest pełnym przeciwieństwem *trade-off*. Nadal dotyczy ona zarządzaniem zasobami i procesami, lecz w zupełnie inny, efektywniejszy sposób. W relacji typu *trade-up*, kiedy w jednej części systemu występuje korzyść, taki sam efekt ukazuje się w drugiej części systemu. Zazwyczaj powinny być to dwa przeciwne sobie elementy ulegające poprawie poprzez oddziaływanie między sobą. Poszerzenie oferty obsługi klienta wiąże się z podwyższeniem kosztów, ale także z większym zyskiem. Kolejnym doskonałym przykładem będzie podniesienie jakości produktu i obniżka kosztów produkcji. Jest też możliwość rozwiązania typu *trade-up* poprzez jednoczesne obcięcie kosztów, które są ujemnie skorelowane. Polega to na obniżeniu jednocześnie kosztów np. transportu, magazynowania oraz utrzymywania zapasów.

### 2.3 ROZWIĄZANIA TMS

Inwestycja w rozwiązania TMS (Transportation Management System), czyli system informatyczny, dzięki któremu można niewielkim kosztem uzyskać oszczędności, jest bardzo dobrą metodą optymalizacji transportu. System TMS pozwala uzyskać oszczędności poprzez optymalizację tras, łączenie ładunków drobnicowych a także pomiary, bardziej efektywne planowanie tras, kontrolę oraz zarządzanie transportem.

Rozwiązanie TMS dotyczy wszystkich najistotniejszych procesów zarządzania transportem. Podczas planowania transportu jego główne zadania koncentrują się wokół wyboru najefektywniejszych rozwiązań, które w efekcie zminimalizują czas dostawy i koszty transportu. Działania TMS podczas realizacji przewozu dotyczą nie tylko samego procesu przewozu towarów, ale swoim zasięgiem obejmują także przepływ informacji pomiędzy uczestnikami przepływów materiałowych.

Kolejne obszary, w których dostrzec można działanie wyżej wymienionego systemu to kontrola transportu oraz pomiar efektywności. Dzięki nim proces transportu może zostać poddany analizie, a jego najsłabsze punkty zostaną wyeliminowane.

System TMS pozwala również na korzystanie z szeregu dodatkowych modułów jak fakturowanie, planowanie tras przewozu, monitorowanie i zarządzanie zleceniami. Wykorzystując odpowiednie narzędzia możemy w sprawny sposób kontrolować i redukować koszty, zwiększać terminowości dostaw oraz redukować flotę.

### 2.4 PICK-PACK

PickPack to system przewozów paczek, który zespala kierowców i osoby zainteresowane nadaniem paczki. System ten działa na korzyść obu stron. Osoby, które chcą podróżować za tzw. grosze, dodają ogłoszenie z informacją, gdzie jadą i w jakie punkty mogą dowieźć przesyłkę. Kierowca zawozi paczkę i zmniejszają mu się koszty związane z transportem. Nadawca także nie płaci dużej kwoty za dostarczenie swojej paczki, dzięki *Bezpiecznej płatności* i potwierdzeniu SMS ma pewność, że jego paczka dotarła do właściwej osoby i pod właściwy adres. Dla kierowcy jest to sposób na zarobek, a przy okazji świetna okazja do zwiedzenia wymarzonych punktów. Ogłoszenie może dodać kurier jak i nadawca.

Najwięcej ofert jest kierowanych do nadawców. Jeśli pojawia się sytuacja, że nie ma oferty odpowiadającej danemu dostawcy, nie ma w tym żadnego problemu. Kurier dodaje ogłoszenie podlegające pod jego trasę i czeka na zainteresowanie ofertą

oraz zgłoszenia adresatów, którzy chętnie będą współpracować. Tak samo dzieje się w przypadku nadawcy. Kiedy ogłoszenia nie spełniają naszych oczekiwań, mamy możliwość dodania własnego ogłoszenia dotyczącego paczki i pozostaje czekać na propozycje.

Jak to działa? Nic trudnego. Najważniejszym krokiem do nadesłania paczki poprzez PickPack lub chęci dostarczenia paczki jest rejestracja na stronie [www.pickpack.pl](http://www.pickpack.pl). Rejestracja w systemie jest bezpłatna, ponadto nie jest obowiązkowa. Warunkiem rejestracji jest posiadanie pełnej zdolności do czynności prawnych, trzeba być osobą pełnoletnią. Po zarejestrowaniu się, możemy już w pełni korzystać z systemu. Najpierw szukamy oferty właściwej dla nas jako kuriera lub nadawcy. W wyszukiwarce wystarczy wpisać dogodne dla nas parametry, kliknąć *szukaj* i wybrać najlepszą ofertę. Gdy już wybierzemy najdogodniejszą ofertę, płacimy poprzez system *Bezpieczna płatność*. Pieniądze te przelane są na *chmurę* PickPack, a adresat przesyłki otrzymuje SMS z kodem dla danego odbiorcy. Kierowca jedzie w podane przez adresata miejsce i dostarcza paczkę. Podczas transakcji dostarczenia paczki odbiorca przekazuje kod SMS. Kurier wysyła kod SMS na numer 4628 i otrzymuje wiadomość zwrotną z potwierdzeniem prawidłowości kodu. Pieniądze, które czekały w *chmurze* są oddane kierowcy i wtedy paczka dostarczona jest dosłownie do rąk odbiorcy.

Jak zoptymalizować proces takiej transakcji? Przede wszystkim ze strony kierowców powinno być to ułożenie perfekcyjnej trasy, którą pokona w dobrym czasie i za niewielką cenę. Kolejnym optymalnym wyjściem jest skrócenie odbioru paczki. Odbiorca zamiast podawać kod kurierowi, który musi wysłać SMS, mógłby zrobić to sam.

## PODSUMOWANIE

Branża TSL nazywana jest niekiedy krwioobiegami gospodarki – to na niej najszybciej odbijają się wszystkie zmiany ekonomiczne i polityczne. Sztuką jest umieć im przeciwdziałać lub znosić je w taki sposób, aby wyrządzały jak najmniej szkód. Mimo wszystkich przeciwności zawsze w centrum uwagi powinno stawać się klienta, bo on, jako finalne ogniwo łańcucha dostaw, daje impuls do działania przedsiębiorstw logistycznych.

Wahania cen paliw czy działanie w sposób nieoptymalny nie może w negatywny sposób odbijać się na konsumentach, ich lojalność względem przedsiębiorstwa jest niezbędna do długookresowego działania firmy. Należy więc podjąć wszelkie możliwe dzia-

łania, aby sytuacja gospodarcza nie dotykała w znaczący sposób nabywców oferowanych przez przedsiębiorstwa dóbr.

#### LITERATURA

- [1] <http://www.logex.pl/blog/2013/03/01/2-sprawdzonych-sposobow-na-obnizanie-kosztow-transportu-pomimo-rosnacych-cen-paliw/> dostęp: 07. 11. 2016
- [2] <http://www.institutintl.pl/pl/aktualnosci/item/118-jak-wyeliminowac-puste-przebiegi-w-transporte-drogowym> dostęp: 07.11.2016
- [3] <http://www.pracujwlogistyce.pl/11-tydzien-1/3744-koszty-pracy-a-rentownosc-transportu-drogowego-w-europie> dostęp 07.11.2016
- [4] <https://wortale.net/biznes,ac150/logistyka,ac256/5-najwiekszych-problemow-branzy-logistycznej-w-polsce,2518> dostęp 07.11.2016
- [5] <http://www.kadry.abc.com.pl/czytaj/-/artykul/jakie-wyzwania-stoja-przed-branza-tsl-w-polsce/print/> dostęp 07.11.2016
- [6] <http://edukacja.e-logistyka.pl/logipedia/tms.html> dostęp 07.11.2016

#### CUSTOMER SATISFACTION DETERMINANT CHANGES IN INDUSTRY TSL

**Key words:** transport, prices, economy, fuel market, optimization

#### ABSTRACT

Changes in the overall economy in a significant way reflected the industry TSL appropriate behaviour in time of crisis, increase in fuel prices and other factors which may affect at prices of logistics services, should lead to the fact that effects of changes in economy were as little as possible felt by customers. Helpful in this are the tools such as Fleet card, TMS system or transport Exchange. Use them to benefit both businesses and customers.



Mateusz DOMIN  
Maciej MYSONA\*

[https://doi.org/10.37190/JoT2016\\_06](https://doi.org/10.37190/JoT2016_06)

## KOMUNIKACJA NOCNA BLIŻEJ SERCA WROCŁAWIA – KONCEPCJA RELOKACJI WĘZŁA PRZESIADKOWEGO NOCNEGO TRANSPORTU ZBIOROWEGO

**Słowa kluczowe:** transport publiczny, komunikacja nocna, węzeł przesiadkowy.

### STRESZCZENIE

Artykuł przedstawia koncepcję przeniesienia węzła przesiadkowego komunikacji nocnej. Węzeł miałby być zlokalizowany w sąsiedztwie Rynku, przy placu Dominikańskim. Położono nacisk na sprawdzenie optymalnego rozmieszczenia przystanków dla pasażerów pod kątem czasu dojścia i barier dla osób niepełnosprawnych.

### 1. WSTĘP

Ciężko wyobrazić sobie duże miasto bez transportu publicznego. Jest to sieć, która przypomina nieco układ krwionośny w naszym organizmie. Codziennie tramwajami i autobusami podróżują dziesiątki tysięcy mieszkańców chcących dotrzeć do różnorodnych miejsc – pracy, szkoły, kina... Pomimo złej renomy, jaką ma komunikacja miejska w wielu miastach w Polsce, ciężko sobie wyobrazić życie codzienne bez niej. Nie trzeba chyba dodawać, o ile wzrósłby ruch samochodowy, a co za tym idzie – zjawisko kongestii ruchowej (popularnie zwane *korkiem*). Dlatego też transport publiczny jest nieodłączną częścią sprawnie funkcjonującego miasta.

Nieco inaczej sytuacja wygląda w nocy. Natężenie ruchu samochodów osobowych spada do bardzo małej ilości, a więc nie tworzą się zatory na drogach. Komunikacja miejska wciąż jednak działa, chociaż w nieco mniejszej skali – w postaci linii nocnych. Korzystają z nich w dużej mierze ludzie, którzy wracają do domu z wieczornych wydarzeń i imprez (co nawet gołym okiem można zauważyć po napełnieniach autobusów w nocie

---

\* Koło Naukowe Logistics, Politechnika Wroclawska

poprzedzające dzień wolny od pracy). W znacznie mniejszej – wracający lub jadący do pracy na bardzo wczesne zmiany, a także pasażerowie kolei.

Wrocławski model komunikacji nocnej opiera się na koncepcji jednego węzła przesiadkowego dla wszystkich linii. Te zaś są ze sobą zsynchronizowane w sposób, który umożliwi swobodne przesiadanie się pasażerów do autobusu jadącego w pożądanym kierunku. Obecnie taki węzeł (z racji przebudowy dworca autobusowego) zlokalizowany jest na ulicy Petruszewicza. Jest to lokalizacja znacznie oddalona od serca miasta, które generuje największe potoki pasażerskie w porze nocnej (czyli Rynku i bliskich okolic). Należy zatem zadać sobie pytanie – czy istnieje możliwość zlokalizowania węzła przesiadkowego w bliskim sąsiedztwie?

## 2. ELEMENTY CECHUJĄCE WĘZŁ PRZESIADKOWY, ZAŁOŻENIA PRZY USTALANIU LOKALIZACJI WĘZŁA.

Na początku warto skupić się na pojęciu przesiadki. Ta z pozoru błaha i nieodłączna część pasażerskiego życia okazuje się być bardzo istotną. W dużym stopniu to ona wpływa na komfort podróży. Aby to zobrazować, wystarczy wyobrazić sobie następującą sytuację – zmierzamy w nocy z osiedla zlokalizowanego na zachodzie miasta na osiedle znajdujące się we wschodniej części. Nie dociera tam jedna linia, należy zatem się przesiąść. W jednej wersji przesiadka jest zapewniona mniej więcej w połowie trasy w taki sposób, że nasz czas oczekiwania wynosi niecałe 5 minut. W drugiej wersji skomunikowanie nie jest zachowane, a po przyjechaniu na miejsce przesiadki okazuje się, że autobus linii jadącej we wschodnie rejony miasta odjeżdża dopiero za godzinę. Nietrudno wyobrazić sobie, jak dwa skrajnie różne odczucia towarzyszą wtedy pasażerom. Dlatego przesiadki są niezmiernie ważnymi elementami organizacji komunikacji zbiorowej, jeśli nie planuje się bezpośredniego połączenia danych lokalizacji (a jest tak niemal zawsze, bo ciężko wyobrazić sobie ilość pojazdów potrzebnych do bezpośredniego połączenia wszystkich osiedli w mieście i koszty z tym związane). Oczywiście są linie, które kursują o wiele częściej (co 10-15 minut), jednak takie częstotliwości mają jedynie linie dzienne. Wtedy czas przesiadki jest zwykle krótki i to bez planowania. Linie nocne natomiast mają częstotliwości kursowania rzędu 30-60 minut, więc w tym wypadku zapewnienie przesiadki jest po prostu koniecznością. Jeśli tak nie będzie, ryzykuje się utratą pasażerów.

Należy też zaznaczyć, że przesiadki dzielą się na dwie grupy – jednokierunkowe i wielokierunkowe. [5] W pierwszej z nich pojazdy podjeżdżają na miejsce przesiadki

kolejno, w niewielkich odstępach czasu. W ten sposób pasażer nie musi poruszać się pomiędzy pojazdami tylko czeka spokojnie w jednym miejscu (lub, gdy nie ma takiej możliwości, przesiadka odbywa się w obrębie dwóch peronów – np. do linii jadącej przez pewien czas w kierunku powrotnym, przesiadka z tramwaju na autobus gdy nie ma pasa autobusowo-tramwajowego itp.). Takie podejście jest dobre wtedy, gdy częstotliwość kursowania linii jest duża, a pasażer nie musi oczekiwać zbyt długo na interesującą go linię. Drugi typ natomiast dotyczy się przyjazdu wszystkich pojazdów w jedno miejsce, w którym odbywa się przesiadka. Pasażer musi co prawda przejść pewien dystans, aby zmienić pojazd, jednak opcja wielokierunkowa jest bardzo pożądana przy częstotliwościach kursowania linii nocnych. Zapewnia możliwość przesiadki w dowolną linię, co dla pasażerów jadących w różnych kierunkach jest bardzo wygodne.

Wybór koncepcji przesiadek dla wrocławskich linii nocnych wydaje się być zatem oczywisty. Zostało już zresztą wcześniej wspomniane, że układ będzie opierał się na jednym węźle przesiadkowym.

Miejscem, które umożliwia przesiadanie się, jest węzeł przesiadkowy. Skupia on w sobie pojazdy danych linii w celu umożliwienia tego manewru pasażerom. Jego parametry zależą od kilku czynników: liczby linii, częstotliwości i wielkości ruchu pasażerskiego [1]. Istotnym czynnikiem, który powinien zostać ujęty przy projektowaniu węzła przesiadkowego, jest droga pokonywana przez pasażerów pomiędzy pojazdami. Niewskazane są tutaj duże odległości do pokonania pomiędzy pojazdami (można wyliczyć czas potrzebny na przesiadkę, przyjmując prędkość pasażera wynoszącą 5 km/h, czyli około 1,4 m/s), czy też jakiegokolwiek różnice wysokości (czyli gdy do pokonania są przejścia naziemne, podziemne, perony są na różnych wysokościach itp.) To wszystko wpływa zarówno na czas przesiadki, jak i na jej komfort. Należy pamiętać, że węzeł projektuje się dla wygody pasażera i to jego dobro ma być tutaj najważniejsze. A zatem perony powinny być na jednym poziomie (jeżeli nie jest to możliwe, powinno się zminimalizować bariery – zastosować pochylnię, schody ruchome czy windy).

Istotne również jest to, gdzie ma być zlokalizowany ów węzeł. Z reguły mogą być one usytuowane w różnych miejscach. Węzłem może być pętla autobusowa – linie kończą i zaczynają tam swój bieg. Przykładem jest pętla Nowy Dwór, gdzie zatrzymuje się wiele linii dziennych jadących w różnych kierunkach i mających wspólny koniec trasy. Kolejnym typem węzła przesiadkowego jest przystanek węzłowy, zlokalizowany na trasie. Najczęściej przesiadki odbywają się tutaj w trybie podobnym do jednokierunkowego (pojazdy komunikacji miejskiej nie przyjeżdżają o jednej porze), ale jego wielkość może być

spora. Przykładem takiego węzła jest Rondo Reagana we Wrocławiu – choć pod paroma względami nieprzemysłane, to jednak dzięki jego powstaniu sporo linii jadących w różnych kierunkach może zatrzymać się w jednym miejscu w celu wymiany pasażerów. Linie nie są ze sobą skomunikowane, ale wysoka częstotliwość ich kursowania nie powoduje u pasażerów poczucia dyskomfortu w oczekiwaniu na tramwaj czy autobus.

Obiektami łączącymi poniekąd cechy dwóch wyżej wymienionych są węzły przesiadkowe dla linii nocnych. Taki węzeł musi spełnić ważne zadanie – zapewnić dojazd pasażerom z dowolnego miejsca w mieście w inne dowolne miejsce. Musi też pomieścić wszystkie linie, które w zamierzonym czasie mają się na nim pojawić. Powinien także umożliwiać bezproblemowy, kilkuminutowy postój pojazdów (czas potrzebny pasażerom na przesiadkę).

Ponadto należy odpowiedzieć sobie na pytanie, gdzie taki węzeł ma być ulokowany. Nocne życie nieco różni się od prowadzonego w dzień – inne są cele podróży pasażerów. Zdecydowana większość ludzi wieczorem kieruje się do centrum miasta, by wczesną nocą wracać do domu. Są też ludzie pracujący na nocne zmiany lub w ruchomych godzinach pracy – przykładowo kierowcy autobusów, którzy czasem muszą wstać już o 2:00, aby o 3:30 wyjechać z zajezdni na linię. Istnieją również pasażerowie, których miejscem docelowym jest dworzec, na którym rozpoczną podróż w odleglejsze miejsce. Znaczną większość stanowi jednak ta pierwsza grupa osób. Lokalizacja powinna być dopasowana głównie pod nich, czyli ów węzeł powinien znajdować się jak najbliżej ścisłego centrum miasta.

Innym aspektem, który należy wziąć pod uwagę, jest dostępność miejsca w zależności od tras poszczególnych linii. Węzeł nie powinien być zlokalizowany tak, aby któraś z linii musiała w istotny sposób zmieniać na niekorzyść swoją trasę (czyli gdy dojdzie do nakładania kilometrów tylko po to, żeby dojechać do węzła). Takie coś zdecydowanie pogarszałoby komfort podróżowania komunikacją zbiorową, a jest to zjawisko niepożądane.

Przy planowaniu węzła przesiadkowego istotnym elementem jest odległość od najbliższych zabudowań mieszkalnych. O ile w dzień stojący autobus nie jest zbyt uciążliwy dla przeciętnego lokatora mieszkania, o tyle w nocy zaczyna być problematyczny. Każdy z nas chce w nocy mieć ciszę i spokój, która nie jest zakłócana co 30 minut przez przyjeżdżające i odjeżdżające autobusy. Wiadomo, że autobus jadący po swojej trasie musi mijać zabudowania mieszkalne, jednak nie powoduje on tak dużego hałasu, jak kilka takich autobusów stojących w jednym miejscu przez kilka minut. Dlatego przy ustaleniu

lokalizacji węzła przesiadkowego dla linii nocnych należy wziąć pod uwagę ten fakt. Jeśli znajdzie się miejsce, które jest nieco oddalone od zabudowań i można tam stworzyć węzeł przesiadkowy, to bardzo dobrze.

Na chwilę obecną rolę węzła przesiadkowego dla linii nocnych we Wrocławiu pełni ciąg przystanków zlokalizowanych przy ulicy Petruszewicza – zlokalizowanej przy samym Wrocławskim Parku Wodnym i łącząca ulice Borowską ze Ślężną. Ulica ta pełni w ciągu dnia rolę parkingu dla odwiedzających wspomniany Park Wodny. W godzinach nocnych natomiast obowiązuje tam zakaz zatrzymywania się dla samochodów w celu zwolnienia miejsca autobusom linii nocnych. Przystanki zlokalizowane są po przeciwnych stronach ulicy, a do tego nie trzeba pokonywać różnic poziomów. Największym problemem tego węzła jest jednak jego lokalizacja. Położenie w bardzo dużej odległości od centrum miasta ogranicza swobodę poruszania się po mieście z okolic Rynku. Co prawda i tak wszystkie linie (poza okólnymi 240 i 250) jadą przez ulicę Petruszewicza, jednak w wielu przypadkach dzieje się to kosztem nadłożenia wozokilometrów i straty czasu – na przykład pasażer chcący dostać się przed godziną 14:00 z Galerii Dominikańskiej do pętli Leśnica pokona ten odcinek tramwajem w ciągu 37 minut, natomiast chcący dostać się tam autobusem nocnym – w 51 minut. Różnica jest zatem ogromna, w dużej mierze spowodowana przez wjazd na węzeł przesiadkowy.

Należy pamiętać, że założonym kryterium jest bliskość do centrum miasta, za które uważa się Rynek. Ulokowanie węzła w nim samym jest niemożliwe, gdyż stwarzałoby to konieczność wjazdu autobusów w ciasne uliczki, przy których z kolei znajdują się zamieszkałe kamienice. Istnieje jednak miejsce, które może pełnić funkcję węzła przesiadkowego – są to okolice Galerii Dominikańskiej. Miejsce to położone jest z dala od zamieszkałych miejsc (najbliższymi znajduje się hotel i kamienice przy ulicy Piotra Skargi). W okolicy Galerii Dominikańskiej znajduje się kilka przystanków, na których mogłyby zatrzymywać się autobusy. Ponadto istnieje wiele miejsc, które można zaadaptować na przystanki. To daje duże pole manewru w rozplanowaniu miejsc, w których mają się zatrzymywać owe linie. Podczas przemyśleń związanych z rozlokowaniem przystanków dla autobusów, narodziły się trzy różne koncepcje.

### 3. KONCEPCJA PIERWSZA – WĘZEL PRZESIADKOWY Z WYKORZYSTANIEM OBECNYCH PRZYSTANKÓW

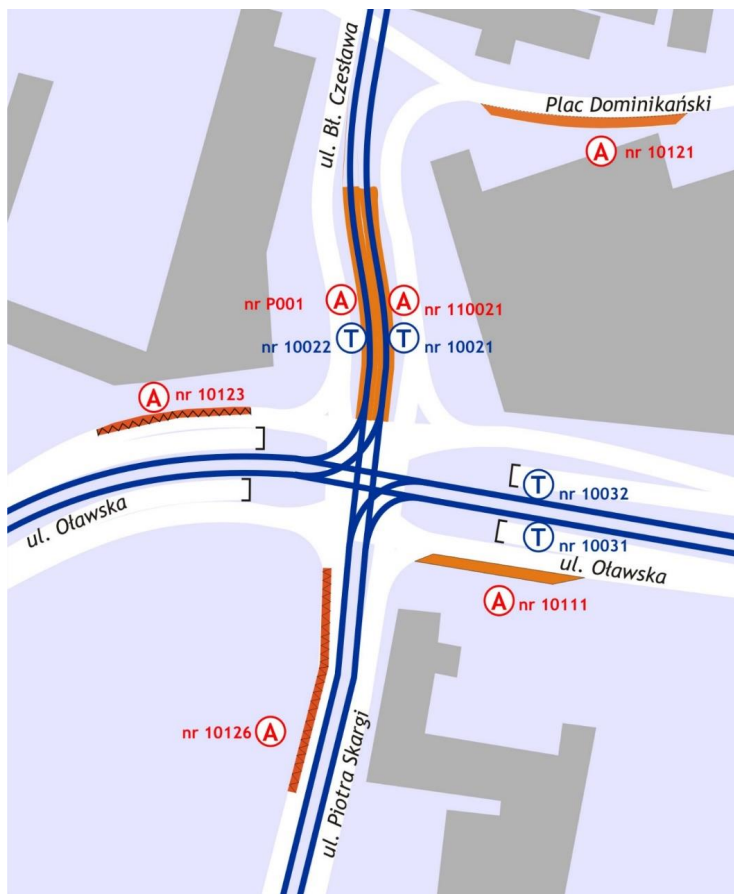
Założenie to przewiduje jak najmniejszą ingerencję w obecną infrastrukturę drogową znajdującą się w okolicy. Węzeł przesiadkowy miałyby stanowić przystanki, które rozmieszczone są na skrzyżowaniu obecnie. Ingerencją byłoby wydłużenie dwóch z nich tak, aby pomieścić wszystkie linie (chodzi o przystanki zlokalizowane przy ul. Piotra Skargi oraz przy ulicy Oławskiej w kierunku wschodnim). Dodatkowo należałoby nadać przystankowi tramwajowemu zlokalizowanemu na ulicy Błogosławionego Czesława status tramwajowo-autobusowego w dwóch kierunkach (obecnie ten status posiada przystanek jedynie w kierunku północnym). Pasażerowie pomiędzy miejscami postoju pojazdów mieliby poruszać się po skrzyżowaniu korzystając z dostępnych przejść podziemnych (pod ulicą Piotra Skargi oraz pod ulicą Błogosławionego Czesława) oraz przejść naziemnych (przez ulicę Oławską od strony wschodniej i zachodniej). Rozmieszczenie przystanków obrazuje rysunek [1]. Kolorem pomarańczowym zaznaczone są miejsca, na których mają zatrzymywać się autobusy nocne. Każdy przystanek oznaczony jest numerem zgodnie z numeracją nadaną przez Wydział Transportu Urzędu Miasta Wrocławia. Wyjątkiem jest nr P001 – jest to numer fikcyjny, projektowy (w chwili obecnej przystanek autobusowy tam nie istnieje). Stworzenie go jednak nie jest dużym problemem – całe przedsięwzięcie polega na zmianie statusu przystanku, gdyż mieści się on na pasie przeznaczonym także dla autobusów.

Należy zwrócić również uwagę, w jakich miejscach znajdują się te przystanki. Dwa z nich (numery 10121 i 10111) mieszczą się w zatokach. Dwa z nich (na ulicy Błogosławionego Czesława – nr 110021 i P001) znajdują się na wydzielonych pasach autobusowo-tramwajowych, zaś przystanki nr 10123 i 10126 umieszczone są na jezdni. Oznacza to zajęcie jednego pasa ruchu, co stanowiłoby utrudnienie dla kierowców innych pojazdów nie związanych z komunikacją zbiorową. Problem stanowiłoby również poruszanie się pomiędzy miejscami postoju autobusów – ten temat jednak zostanie poruszony w części dalszej.

### 4. KONCEPCJA DRUGA – WĘZEL PRZESIADKOWY OPARTY NA PRZYSTANKACH OBECNYCH I PARKINGACH ZLOKALIZOWANYCH PRZY GALERII DOMINIKAŃSKIEJ

Jest to koncepcja nieco inna, niż wcześniej przedstawiona. Zakłada bowiem nieco śmielsze zmiany w infrastrukturze, jednak mimo wszystko są one łatwe do zrealizowania.

Do węzła bowiem będą należeć trzy przystanki używane obecnie i cztery projektowe. Węzeł powstałby na ciągu Placu Dominikańskiego i ulicy Słowackiego (na północ od budynku Galerii Dominikańskiej), a do tego wspomagałyby go przystanki zlokalizowane na pasach autobusowo-tramwajowych na ulicy Błogosławionego Czesława.

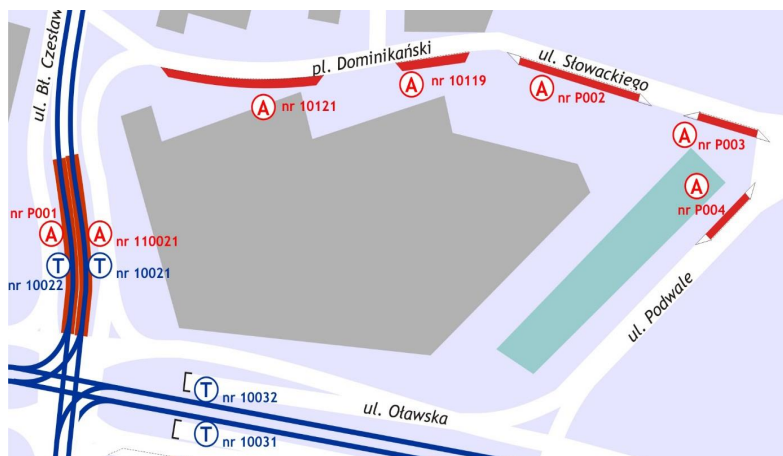


**Rys. 1.** Schemat rozmieszczenia przystanków przy koncepcji węzła opartego na obecnej infrastrukturze.

*Źródło: opracowanie własne*

Zmiany w infrastrukturze opiewałyby nie tylko, tak jak w poprzednim przypadku, zmianę statusu przystanku tramwajowego na autobusowo-tramwajowy. Tutaj w grę wchodzi nieco poważniejsze założenie, a mianowicie próba likwidacji parkingów w ciągu ulic Słowackiego i Podwale. Parkingi do tego celu przeznaczone są oznaczone na ry-

sunku (rys.2) jako przystanki projektowe numer P002, P003 i P004. Dzięki temu niemal wszystkie autobusy zatrzymywały się w ciągu jednej ulicy. Wszystkie przystanki będą również oddzielone od pasów ruchu, dzięki czemu autobusy nie blokowałyby w żaden sposób ruchu ulicznego. Odpada również problem związany z różnicami w terenie do pokonania pomiędzy miejscami postoju, co znacznie ułatwi przesiadanie się osobom niepełnosprawnym. Jediną przeszkodą jest przejście z sygnalizacją świetlną na ulicy Błogosławionego Czesława, jednak w porze nocnej jest ona z reguły wyłączona. Najistotniejszą wadą tego rozwiązania jest natomiast odległość, jaką musiałby pokonać pasażer chcący przesiąść się z autobusu stojącego na ulicy Podwale (przystanek numer P004) do autobusu stojącego na ulicy Błogosławionego Czesława (przystanek P001). Dokładniejsze odległości i czas dojścia pasażera z tak oddalonych przystanków poruszony będzie również w części dalszej.



**Rys. 2** Schemat rozmieszczenia przystanków przy koncepcji węzła opartego na obecnych przystankach oraz likwidacji parkingów w ciągu ulic Słowackiego i Podwale, a następnie zastąpieniu ich przystankami autobusowymi.

*Źródło: opracowanie własne*

---

5. KONCEPCJA TRZECIA - WĘZEL PRZESIADKOWY OPARTY NA PRZY-  
STANKACH OBECNYCH, WYŁĄCZENIU JEDNEGO PARKINGU PRZY  
ULICY SŁOWACKIEGO I PRZYSTANKÓW  
W CIĄGU ULICY JANICKIEGO.

Jest to najbardziej śmiała ze wszystkich koncepcji. Zakłada ona niemal całkowite odejście od przystanków znajdujących się obecnie w użyciu (pozostają tylko te zlokalizowane na północ od budynku Galerii Dominikańskiej – nr 10121 i nr 10119) i wspomnienie ich poprzez likwidację jednego parkingu w ciągu ulicy Słowackiego, a do tego postawienie przystanków w ciągu ulicy Janickiego. Dzięki temu wszystkie przystanki będą w jednym poziomie, natomiast w porównaniu z koncepcją opisaną w punkcie 4.2 dochodzi jeszcze jedna kwestia – brak przejść dla pieszych z sygnalizacją. Dodatkowo przystanki w takim położeniu tworzą dwa perony – dzięki temu łatwiej będzie umiejscowić autobusy jadące w przeciwnych kierunkach. Rozmieszczenie tych przystanków obrazuje rysunek [3].

To rozwiązanie ciągnie ze sobą również największe zmiany, jeśli chodzi o infrastrukturę. Aby stworzyć ów węzeł, potrzeba zlikwidować jeden parking przy ulicy Słowackiego, a do tego postawić słupki przystankowe na ulicy Janickiego, dodatkowo likwidując słupki przy krawężniku (postawione, żeby nie parkowano na chodniku samochodów). Na skrajnym prawym pasie wcześniej wymienionej ulicy należy namalować znak P-17, oznaczający miejsce postoju pojazdów wykonujących przewóz osób na odpłatnych liniach. Jak łatwo zauważyć, wiąże się w to z zajęciem jednego pasa w porze nocnej przez autobusy. Szczęśliwie, ulica Janickiego posiada dwa pasy, dzięki czemu postój linii nocnych w tamtym miejscu nie zakłóci ruchu ulicznego (który wtedy i tak jest znikomy). Ponadto, aby umożliwić autobusom jadącym od strony placu Bema wjazd na węzeł przesiadkowy, należy przywrócić zlikwidowany niegdyś lewoskręt z ulicy Świętej Katarzyny na Plac Dominikański. Można to jednak zrobić tylko dla wydzielonego pasa autobusowo tramwajowego, gdyż jest on oddzielony od pasa do ruchu samochodowego (gwoździ przypomnienia – lewoskręt jak i wyjazd z ulicy Wita Stwosza na Plac Dominikański zlikwidowano z powodu dużej ilości kolizji samochodów z tramwajami). Skręt ten użytkowany byłby jedynie przez autobusy, na dodatek w porze, w której tramwaje nie kursują.

W ciągu ulicy Janickiego zostały wydzielone trzy przystanki projektowe – P005, P006 oraz P007. Taka ilość ma na celu łatwiejsze rozmieszczenie linii w konkretnych

segmentach, co z kolei wpłynie korzystnie na odszyfrowanie przez pasażera miejsca postoju interesującego go autobusu.

#### 6. WYBÓR NAJKORZYSTNIEJSZEGO UMIEJSCOWIENIA PRZYSTANKÓW NA WĘZŁE PRZESIADKOWYM I SPRAWDZENIE, CZY PRZY PODANYCH WARUNKACH SYNCHRONIZACJI SPROSTA ON ZADANIU

Z punktu widzenia pasażera, pojemność węzła przesiadkowego jest najmniej istotną rzeczą. Warto więc najpierw skupić się na innych parametrach, które charakteryzują wcześniej wymienione węzły pod względem wygody korzystania z nich.



**Rys. 3.** Schemat rozmieszczenia przystanków w ciągu Placu Dominikańskiego i ulic Janickiego oraz Słowackiego.

*Źródło: opracowanie własne*

Pierwszym z nich jest liczba przeszkód do pokonania. Jest to bardzo ważny czynnik z punktu widzenia osób niepełnosprawnych. Tutaj rozwiązanie pierwsze wypada najgorzej, ponieważ istnieją aż dwa przejścia podziemne, które dodatkowo nie mają usprawnień dla osób niepełnosprawnych (są co prawda podjazdy dla wózków, jednak dla osób z niepełnosprawnością są one za strome – projektowane były raczej dla wózków dziecię-

cych). Wybudowanie windy w okolicy tych przejść również wiąże się ze sporymi inwestycjami i ingerencją w infrastrukturę (mimo to takie windy bardzo by się w tamtym miejscu przydały). W przypadku drugiego i trzeciego węzła takich przeszkód nie ma – wszystkie przystanki mieszczą się na jednym poziomie, a jedyną barierą utrudniającą się swobodne poruszanie się między nimi jest przejście dla pieszych przez jezdnię. Jest to jednak znikoma przeszkoda, jeśli weźmiemy pod uwagę przejścia podziemne.

Drugim z czynników, a zarazem bardzo ważnym w kontekście długości postoju autobusów na przystankach i długości wymiany pasażerów na nich, jest czas dojścia pasażera z jednego skrajnie położonego punktu na węzeł do drugiego.

Dla koncepcji pierwszej drogę dojścia pasażera obrazuje rysunek 4. Według map i algorytmu obliczania odległości na podstawie zaznaczenia trasy [6] zgodnej z poniższym rysunkiem, otrzymano odległość około 450 metrów. Aby obliczyć czas dojścia pieszego, należy podzielić to wspomnianą wcześniej prędkość chodu pasażera wynoszącą 1,4 m/s:

$$450[\text{m}] / 1,4[\text{m/s}] \approx 322[\text{s}]$$

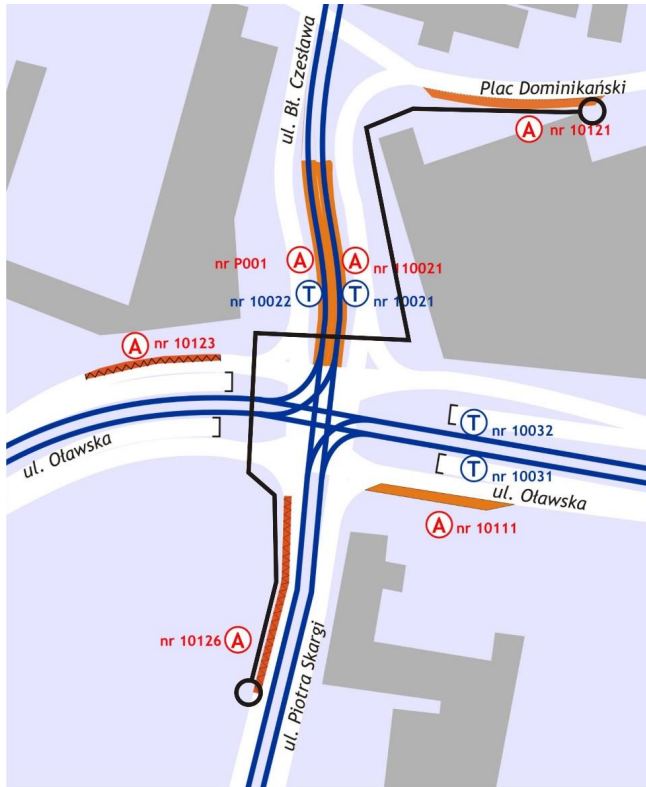
Daje nam to 5 minut i 40 sekund pieszej drogi, co jest bardzo niekorzystnym wynikiem. To również oznacza, że autobusy po zajechaniu na węzeł przesiadkowy, musiałyby stać przez kolejne co najmniej 6 minut, zanim mogłyby odjechać.

Dla rozwiązania drugiego drogę dojścia obrazuje rysunek 5. W tym wypadku droga ustalona przez [6] wyniosła również około 450m. Pasażer musi kierować się północną stroną Galerii Dominikańskiej, gdyż ulica Podwale nie ma chodnika w kierunku Oławskiej. Czas dojścia pasażera jest więc taki sam jak w poprzednim wypadku. Również tutaj autobusy będą musiały odstać co najmniej 6 minut, zanim pasażer przejdzie z jednego punktu na drugi w celu przesiadki.

Dla rozwiązania trzeciego drogę dojścia pasażera obrazuje rysunek 6. W tym przypadku droga według [6] jest zdecydowanie najkrótsza – ze jednego skrajnego punktu do drugiego (sprawdzone były trzy wersje – od końca przystanku P002 do początku przystanku 10121, od końca przystanku P007 do początku przystanku 10121 i od końca przystanku P007 do końca przystanku P002 – na rysunku przedstawiona została najdłuższa) wynosi niecałe 270 m. To zaś daje nam czas dojścia:

$$270 [\text{m}] / 1,4 [\text{m/s}] \approx 193 [\text{s}]$$

To daje nam z kolei 3 minuty i 22 sekundy pieszej drogi pomiędzy przystankami. Wynika więc, że w tym przypadku autobusy powinny stać na węzle przesiadkowym przynajmniej 4 minuty, co jest o 2 minuty lepszym wynikiem, niż w pozostałych rozwiązaniach.

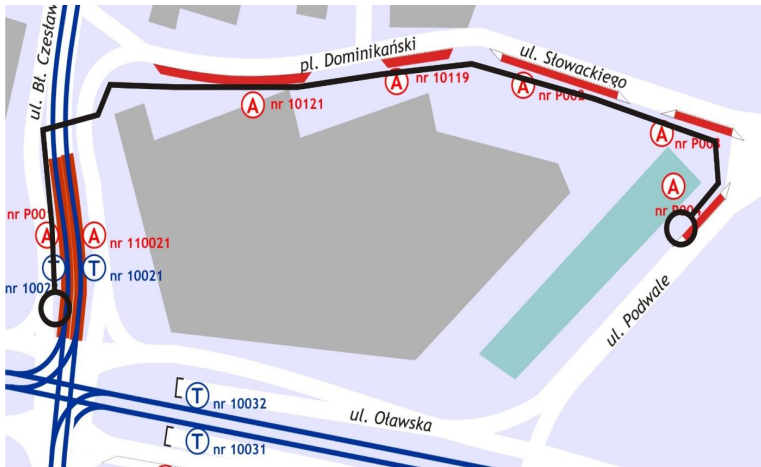


Rys. 4. Droga dojścia pasażera pomiędzy dwoma skrajnymi punktami na węzle przesiadkowym według koncepcji pierwszej.

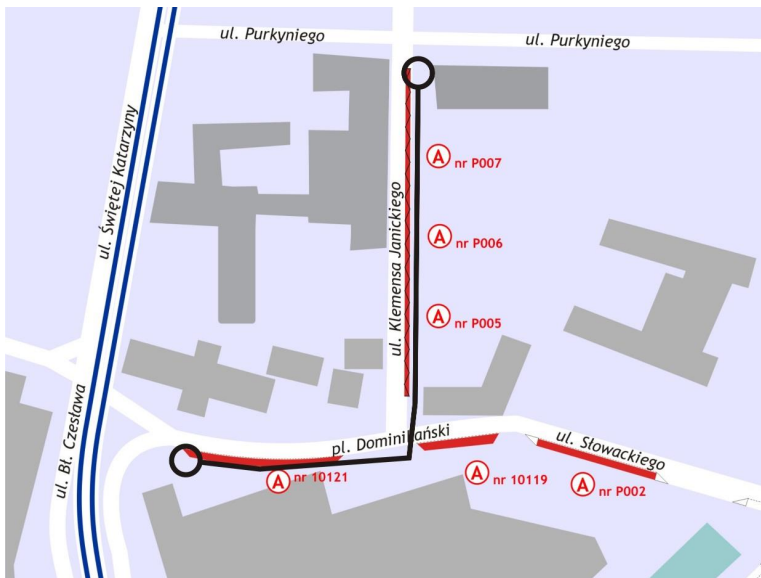
Źródło: opracowanie własne

Wiadomo już, który z węzłów będzie najkorzystniejszy dla pasażerów. Najkrótszy czas dojścia pomiędzy dwoma skrajnymi punktami na węzle oraz najmniejsza ilość przeszkód do pokonania przemawiają jasno za rozwiązaniem z przystankami zlokalizowanymi również w ciągu ulicy Janickiego. Mając na uwadze wytyczne dotyczące synchronizacji linii nocnych (uporządkowanie godzin odjazdów z węzła przesiadkowego) wynika, że najwięcej autobusów będzie pojawiało się na węzle przesiadkowym w weekendy - będzie musiał pomieścić w jednym czasie 5 autobusów 18-metrowych i 10 12-metrowych. Zakładając, że z przodu i z tyłu każdego autobusu należy zostawić około metra wolnego miejsca, uzyskujemy potrzebną przestrzeń:

$$5 \cdot 18 \text{ [m]} + 10 \cdot 12 \text{ [m]} + 15 \cdot 1 \text{ [m]} + 15 \cdot 1 \text{ [m]} = 90 \text{ [m]} + 120 \text{ [m]} + 15 \text{ [m]} + 15 \text{ [m]} = 240 \text{ [m]}$$



Rys. 5. Droga dojścia pasażera w przypadku rozwiązania drugiego.  
 Źródło :opracowanie własne



Rys. 6. Droga dojścia pasażera w przypadku rozwiązania trzeciego.  
 Źródło: opracowanie własne

A zatem węzeł musi nam zagwarantować powierzchnie przystankowe o łącznej długości 240 m. Teraz zatem konieczne jest zmierzenie długości owych przystanków i sprawdzenie, czy otrzymana wielkość będzie większa. Jeśli tak, węzeł spełni założenia synchronizacji i bez problemu sprostą takiej ilości autobusów w jednym czasie. Długości przystanków obrazuje rysunek 7.

Do dyspozycji mamy jedną zatokę (nr 10121) o długości 70 metrów, jeden przystanek (nr 10119) o długości 33 metrów, przystanek projektowy (P002) o długości 60 metrów i ciąg przystanków projektowych (P005, P006 i P007) o łącznej długości 120 metrów. Po zsumowaniu okazuje się, że do dyspozycji mamy:

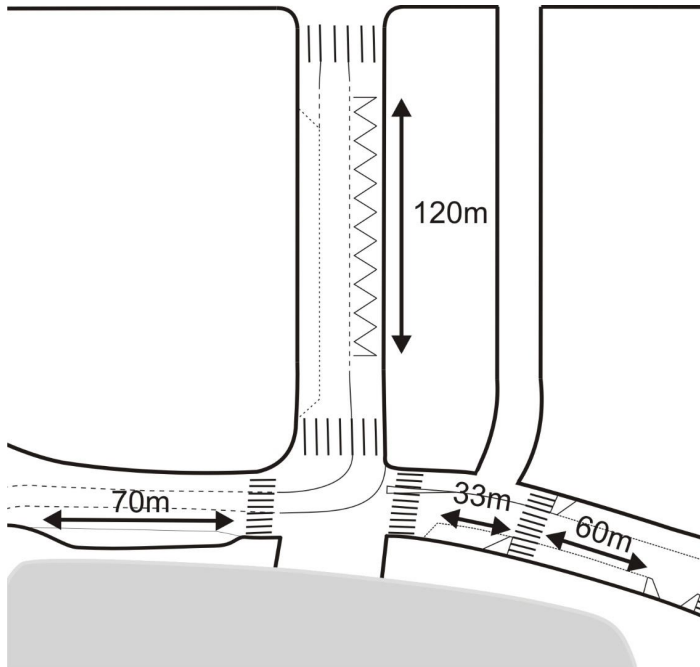
$$70 \text{ [m]} + 33 \text{ [m]} + 60 \text{ [m]} + 120 \text{ [m]} = 283 \text{ [m]}.$$

Jak widać, otrzymana całkowita długość zatok znacznie przewyższa otrzymaną przy maksymalnej ilości autobusów według założeń synchronizacji. W związku z tym ten układ przystanków wydaje się być najbardziej optymalnym, jeśli chodzi o węzeł przesiadkowy przy Galerii Dominikańskiej.

## 7. ORGANIZACJA PRYZSTANKÓW NA WĘZLE PRZESIADKOWYM

Ostatnim elementem, który należy rozpatrzyć przed ustaleniem rozkładu jazdy, jest przypisanie linii do poszczególnych przystanków na węzle przesiadkowym. Pozwoli to uniknięcia chaosu w momencie, gdy autobusy będą na niego przyjeżdżały. Ponadto przypisanie konkretnych słupków konkretnym liniom i kierunkom ułatwi pasażerom dotarcie do interesującego ich pojazdu. Jest to szczególnie istotne, gdy podróżuje się często. Wtedy za pierwszym razem będziemy szukać miejsca, a za drugim lub trzecim razem będziemy pamiętali, że dana linia w danym kierunku staje w konkretnym miejscu.

Ponadto, jak już zostało wspomniane, taki układ przystanków na węzle może się przydać w oddzieleniu kierunków linii. Można je na przykład pogrupować następująco – na przystankach zlokalizowanych w ciągu Placu Dominikańskiego i ulicy Słowackiego zatrzymywać się będą autobusy zmierzające w kierunku dworca – czyli wszystkie linie. Na przystankach w ciągu ulicy Janickiego zatrzymywać się będą autobusy wracające z dworca. Wyjątkiem tutaj będą linie 241 i 243, których trasa wymusza zatrzymanie się na przystankach w poprzedniej grupie – inaczej ciężko byłoby wyjechać w stronę mostu Grunwaldzkiego i placu Wróblewskiego. Szczegółowe rozplanowanie linii na przystankach pokazuje rysunek 8.



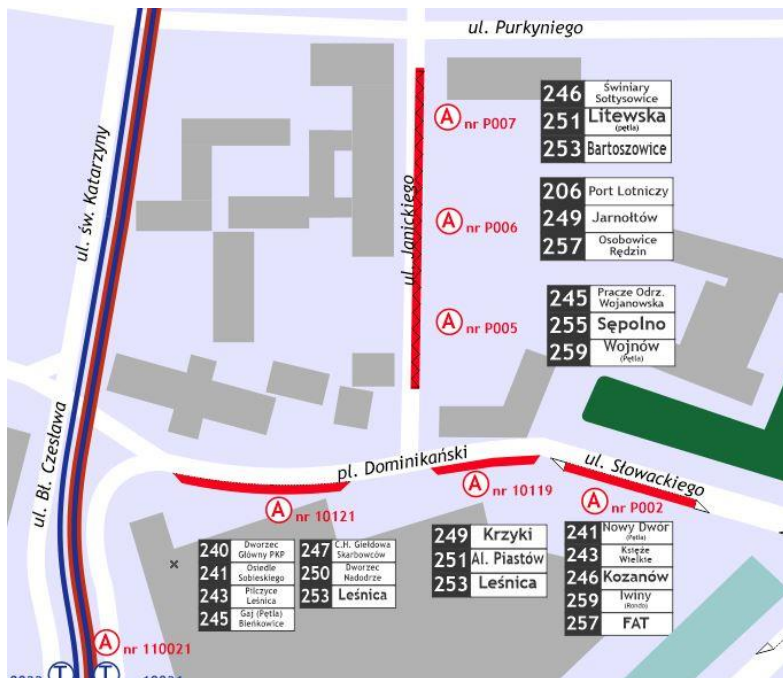
Rys. 7. Poglądowe przedstawienie długości przystanków na węźle przesiadkowym.  
Źródło: opracowanie własne

## 8. PODSUMOWANIE

Koncepcja ulokowania węzła przesiadkowego przy ulicy Petruszewicza jest pomysłem dyskusyjnym. Pasażerowie skarżą się na odległość, jaką pokonać autobusem z centrum miasta w celu dokonania przesiadki. Autobusy pokonują dodatkowe wozokilometry, a przez to też pasażerowie tracą cenny czas.

Dodatkowe wozokilometry to także większe koszty ponoszone przez organizatora transportu zbiorowego. Organizacja węzła przy Galerii Dominikańskiej znacznie skróciłaby trasy większości linii. Byłoby to też wygodniejsze rozwiązanie dla pasażerów wracających z okolic Rynku – od razu mogliby wsiąść do autobusu jadącego w interesującym ich kierunku. Dojazd w okolice dworca Wrocław Główny lub powrót również nie byłby znacząco utrudniony – większość linii nocnych i tak przejeżdża w jego okolicy, a jeśli nie – bliskość węzła i dobrze skonstruowane rozkłady jazdy umożliwiłyby dojazd do węzła i sprawną przesiadkę na inną linię. Jedyną wadą sugerowanego rozwiązania jest koniecz-

ność ingerencji w infrastrukturę – nie są to jednak zabiegi skomplikowane i kapitałochłonne.



Rys. 8. Rozmieszczenie poszczególnych linii i kursów na przystankach.

Źródło: opracowanie własne

#### LITERATURA

- [1] Dane do map i odległości, dostępne pod adresem: [www.geoportal.gov.pl](http://www.geoportal.gov.pl), dostęp 02.11.2016]
- [2] Domin Mateusz, *Projekt reorganizacji wrocławskiej komunikacji nocnej po zamknięciu dworca PKS*, praca dyplomowa inżynierska, Wrocław 2015
- [3] Molecki B. – *Metody synchronizacji rozkładów jazdy transportu miejskiego*, w: Transport Miejski nr 4/2003
- [4] Molecki B. – *Uwarunkowania ruchowe organizacji przesiadek w transporcie zbiorowym*, w: Transport Miejski nr 12/2003
- [5] Molecki B., Sienkiel M. – *Analiza możliwości zastąpienia nocnych linii tramwajowych komunikacją autobusową we Wrocławiu*, w: Transport Miejski nr 10/2003

- 
- [6] Wesołowski J. – *Miasto w ruchu. Dobre praktyki w organizowaniu transportu miejskiego*, Instytut Spraw Obywatelskich, Łódź 2008
- [7] Wyszomirski O. (red) – *Transport Miejski. Ekonomika i organizacja*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2010.

### **NIGHT BUS SERVICE CLOSER TO THE HEART OF WROCLAW – CONCEPT OF RELOCATION THE NIGHT PUBLIC TRANSPORT HUB**

**Keywords:** public transport, night bus service, transport hub

#### **ABSTRACT**

The article (thesis) presents the relocation concept of Wrocław's night public transport hub. The hub should like be located closer to the Market Square, near Dominikański Square. Emphasis is given to checking of the optimal bus stops arrangements regarding to time-based reachability and barrier-free accessibility.



Mateusz DOMIN

Maciej MYSONA\*

[https://doi.org/10.37190/JoT2016\\_07](https://doi.org/10.37190/JoT2016_07)

**ZMNIEJSZENIE ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA  
NA OBSZARACH MIEJSKICH  
DZIĘKI ZASTOSOWANIU SYSTEMU INFORMACJI PARKINGOWEJ**

**Słowa kluczowe:** zanieczyszczenia, miasto, system informacji parkingowej

**STRESZCZENIE**

W artykule przedstawiono zjawisko zwiększającego się zanieczyszczenia powietrza w centrach dużych ośrodków miejskich, spowodowanego wzrostem ruchu samochodów osobowych. Zobrazowano problem nadmiernego poruszania się samochodów w strefie uspokojonego ruchu, generowanego poprzez brak możliwości znalezienia wolnego miejsca parkingowego. W artykule przedstawiono możliwe rozwiązania technologiczne wdrożenia systemu dynamicznej informacji parkingowej, dzięki któremu skróceniu ulegnie czas poszukiwania wolnego miejsca parkingowego. Opisane rozwiązanie, w swoim pierwotnym założeniu ma przyczynić się do ograniczenia czasu poszukiwania wolnego miejsca parkingowego, co jest tożsame z ograniczeniem emisji spowodowanej nadmiernym ruchem samochodowym.

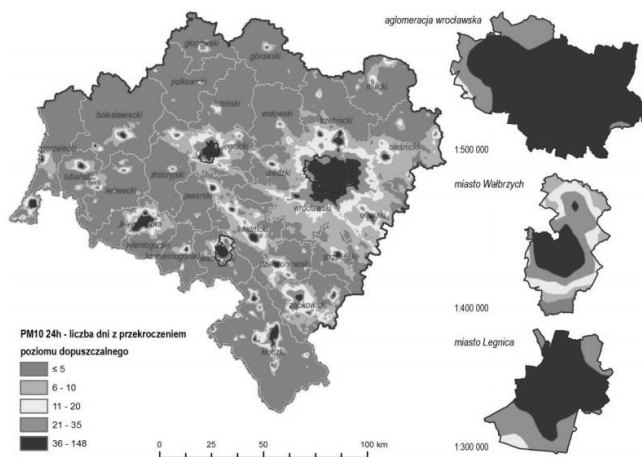
**WSTĘP**

Codziennie w Polsce i na świecie wydaje się dziesiątki tysięcy złotych na poprawę stanu środowiska naturalnego, ograniczając negatywne wpływy emisji spalin samochodów, przemysłu oraz czynności dotyczących naszego życia codziennego (np. ogrzewania). Przyjmijmy, że najbardziej zanieczyszczonymi obszarami są duże miasta i ośrodki przemysłowe. *Żyjemy 2,5 roku krócej przez brudne powietrze. Tymczasem większość mieszkańców Wrocławia w ogóle nie wie, że na co dzień wdycha trucizny, w ósmym*

---

\* Koło Naukowe Logistics, Politechnika Wroclawska

w Europie mieście z najbardziej brudnym powietrzem [5]. Zanieczyszczenie miasta pyłem zawieszonym PM2.5 wynosi 144% pułapu stężenia ekspozycji, natomiast norma dla pyłu PM10 jest przekroczona przez ponad 70 dni [9]. Obecnie implementuje się wiele systemów, które za zadanie mają ograniczenie zanieczyszczenia powietrza. Wdrażane są programy wskazujące drogi rozwoju samorządom w ramach zarządzania *gospodarką niskoemisyjną*. Nowatorskim rozwiązaniem w dziedzinie ograniczania emisji spalin, może być system informacji dla kierowców szukających miejsca parkingowego.



**Rys. 1.** Rozkład liczby dni z przekroczeniami poziomu dopuszczalnego 24-godzinnego pyłu zawieszzonego PM10 na terenie województwa dolnośląskiego – rok 2014

Źródło: [9]

## 1. WZROST ILOŚCI SAMOCHODÓW

Brak możliwości znalezienia miejsca parkingowego w centrum dużego miasta jest standardowym problemem, który powstał wraz ze zwiększeniem dostępności posiadania samochodu osobowego. Jeszcze kilkanaście lat temu problem ten nie wydawał się aż tak duży. Od 1999 roku liczba samochodów w Polsce zwiększyła się ponad dwukrotnie, przekraczając wartość 20 milionów [2]. W związku z tendencją parkowania jak najbliżej miejsca docelowego, kierowcy wjeżdżają pojazdami w strefy staromiejskie o ograniczonym ruchu, które cechują się wąskimi ulicami i małą ilością miejsc parkingowych. Za-

sadniczym powodem, zachęcającym ludzi do wjazdu w te miejsca jest nadzieja znalezienia wolnego stanowiska parkingowego.

## 2. NORMY SPALIN W POJAZDACH WE WROCŁAWIU

Dla potrzeb artykułu przedstawione zostały szacunkowa ilość pojazdów spełniających normy spalin EURO poszczególnych kategorii we Wrocławiu. Na podstawie danych zamieszczonych w sprawozdaniu [3] stworzona została tabela 1., w której pokazana została ilość pojazdów w Polsce w stosunku do ich wieku. Dla konkretnego roku produkcji dopasowana została norma emisji spalin. Kryterium doboru był rok wprowadzania obligatoryjnego stosowania normy EURO dla samochodów osobowych. Wartości te zostały przyjęte szacunkowo dla zobrazowania rzędu wielkości ilości samochodów o ograniczonej emisji szkodliwych produktów spalania.

**Tab. 1.** Zestawienie ilości pojazdów w Polsce, ich wiek oraz spełniana norma emisji spalin  
*Źródło: [3]*

wiek pojazdu	data produkcji	ilość pojazdów	norma spalin
>1	2013	491 757	EURO 5
2	2012	304 787	EURO 5
3	2011	281 087	EURO 5
4-5	2007	776 520	EURO 4
6-7	2005	1 050 678	EURO 4
8-9	2003	1 239 164	EURO3
10-11	2001	1 432 694	EURO3
12-15	1998	3 887 113	EURO 2
16-20	1993	4 093 832	EURO 1
21-25	1988	2 255 593	brak
26-30	1983	1 428 750	brak
31<	-	2 147 471	brak

Ilość samochodów spełniających normy spalin we Wrocławiu została oszacowana na podstawie proporcji do ilości samochodów w poszczególnych grupach wiekowych w Polsce.

Wysoki średni wiek pojazdu wraz z współczynnikiem ilości samochodów na 1000 mieszkańców (558,2 we Wrocławiu, 503,7 w Polsce, w Berlinie ok. 320 – dane na 2014 r.) przekraczające średnie europejskie, potęgują problem emisji spalin w miastach oraz w ośrodkach zurbanizowanych. To właśnie te rejony narażone są na negatywne skutki emisji spalin, spotęgowanej kongestią. Wyniki te obrazują, że zarówno na Dolnym Śląsku, jak i w całej Polsce, znacząca część pojazdów to samochody starsze niż 5 lat,

o wysokim stopniu emisji spalin. Miejscami o największym natężeniu ruchu są zazwyczaj centra miast, tak też jest we Wrocławiu.

**Tab. 2.** Zestawienie ilości oraz podział ze względu na spełnianie normy pojazdów w Polsce i Wrocławiu  
*Źródło: [2]*

<b>norma spalin</b>	<b>ilość pojazdów w kraju</b>	<b>ilość pojazdów we Wrocławiu*</b>
EURO 5	1 077 631	19611
EURO 4	1 827 198	33251
EURO 3	2 671 858	48622
EURO 2	3 887 113	70737
EURO 1	4 093 832	74499
brak	5 831 814	106127
suma	19 389 446	352848

### 3. NAJBARDZIEJ OCZEKIWANE LOKALIZACJE MIEJSC PARKINGOWYCH

Dla lepszego zobrazowania sytuacji posłużymy się przykładem miasta Wrocławia, gdzie ściśle centrum ograniczone jest ulicami Kazimierza Wielkiego, Nowy Świat, Grodzką i św. Katarzyny. Teren pomiędzy tymi arteriami stanowi strefę uspokojonego ruchu, w której większość obszaru oznaczona jest znakiem D-40, jako strefa zamieszkania.



**Rys. 2.** Proponowana strefa monitoringu zajętości miejsc parkingowych  
*Źródło: [6]*

Centrum miasta pełni funkcje reprezentatywne oraz rekreacyjne, w związku z tym wzmożony ruch pojazdów, których kierowcy szukają miejsca parkingowego nie wpływa pozytywnie na wizerunek takiego obszaru. Kilkunastominutowe próby poszukiwania wolnego miejsca, powodują zwiększony ruch i zwiększenie zanieczyszczenia powietrza. Sytuację tę można spróbować rozwiązać za pomocą systemu informacji dla kierowców o stanie dostępności miejsc parkingowych wzdłuż ulic, podobnego do tego, który obecnie powszechnie stosowany jest na parkingach w sklepach wielopowierzchniowych.

#### 4. SYSTEMY ROZPOZNAWANIA ZAJĘTOŚCI MIEJSCA

W XXI wieku rozwiązania telematyczne pozwalają na tworzenie tanich, stabilnych i dokładnych systemów usprawniających mobilność miejską. Jednym z usprawnień jest system informacji o zajętości miejsc parkingowych. Najczęściej stosowane są systemy detekcji optycznej opartej o system kamer wizyjnych oraz czujników wmontowanych w powierzchnię płyty parkingowej. Rozwiązania często występujące na parkingach wielopoziomowych na próżno szukać w polskich miastach oraz otwartych przestrzeniach parkingowych.



Rys. 3. Informacja o zajętości miejsc na parkingu przy centrum handlowym

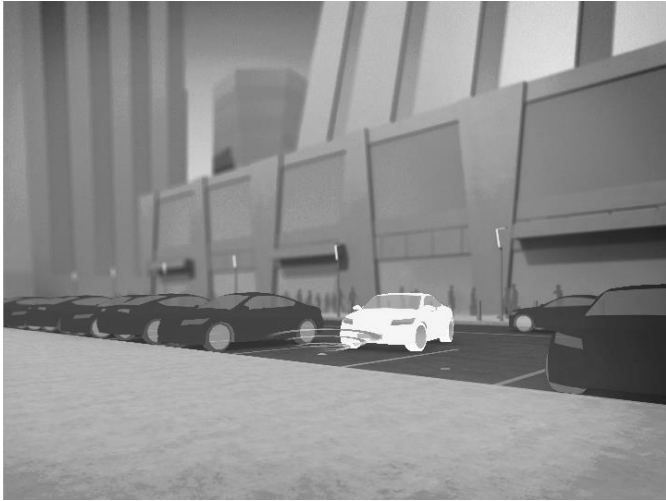
*Źródło: [A6]*



**Rys. 4.** Tablice informujące o zajętości miejsc parkingowych w Bydgoszczy  
*Źródło: [4]*

Na system detekcji mogą składać się czujniki bezprzewodowe, wmontowane w płaszczyzną drogi. Powinny one cechować się wysoką odpornością na uszkodzenia mechaniczne oraz zmienne warunki atmosferyczne. Ich dokładność pomiarowa musi pozostać niezachwiana przy drobnej warstwie opadów atmosferycznych oraz w porze jesiennej, kiedy pojawia się problem opadających liści z drzew. Zasilanie czujników odbywa się zazwyczaj poprzez wbudowaną baterię, której żywotność wynosi ponad 5 lat. Jest to okres stosunkowo długi, który nie generuje wysokich kosztów utrzymania infrastruktury. Czujniki dla zapewnienia wysokiej dokładności pomiarów często wyposażone są w dwa systemy zliczania pojazdów. Jeden opiera się na czujce emitującej wiązkę podczerwieni, drugi natomiast na czujniku magnetycznym. Dane przekazywane są do anten zbiorczych montowanych w pobliżu, które za pomocą łączności bezprzewodowej przekazują dane do serwera centralnego.

Drugim proponowanym systemem jest wideodetekcja, jej wprowadzenie zazwyczaj jest mniej inwazyjne i tańsze. Działanie tego systemu jest jednak obciążone pewnym błędem. Opiera się ona na odczycie obrazu z kamery obejmującej swoim zasięgiem konkretny obszar podzielony na miejsca parkingowe. W chwili wykrycia wjazdu pojazdu w danej strefie miejsce zaznaczane jest w systemie jako zajęte.



**Rys .5.** System detekcji pojazdu oparty na czujniku wbudowanym w płytę parkingu  
*Źródło: [8]*



**Rys. 6.** Wizualizacja systemu wideo detekcji dostępności miejsc  
*Źródło: [7]*

Każda z metod ma swoje wady i zalety, a wybór konkretnego rozwiązania technicznego jest rzeczą drugorzędną. Najważniejszym aspektem jest system informacji, który otrzymają kierowcy w postaci np. portalu internetowego czy aplikacji mobilnej. Będzie można na niej sprawdzić bieżące zajęcie parkingów i zdecydować o sensie wjazdu w strefę uspokojonego ruchu.

Drugim filarem dynamicznej informacji dla kierowców powinien być system wyświetlaczy usprawniający ruch dla tych, którzy już znajdują się w strefie objętej systemem. Wyświetlacze pokazywałyby na których ulicach znajdują się właśnie wolne miejsca i prowadziłyby do nich kierowcę.

## 5. ŚREDNI CZAS SZUKANIA MIEJSCA

Na potrzeby artykułu przeprowadzono obserwacje obszaru opisanego w artykule. Na podstawie obserwacji obliczony został średni czas przebywania w strefie historycznego centrum Wrocławia w celu poszukiwania miejsca parkingowego. Czas ten pomiędzy godziną 14:30-16:30 w dni robocze wynosił 9 minut. W skrajnym przypadku przekroczył on nawet 20 minut i skończył się wyjechaniem ze strefy bez znalezienia miejsca. Czas obliczany był od wjazdu w strefę przedstawioną na rysunku 2, do czasu zaparkowania lub wyjazdu z strefy.

Ze względu na bardzo wysoki rozstęp wynoszący aż 18 minut możemy założyć, że czas potrzebny na znalezienie wolnego miejsca jest wartością, której nie można oszacować z dużą dokładnością. Badania potwierdzają, że system informacji o zajętości miejsc parkingowych znacząco ograniczyłby czas poszukiwania wolnego miejsca. Badania miały charakter jedynie obrazujący, a niska próba nie jest miarodajną do obliczania średnich czasów przebywania samochodu z włączonym silnikiem w strefie.

Wartość oznaczona \* oznacza, że kierowca nie zaparkował pojazdu i musiał opuścić strefę.

**Tab. 3.** Zestawienie czasów przebywania w strefie ograniczonego ruchu w celu poszukiwania miejsca parkingowego.

*Źródło: [7]*

<b>l.p.</b>	<b>Czas poszukiwania miejsca [min]</b>
1.	3
2.	20*
3.	7
4.	9
5.	11
6.	14
7.	5
8.	10
9.	2
10.	9

## 6. KORZYŚCI PŁYNĄCE Z SYSTEMU



**Rys. 7.** Wizualizacja systemu informacji parkingowej na telefonie komórkowym

*Źródło: [A10]*

Wprowadzenie takiego rozwiązania do miast borykających się z problemem parkowania, przyczyni się bezpośrednio do zwiększenia wykorzystania współczynnika zajętości konkretnych miejsc parkingowych i skrócenia czasu ich poszukiwania

Dzięki minimalizacji tych czasów możemy oczekiwać zmniejszenia ruchu kołowego, ponieważ wyeliminowane zostanie zjawisko krążenia pojazdów w celu znalezienia miejsca. Zachowania te znacząco powinny przełożyć się na redukcję zanieczyszczenia powietrza w strefie objętej systemem.

Kolejną korzyścią płynącą z zastosowania systemu jest dostęp do baz danych zawierających takie informacje jak średni czas postoju i współczynnik zajętości konkretnego miejsca parkingowego. System przeanalizuje również te dane, dzięki czemu zarządca parkingu będzie posiadał informacje o porach dnia w których występuje największy ruch. Informacje te będą mogły służyć np. do kształtowania polityki cenowej.

#### PODSUMOWANIE

Zjawiskiem bezpośrednim, które towarzyszy wprowadzeniu systemu, jest ograniczenie ilości kilometrów pokonywanych przez pojazdy w celu znalezienia miejsca.

Podsumowując, system ten przyczyni się do bardziej zrównoważonego rozwoju tkanki wysoko zurbanizowanej, zwiększenia mobilności osób przebywających w strefie

i ograniczenia zanieczyszczenia powstającego przez ruch pojazdów. Możliwość podpięcia systemu pod miejskie systemy ITS powinna zapewnić kompatybilność z innymi komponentami systemu, co wpisuje się w przyszłościowy model inteligentnych i ekologicznych miast – SmartCity.

#### LITERATURA

- [1] Firma Szymkowiak, materiały reklamowe  
[http://systemy-parkingowe.pl/images/tablica\\_zajetosci\\_parkingu.jpg](http://systemy-parkingowe.pl/images/tablica_zajetosci_parkingu.jpg)  
dostęp: 28.01.2016 r.
- [2] Główny Urząd Statystyczny - Bank Danych Lokalnych  
<http://bdl.stat.gov.pl>   dostęp: 28.01.2015 r.
- [3] Główny Urząd Statystyczny, TRANSPORT Wyniki działalności w 2013 r.,  
ISSN 1506-7998
- [4] Krzysztof Aładowicz, Na tablicach ITS zapewnienie zamiast zajętości,  
<http://bi.gazeta.pl/im/b1/d9/10/z17666993Q,System-ITS.jpg>; dostęp:28.01.2016 r.
- [5] Maciej Mysona, Opracowanie własne
- [6] Maciej Mysona, Opracowanie własne, podkład OpenStreetMap
- [7] Mateusz Kokoszkiewicz, Gdzie we Wrocławiu jest najbardziej zanieczyszczone powietrze,  
[http://wroclaw.wyborcza.pl/wroclaw/1,35771,18143404,Gdzie\\_we\\_Wroclawiu\\_jest\\_najbardziej\\_zanieczyszczone.html#ixzz3ztzX5ba3](http://wroclaw.wyborcza.pl/wroclaw/1,35771,18143404,Gdzie_we_Wroclawiu_jest_najbardziej_zanieczyszczone.html#ixzz3ztzX5ba3)   dostęp: 1.02.2015r.
- [8] Nedap, materiały reklamowe  
<http://www.nedapidentification.com/solutions/vehicle-detection.html>  
[1.02.2015 r.]
- [9] Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu, Wrocław, Ocena jakości powietrza na terenie Województwa Dolnośląskiego w 2014 roku, kwiecień 2015 r.

## **REDUCE AIR POLLUTION IN URBAN AREAS WITH THE INTRODUCTION OF CAR PARK GUIDANCE SYSTEMS**

**Keywords:** pollution, parking, informaion system

### ABSTRACT

The article presents the problem of increasing air pollution in the centers of city, due to the enchancement in car traffic. The study illustrated the problem of excessive movement of cars in the area of traffic calming, generated by the impossibility to find free parking space. It was proposed to implement the Parking Guidance System, through which will significantly reduce the time searching for free space. It presents the concept whose determines the reduction of air pollution as an alternative to the currently present-ed.



Maciej PLEWA\*

[https://doi.org/10.37190/JoT2016\\_08](https://doi.org/10.37190/JoT2016_08)

## MIARY JAKOŚCIOWE USŁUG TRANSPORTOWYCH

**Słowa kluczowe:** zarządzanie flotą, dyspozytor ruchu, uwarunkowania prawne transportu

### STRESZCZENIE

Celem pracy jest przedstawienie metod operacyjnych zarządzania flotą pojazdów drogowych przez operatora ruchu w firmie transportowej. Proces zarządzania jest skomplikowanym działaniem, którego celem jest płynne i bez strat wykorzystanie floty pojazdów. Miarą wykorzystania floty pojazdów mogą być wskaźniki wykorzystania czasu pracy kierowców, wykorzystania ładowności czy kubatury pojazdów. Miarą może być również wypracowany zysk. Ogromny wpływ na wartości tych wskaźników ma praca i doświadczenie dyspozytora ruchu. W pracy przedstawiono te zagadnienia na tle uwarunkowań prawnych funkcjonowania transportu oraz zaproponowano miary ocenowe pracy dyspozytorów ruchu floty pojazdów.

### WSTĘP

Zarządzanie flotą pojazdów drogowych z pozycji dyspozytora ruchu jest istotnym elementem funkcjonowania firmy transportowej, decyduje o wykorzystaniu zasobów, jakie są do dyspozycji, jej efektywności i wynikach finansowych. Dyspozytor odpowiada za wykorzystanie floty, za właściwy przydział zadań przewozowych oraz wykorzystanie taboru i kierowców. Nakładają się na to określone przepisy prawne, regulują sprawy techniczne, formalne oraz socjalne.

Przy dużej ilości kierowców w firmie transportowej przydatne są odpowiednie narzędzia wspomagające pracę dyspozytorów. Zaliczyć do nich możemy systemy monitorowania pracy poszczególnych kierowców poprzez tachografy, łączność z nimi za pośrednictwem telefonii mobilnej. Ogromną rolę odgrywa również dostęp do gieł towarowo- prze-

---

\* Koło Naukowe LOGISTICS, Politechnika Wroclawska

wozowych, pozwalający znaleźć ładunki na drogę powrotną jak również, w niektórych przypadkach, umożliwiający sprzedaż ładunków, gdy dana relacja jest dla nas nieopłacalna lub nie jesteśmy w stanie własnymi siłami wykonać danego zadania. Z jednej strony na rynku przewozowym istnieje konkurencja i zabieganie o klienta, a z drugiej strony firmy wspomagają się nawzajem w momentach krytycznych.

Idealnym rozwiązaniem byłaby obsługa klienta na podstawie umowy stałej, gwarantującej 100% wykorzystanie naszej floty, niestety takie przypadki zdarzają się niezwykle rzadko. Aby stabilnie działać na rynku przewozowym, trzeba choć część zadań wykonywać w ramach stałych umów o współpracę, pozostały potencjał można wykorzystać poprzez szukanie zleceń indywidualnych, np. przez giełdy towarowo – przewozowe.

Na proces zarządzania flotą pojazdów oddziałują również zakłócenia w postaci: awarii samochodu, niedyspozycji kierowcy, wypadków komunikacyjnych, opóźnień przy załadunku lub rozładunku niezależnych od kierowcy. Jednym z istotnych czynników poprawnego funkcjonowania floty jest dobra komunikacja pomiędzy kierowcą a dyspozytorem, dotrzykiwanie harmonogramów, natychmiastowe zgłaszanie opóźnień, prognozowanie zakłóceń. Bieżącą pozycję pojazdu, parametry ruchu oraz w niektórych przypadkach stan ładunku (temperatura) można transmitować do bazy poprzez komunikaty GPRS. Te wszystkie informacje wpływają do dyspozytora, który szybko musi podejmować decyzje, posiadać rozwiązania zastępcze, nieraz musi mieć do dyspozycji rezerwy taborowe, aby zmienić uszkodzony pojazd. W takich przypadkach wskazana jest współpraca z innym zaufanym przewoźnikiem.

Analizując rolę dyspozytora w procesie zarządzania firmą transportową można wysunąć następujące wnioski:

1. Sukces firmy – to efekt dobrej organizacji pracy przez dyspozytora.
2. Ocena efektywności firmy – to ocena efektywności pracy dyspozytora
3. Szukając sposobu pomiaru tej efektywności niezbędne będzie wyznaczenie wskaźników, za pomocą których będzie można „zmierzyć” jakość pracy dyspozytora.

Dokonać tego można po przeanalizowaniu sytuacji, z którymi może spotkać się planując i zarządzając poszczególnymi zleceniami oraz opisując rzeczywistość, w której działa każda firma transportowa.

W dalszej części pracy przeprowadzono analizę uwarunkowań prawnych oraz metod operacyjnych zarządzania flotą wielu pojazdów drogowych pod kątem ich maksymalnego

---

wykorzystania. W końcowej części pracy przedstawiono przydatne praktyki transportowe.

## 1. ISTOTA ZARZĄDZANIA FLOTĄ POJAZDÓW DROGOWYCH W FIRMIE TRANSPORTOWEJ

### 1.1. PROCES TRANSPORTOWY

Proces transportowy obejmuje następujące fazy [3]:

- fazę przygotowania ładunku do przewozu,
- fazę organizacji procesu przemieszczania,
- fazę transportu,
- fazę obsługi prawno finansowej procesu,
- fazę oceny i analizy kosztów przebiegu procesu.

Faza transportu to czynności bezpośrednio związane z przemieszczaniem towarów.

Obejmuje ona następujące czynności:

- załadunek u nadawcy,
- przewóz jedną lub kilkoma gałęziami transportu,
- procesy przeładunku,
- proces krótkiego magazynowania w ewentualnych magazynach pośrednich,
- wyładunek w miejscu docelowym,
- kontrola jakościowa i ilościowa ładunku,
- obsługa celna ew. fitosanitarna w handlu zagranicznym.

### 1.2. KONKURENCYJNOŚĆ

Konkurencja na rynku transportu drogowego stale rośnie, wybór dobrego przewoźnika nie jest sprawą łatwą, jednakże tylko nieliczne firmy oferują usługi na wysokim poziomie.

Przy wyborze przewoźnika bierzemy pod uwagę [3]:

- cenę usługi transportowej,
- czas transportu (prędkość handlową)
- terminowość dostawy (punktualność),

- pewność (niezawodność dostawy),
- bezpieczeństwo transportu (prawdopodobieństwo uszkodzenia),
- kompleksowość usługi,
- zintegrowanie techniczno – technologiczne, eksploatacyjne i organizacyjne,
- poziom koordynacji wewnętrznej przewoźnika,
- elastyczność przewoźnika w przypadku konieczności zmian.

### 1.3.UWARUNKOWANIA EKONOMICZNE TRANSPORTU

Koszty transportu zależą od wielu czynników, do najważniejszych należą [3]:

- rodzaj ładunku oraz wynikająca z jego indywidualnych cech i właściwości, podatność transportową;
- rodzaj środka transportu;
- odległość przewozu;
- szybkość przewozu;
- regularność połączeń;
- poziom rywalizacji na rynku po stronie podażowej;
- warunki dostawy.

Wszelkie wydatki na funkcjonowanie firmy dzielą się na: **nakłady i koszty**.

**Nakłady** to wydatki związane z uruchomieniem firmy transportowej, a więc z inwestycją (zakup terenu pod bazę, zakup środków transportu, koszt budowy lub zakupu biurowca). To wszystko tworzy bazę firmy i jej majątek. Takie nakłady, jak zakup środków transportu lub koszt budynków, podlegają amortyzacji. Dotyczy to również wielu środków trwałych. Amortyzacja to prawo do odpisu z zysku określonej kwoty na odtworzenie majątku. Jest to bardzo korzystne dla przedsiębiorcy gdyż umożliwia odtwarzanie środków pracy.

**Koszty** dzielą się na:

- koszty wewnętrzne, które wynikają z bieżącego funkcjonowania firmy (ponosi je firma) oraz
- koszty zewnętrzne, które ponosi społeczeństwo (zwane inaczej kosztami społecznymi funkcjonowania transportu).

Koszty wewnętrzne dzielą się na **koszty stałe**, na nie składają się koszty utrzymania firmy, jej zaplecza, pracowników, koszty energii, ubezpieczeń mienia (budynków i samochodów). Koszty te firma ponosi niezależnie od tego czy zarabia czy nie. Druga grupa kosztów wewnętrznych to **koszty zmienne**. Koszty zmienne są związane z wykonywa-

niem pracy przewozowej (wozokilometry). Im większa praca przewozowa, tym większe koszty zmienne: koszty paliwa, opłat drogowych, parkingowych, koszty płynów eksploatacyjnych (płyn hamulcowy, płyny do chłodziac, płyny do spryskiwaczy szyb), oleje przekładniowe, silnikowe oraz koszty ogumienia. W niektórych przypadkach również pensja kierowcy jest uzależniona od pracy przewozowej lub od godzin pracy. Dlatego pensje kierowców mogą być wliczane do kosztów zmiennych. Pensja kierowcy może być stała lub zmienna – uzależniona od pracy przewozowej. Dlatego w niektórych firmach funkcjonuje pojęcie kosztów mieszanych czyli częściowo stałych, częściowo zmiennych.

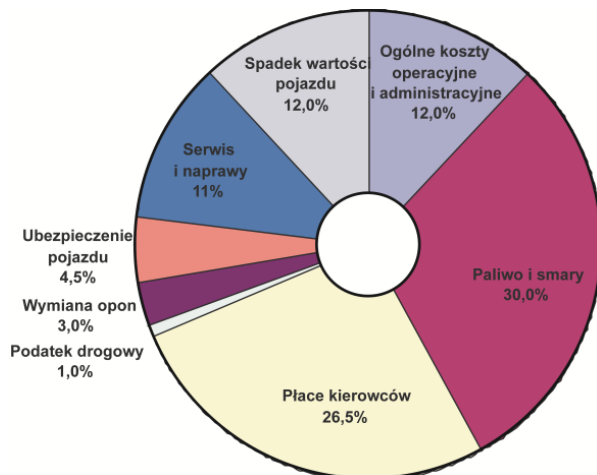
Poniżej struktura kosztów prezentowana przez autora artykułu pt: *„Rozwój kolowych środków transportu jako środek prowadzący do obniżania całkowitego kosztu własności i użytkowania flot”*, w czasopiśmie Logistyka nr 3/2014 [2].

Według tego autora obecnie w firmach transportowych i to niezależnie od rodzaju prowadzonej przez firmę działalności transportowej, koszt paliwa przekracza już 30% całkowitego kosztu własności pojazdu przewyższając udział kosztów płac, który do niedawna był największy.

#### 1.4.MIERNIKI OCENOWE

Podstawowe wskaźniki opisujące pracę firmy transportowej i wykorzystanie jej potencjału można zebrać w cztery zasadnicze grupy: [4]

- 1) **mierniki strukturalne i ramowe:** wielkość masy wolumenu transportowego, zlecenie transportu na 1 przewóz, liczba przejechanych kilometrów, liczba napraw, stopień mechanizacji i automatyzacji, liczba pracowników transportu, zdolność transportowa pojazdów, koszty transportu;
- 2) **mierniki gospodarności:** koszty transportu na jedno zlecenie transportowe, przeciętne koszty transportu na jednostkę ciężaru, koszty na tonokilometr, udział kosztów transportu w kosztach produkcji, przeciętne koszty zakładowe środków transportu (własnego), przeciętne koszty konserwacji i utrzymania w sprawności środków transportu na jednostkę czasu, zaangażowanie kapitału w utrzymaniu zapasów,



**Rys. 1.** Typowa struktura kosztów eksploatacji samochodu ciężarowego  
*Źródło: <http://www.czasopismologistyka.pl/> dostęp. 04.06.2016*

- 3) **mierniki produktywności:** czas transportu na jedno zlecenie transportowe, stopień wykorzystania środków transportu, wydajność środków transportu, liczba kilometrów na jeden środek transportu, liczba kilometrów na jednego kierowcę, przeciętny czas naprawy;
- 4) **mierniki jakościowe:** stopień obsługi, dotrzymanie terminu, częstotliwość wypadków, częstotliwość uszkodzeń.

## 2. UWARUNKOWANIA PRAWNE FUNKCJONOWANIA FIRMY TRANSPORTOWEJ

### 2.1. NAJWAŻNIEJSZE AKTY PRAWNE

Na rzeczywistość, w której przedsiębiorcy prowadzą działalność gospodarczą, istotny wpływ wywiera otoczenie prawne. Niewątpliwie bez rozsądnego prawa i sprawnego państwa, które będzie je egzekwować, nie powstanie stabilny i efektywny rynek wymiany dóbr i usług, który z kolei jest istotnym warunkiem efektywności przedsiębiorstw w branży samochodowego transportu ładunków. Wpływ prawa na funkcjonowanie firm może być także negatywny, na przykład w sytuacji, gdy prawo nie nadąza za bieżącymi wy-

zwzaniami lub gdy prawo stanowi źródło niepewności i ma przy tym istotny wpływ na funkcjonowanie przedsiębiorstw.

Wśród aktów prawnych mających wpływ na funkcjonowanie firmy transportowej należy wymienić kilka podstawowych:

- Dz.U.2015.0.915 t.j. - Ustawa z dnia 15 listopada 1984 r. - Prawo przewozowe,
- Ustawa o transporcie drogowym (Dz. U. 2013 poz. 1414.),
- Ustawa z dnia 19 sierpnia 2011: O przewozie towarów niebezpiecznych (Dz. U. nr 227, poz.1367),
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o czasie pracy kierowców (Dz.U.2012.0.1155),
- Ustawa międzynarodowa o transporcie materiałów niebezpiecznych ADR,
- Umowa międzynarodowa o czasie pracy kierowców AETR.

Aktem prawnym regulującym dostęp do zawodu przewoźnika drogowego jest ustawa z dnia 6 września 2001 roku o transporcie drogowym (Dz. U. z 2013 poz. 1414 - brzmienie od 19 maja 2016). Weszła ona w życie z dniem 1 stycznia 2002 roku i określa, kto jest przedsiębiorcą uprawnionym do świadczenia usług krajowego i międzynarodowego transportu drogowego, czyli kto jest podmiotem, z którym można zawrzeć umowę przewozu drogowego. Ustawa ta była wielokrotnie nowelizowana, a celem nowelizacji była przede wszystkim harmonizacja polskiego prawa z prawem Unii Europejskiej, a w szczególności dyrektywą Rady nr 96/26/WE z dnia 29 kwietnia 1996 roku. W ustawie o transporcie drogowym wprowadzono wzorem dyrektyw jednolite zasady dostępu do rynku przewozów drogowych dla krajowych i międzynarodowych przewoźników drogowych.

W przypadku przewozów ładunków w krajach europejskich praktycznie zawsze wymagane jest :

- 1) dla przewoźnika: zezwolenie na wykonywanie zawodu przewoźnika drogowego, licencja wspólnotowa;
- 2) dla kierowcy: ważny paszport lub dowód osobisty; krajowe lub międzynarodowe prawo jazdy; zaświadczenie dla kierowców pochodzących spoza krajów Unii Europejskiej kierujących pojazdami zarejestrowanymi w Unii Europejskiej, indywidualna książeczka kontrolna lub tarcza tachografu, zaświadczenie o przeszkoleniu ADR;
- 3) dla pojazdu: dowód rejestracyjny, dowód ważności przeglądu technicznego, zielona karta lub dowód zawarcia ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej, certyfikat dla ADR, świadectwo zgodności z ATP, dla pojazdów leasingowanych umowa lub

jej potwierdzona kopia i, jeśli kierowca nie jest leasingobiorcą, umowa o pracę lub ostatni dowód otrzymania wynagrodzenia;

- 4) dla ładunku (w zależności od przewożonych ładunków): list przewozowy CMR, dokument ADR, zezwolenie na transport odpadów.

W przypadku przewoźników świadczących usługi międzynarodowego transportu ładunków otoczenie prawne obejmuje także systemy prawne innych państw oraz liczne akty prawa międzynarodowego. Wśród nich największe znaczenie mają [1]:

- Konwencja celna TIR, Manifest AGT oraz Konwencja celna ATA – ograniczające i ujednolicające formalności związane z przepływem towarów przez granice celne;
- Konwencja CMR – regulująca podstawowe ramy prawne umowy międzynarodowego transportu towarów, w tym przede wszystkim obowiązki stron;
- Konwencja ATP oraz Konwencja ADR – regulujące międzynarodowy przepływ specyficznych grup towarów (towary szybko psujące się oraz materiały niebezpieczne);
- Konwencja AETR – regulująca czas pracy kierowców.

## 2.2. CZAS PRACY KIEROWCÓW

W Polsce zagadnienie to jest regulowane w różnym zakresie przez:

- Rozporządzenie (WE) 561/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady,
- Ustawę o czasie pracy kierowców,
- Kodeks Pracy oraz szereg rozporządzeń wykonawczych.

Rozliczanie czasu pracy kierowców praktycznie jest niemożliwe bez odpowiedniego oprogramowania, a i tak wymaga to pracy ludzkiej. Wyliczenie delegacji dla kierowców jest również bardzo pracochłonne.

W transporcie drogowym najważniejszym elementem jest bezpieczeństwo przewożonych osób i towarów, jak i osób postronnych, które mogą znaleźć się w pobliżu drogi pojazdu. Z tego względu główny nacisk kładzie się na czas pracy operatorów wszelkich pojazdów, ponieważ długotrwała koncentracja uwagi, drgania i hałas powodują zmęczenie, wydłużenie czasu reakcji, osłabienie koncentracji uwagi.

Z tego względu 1 lipca 1970 roku ustanowiono w Genewie w ramach Europejskiej Komisji Gospodarczej EWG/ONZ, umowę europejską dotyczącą pracy załóg pojazdów wykonujących przewozy drogowo (**AETR**). Umowę tę Rząd Polski ratyfikował w dniu 30 sierpnia 1999 r. (Dz. U. Nr 94 poz.1087). Ponadto na terenie krajów Unii Europejskiej

do 11 kwietnia 2007 r. obowiązywało **Rozporządzenie Rady WE nr 3820/85** w sprawie harmonizacji niektórych przepisów socjalnych odnoszących się do transportu drogowego. Od 11 kwietnia 2007 roku weszło nowe **Rozporządzenie 561/2006** w sprawie harmonizacji niektórych przepisów socjalnych odnoszących się do transportu drogowego z umową AETR. Rozporządzenia te regulowały m.in. czas pracy kierowców pojazdów o dopuszczalnej masie całkowitej (DMC) powyżej 3,5 tony oraz pojazdów osobowych o pojemności powyżej 9 osób.

Najważniejszym aktem prawnym w obrębie UE jest na chwilę obecną Rozporządzenie 561/2006. Jest ono bardziej restrykcyjne i posiada więcej ograniczeń niż konwencja AETR.

W przypadku transportu w obrębie UE stosuje się jedynie Rozporządzenie, umowę AETR stosuje się tylko wtedy, gdy część transportu jest wykonywana poza terenem UE. Wtedy Konwencję AETR stosuje się na całej trasie przewozu. Jeśli kierowca pochodzi z kraju, który nie ratyfikował Konwencji AETR, wtedy przepisy konwencji musi stosować na terenach Państw, które tą konwencję ratyfikowały.

Poniżej przedstawiono w formie porównania istotne różnice w przepisach dotyczących uregulowania czasu pracy kierowców w umowie AETR i Ustawie o czasie pracy kierowców.

Umowa AETR reguluje m.in.: wiek kierowcy, czas prowadzenia pojazdu, przerwy, czas odpoczynku kierowcy, obowiązek montowania i używania urządzeń kontrolnych, obowiązek homologacji i kontroli urządzeń kontrolnych.

Zgodnie z AETR rozróżnia się cztery rodzaje aktywności kierowcy:

- **jazdę**, inaczej **prowadzenie pojazdu**; czas prowadzenia pojazdu jest rozpatrywany jako czas od uruchomienia silnika pojazdu do jego wyłączenia, łącznie z postojami pojazdu na światłach czy na przejazdach kolejowych itp.;
- **prace inne niż prowadzenie pojazdu** (załadunek, rozładunek, zabezpieczanie ładunku, załatwianie formalności związanych z przewozem, obsługa codzienna pojazdu, czynności związane z utrzymaniem czystości w pojeździe, niezbędne czynności administracyjne, w przypadku pojazdów osobowych – pomoc pasażerom we wsiadaniu, wysiadaniu oraz obsługa bagażu);
- **gotowość do pracy** (oczekiwanie na załadunek, oczekiwanie na odprawę celną, dyżur na bazie w oczekiwaniu na decyzję dyspozytora, ustawowe przerwy w czasie pracy);

- **odpoczynek** jako czas wolny od jakiegokolwiek pracy, którym kierowca może dowolnie dysponować. W założeniach przeznaczony na sen oraz inne potrzeby. Kierowca może swobodnie dysponować tym czasem.

Do czasu pracy kierowcy **nie wlicza się**:

- czasu dyżuru podczas, którego kierowca nie wykonywał pracy,
- nieusprawiedliwionego postoju w czasie prowadzenia pojazdu,
- dobowego nieprzerwanego odpoczynku,
- przerwy w pracy.

W transporcie drogowym może być stosowany przerywany czas pracy, wówczas przerwa w pracy zgodnie z góry ustalonym rozkładem czasu pracy nie może trwać dłużej niż 5 godzin w ciągu doby, a w przypadku regularnych przewozów nie dłużej niż 6 godzin, jeśli dobowy czas pracy nie przekracza 7 godzin. Dla celów obliczeniowych przyjmuje się, że doba dla danego kierowcy rozpoczyna się w momencie, kiedy zgodnie z obowiązującym rozkładem czasu pracy rozpoczyna on pracę.

W szczególnych przypadkach kierowca może odstąpić od normowych okresów czasu pracy i czasu odpoczynku w niedających się przewidzieć okolicznościach, takich jak: korki uliczne, strajki, warunki atmosferyczne, przepełniony parking, likwidacja skutków zdarzenia drogowego. Decyzję o przedłużeniu czasu pracy lub skróceniu czasu odpoczynku kierowca podejmuje samodzielnie, a decyzja ta nie może zagrażać bezpieczeństwu ruchu drogowego.

Zgodnie z AETR oraz Rozporządzeniem (WE) Nr 561/2006 dzienny czas prowadzenia pojazdu przez kierowcę może wynosić 9 godzin, przy czym czas nieprzerwanej jazdy może wynosić maksymalnie 4 godziny i 30 min. Po tym czasie kierowcy przysługuje 45-minutowa przerwa, która może być podzielona na dwie przerwy – pierwsza 15 min i druga po czterech i pół godzinach jazdy. Następnie kierowca może dalej prowadzić pojazd przez 4,5 h. Dobowy czas jazdy może być wydłużony 2 razy w tygodniu do 10 godzin.

Oznacza to, że po 9 godzinach jazdy z przerwami kierowca powinien zrobić przerwę (45 minut), po której może prowadzić pojazd jeszcze dodatkowo przez jedną godzinę. Tydzień obliczeniowy trwa od godziny 00:00 w poniedziałek do godziny 24:00 w niedzielę.

Dzienny czas odpoczynku wynosi 11 nieprzerwanych godzin w każdym okresie 24-godzinnym. Jeśli odpoczynek dzienny wypada poza miejscem zamieszkania, kierowca

może go skrócić do 9 godzin. Można tak postąpić nie więcej niż trzykrotnie w okresie pomiędzy dwoma tygodniowymi czasami odpoczynku. Przepisy Rozporządzenia 516/2006 nie wymuszają rekompensowania skróconych dziennych czasów odpoczynku. Konwencja AETR wymusza jednak ich zrekompensowanie do końca przyszłego tygodnia.

Aktualne przepisy nie wymuszają rekompensowania skróconych dziennych odpoczynków. Jeśli czas dziennego odpoczynku jest przerywany, to pierwsza część musi trwać nieprzerwanie co najmniej 3 godziny, a druga co najmniej 9 godzin. A więc w przypadku przerywanego odpoczynku jego łączny czas wydłuża się do 12 godzin.

Tygodniowy czas jazdy może maksymalnie wynosić 4 razy 9 godzin plus 2 razy po 10 godzin, razem wynosi to 56 godzin. W ciągu kolejnych dwóch tygodni łączny czas prowadzenia pojazdu nie może przekroczyć 90 godzin. Jeśli w pierwszym tygodniu kierowca przepracuje za kierownicą 56 godzin, to w drugim tygodniu może prowadzić jazdę jedynie przez 34 godziny.

W ciągu dwóch kolejnych tygodni pracy, kierowca powinien wykorzystać dwa tygodniowe okresy odpoczynku w wymiarze 45 godzin każdy. Dopuszczalne jest wykorzystanie jednego okresu normalnego 45 godzin i drugiego skróconego do minimum 24 godzin, przy czym niewykorzystane godziny w okresie skróconym powinny być wykorzystane do końca trzeciego tygodnia. Nastąpi wówczas kumulacja odpoczynku normalnego (45 godzin) oraz niewykorzystanych (21 godzin) za okres skróconego tygodniowego odpoczynku.

Zgodnie z Rozporządzeniem WE 561/2006 pod warunkiem, że nie zagraża to bezpieczeństwu ruchu drogowego oraz umożliwi osiągnięcie przez pojazd odpowiedniego miejsca postoju, kierowca może odstąpić od przepisów w niezbędnym zakresie dla zapewnienia bezpieczeństwa osób, pojazdu lub ładunku. Powody tego odstąpienia kierowca podaje w formie pisemnej na wykresówce najpóźniej po przybyciu do miejsca pozwalającego na postój.

Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o czasie pracy kierowców reguluje całokształt stosunków pracy oraz należnych wynagrodzeń. Wyraźnie akcentuje co wchodzi w skład czasu pracy. Wyróżnia czas jazdy, czas innych czynności oraz czas dyżuru (czas oczekiwania na pracę).

Dzienny czas pracy powinien wynosić 8 godzin/dobę przy 40 godzinnym tygodniu roboczym. Zakłada się przy tym, że tydzień liczy 5 dni roboczych. W szczególnie uzasadnionych przypadkach dopuszcza się wydłużenie czasu pracy kierowcy do 10 godzin

na dobę, a kierowcy zatrudnieni w ramach zrównoważonego czasu pracy mogą pracować nawet do 12 godzin na dobę. System zrównoważonego czasu pracy - to system, w którym w poszczególnych dniach kierowca pracuje w wydłużonym czasie pracy w zamian za to w innych dniach ma skrócony czas pracy lub dni wolne. Okres rozliczeniowy nie może być dłuższy niż 1 miesiąc, w szczególnych przypadkach 3 miesiące. Przy pracach sezonowych rozliczenie zrównoważonego czasu pracy nie może przekroczyć 4 miesięcy.

Rozkłady czasu pracy kierowców są układane (planowane) na okres nie krótszy niż 2 tygodnie. Jeśli praca jest wykonywana w porze nocnej przez co najmniej 4 godziny, czas pracy kierowcy nie może przekraczać 10 godz. na dobę.

Do czasu pracy wlicza się 15-minutową przerwę, którą pracodawca powinien wprowadzić jeśli czas pracy wynosi co najmniej 6 godzin. Jeśli dobowy czas pracy przekracza 6 godzin, kierowcy przysługuje odpoczynek minimum 30 min. Jeśli czas pracy przekracza 9 godzin, kierowcy przysługuje odpoczynek min. 45 min. Przerwy te mogą być podzielone na odcinki nie krótsze niż 15-minutowe i częściowo wykorzystane wcześniej. Przerwy te ulegają skróceniu o przerwę w pracy 15 min, którą pracodawca jest zobowiązany wprowadzić gdy dobowy czas pracy wynosi co najmniej 6 godzin.

Kierowcy przysługuje dobowy czas odpoczynku co najmniej 11 godzin.

Tygodniowy czas pracy kierowcy nie może przekraczać łącznie z godzinami nadliczbowymi 48 godzin tygodniowo w 4-miesięcznym okresie rozliczeniowym. Tygodniowy czas pracy kierowcy może być przedłużony do 60 godzin, jeśli uśredniony czas pracy w okresie rozliczeniowym 4 miesięcy nie przekroczy 48 godzin tygodniowo.

Wymiar czasu pracy obowiązuje również kierowcę, który jest zatrudniony u więcej niż jednego pracodawcy. Liczba godzin nadliczbowych w roku kalendarzowym nie może przekraczać 260 godzin.

W każdym tygodniu kierowcy przysługuje 35 godzinny nieprzerwany odpoczynek. Odpoczynek ten obejmuje również dobowy czas odpoczynku po zakończeniu pracy w ostatnim dniu tygodnia. W przypadku pracy zmianowej w sytuacji działań dla ochrony życia lub zdrowia ludzkiego oraz mienia albo awarii tygodniowy czas odpoczynku może być skrócony do 24 godzin.

### 3. ASPEKTY EKONOMICZNE FUNKCJONOWANIA FIRMY TRANSPORTOWEJ

Z obserwacji działalności firm transportowych wynika, że jednym z podstawowych czynników zapewniających sukces ekonomiczny firmy jest posiadanie umów o stałej współpracy. Umowa o stałej współpracy jest gwarantem całorocznej pracy dla przedsiębiorstwa transportowego, ciągłości usług i jak najmniejszej ich sezonowości.

W relacjach firm transportowych z firmami zlecającymi przewozy występuje pojęcie wartości dodanej. Jest to podniesienie wartości przewożonych produktów poprzez: włączenie się przewoźnika do procesów końcowych produkcji, np. montaż gotowych produktów, kompletacja zestawów według zamówień, pakowanie gotowych wyrobów przy produktach masowych, ważenie. Może to być reklama gotowych wyrobów na zabudowach samochodów, prowadzenie serwisu posprzedażnego wyrobów gotowych, które dystrybuuje przewoźnik itp. Są to niezbędne procesy, czynności, które podnoszą wartość produktu lub zwiększają popyt. Te procesy, czynności dodatkowe, które są niezbędne, tworzą wartość dodaną, za którą producent powinien zapłacić przewoźnikowi. W ten sposób przewoźnik zarabia nie tylko na pracy przewozowej, ale również zarabia na wartości dodanej, za którą powinien mieć zapłacone.

Umowy o stałej współpracy są korzystne dla obu stron, zarówno dla klienta (pewny i szybki transport 365 dni w roku) jak i dla firmy transportowej - całoroczna i stała współpraca. Posiadanie stałych tras i zleceniodawców umożliwia oparcie się na solidnych podstawach do rozbudowania zasięgu oraz ilości tras.

Kolejnym ważnym elementem zapewniającym ciągłość pracy dla przedsiębiorstwa transportowego jest giełda transportowa. Jest to platforma internetowa (komunikator), która pozwala na zawieranie transakcji oraz wymianę informacji pomiędzy firmami (specjalne, przedsiębiorstwa produkcyjne, przewoźnicy) dotyczących wolnych ładunków oraz wolnych pojazdów. Giełda towarowo-przewozowa stanowi istotne wsparcie i uzupełnienie dla codziennej pracy dyspozytora.

Praca z giełdą transportową polega na *pozbyciu się* transportów, które wymagają specjalnego taboru, którego firma nie posiada, transportów nieopłacalnych, transportów nisko opłacalnych, transportów, które wymagają specjalnych uprawnień, których firma może nie posiadać (np. specjalne transporty ADR). W praktyce jest również tak, że dyspozytor postawiony przed faktem braku adekwatnego pojazdu na dane zlecenie, szuka jeszcze innych rozwiązań wśród firm, z którymi firma transportowa współpracuje sporadycznie. Giełda wykorzystywana jest jako ostateczna możliwość. Giełda towarowo- przewozowa

poza swoimi plusami posiada również aspekty ujemne. Ze względu na ogólną dostępność dla wszystkich użytkowników (po opłaceniu abonamentu) giełdy są przepelnione różnymi firmami i przewoźnikami, które nie zawsze spełniają standardy, które reprezentuje przedsiębiorstwo.

W związku z powyższym należy dokładnie upewnić się, że osoba podejmująca się ładunku dokładnie zrozumiała treść zlecenia i jest w stanie się wywiązać z podjętego zlecenia.

W razie gdyby jednak podwykonawca nie wywiązał się z zawartej umowy, istnieją kary, które pozwalają obciążyć przewoźnika. Kary wynikają z wagi przewinienia i zazwyczaj są zawarte jako zapisy na zleceniu transportowym, są to kary finansowe- procentowe (od frachtu) lub kwotowe.

#### 4. ZARZĄDZANIE OPERACYJNE FLOTĄ POJAZDÓW DROGOWYCH ZE STANOWISKA DYSPOZYTORA RUCHU

##### 4.1. WYBRANE WSKAŹNIKI OCENY PROCESU EKSPLOATACJI POJAZDU.

Wymiernym efektem dobrego zarządzania firmą transportową są osiągnięte przez nią odpowiednie wskaźniki mierzące efektywność procesu eksploatacji pojazdów [5]. Do podstawowych wskaźników oceniających proces eksploatacji pojazdu należą: wskaźnik użytkowania i wskaźnik obsługiwanie.

Wskaźnik dotyczący udziału stanu użytkowania nazywany jest **współczynnikiem gotowości pojazdu**. Gotowość pojazdu, jak i całej floty pojazdów którą posiada firma, można obliczyć za pomocą poniższego wzoru:

$$k_{gp}(t) = \frac{T_u(t)}{T_u(t) + T_o(t)}$$

gdzie:

$k_{gp}(t)$  – współczynnik gotowości pojazdu

$T_u(t)$  – czas przebywania pojazdu w systemie użytkowania

$T_o(t)$  – czas przebywania pojazdu w systemie obsługiwanie

Natomiast gotowość floty pojazdów można wyrazić poprzez zależność:

$$k_{gf}(t) = \frac{\sum T_u(t)}{\sum [T_u(t) + T_o(t)]}$$

Jest to iloraz czasu przebywania pojazdu/floty pojazdów w systemie użytkowania w stosunku do sumy czasu przebywania pojazdu/floty pojazdów w systemie obsługiwaniania i użytkowania. Wielkość tego współczynnika powinna być jak największa, tzn. powinna zbliżać się jak najbardziej do jedności. Czas przebywania pojazdu w systemie użytkowania powinien być zatem jak największy w porównaniu do czasu przebywania pojazdu w systemie obsługiwaniania, który z kolei im mniejszą ma wartość, tym lepiej.

Jeśli  $T_o(t)$ , czyli czas przebywania pojazdu w systemie obsługiwaniania dąży do zera, wówczas  $k_{gp}(t)$  osiąga maksymalną wartość. W praktyce jest to możliwe jeśli firma stosuje właściwą strategię obsługi profilaktycznych. Zasadą może być, że to kierowca zobowiązany jest do regularnej kontroli stanu technicznego pojazdu w zakresie swoich kompetencji i zgłaszania odpowiednio wcześniej niepokojące sygnały o stanie pojazdu Dyspozytorowi a także regularne serwisowanie (monitoring książki serwisowej pojazdu), przestrzeganie terminów przeglądów.

Badanie wartości tego wskaźnika w określonym przedziale czasowym ma sens i stanowi bardzo dobry parametr diagnostyczny mierzący efektywność pojazdu i całej floty. Ważny przy tym jest dobry przepływ informacji pomiędzy kierowcami i dyspozytorem, który jest odpowiedzialny za poprawne odebranie zgłoszenia o stanie pojazdu i szybkie skierowanie problemu do serwisu.

Do oceny i porównania jakości eksploatacji pojazdów posłużyć mogą inne wskaźniki. Należą do nich m.in.[5]:

Wskaźnik wykorzystania czasu pracy:

$$k_{p20}(t) = \frac{T_{u20}(t)}{T_p(t)}$$

gdzie:

$T_{u20}(t)$  - czas w stanie jazdy

$T_p(t)$  - czas w stanie pracy

Czas w stanie jazdy jest to suma czasu w stanie jazdy jałowej (bez ładunku) oraz czasu w stanie jazdy z ładunkiem.

$$T_{u20}(t) = T_{u21}(t) + T_{u22}(t)$$

gdzie:

$T_{u21}(t)$  - czas w stanie jazdy bez ładunku

$T_{u22}(t)$  - czas w stanie jazdy z ładunkiem

Czas w stanie pracy jest to suma czasu w stanie postoju przy załadunku lub wyładunku, czasu w stanie jazdy jałowej oraz czasu w stanie jazdy z ładunkiem:

$$T_p(t) = T_{u12}(t) + T_{u21}(t) + T_{u22}(t)$$

gdzie:

Tu12(t) – czas w stanie postoju przy załadunku lub wyładunku

Tu21(t) – czas w stanie jazdy jałowej (bez ładunku)

Tu22(t) – czas w stanie jazdy z ładunkiem

Maksymalna wartość tego wskaźnika zbliża się do 1, przy dążącym do zera Tu12(t) (czas w stanie postoju przy załadunku lub wyładunku). Jak wiemy w praktyce jest to niemożliwe, zatem skracanie tego czasu w firmie jest możliwe przy zachowywaniu pewnych, z góry ustalonych standardów. I tak np.: 1 godzina na załadunek i na rozładunek, ½godziny – przeladunek.

Czas w stanie postoju przy załadunku lub wyładunku – dyspozytor mając doświadczenie ze współpracy z pewnymi firmami załadowującymi lub rozładowującymi transportowane przez firmę towary, jest w stanie podczas planowania tras uwzględnić czas oczekiwania auta na załadunek w określonej firmie. Jeśli jest on trudny do przewidzenia, należy ostrożnie podchodzić do planowania kolejnych doładunków, ponieważ może mieć to znaczący wpływ na dotrzymanie punktualności wykonywanych przez firmę zleceń.

Czas w stanie jazdy bez ładunku jest to ilość kilometrów, które samochód przemierza *na pusto*, tzn. bez ładunku. Dyspozytor planując auto pod wybrany ładunek powinien mieć na względzie odległość, w jakiej znajduje się samochód od danego ładunku, auto powinno znajdować się jak najbliżej załadunku ze względu na czas pracy kierowcy, który może podczas dobowej pracy przejechać tylko określoną ilość kilometrów;

Czas w stanie jazdy z ładunkiem powinien być jak najdłuższy w porównaniu do czasu jazdy bez ładunku; dyspozytor powinien, jak już wcześniej zostało wspomniane, znaleźć najbliżej znajdujące się auto pod dany ładunek;

**Wskaźnik wykorzystania czasu pracy** definiuje jakość organizacji czasu pracy kierowcy przez dyspozytora od momentu, w którym zaczyna on dobowy czas pracy, bo to od dyspozytora zależy jak efektywnie zostanie on wykorzystany, tzn. jak najwięcej możliwej do zaplanowania pracy jest w stanie kierowca wykonać biorąc pod uwagę dostępne zlecenia.

Wskaźnik wykorzystania czasu pracy definiuje efektywność zaplanowania czasu pracy kierowcy od momentu rozpoczęcia jazdy. Czas powinien zostać tak zadysponowany, aby zmniejszyć ilość kilometrów jałowych, a maksymalizować kilometry ładowne. Dyspozytor powinien umożliwić i usprawnić planowanie transportów tak, aby pojazd *pracował* większość czasu pracy załadowany. Mierzalnym efektem pracy dyspozytora jest suma ilości przejechanych ładownych kilometrów w określonym przedziale czasu przez danego kierowcę.

Poprzez ten wskaźnik możemy ocenić pracę dyspozytora w firmie, ale w zależności od obszaru działania. Jest to jednak metoda wielce niedoskonała, dobra wtedy, gdy porównujemy podobne trasy, w podobnym obszarze (np. rejon dolnośląski). Niewłaściwa, gdy stosujemy ją do oceny pracy dyspozytorów działających w różnych rejonach (np. Dolny Śląsk i Suwalszczyzna). Rejony te znacznie różnią się pod względem rozbudowy infrastruktury (np. dostępność przewoźników i ładunków) i dyspozytor ma niewielki wpływ na elementy składowe tego wzoru.

Wskaźnik wykorzystania pojazdu w stanie ładownym:

$$k_{pl}(t) = \frac{S_l}{S_{pr} + S_l}$$

gdzie:

$S_l$  - droga przebyta przez pojazd z ładunkiem [km]

$S_{pr}$  - droga przebyta przez pojazd w stanie próżnym [km]

Wskaźnik pusto przebiegów:

$$k_{pp}(t) = \frac{S_{pr}}{S_{pr} + S_l}$$

gdzie:

$S_l$  - droga przebyta przez pojazd z ładunkiem [km]

$S_{pr}$  - droga przebyta przez pojazd w stanie próżnym [km]

Wykorzystanie pojazdu w stanie ładownym jest to stosunek drogi przebytej przez pojazd z ładunkiem, do całkowitej przebytej drogi, tzn. w stanie próżnym oraz w stanie jazdy z ładunkiem. Podobnie oblicza się wskaźnik pusto przebiegów, który wyraża się po-

przez stosunek drogi przebytej przez pojazd w stanie próżnym, do sumy drogi pokonanej przez auto w stanie z ładunkiem i w stanie bez ładunku.

Naturalnie, żeby firma nie była stratna, ważne jest, aby pracę aut organizować w taki sposób, żeby pokonywały one jak najmniej kilometrów w stanie próżnym, a jak najwięcej kilometrów w stanie ładownym. Nie zawsze jednak jest to możliwe do osiągnięcia. Czasami auto rozładuje się w miejscu w którym dostępność ładunków powrotnych nie jest zbyt duża. W takim przypadku, żeby ograniczyć czas postoju auta i oczekiwania na ładunek należy pójść na kompromis i przyjąć zlecenie poniżej kosztów – czy to z większą ilością kilometrów, które auto miałoby pokonać na pusto podczas podjazdu pod załadunek, czy też z ładunkiem, który jest mały i zmieściłby się na mniejsze auto, a stawka za transport nie pokrywa w pełni kosztów eksploatacyjnych.

Wskaźnik wykorzystania ładowności:

$$k_Q(t) = \frac{Q_L^m(t)}{Q_p^m * L(t)}$$

gdzie:

$Q_p^m(t)$  – nominalna ładowność pojazdów

$Q_L^m(t)$  – praca przewozowa

$L(t)$  – łączna długość drogi z ładunkiem

$$Q_L^m(t) = \sum Q_i^m * L_i(t)$$

gdzie:  $Q_i^m$  - masa ładunku

Wskaźnik wykorzystania ładowności jest to iloraz pracy przewozowej w stosunku do iloczynu nominalnej ładowności pojazdów oraz łącznej długości drogi przebytej z ładunkiem.

Wykorzystanie ładowności powinno być jak największe biorąc pod uwagę nominalną ładowność pojazdów, oczywiście bez jej przekraczania, podczas planowania zleceń na dane auto.

Wskaźnik wykorzystania kubatury przestrzeni ładunkowej:

$$k_V(t) = \frac{V_{Rz} * L(t)}{V_{nom} * L(t)}$$

gdzie:

$V$  – praca przewozowa objętościowa [ $m^3 \text{ km}$ ]

Wskaźnik wykorzystania kubatury przestrzeni ładunkowej jest to wskaźnik, który określa w jakim stopniu przestrzeń ładunkowa auta została zapełniona towarem.

Jest to stosunek rzeczywistej pracy przewozowej objętościowej podanej w metrach sześciennych do nominalnej wartości pracy przewozowej objętościowej.

Poziom wskaźnika wykorzystania ładowności i kubatury przestrzeni ładunkowej – definiują pracę dyspozytora, czy przydzieli On odpowiednie wielkościowo auto pod dany ładunek, czy faktycznie pod dany ładunek jest potrzebne auto ciężarowe, czy też wystarczy auto o DMC do 3,5 t., które jest w stanie dostarczyć towar szybciej do klienta; stawka, którą płaci klient za usługę jest uzależniona od wielkości przesyłki a także im większe auto, tym większe są koszty eksploatacyjne, koszty użytkowania pojazdu. Jeśli dyspozytor jest w stanie właściwie zagospodarować przestrzeń ładunkową zajmowaną przez towar, jest on w stanie zaplanować dalsze ewentualne doładunki z większą precyzją, a tym samym jak najefektywniej wykorzystać dostępną w aucie przestrzeń ładunkową.

Wskaźnik ten definiuje efektywność zaplanowania odpowiedniej masy ładunku na dany pojazd. Planowanie ładunku z punktu widzenia jego masy jest nierozłączne z planowaniem przestrzeni ładunek. Badanie wartości wskaźników dla danego pojazdu ma sens i stanowi dobry parametr diagnostyczny mierzący efektywność planowania ładunków przez dyspozytora. Dyspozytor jest odpowiedzialny za właściwe zadysponowanie towarów biorąc pod uwagę DMC pojazdu oraz wymiary ładunku.

Czasami dyspozytor jest zmuszony wykonać zlecenie poniżej kosztów, żeby auto nie stało długo niewykorzystane i mogło znaleźć się w obszarze bardziej „obfitym” w ładunki. W takim przypadku to nie poziom wykorzystania ładowności i kubatury przestrzeni ładunkowej definiuje pracę dyspozytora, lecz podjęta decyzja, której skutkiem mogą być większe możliwości załadunku auta, po przemieszczeniu go w inny obszar, a co za tym idzie, osiąganie przez firmę zysku. Za ich pomocą możemy ocenić jej efektywność, wykorzystanie aut, możemy ocenić na przestrzeni czasu czy dyspozytor właściwie zarządza autami oraz czasami pracy kierowców biorąc pod uwagę obowiązujące przepisy.

Pracę dyspozytora można generalnie ocenić na podstawie zysku, jaki wypracowują samochody przez niego zarządzane. Zysk to różnica pomiędzy zarobkami a kosztami. Można też posługiwać się innym wskaźnikiem szeroko stosowanym w ekonomii: produktywnością.

Produktywność jest to stosunek zysku do nakładów. Oczywiście nie oznacza to, że opisane powyżej wskaźniki nie są istotne, są jak najbardziej, jeśli one będą stosowane to w ostatecznym rachunku również zysk będzie maksymalny.

Poprzez obserwację i analizę powyższych wskaźników można dążyć do ich zwiększenia, a tym samym poprawienia sprawności zarządzania flotą.

Kierowca również bierze większy lub mniejszy udział w kształtowaniu się poziomu tych wskaźników. Znaczny wpływ ma na kształtowanie się współczynnika gotowości pojazdu, aktywnie współuczestniczy w procesie kontrolowania stanu technicznego pojazdów. Niewielki wpływ ma kierowca na poziom wskaźnika wykorzystania czasu pracy, ponieważ nie bierze udziału w planowaniu swojej trasy.

Trzeci z omawianych wskaźników, tak jak i pierwszy, wyraźnie rzutuje na obowiązkowość kierowcy, ponieważ kierowca z definicji jest zobowiązany do dopilnowania właściwego obciążenia pojazdu, którym kieruje.

Oczywiście powyższe wskaźniki dotyczą każdego transportu, są one podstawą funkcjonowania każdego przedsiębiorstwa spedycyjno-transportowego. Tak np. firma, która przewozi ładunki na dużych ciężarówkach odnosi się przede wszystkim do kryterium ładowności, kubatury i długości trasy.

## 5. PODSUMOWANIE

Celem niniejszej pracy była próba analizy zarządzania flotą pojazdów drogowych z pozycji dyspozytora ruchu. Cel ten autor starał się zrealizować dokonując odpowiedniego przeglądu literatury, prezentując krótko najważniejsze akty prawne, wybrane wskaźniki mierzące efektywność procesu eksploatacji pojazdów oraz analizując sposób pracy dyspozytora w firmie transportowej.

Istnieje szeroki rynek różnych firm, które specjalizują się w różnych przesyłkach, lecz autor dochodzi do wniosku, że nie ma w zasadzie znaczenia jaka to firma, zasady zarządzania mają charakter uniwersalny i są słuszne w odniesieniu do każdej firmy transportowej.

W odczuciu autora, najważniejsze sprawy, na które należy zwracać uwagę przy zarządzaniu firmą transportową można ująć w następujących punktach:

- zarządzanie flotą pojazdów drogowych z pozycji dyspozytora ruchu jest istotnym elementem funkcjonowania firmy, decyduje o wykorzystaniu zasobów, jakie są do dyspozycji i ich efektywności,
- praca dyspozytora wymaga odpowiednich narzędzi wspomagających,
- ważnym elementem w strategii zarządzania operacyjnego flotą jest ciągły powrót do analiz zakończonych zadań transportowych dla optymalizacji tras i czasu pracy

- kierowców, minimalizacji kosztów i tworzenia nowych instrukcji dotyczących rozwiązywania ewentualnych problemów,
- efektywne zarządzanie nie jest możliwe bez analizy wartości wskaźników oceny procesu eksploatacji pojazdu i całej floty, za ich pomocą można opisać i zmierzyć efekty pracy dyspozytora w firmie z uwagi na to, że od jego wiedzy i doświadczenia w ten czy inny sposób, zależy ich wartość,
  - można powiedzieć, że dyspozytor ma bezpośredni wpływ na zyski lub straty firmy, poprzez osiągnięte zyski lub straty na zleceniach, które realizuje. Decyduje o tym sposób, w jaki zarządza eksploatacją pojazdów stosując właściwe strategie obsługi profilaktycznych, jak planuje trasy oraz czy właściwie kontroluje czas pracy kierowców,
  - istotnym elementem zarządzania flotą jest dobra komunikacja pomiędzy dyspozytorem i kierowcą (szczególnie w sytuacjach kryzysowych),
  - do kompetencji kierowcy należeć powinna regularna kontrola stanu technicznego pojazdu i zgłaszanie odpowiednio wcześniej niepokojących sygnałów dyspozytorowi,
  - warto inwestować w szkolenia i kursy dla pracowników (zarówno biurowych jak i kierowców),
  - wymierne efekty przynosi wdrażanie systemu zarządzania przedsiębiorstwem ISO 9000, a w nim dokument pt. „Misja firmy”, „Strategie rozwoju”, itd. Te dokumenty wytyczają cele i zadania, kierunki rozwoju, scenariusze dojścia do wyznaczonych celów.

#### LITERATURA

- [1].Barch, 2013, s. 98–106.
- [2].Piernikarski Dariusz, Politechnika Lubelska, Instytut Transportu, Silników Spalinowych i Ekologii, czasopismo Logistyka 3/2014
- [3].Romanow P., Zarządzanie transportem przedsiębiorstw przemysłowych, WSL. Poznań 2003, s.74
- [4].Twaróg J., Mierniki i wskaźniki logistyczne, Wyd. Biblioteka Logistyka, Poznań, 2003
- [5].Zajac P.(red.), Logistyczne zarządzanie flotą pojazdów drogowych 2003

**FLEET MANAGEMENT POSITION WITH TRANSPORT  
MANAGER. METHOD OF OPERATING.**

**Keywords:** fleet management, dispatcher traffic, legal conditions of transport

ABSTRACT

The aim of the study is to present the operational methods of management of the fleet of road vehicles by the traffic coordinator in the transport company. Management process is a complex operation, which aim is to use the fleet of the vehicles smoothly and without loss.

The measure of it's usage can be defined by the rates of the efficiency of use the driver's working time, use of the carrying capacity and volume of vehicles and also earned profit. A huge influence on the value of these rates has work and experience of the dispatcher. This study presents these issues against a background of the legal conditions of transport functioning and also proposes the measures of efficiency of dispatcher's work.

Anna Szymczak\*

[https://doi.org/10.37190/JoT2016\\_09](https://doi.org/10.37190/JoT2016_09)

## WYKORZYSTYWANIE PROGRAMÓW PARTNERSKICH W KREOWANIU LOJALNOŚCI KLIENTÓW LINII LOTNICZYCH

**Słowa kluczowe:** marketing lojalnościowy, programy partnerskie, linie lotnicze

### STRESZCZENIE

Niniejszy artykuł stanowi omówienie programów lojalnościowych z perspektywy klienta linii lotniczych. Owe programy są elementem marketingu lojalnościowego, na które przeznaczane są zasoby finansowe przedsiębiorstwa. Głównym celem programów jest utrzymanie najwartościowszych klientów z perspektywy zarządzania strategicznego. Innym celem jest również budowanie trwałego przywiązania do marki lub produktów/usług. W pracy omówione zostaną dwa programy lojalnościowe: największy na świecie – *AAdvantage* oraz największy w Europie – *Miles&More* oraz porównane inne programy partnerskie.

### 1. WSTĘP

Linie lotnicze oferują swoim pasażerom programy partnerskie (ang. *Frequent-flyer program* – FFP) pozwalające gromadzić mile za odbyte podróże. Ich głównym celem jest nawiązanie i budowanie trwałej więzi między pasażerem a linią lotniczą. Linie lotnicze koncentrują się także na pozyskiwaniu nowych podróżnych przy jednoczesnym utrzymaniu dotychczasowych klientów. Założeniem programu jest premiowanie zachowań pożądaných przez linię lotniczą [1]. Można zauważyć również penetrację grupy docelowej oraz proponowanie oferty *cross-sellingowej* przez współpracujące z przewoźnikiem firmy. Ważnym elementem w budowaniu i zarządzaniu programami lojalnościowymi są przewidywanie *zachowania klienta* [2], które definiowane jest wg Engela, Blachwella i Miniranda jako: *wszystkie działania związane z pozyskiwaniem, używaniem*

\* Wydział Zarządzania, Uniwersytet Łódzki

*i dysponowaniem produktami i usługami, wraz z decyzjami je poprzedzającymi i warunkującymi.* Determinantami postępowania klienta są czynniki wewnętrzne, takie jak: emocje, motywacje, potrzeby, postrzeganie, postawy, osobowość. Do czynników zewnętrznych należą: czynniki ekonomiczne, dostępność i jakość informacji, czynniki personalne, czynniki społeczno-kulturowe [3]. Warto zauważyć, że poziom znaczenia lojalności zależy również od specyfiki branży, firmy oraz jej klientów [4].

J. Altkorn i T. Kramer formułują lojalność wobec marki (ang. *Brand loyalty*) jako *skłonność konsumentów do stałego nabywania produktów danej marki, dzięki czemu firma może uzyskać istotne korzyści. Postawa taka może wynikać z przekonania o zasadności zakupu danej marki, przyzwyczajenia lub traktowania marki jako wyróżnika pozycji społecznej* [5].

Zgodnie z założeniami funkcjonowania programów lojalnościowych, I. Demblińska-Cyran, J. Holub-Iwan, J. Perenc sformułowały piramidę lojalności [6]. Obrazuje ona rodzaj i typ więzi zachodzącej pomiędzy konsumentem a przedsiębiorstwem. Najcenniejsza, ze względów marketingowych, jest więź pomiędzy nabywcą a dostawcą – jak wykazują partnerzy, wskazać tutaj można na obopólną korzyść. Zwolennicy promują przedsiębiorstwo innym klientom. Stali klienci charakteryzują się regularnością zakupów oraz przywiązaniem do marki. Jednorazowi kupujący nazywani są okazjonalnymi klientami. Konsument doceniający firmę, ale nie dokonujący żadnych zakupów, nazywani są potencjalnymi klientami. Mianem potencjalnych nabywców określa się nabywców nie posiadających wiedzy na temat produktów ani firmy.

Inny model w 2009 roku zaprezentował McKinsey, nazywając go *pętlą lojalności*. Wykazuje ona zależność pomiędzy pozytywnymi doświadczeniami pozakupowymi a kolejnymi transakcjami prowadzącymi do zakupu i lojalności [7].

Kolejnym celem programów lojalnościowych jest poznanie preferencji i upodobań klienta. Uzyskana wiedza pozwoli na przygotowanie spersonalizowanej oferty dla konsumenta. Innym istotnym elementem jest budowa zaufania pasażerów wobec linii lotniczej i nakłonienie ich do stosowania marketingu szeptanego, zachwalającego oferowane produkty. Zgromadzone punkty uczestnicy programu mogą wymienić na darmowe przelety, pobyty w hotelach lub na nagrody rzeczowe. Warto nadmienić, że punkty przysługują osobie, która odbyła lot, a nie za niego zapłaciła. Zatem można jasno wskazać, że głównym użytkownikiem programów partnerskich linii lotniczych są pasażerowie odbywający podróże służbowe. Zgodnie z badaniami przeprowadzonymi przez P. Fiska,

faktyczny poziom oszczędności dla uczestnika z racji uczestnictwa w programie oscyluje w granicach 1-2 procent [8].



**Rys. 1:** Piramida lojalności

Źródło: I. Demblińska-Cyran, J. Holub-Iwan, J. Perenc, *Zarządzanie relacjami, Difin, Warszawa 2004, s.29-30*

## 2. CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH PROGRAMÓW LOJALNOŚCIOWYCH LINII LOTNICZYCH

Pierwszym przewoźnikiem lotniczym, który wprowadził program partnerski był *Texas International Airlines* [9]. Ze względu na fakt, że niemal każdy przewoźnik tradycyjny posiada program do kolekcjonowania mil, najaktywniejszym narodem są Amerykanie. Obecnie zarejestrowanych jest już około 125 milionów pasażerów z tego kraju [9]. Liderem pod względem uczestników programu jest powstała w 1981 [10], *AAdvantage (American Airlines)*. Po wchłonięciu US Airways przez American Airlines nastąpiło wchłonięcie programu *Dividend Miles* przez *AAdvantage* [11]. W chwili obecnej przewoźnik oferuje 1000 miejsc, w którym można kolekcjonować mile między innymi za: przeloty, pobyty w hotelach, wypożyczenia samochodów, korzystanie z karty kredytowej wydanej przez bank współpracujący z linią lotniczą.

Program lojalnościowy *AAdvantage* oferuje cztery poziomy członkostwa: podstawowy, złoty, platynowy i *Executive Platinum*. Po rejestracji każdy podróżny otrzymuje status podstawowy, a uzyskanie kolejnego możliwe jest za odbycie 30 segmentów podróży i uzbieraniu 25 000 mil. Podróżny, aby otrzymać platynową kartę, musi odbyć podróż 60 razy przy jednoczesnym zgromadzeniu 50 000 mil. Najwyższy

status członkowski *Excutive Platinum* przysługuje za 120 przelotów i zebraniu 100 000 mil. Do podstawowych korzyści płynących z posiadania innego niż podstawowy status należą: bonus milowy, specjalne stanowisko do odprawy biletowo-bagażowej oraz priorytetowa kontrola na lotniskach. Pełna lista dostępnych przywilejów dostępna jest na stronie internetowej przewoźnika.

Największym europejskim programem lojalnościowym jest *Miles&More*, powstał on w 1993 roku oferując podróżnym niemieckiego przewoźnika Lufthansa gromadzenie mil [12]. Zgodnie z danymi zamieszczonymi na oficjalnej stronie grupy kapitałowej Lufthansa, zarejestrowanych jest już ponad 25 milionów podróżnych [13]. Wśród uczestników przeważają mężczyźni, stanowią oni 61%, średni wiek wynosi natomiast 46 lat [1].

Polskie Linie Lotnicze *LOT* przystąpiły do tego programu w 2003 roku [14] oferując kolekcjonowanie mil statusowych oraz premiovych za przeloty na pokładach narodowego przewoźnika. Jako mile statusowe uznaje się tylko uzyskane za wykonanie przelotu. Milami premiovymi określa się każde inne mile zdobyte w programie. Innymi liniami lotniczymi nagradzającymi milami statusowymi w ramach programu *Miles&More* są: *Austrian Airlines Group* (2000), *Adria Airways* (2005), *Croatia Airlines* (2005), *Swiss* (2006), *Air Dolomiti* (2008), *Brussels Airlines* (2009), *Luxair* (2009).

Inni zrzeszeni przewoźnicy przyznają mile premiowe. Liczba uzyskiwanych mil statusowych i premiovych zależy od klasy rezerwacyjnej, w której bilet został zakupiony. Na rejsach krajowych i europejskich liczba mil uzależniona jest od ceny biletu i tak np. podróż w klasie ekonomicznej premiowana jest od 125 do 1250 mil, natomiast w klasie biznesowej od 1000 do 2000 mil [15]. Przy rejsach dalekiego zasięgu, w tym także pozaeuropejskich, liczba punktów zależy od odległości milowych przy zastosowaniu przelicznika odpowiedniego dla danej klasy rezerwacyjnej. Odpowiedni kalkulator dostępny jest na stronie programu lojalnościowego.

Dodatkowo w Polsce mile premiowe można zbierać wyrabiając oraz korzystając regularnie z karty kredytowej oferowanej przez mBank. Przelicznik stosowany kształtuje się następująco: w ofercie banku znajdują się dwa rodzaje karty – podstawowa oraz premium. W przypadku karty podstawowej za każde 5 złotych wydane kartą, uczestnik programu *Miles&More* otrzymuje jedną milę premiovą. Użytkownicy karty premium gromadzą jedną milę premiovą za wydane 3 złote. Warunki te ulegną pogorszeniu w 2017 roku i będą wynosić odpowiednio: 6 złotych dla karty zwykłej i 4 złote dla karty premium [16].

Program *Miles&More* oferuje 5 rodzajów członkostwa [17]: tymczasowy z papierową kartą, podstawowy z niebieską kartą, *Frequent Traveller* ze srebrną kartą, *Senator* ze złotą kartą i *HON Circle* z czarną kartą. Liczba uzyskanych mil kwalifikuje do wyższego statusu: *Frequent Traveller* – 35 000 mil, karta *Senator* – 100 000 mil, natomiast najwyższy status *HON Circle* – 600 000 mil. Statusy te przyznawane są na co najmniej dwa lata, a każdorazowe przekroczenie pułapu przedłuża członkostwo o kolejne dwa lata. Karta papierowa oraz niebieska nie oferuje żadnych przywilejów.

Zgodnie z badaniami wykonanymi w 2013 roku najpopularniejszymi korzyściami z posiadania wyższego statusu według respondentów były [1]: wstęp do saloników *Executive* (23%), priorytetowa odprawa biletowo-bagażowa (16%), zwiększony limit bagażu (16%), zniżki u partnerów (10%), priorytet na liście oczekujących (7%). Saloniki biznesowe na lotniskach oferują dla swoich gości poczęstunek, ciepłe i zimne napoje alkoholowe i bezalkoholowe, możliwość wzięcia prysznica, skorzystania z Internetu, sali konferencyjnej. Na największych lotniskach są również dedykowane salony piękności.

Podczas tych samych badań podróżni wskazali, gdzie zbierają najczęściej mile. Najwięcej respondentów, 44 procent, wskazało na przeloty. Z możliwości transferowania punktów z innych programów partnerskich wskazało 12 % badanych. O jeden punkt procentowy mniej wszystkich odpowiedzi padło na uzyskiwanie mil w promocjach przewoźnika za przelot na wybranych destynacjach. Najczęstszym sposobem wydawania mil jest przelot, wskazało go 82 % badanych, 14 % ankietowanych wykorzystuje je na pobytach w hotelach. Tylko 4 % badanych zgromadzone mile wymienia na zakupy online u partnerów biznesowych.

Sojusze linii lotniczych proponują zbieranie mil wymiennie w innych programach przewoźników będących członkami tej organizacji. Warto nadmienić, że możliwy jest również transfer statusu do innego programu, jednak możliwe jest to od poziomu złotego. Linie lotnicze dążą do pozyskania najbardziej dochodowego klienta, a za takiego uważa się podróżnego odbywającego podróż dalekiego zasięgu w klasie pierwszej lub biznesowej.

Tab. 1. Wybrane programy lojalnościowe linii lotniczych – zestawienie

Źródło: opracowanie własne

l.p.	Nazwa programu lojalnościowego	Linie lotnicze	Rodzaje członkowska	Liczba segmentów niezbędnych do wyższego uzyskania wyższego statusu,	Zalety	Wady
1.	 <p><b>Miles &amp; More</b>              rok powstania: 1993            liczba uczestników: 25 mln            liczba partnerów: b/d</p>	Lufthansa, Austrian Airlines, PLL LOT, Adria Airways, Croatia Airlines, Swiss, Condor, Brussels Airlines,	podstawowy, FTL, Senator, HON Circle	30 segmentów lub 35 000 mil	<ul style="list-style-type: none"> <li>- największy program lojalnościowy w Europie:</li> <li>- bogata oferta partnerów,</li> <li>- regularne promocje podtrzymujące status,</li> <li>- możliwość dokupienia brakujących mil,</li> <li>- wysokie przywileje dla uczestników statusowych,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nie wszystkie przeloty premiovane są milami,</li> <li>- wysokie opłaty za podatki i opłaty lotniskowe dla biletów-nagród,</li> <li>- zbyt mała liczba darmowych upgrade'ów dla uczestników statusowych</li> </ul>
2.	 <p><b>Flying Blue</b>            rok powstania: 2005            liczba uczestników: b/d            liczba partnerów: 93</p>	Air France, KLM, Air Europa, Kenya Airways, TAROM	Ivory, Silver (Elite), Gold (Elite Plus), Platinum	20 000 mil	<ul style="list-style-type: none"> <li>- współpraca z innymi przewoźnikami pozwalająca na gromadzenie mil,</li> <li>- zwiększenie dostępność nagród w porównaniu do innych programów,</li> <li>- promocje milowe,</li> <li>- rewelacyjne nagrody i bonusy dla członków z wyższymi statusami,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tanie klasy rezerwacyjne nie pozwalają na gromadzenie mil,</li> <li>- brak możliwości bezpłatnych upgrade'ów dla uczestników z wysokim statusem,</li> </ul>
3.	 <p><b>AAAdvantage</b>            rok powstania: 1981            liczba uczestników: 69 mln            liczba partnerów: 1 000</p>	American Airlines,	standard, Gold, Platinum, Executive Platinum.	25 000 mil	<ul style="list-style-type: none"> <li>- największy program lojalnościowy na świecie,</li> <li>- bardzo duża liczba partnerów,</li> <li>- możliwość wymiany mil na bilet-nagrodę One Way,</li> <li>- planowane przyłączenie Dividend Miles w 2015 roku (zwiększenie liczby członków do 101 mln)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mile przepadają po 18 miesiącach,</li> <li>- dostępność karty kredytowej jedynie na terytorium USA,</li> </ul>
4.	 <p><b>Rapid Rewards</b>            rok powstania: 1987/1996            liczba uczestników: b/d            liczba partnerów: b/d</p>	- Southwest,	A-List, A-List Preferred, Companion Pass	35 000 mil	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prosta metoda przyznawania mil za przeloty, pobyty w hotelach i wypożyczenie auta,</li> <li>- Zgromadzone mile nie przepadają jeżeli konto jest aktywne w przeciągu 24 miesięcy,</li> <li>- Bez opłat za wymianę punktów,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ograniczona możliwość gromadzenia mil (lot do USA i Meksyku),</li> <li>- Brak możliwości dopłaty gotówką do brakujących punktów,</li> </ul>
5.	 <p><b>topbonus</b>            rok powstania: 2004            liczba uczestników: 3 mln            liczba partnerów: b/d</p>	- Air Berlin,	Topbonus Card Classic, Status Silver, Gold, Platinum	24 segmenty lub 25 000 mil	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wysoka dostępność biletów-nagród,</li> <li>- Nagrody TopDeal o obniżonej wartości punktowej,</li> <li>- Promocje milowe do 50%,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niska gratyfikacja punktowa za najtańsze przeloty,</li> <li>- Mile przepadają po trzech latach od zgromadzenia (z wyjątkiem statusu GOLD)</li> </ul>

### 3. PODSUMOWANIE

Głównym zadaniem stosowania programów lojalnościowych w liniach lotniczych jest budowanie przywiązania do marki. Przewoźnicy najbardziej cenią klienta wiernego, nagradzając jego lojalność odpowiednimi statusami, milami premiovymi lub statusowymi. Przy zebraniu odpowiedniej liczby punktów możliwa jest ich wymiana na przeloty, podwyższenie standardu podróży lub na nagrody rzeczowe. Największym programem lojalnościowym na świecie jest *AAdvantage* należący do amerykańskiego przewoźnika *American Airlines*. Pasażerowie Polskich Linii Lotniczych LOT mogą uczestniczyć w *Miles&More*, programie założonym przez niemieckie linie lotnicze Lufthansa. Warto nadmienić, że pasażerowie posiadający statusy inne niż tymczasowy lub podstawowy mogą korzystać z licznych korzyści.

Zgodnie z cytowanym w artykule badaniem najatrakcyjniejszym przywilejem jest możliwość wstępu do saloników biznesowych na lotniskach. Wynikać to może z faktu, że dla gości przewidziany jest poczęstunek. Pasażerowie mają możliwość skorzystania z dostępu do Internetu, odświeżenia lub zrelaksowania się.

### LITERATURA

- [1] Altkorn J., Kramer T., Leksykon marketingu, PWE, Warszawa 1998, s.135
- [2] Demblińska-Cyran I., Holub-Iwan J., Perenc J., *Zarządzanie relacjami*, Difin, Warszawa 2004, s.29-30
- [3] Fisk P., *Geniusz Marketingu*, Oficyna a Wolters Kluwer business, Warszawa 2009, s. 269
- [4] Kall J., *Silna marka. Istota i kreowanie*, PWE, Warszawa 2001, s. 98-100
- [5] Rudnicki L., *Zachowania klientów na rynku*, PWE, Warszawa 2000, s.14
- [6] Skowron St., Skowron Ł., *Lojalność klienta a rozwój organizacji*, Difin, Warszawa 2012, s. 37-47
- [7] Szymczak A., *Latam za mile i dla mil - czyli marketing lojalnościowy na przykładzie programów lojalnościowych linii lotniczych [w:] Biznes w Nowej Gospodarce*, red. E. Skrzypek, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2013, s. 102-112
- [8] <http://nowymarketing.pl/a/1830,marketing-afiliacyjny-w-szczecie-zakupowej>  
dostęp: 07.11.2016
- [9] <http://thetravelinsider.info/airlinemismangement/airlinederegulation2.htm>  
dostęp: 07.11.2016

- [10] [http://s21.q4cdn.com/616071541/files/doc\\_news/archive/NEW\\_aadv\\_2016\\_relese.pdf](http://s21.q4cdn.com/616071541/files/doc_news/archive/NEW_aadv_2016_relese.pdf) dostę: 07.11.2016
- [11] [http://s21.q4cdn.com/616071541/files/doc\\_downloads/CRR-Report-2016.pdf](http://s21.q4cdn.com/616071541/files/doc_downloads/CRR-Report-2016.pdf) dostę: 07.11.2016
- [12] <https://www.lufthansagroup.com/de/presse/meldungen/view/archive/2013/march/06/article/2371.html> dostę: 07.11.2016
- [13] [https://www.lufthansagroup.com/nc/de/presse/meldungen/view/archive/2014/march/12/article/2843.html?cHash=e8493bcec34a1d31d71e51cc302374b2&sword\\_list%5B0%5D=miles&sword\\_list%5B1%5D=more](https://www.lufthansagroup.com/nc/de/presse/meldungen/view/archive/2014/march/12/article/2843.html?cHash=e8493bcec34a1d31d71e51cc302374b2&sword_list%5B0%5D=miles&sword_list%5B1%5D=more) dostę: 07.11.2016
- [14] <http://corporate.lot.com/pl/pl/historia> dostę: 07.11.2016
- [15] <http://www.milesandmore.com/online/portal/mam/pl/earn/flight/offer?nodeid=2513506&l=pl&cid=1000340> dostę: 07.11.2016
- [16] <https://www.mbank.pl/informacje-dla-klienta/indywidualny/post,7420.html> dostę: 07.11.2016
- [17] <http://www.milesandmore.com/online/portal/mam/pl/program/information?nodeid=2574805&l=pl&cid=1000340> dostę: 07.11.2016

## AFFILIATE PROGRAMS IN CREATING LOYALTY WITH THE AIRLINES' CUSTOMERS

**Keywords:** Loyalty marketing, Frequent-flyer program, civil aviation, airlines

### ABSTRACT

The aim of this article is to present Frequent-flyer programs. Loyalty marketing is focussed on growing and retaining existing customers through incentives. In addition to theoretical background, examples of two programs: *AAdvantage* (American Airlines) and *Miles&More* (Lufthansa) are presented. In this essay the another programs: *Flying Blue*, *Rapid Rewards*, *topbonus* are also analyzed. The article also presents results of the authorial research, conducted as on-line survey. This study shows which benefits and effects prefer the passangers.

Anna Szymczak\*

[https://doi.org/10.37190/JoT2016\\_10](https://doi.org/10.37190/JoT2016_10)

## SOJUSZE STRATEGICZNE LINII LOTNICZYCH – CHARAKTERYSTYKA STAR ALLIANCE, SKY TEAM, ONE WORLD Z PERSPEKTYWY KLIENTA

**Słowa kluczowe:** zarządzanie strategiczne, sojusze lotnicze, linie lotnicze,

### STRESZCZENIE

Celem niniejszego artykułu jest zaprezentowanie i omówienie sojuszy strategicznych zawiązywanych przez linie lotnicze. Pierwsza część pracy poświęcona jest aspektom teoretycznym w tworzeniu sojuszy. Zaprezentowane zostaną także skutki pozytywne oraz negatywne towarzyszące zawieraniu oraz uczestnictwie w sojuszach strategicznych. W dalszej części artykułu scharakteryzowane zostaną trzy sojusze: *Star Alliance*, *SkyTeam* oraz *OneWorld*.

### 1. WSTĘP

Podróże lotnicze stały się popularnym i powszechnym środkiem transportu. W chwili obecnej statystycznie, co dwie sekundy startuje samolot pasażerski na świecie. Zgodnie z rachunkiem prawdopodobieństwa wystąpienia katastrofy lotniczej podróże lotnicze stanowią najbezpieczniejszy środek transportu. Samolot można uznać za najszybszy środek lokomocji ze względu na osiągnięte przez niego prędkości przelotowe. M. Madejski uważa, że transport lotniczy należy do najprężniej rozwijających się gałęzi transportu na świecie [1]. Transport lotniczy jest ponadto jednym z najistotniejszych czynników determinujących rozwój gospodarczy na świecie. Zgodnie z prognozą przeprowadzoną dla europejskiego producenta samolotów Airbus szacuje się, że światowy transport lotniczy w skali światowej w perspektywie długoterminowej będzie notował wzrost o około 5 procent w skali roku do 2020 r. [2].

---

\* Wydział Zarządzania Uniwersytet Łódzki

## 2. SOJUSZE LINII LOTNICZYCH

Ze względów ekonomicznych linie lotnicze zawierają sojusze lotnicze lub się do nich przyłączają. Głównym determinantem zawierania sojuszy strategicznym jest globalizacja rynków. Przewoźnicy zwiększają liczbę połączeń oraz oferowanych destynacji zawiązując i realizując umowy code-share. Pod tym terminem rozumie się przelot jednym samolotem z różnymi kodami przewoźników. Każdy współpracujący przewoźnik oferuje określoną pulę biletów w swoim systemie rezerwacyjnym. Daje to możliwość konstruowania nietypowych połączeń lotniczych dla pasażerów.

Do innych korzyści płynących ze współpracy przewoźników zalicza się oprócz dostępu do globalnej siatki połączeń lotniczych, także integrację programów lojalnościowych. Podróżni mogą transferować punkty, a także statusy członkowskie do innych programów partnerskich. Istnieją fora lotnicze, na którym użytkownicy wymieniają się opiniami oraz poradami, w którym programie przelot zapewni im więcej mil, a w którym liczbę zgromadzonych mil będzie mógł korzystać, szybciej wymienić na nagrody. Istotnym celem tworzenia sojuszy lotniczych jest gwałtowny rozwój technologiczno-informatyczny. Zawieranie sojuszu lotniczym posiada szereg skutków pozytywnych, jak i negatywnych. W tabeli poniżej wymieniono kilka.

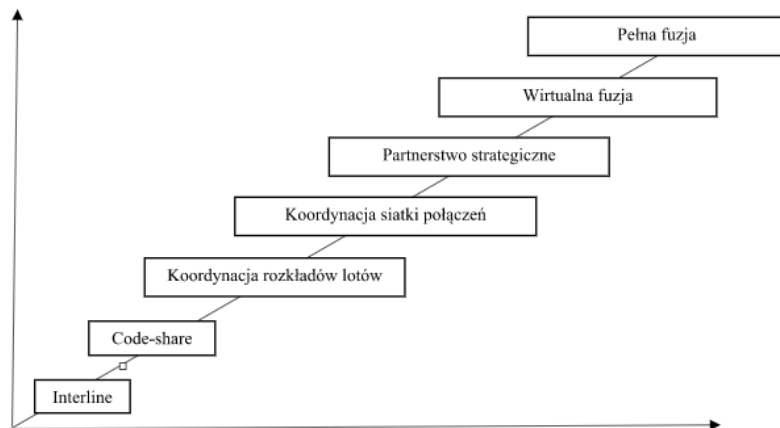
**Tab. 1.** Skutki zawierania aliansów strategicznych

*Źródło: Rymarczyk J. (red.), Międzynarodowe stosunki gospodarcze, PWE, Warszawa 2006, s.399*

Skutki pozytywne	Skutki negatywne
Znalezienie partnera wspierającego dany projekt	Udostępnienie własnej wiedzy i kompetencji, co może prowadzić do kradzieży pomysłów, przejmowania klientów, a nawet do szpiegowania
Podział kosztów i ryzyka pomiędzy aliantami	Wzrost konfliktów w przedsiębiorstwie i bałagan kompetencyjny
Dostęp do niezbędnej wiedzy i specyficznych umiejętności	Dylemat lojalności wobec firmy czy wobec aliansu
Wejście na nowe rynki	Problemy z ustaleniem długoterminowej strategii i podziałem zysku
Zachowanie pewnego stopnia odwracalności decyzji strategicznych	Możliwe zagrożenia dla zmieniający się interesów partnerów

Iatrou wyróżnił siedem poziomów integracji w aliansach lotniczych [3]. Proces ten rozpoczyna się od *Interlinie*, aby następnie nawiązać współpracę w ramach *Code-share*. Kolejnym etapem jest koordynacja rozkładów lotów i połączeń. Następnie nawią-

zane zostaje partnerstwo strategiczne, po którym następuje wirtualna fuzja prowadząca do pełnej fuzji.



**Rys. 1.** Poziomy integracji w aliansach lotniczych

Źródło: K.Iatrou, M.Oretti – *Airline Choice for the Future – From Alliances to Mergers* Ashgate, Aldershot, 2007

### 3. SEKTOR LOTNICZY NA ŚWIECIE

Największym i najbardziej dojrzałym rynkiem lotniczym świata jest Ameryka Północna [4]. Ze względu na liczne odległości pomiędzy miastami Stany Zjednoczone posiadają rozwiniętą na szeroką skalę rynek przewoźników niskokosztowych. W tym segmencie panuje duża konkurencja, a liderem jest *Southwest*. Inni amerykańscy przewoźnicy decydują się na pełną fuzję, umożliwia ona ograniczenie kosztów operacyjnych, rozbudowę siatki połączeń, zwiększenie liczby samolotów.

W tabeli poniżej przedstawiono wybrane integracje i fuzje w branży lotniczej. Przykładem partnerstwa strategicznego jest współpraca *Air France* i *KLM*. Przewoźnicy oferują jeden wspólny program partnerski – *FlyingBlue*, a także rozbudowaną globalną siatkę połączeń. Wskazane wyżej linie lotnicze są także filarem sojuszu lotniczego – *Sky-Team*.

Tab. 2. Poziomy integracji wybranych linii lotniczych w latach 2001-2011





*Źródło: opracowanie własne*

<b>Rok</b>	<b>Linie lotnicze</b>	<b>Typ integracji</b>
2001	<b>JAL</b> i Japan Air System	Pełna fuzja
	<b>American Airlines</b> i TWA	Pełna fuzja
	<b>Austrian Airlines</b> i Lauda Air	Pełna fuzja
2002	<b>easyJet</b> i GO	Pełna fuzja
2003	<b>Ryanair</b> i Buzz	Pełna fuzja
2004	<b>Alitalia</b> i Gandalf Airlines	Pełna fuzja
	<b>Air France</b> i KLM	Partnerstwo strategiczne,
2005	<b>US Airways</b> i America West	Pełna fuzja
	<b>Lufthansa</b> i SWISS	Pełna fuzja (pozostawienie marki SWISS)
2006	<b>Cathay Pacific</b> i Dragonair,	Pełna fuzja
	<b>Air Berlin</b> i dba	Pełna fuzja
	<b>Flybe</b> i BA Connect	Pełna fuzja
2007	<b>Air India</b> i Indian Airlines	Pełna fuzja
	<b>Air Berlin</b> i LTU	Pełna fuzja
	<b>AirFrance-KLM</b> i VLM (Belgia)	Pełna fuzja
2008	<b>Delta Air Lines</b> i Northwest Airlines	Pełna fuzja
	<b>EasyJet</b> i GB Airways	Pełna fuzja
2009	<b>Lufthansa</b> i Brussels Airlines	Pełna fuzja (pozostawienie marki Brussels Airlines)
	<b>Lufthansa</b> i bmi	Pełna fuzja (pozostawienie marki bmi)
	<b>Lufthansa</b> i Austrian Airlines	Pełna fuzja (pozostawienie marki Austrian Airlines)
	<b>United Airlines</b> i Continental Airlines	Pełna fuzja
	<b>Caribbean Airlines</b> i Air Jamaica	Pełna fuzja
	<b>Southwest Airlines</b> i AirTran Airways	Pełna fuzja,
2011	<b>AirBerlin</b> i NIKI	Pełna fuzja

W lotnictwie cywilnym stosuje się dwa najważniejsze wskaźniki. RPK (ang. *Revenue Passenger Kilometers* – wskaźnik określający iloczyn ilości pasażerów i długości przelotu w kilometrach) oraz ASK (ang. *Available Seat Kilometer* - wskaźnik określający iloczyn ilości dostępnych miejsc w samolotach i długości przelotu w kilometrach). W tabeli poniżej zaprezentowano pięciu największych przewoźników na świecie w 2015 roku z uwzględnieniem trzech poprzedzających lat.

**Tab. 2.** Najwięksi przewoźnicy na świecie w 2015 roku

*Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych ze stron internetowych przewoźników*

l.p	Przewoźnik	Kraj	RPK ( mln)	ASK (mln)	Flota	Pasażerowie w mln			
						2015	2014	2013	2012
1.	 American Airlines	USA	203,299	525,533	1 556	146,5	87,83	86,82	86,34
2.	 Delta Air Lines	USA	310,466	709,753	1 330	129,4	120,6	116,7	113,7
3.	 United Airlines	USA	288,680	759,310	1 229	95,4	90,4	90,2	50,5
4.	 Lufthansa	Niemcy	149,780	339,392	268	59,9	63,3	64,4	63,0

#### 4. TENDENCJE PANUJĄCE NA RYNKU LOTNICZYM

Na podstawie raportu opublikowanego w 2010 roku przez Ministerstwo Infrastruktury [5] wskazać można na pięć trendów zachodzących na rynku globalnym i mających wpływ na rozwój transportu lotniczego, a także na przepustowość w portach lotniczych. Pierwszym kierunkiem zmian zaprezentowanym w dokumencie jest rozwój nowych modeli biznesowych linii lotniczych. W tym rozwijanie koncepcji linii lotniczej hybrydowej stanowiącej połączenie modelu linii sieciowej oraz linii niskokosztowej. Przykładem takiej linii jest niemiecki przewoźnik *Air Berlin*.

Kolejną tendencją jest liberalizacja i konsolidacja rynku lotniczego, dążąca do zmiany umów bilateralnych. Dokumenty te mają być mniej restrykcyjne oraz zgodne z koncepcją *otwartego nieba*, zakładającą liberalizację przepisów.

Kolejny kierunek zmian to zachowanie lub zwiększenie konkurencji na połączenia z/do Europy.

Czwarta tendencja stanowi zamianę technologiczną, ekologiczną oraz ograniczającą konsumpcję paliwa, która zakłada modernizację floty i wykorzystywanie samolotów szerokokadłubowych. Ze względów ekonomicznych przeprowadza się na świecie proces stopniowej modernizacji floty, zastępując starsze typy samolotów spalające znaczną ilość paliwa lotniczego na te o nowszych rozwiązaniach konstrukcyjnych i lepszych charakterystykach eksploatacyjno-handlowych. Obecnie popularne są olbrzymie samoloty oferujące duże prędkości przelotowe. Należy nadmienić, iż niemieckie linie *Lufthansa* osiągnęły w 2015 roku rekordowo niskie zużycie paliwa kształtujące się na poziomie 3,84 litra w przeliczeniu na 100 pasażerokilometrów. Efektywność paliwowa została zaprezentowana podczas kampanii reklamowej *Die vier Liter Flieger* [6].

Piątą tendencją panującą na rynku jest rozwój transportu intermodalnego na skutek rozwoju sieci szybkich kolei, autostrad i dróg szybkiego ruchu oraz rezygnację z modelu *Hub-and-Spoke* (jest to model oferujący połączenia przy wykorzystaniu lotniska przesiadkowego hubu. Pasażerowie dowożeni są z portów regionalnych). W Raporcie Infrastruktury z 2010 roku założono, że w przeciągu najbliższych dekad pojawią się na rynku globalni przewoźnicy (*mega-carriers*) w wyniku zacieśniania się sojuszy lotniczych. W praktyce wyróżnia się sześć typów przewoźników lotniczych: przewoźnicy sieciowi, przewoźnicy regionalni, przewoźnicy niskokosztowi, przewoźnicy wakacyjni, przewoźnicy cargo oraz przewoźnicy hybrydowi. Działalność przewoźników lotniczych opiera się na dwóch systemach: *Point-to-Point* oraz *Hub-and-Spoke* [7].

System *Point-to-Point* polega na oferowaniu bezpośrednich rejsów. Z tej metody korzystają głównie przewoźnicy niskokosztowi. Pasażerowie otrzymują maksymalny komfort przy przelocie bez przesiadek a także ograniczenie czasu podróży. Linie lotnicze operujące głównie w tym systemie posiadają flotę homogeniczną składającą się z jednego typu maszyny. Liczbą połączeń i lotów obrazuje równanie:

$$L = n(n - 1)$$

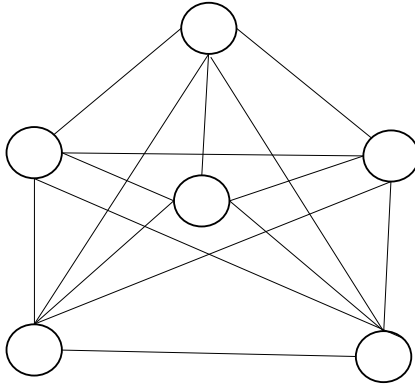
$$P = n(n - 1)$$

gdzie:

P – połączenia

L – loty

n – rejsy



**Rys. 1.** System Point-to-Point  
Źródło: opracowanie własne

Przewoźnicy sieciowi inaczej znani jako tradycyjni korzystają z systemu *Hub-and-Spoke*. Pasażerowie z portów regionalnych dowieźni są do lotniska przesiadkowego (hubu), z którego odbywają dalszą podróż. Zaletą takiego systemu jest liczba potencjalnych połączeń z portu lotniczego przesiadkowego. Linie lotnicze działają globalnie oferując pasażerom loty krajowe, międzynarodowe, kontynentalne i transkontynentalne. Flota jest zdwersyfikowana o zróżnicowanym zasięgu, zazwyczaj składająca się z samolotów: *Airbus* i *Boeing*. Pojemność maszyn wynosi pomiędzy 130 do 800 miejsc. Liczbę połączeń i lotów obrazuje równanie:

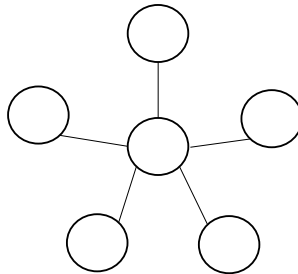
$$P = n(n - 1)$$

$$L = 2(n - 1)$$

P – połączenia

L – loty

n – rejsy






**Rys. 2.** System Hub-and-Spoke  
Źródło: opracowanie własne

## 5. CHARAKTERYSTYKA SOJUSZY LOTNICZYCH

Obecnie w branży lotniczej funkcjonują trzy sojusze lotnicze. Największym z nich jest powstały w 1997 roku *Star Alliance*. Linie lotnicze wchodzącego w jego skład oferują połączenia do 1330 destynacji w 192 krajach świata.

**Tab. 4.** Członkowie globalnych sojuszy lotniczych – stan na 09.11.2016r.

Źródło: opracowanie własne

			
Rok powstania	1999	2000	1997
Destynacje	1010	1062	1330
Państwa	159	177	192
Liczba rejsów dziennie	13 796	17 343	<18 500
Pasażerowie	558 mln	665 mln	680 mln
Load Factor	81,8%	b/d	b/d
RPKs	1,170,119 mln	b/d	1,364,830 mln
ASKs	1,429,152 mln	b/d	b/d
Liczebość floty	3 571	2 963 + 1 504	4 456
Członkowie	AirBerlin, American Airlines, British Airways, Cathay Pacific, Finnair, Iberia, Japan Airlines, LATAM, Malaysia Airlines, Qantas, Qatar Airways, Royal Jordanian, S7 Airlines, SriLankan.	Aeroflot, Aerolíneas Argentinas, AeroMexico, AirEuropa, AirFrance, Alitalia, China Airlines, China Eastern, China Southern, CSA Czech Airlines, DELTA, Garuda Indonesia Kenya Airways KLM Korean Air MEA Saudia TAROM Vietnam Airlines XIAMENAIR	Adria, Aegean, Air Canada, Air China, Air India Air New Zealand, ANA, Asiana Airlines, Austrian, Avianca, Brussels Airlines, Copa Airlines, Croatia Airlines, Egyptair, Ethiopian Airlines, EVA Air, LOT Polish Airlines, Lufthansa, SAS Scandinavian Airlines, Shenzhen Airlines, Singapore Airlines, South African Airways, SWISS, TAP Portugal, Thai, Turkish Airlines, United,

## 6. PODSUMOWANIE

W sektorze transportu lotniczego funkcjonują trzy sojusze lotnicze: *Star Alliance*, *SkyTeam* oraz *OneWorld*. Pasażerowie linii lotniczych, będących członkiem danego aliansu, mają zwiększoną możliwość skompletowanie pożądanego podróży. Rozwój siatki

połączeń to najbardziej widoczna korzyść z członkostwa w danej organizacji. Podpisywanie umów code-share sprawia, że wskaźnik zajętości miejsc ulega podwyższeniu, minimalizując przy tym koszty operacyjne przypadające na jeden lot. Przewoźnicy mogą proponować przeloty linii współpracujących pod własną marką. Pewna pula biletów (składa się na nią wiele czynników, jest ściśle określona) oferowana jest w systemie rezerwacji biletów. Podróży otrzymują również dostęp do większej liczby programów lojalnościowych. A statusy członkowskie mogą ulegać transferowi.

#### LITERATURA

- [1] Airbus: „Kształt przyszłości: Prognoza dla rynku globalnego na lata 2011-2030”
- [2] Chakau S., Kozłowski P., Nęcza M., Podstawy transportu lotniczego, wyd. Konsorcjum Akademickie, Kraków-Rzeszów-Zamość 2012 s. 21
- [3] Conrady R., Fichert F., Sterzenbach R., Luftverkehr. Betriebswirtschaftliches Lehr- und Handbuch, wyd. Oldenbourg Verlag, Monachium 2013
- [4] Iatrou K., Oretti M., Airline Choice for the Future – From Alliances to Mergersm Ashgate, Aldershot, 2007
- [5] Koncepcja Lotniska Centralnego dla Polski - raport Ministerstwa Infrastruktury 2010
- [6] Panasiuk A., Pluciński M., Transport morski i lotniczy w obsłudze ruchu pasażerskiego, Wyd. Nauk Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2008, s.21
- [7] <https://www.lufthansagroup.com/de/verantwortung/klima-und-umweltverantwortung/treibstoffverbrauch-und-emissionen.html>  
dostęp: 09.11.2016

#### STRATEGIC AIRLANES ALLIANCES – CHARACTERISTIC OF STAR ALLIANCE, SKY TEAM, ONE WORLD FROM CUSTOMER’S PERSPECTIVE

**Keywords:** Strategic Management , Airline Alliance, Airlines

#### ABSTRACT

The aim of this article is to present strategic management and airline alliances. *Alliances may provide marketing branding to facilitate travelers making inter-airline codeshare connections within countries.* In addition to theoretical background, examples of three alliances: *Star Alliance*, *SkyTeam* and *OneWorld* are presented. In this essay the biggest airlines in 2015 are also analyzed.



Paulina MAK\*

[https://doi.org/10.37190/JoT2016\\_11](https://doi.org/10.37190/JoT2016_11)

## IMPLEMENTACJA NARZĘDZI LEAN MANUFAKTURING W LOGISTYCE PRZEDSIĘBIORSTWA

**Słowa kluczowe:** lean manufacturing, 5s, kanban,

### STRESZCZENIE

Logistyka wewnątrzzakładowa jest często pomijana przy optymalizacji procesów przedsiębiorstwa. Menadżerowie zakładów produkcyjnych niejednokrotnie zakładają, że oczekiwane efekty mogą uzyskać wyłącznie poprzez doskonalenie procesów produkcyjnych i skracanie czasów cykli poszczególnych operatorów. Inwestując kapitał w drogie oprzyrządowanie oraz zapasy materiałów uważają, że w ten sposób uzyskają lepsze wyniki zakładu i oczekiwane cele. Warto zastanowić się nad procesem wspierającym produkcję jakim jest logistyka – dobrze zorganizowana i ustandaryzowana staje się cennym filarem przedsiębiorstwa.

### 1. WSTĘP

Logistyka należy do obszarów działalności, które mają wpływ na koszty, elastyczność procesów, terminowość, a tym samym jakość świadczonych usług całego przedsiębiorstwa. Badania w USA wykazały, że ten jeden obszar działalności zakładu pracy stanowi 5-35% wszystkich kosztów sprzedaży (zaraz po kosztach materiałowych) [5]. Firmy starają się być konkurencyjne, dlatego decydują się na kosztowne rozwiązania w zakresie automatyzacji systemów logistycznych, środków transportu i zwykle to się przekłada na większe koszty świadczonych przez nie usług. Analizując makro problemy firm warto zastanowić się nad strukturą wewnętrzną miejsc pracy, które zawierają w sobie lustrzane odbicie logistyki transportu.

---

\* SKN ZJ „Rekiny jakości” Politechnika Wroclawska

Przy minimalizowaniu kosztów logistycznych warto zwrócić uwagę na szereg bezkosztowych narzędzi oferowanych przez filozofię lean manufacturing, której celem jest wyeliminowanie kosztów zamiast ich minimalizowanie.

Niżej przedstawione narzędzia zostały zaimplementowane w przedsiębiorstwie z branży motoryzacyjnej, zatrudniającym ok. 1000 pracowników, w którym większość operacji jest wykonywana przez operatora.

## 2. NARZĘDZIA LEAN MANUFACTURING

Właściwie funkcjonująca sieć logistyczna nie opiera się jedynie na prawidłowo przebiegającym transporcie zasobów. Aby zapewnić wymagany poziom usługi, ważne jest właściwe przygotowanie punktu statkowego jak i docelowego. Niżej przedstawię narzędzia, których wdrożenie zamiast kapitału wymaga zaangażowania pracowników.

### 2.1 5S

Metodę 5S zapoczątkowali Japończycy. Dzięki systematycznemu podejściu, które jest oparte na zaangażowaniu wszystkich osób, które są obecne w danym procesie. Za efekt działania uważa się czyste, uporządkowane i dobrze zorganizowane stanowisko pracy, którego utrzymanie nie jest dodatkowym zadaniem, ale częścią pracy [1].

Wzrost produktywności, jaki można osiągnąć dzięki 5 filarom tej metodologii, może wynosić ok. 30%. Można się spodziewać następujących benefitów:

- obniżenia strat w miejscu pracy,
- poprawy jakości przebiegu procesu,
- wyeliminowania straconego czasu na szukanie poszczególnych narzędzi, informacji,
- ulepszenia komunikacji między działami,
- zapewnienia większego komfortu i bezpieczeństwa [1].

Zaletą połączenia praktyki 5S z zarządzaniem wizualnym nie tylko sprawia, że wykonywanie czynności jest łatwiejsze i bezpieczniejsze (rys. 1a), ale i szkolenie przyszłych pracowników jest bardziej efektywne, ponieważ można się skupić na najważniejszych rzeczach związanych z procesem, a nie szukaniem narzędzi na stanowisku pracy (rys. 1b).

a)



b)



**Rys. 1** Przykład zastosowanie 5s

a) na drogach transportowych, b) na stanowisku pracy

Źródło: a) <http://www.galeria-biznesu.pl> dnia 04.11.2016r.

b) <https://pl.wikipedia.org/wiki/5S>, dostęp: 04.11.2016r.

## 2.2 JUST IN TIME

Lata 60. XX wieku to logistyka opierająca się głównie na zasadach 5R, tzn. dostarczenie potrzebnych dóbr (right goods) o wymaganej jakości (right quality), ilości (right quantity), w określone miejsce (right place) i w zaplanowanym czasie (right time). Można przyjąć, że głównym zadaniem działu logistyki w omawianym okresie było dostarczanie materiału do zakładu, choć nie było to jednoznaczne z obecnością materiału na linii produkcyjnej, a co za tym idzie, notoryczne magazynowanie go [4].

System just-in-time (w skrócie JIT) pozwala dostarczać produkty w odpowiedniej ilości i czasie do klienta [5]. Jako osobę docelową możemy postrzegać klienta przedsiębiorstwa, ale także (procesowo rozpatrując swoją działalność) każdy następny proces zachodzący wewnątrz firmy. Przy obecnym zróżnicowaniu popytu przedsiębiorstwa muszą być elastyczne. Aby zapewnić ustalony poziom obsługi klienta i nie zgadzając się tym samym na wysoki stan wyrobów gotowych, przedsiębiorstwo powinno produkować w niewielkich partiach. Aby nie tworzyć sztucznego zapasu międzyoperacyjnego na liniach produkcyjnych w postaci komponentów, ich ilość dostarczana na linię produkcyjną z magazynu centralnego powinna być dokładnie określona. JIT służy także obniżeniu kosztów wytwarzania poprzez skracanie okresów produkcyjnych przy jednoczesnym podniesieniu jakości towarów. Firmy w wielu sytuacjach godzą się na zapasy, bo one ukrywają zakłócenia produkcji, przestoje sprzętu, długie czasy przebrojenia oraz spóźnione dostawy od podwykonawców.

Tyle czasu, ile zapasy są w firmie, przedsiębiorstwo nie może liczyć na zwrot kosztów z inwestycji w zasoby [5].

### 2.3 PDKC (PLAN DLA KAŻDEJ CZĘŚCI)

Optymalizując procesy logistyczne wewnątrz czy na zewnątrz przedsiębiorstwa, należy mieć informacje dotyczące elementów wpływających na proces. W środowisku produkcyjnym takim dokumentem może być tzw. PDKC (Plan Dla Każdej Części). Zawarte informacje w w/w dokumencie powinny zostać wybrane na podstawie aktualnych potrzeb przedsiębiorstwa. Zebranie danych w postaci jednego obszernego pliku pozwoli dostrzec jak wygląda zarządzanie materiałem w fabryce, jakie jego ilości znajdują się na linii montażowej lub regale. Przygotowując ten dokument warto nie zapomnieć o dostawie części – jak często dostarczane są komponenty, w jakich ilościach itp. Przykład informacji zawartych w PDKC przedstawia tab.1.

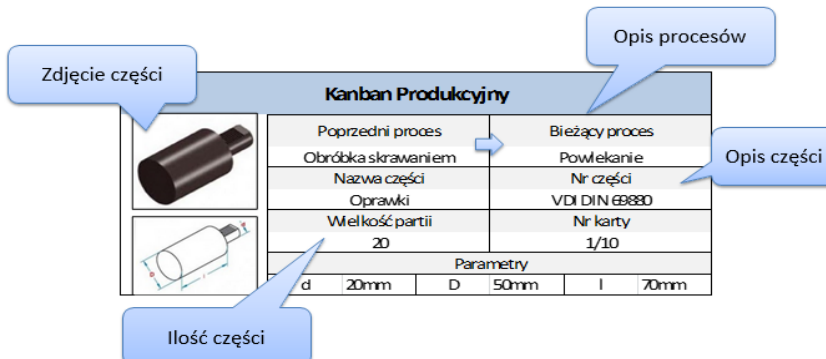
**Tab. 1** Przykładowa tabela  
Źródło: opracowane na podstawie [9]

Nr części	Opis	Dziennie zużycie [szt/h]	Miejsce zużycia	Miejsce składowania	Rodzaj pojemnika na linia	Waga części z pojemnikiem [kg]	Waga jednej części [kg]	Długość pojemnika [m]	...
123	Śruba	120	St. 3	MG 152	BN 50	4,5	0,03	0,40	...

## 2.4 KANBAN

Komunikacja między firmą a klientem polega na przekazaniu informacji, ile klient potrzebuje towaru i w jakim czasie. Traktując wewnętrzne procesy w firmie jako odzwierciedlenie relacji dostawca-klient powinno się wyznawać zasadę, że proces podrzędny jest dostawcą i już od niego wymaga się dobrej jakości produktu we właściwej ilości.

Przekaznikiem dokładnych informacji w firmie między procesami może być kanban. Za pomocą tego narzędzia możemy określić wielkość produkcji na każdym etapie – wiadomości na nim zawarte są głównym nośnikiem informacji w przedsiębiorstwie pracującym w systemie pull (*ang. ciągły*). Dzięki temu, że informacje między procesami są spójne, nie występuje problem nadprodukcji, zapasów, niepotrzebnego przewożenia części [8]. Na rys.2 przedstawiony jest przykładowy kanban produkcyjny, który zawiera informacje potrzebne osobom pracującym w procesach, między którymi się pojawia. Dzięki takiemu rozwiązaniu w żadnym ze składowych etapów produkcji nie wystąpi nadwyżka półproduktów ani odwrotnie – nie zabraknie ich.



Rys. 2 Przykład kanbanu produkcyjnego

Źródło: [http://leanactionplan.pl/narzedzia\\_lean/kanban](http://leanactionplan.pl/narzedzia_lean/kanban), dostęp: 07.11.2016r.

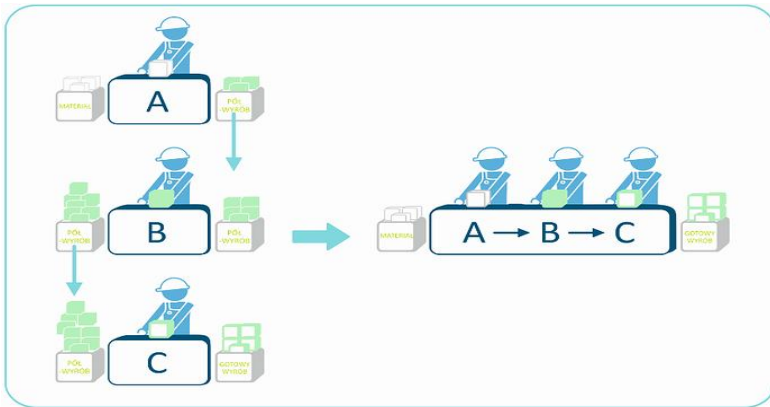
## 2.5 UKŁAD LINII

Elementem pracy wg lean manufacturing jest system pracy w gniazdach. Dzięki temu rozwiązaniu linie są ustalone w sposób ułatwiający swobodny przepływ materiałów przez proces. Gniazdem produkcyjnym nazywamy zestaw stanowisk pracy, obejmujący operatorów i zasoby potrzebne do przeprowadzenia procesu. Układ gniazdowy w znaczący

sposób minimalizuje straty w postaci transportu, zbędnego ruchu, oczekiwania bądź zapasów [7].

Na rys. 3 są przedstawione dwie sytuacje. Pierwsza pokazuje trzech operatorów, którzy pracują na oddalonych od siebie stanowiskach, widoczne są tutaj zapasy przy miejscu pracy, niepotrzebne przemieszczanie materiału między nimi oraz brak porozumienia między sobą odnośnie przepustowości procesu (może wpływać na to zły balans pracy między operatorami).

Druga sytuacja dotyczy tych samych pracowników tylko zlokalizowanych bliżej siebie, co w znaczny sposób ułatwia transport międzyoperacyjny, minimalizuje zapasy i sprzyja przepływowi jednej sztuki.



**Rys. 3.** Porównanie stanowisk ustawionych oddzielnie z gniazdami produkcyjnymi  
*Źródło: [http://leanactionplan.pl/narzedzia\\_lean/gniazda-produkcyjne](http://leanactionplan.pl/narzedzia_lean/gniazda-produkcyjne), dostęp: 06.11.2016r.*

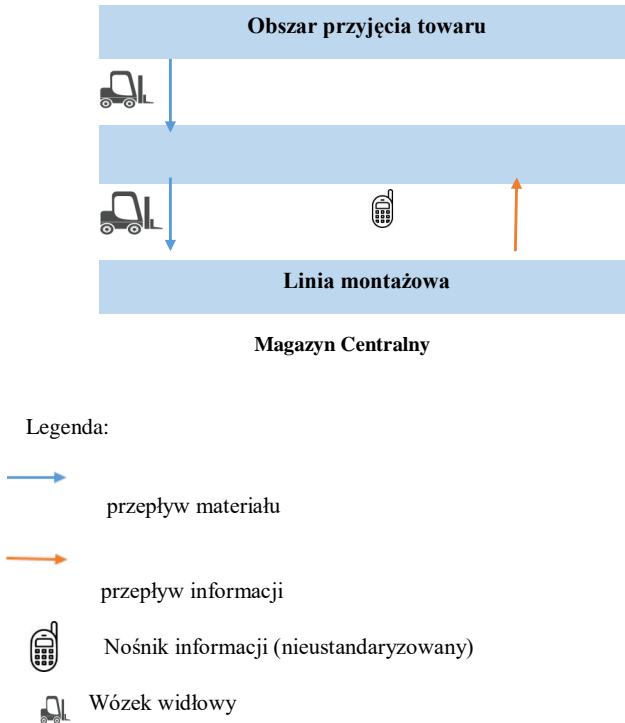
## 2.6 MARKET CZĘŚCI NABYWANYCH

Dążąc do maksymalnego wykorzystania dostępnego czasu przeznaczanego na wytwarzania produktów, nawet najlepiej ułożony layout linii jak i doskonale przystosowane stanowiska pracy nie zagwarantują w pełni wykorzystania zasobów. Najbardziej efektywne ułożenie stanowiska pracy zapobiega tworzeniu odosobnionych wysp działań, minimalizuje gromadzenie zapasów pomiędzy operacjami, eliminuje nadmierne przemieszczanie operatora, usuwanie przeszkód ze ścieżek i przenosi obsługiwane przez ludzi kroki procesu tak blisko, jak to możliwe [9].

Produkcja towarów nie może mieć miejsca, jeśli operatorzy nie będą mieć odpowiednich komponentów na stanowisku pracy. Bardzo ważny jest w przedsiębiorstwach –

zwłaszcza dużych – sposób przepływu materiału między magazynem głównym a linią produkcyjną, a przepływem informacji między linią produkcyjną a magazynem głównym.

W tab. 4 przedstawiona jest sytuacja kiedy operator z gniazda montażowego zamawia części potrzebne na produkcji w sposób nieustandaryzowany. Przekazywane informacje mogą być nieprecyzyjne wskutek czego ilość części może zostać dostarczona w ilości za małej bądź za dużej.



**Rys. 4** Przepływ informacji przed optymalizacją  
Źródło: opracowanie własne

Zrobienie przed linią marketu części nabywanych (dalej nazwanego także: supermarketem) tzn. miejsca ustalonego, w którym będą się znajdować komponenty aktualnie wykorzystywane na produkcji, aby utrzymać kontrolowany poziom zapasów i zachowywać płynność produkcji. Ważne jest, aby lokalizacja miejsca pozwalała na swobodne dojście do niego oraz aby ilość części utrzymywanych nie była zachwiana. Na rys. 5 jest

przedstawiona propozycja supermarketu przy linii montażowej, na którym różnymi od-cieniami rolek zaznaczone są odpowiednie ilości części (doskonalenie).

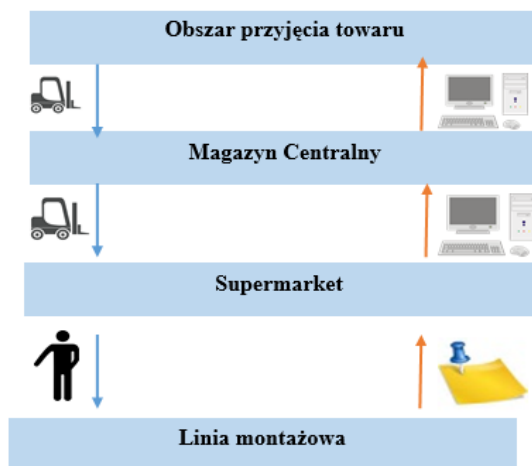
W sytuacji zastosowania supermarketów z częściami przepływ informacji na ob-szarze produkcji przedstawia rys. 6.









**Rys. 5.** Propozycja wyglądu supermarketu, na którym zachowana zasada FIFO

Źródło: <http://www.andrzejewski.pl/pl/oferta/lean-manufacturing>,  
dostęp: 06.11.2016r.

Po przeprowadzonych obserwacjach w przedsiębiorstwie zostało zaproponowane rozwiązanie w postaci zaimplementowania na 2-3 linii (w zależności od zapotrzebowania na części) jednej osoby, która zajmowałaby uzupełnianiem brakujących części na linii. Osoba przeznaczona do tego zadania dostarcza surowce i komponenty do gniazd produkcyjnych, pomaga przy przebrojeniach. Powinien to być dobry pracownik, ponieważ od niej zależy ciągłość produkcji [2].



Legenda:

-  Przepływ materiału
-  Przepływ informacji
-  Operator
-  Wózek[widłowy]
-  Kanban komputerowy
-  Kanban papierowy

**Rys. 6** Przepływ informacji przed optymalizacją  
*Źródło: opracowanie własne*

### 3. PODSUMOWANIE

Każde przedsiębiorstwo boryka się z podobnymi problemami – brak ciągłości produkcji, materiał dostarczony nie na czas i nie we właściwej ilości, zła organizacja miejsca pracy mogą być jednymi z licznych przykładów doskonałych miejsc optymalizacji działalności fabryki. Przedstawione przeze mnie narzędzia lean manufacturing nie potrzebują wysokich inwestycji kapitałowych, lecz poświęcenia czasu pracowników zarówno wdrażających te narzędzia, jak i operatorów. Bardzo ważna jest cierpliwość, bo może się zdarzyć, że zakończenie wdrażania zaproponowanego przeze mnie rozwiązania nie od razu przyniesie założony efekt. I najważniejsze – wdrażanie narzędzi lean to także zaimple-

mentowanie kultury lean, która nie może być obecna w przedsiębiorstwie tylko w wyznaczone dni, lecz od momentu zdecydowania się na nią już zawsze.

#### LITERATURA

- [1] Artykuł, [http://sdpg.pg.gda.pl/pij/files/2013/10/03\\_2013\\_18-falkowski.pdf](http://sdpg.pg.gda.pl/pij/files/2013/10/03_2013_18-falkowski.pdf),  
dostęp: 03.11.2016,
- [2] Artykuł, <http://leanmanufacturing.pl/slownik/m/mizusumashi.html>,  
dostęp: 07.11.2016
- [3] Bozarth C., Handfield: Wprowadzanie do zarządzania operacjami i łańcuchami dostaw. Gliwice, HELION, 2007. ISBN 978-83-246-0066-3
- [4] Logistyka produkcji. Red. Fertsch M., Cyplik P., Hadaś Ł.. Poznań, Instytut Logistyki i magazynowania, 2010. ISBN 83-87344-49-8
- [5] Selejda J., Klimecka-Tatar D., Knop K.: Metoda 5S Zastosowanie, wdrażanie i narzędzia wspomagające: DASHÖFER, 2012
- [6] The Productivity Press Development Team: Just-in-Time dla Operatorów. Wrocław, PodPress.com, 2010. ISBN 978-83-929155-9-1,
- [7] The Productivity Press Development Team: Gniazdo produkcyjne. Wrocław, PodPress.com, 2010. ISBN 978-83-929155-7-7
- [8] The Productivity Press Development Team: Kanban na hali produkcyjnej. Wrocław, PodPress.com, 2009. ISBN 978-83-926020-3-3
- [9] Rother M., Harris R.: Tworzenie ciągłego przepływu. Lean Enterprise Institute, Wrocław, 2001.

#### **SIMULATION AS A TOOL USED TO IMPROVE PRODUCTION FLOW ON EXAMPLE OF THE ANALYSED COMPANY - CASE STUDY**

**Key words:** computer simulation, optimization, logistics process, production flow

#### ABSTRACT

Optimizing processes in the company, especially in factories, is an important part of corporate strategy. With help of a special software, simulation allows to check the usefulness and cost-effectiveness of suggested solutions. Undeniable advantage is low cost of verification. Simulation is invaluable opportunity which was decided to present in article based on a real example.

Alicja WÓJCIK  
Marcela ZABOST\*

[https://doi.org/10.37190/JoT2016\\_12](https://doi.org/10.37190/JoT2016_12)

**SYMULACJA JAKO NARZĘDZIE  
DOSKONALENIA PRZEPLYWU PRODUKCJI  
NA PRZYKŁADZIE ANALIZOWANEGO PRZEDSIĘBIORSTWA –  
CASE STUDY**

**Słowa kluczowe:** symulacje komputerowe, optymalizacja, procesy logistyczne

**STRESZCZENIE**

Optymalizacja procesów zachodzących w przedsiębiorstwie, szczególnie produkcyjnym, stanowi nieodzowną część strategii firm. Symulacja, za pomocą odpowiedniego oprogramowania, pozwala na sprawdzenie celowości i opłacalności wprowadzenia danych rozwiązań, przy niskich kosztach weryfikacji. Jest to niedoceniana możliwość, której użyteczność postanowiono przedstawić w referacie opartym na realnym przykładzie.

**1. WSTĘP**

W dzisiejszych czasach, gdy konkurencyjność stanowi jeden z najważniejszych czynników istoty firmy na rynku, przedsiębiorstwa produkcyjne bezustannie muszą dążyć do rozwoju. Poszukują więc rozwiązań bardziej efektywnych, niwelujących straty i umożliwiających ograniczenie wszelkiego rodzaju awarii oraz przestojów na liniach produkcyjnych. Rozkwit technologii oraz wsparcie sektora informatycznego daje szanse podejmowania decyzji bez konieczności ich natychmiastowego wdrażania, a co za tym idzie narażania przedsiębiorstwa na koszty. Powstałe oprogramowania symulacyjne pozwalają na odwzorowanie rzeczywistych warunków panujących w przedsiębiorstwie i nieinwazyjne sprawdzenie możliwych rozwiązań.

---

\* Koło Naukowe "Logistyka", Politechnika Poznańska

## 2. WSTĘP TEORETYCZNY

### 2.1. SYMULACJA

Jest to metoda wnioskowania o zachowaniu się obiektów rzeczywistych na podstawie obserwacji działania programów komputerowych symulujących to zachowanie (tzw. modeli symulujących) [1]. Pozwala na badanie problemów obciążenia personelu i sprzętu, produktywności, transportu i logistyki wewnętrznej oraz tworzenie i testowanie usprawnień. Właściwie zaprogramowane eksperymenty umożliwiają znalezienie optymalnych rozwiązań spośród dziesiątek tysięcy możliwości. W tym celu wykorzystuje się oprogramowania symulacyjne.

### 2.2. FLEXSIM

Jest to oprogramowanie symulacyjne pozwalające na intuicyjne odwzorowanie oraz optymalizację zaawansowanych procesów zachodzących w branży logistycznej, produkcyjnej, motoryzacyjnej, handlu, czy też służbie zdrowia [2]. Program pozwala na modelowanie w 3D, generowanie wykresów, statystyk oraz raportów, a także przeprowadzanie eksperymentów i sprawdzanie alternatywnych scenariuszy. Posiada zaawansowane mechanizmy symulacji i optymalizacji, które pozwalają uzyskać pożądane rezultaty, a także ułatwić podejmowanie decyzji.

### 2.3. WSKAŹNIKI AWARII

Awaria techniczna – gwałtowne, nieprzewidziane uszkodzenie lub zniszczenie obiektu budowlanego, urządzenia technicznego lub systemu urządzeń technicznych powodujące przerwę w ich używaniu lub utratę ich właściwości [3].

Wskaźnik MTBF (Mean Time Between Failure) to średni czas pomiędzy awariami lub częstość awarii. Wskaźnik rozumiany jest jako średni czas pracy pomiędzy awariami w określonym czasie. Pokazuje, jak często ze statycznego punktu widzenia następuje uszkodzenie danego obiektu technicznego.

Wskaźnik MTTR (Mean Time To Repair) określa średni czas potrzebny na naprawę w momencie wystąpienia awarii. Rozumiany jest jako średni czas trwania rzeczywistej naprawy od momentu zgłoszenia do momentu jej zakończenia [4].

## 2.4. OFD

OFD (Object Flow Diagram) to obiektowy schemat przepływu, sposób obrazowania procesu, jego elementów, relacji zachodzących między nimi. Jest to graficzna prezentacja przepływu danych w procesie. Diagram OFD jest swego rodzaju „szkieletem“ modelu symulacyjnego, jednak nie uwzględnia on szczegółowych procedur czy też złożonej logiki.

## 3. TŁO KONCEPCJI

### 3.1. OPIS PRZEDSIĘBIORSTWA

Omawiany proces zachodzi w przedsiębiorstwie charakteryzującym się produkcją dóbr z branży FMCG. Firma należy do międzynarodowego koncernu z siedzibą w Niemczech. Zatrudnia ponad 200 osób. Aktualnie w fabryce produkuje się do 9000 ton produktu rocznie. Dzięki najnowszym technologiom, urządzeniom, systemom oraz wykwalifikowanym pracownikom, każdy wytworzony produkt jest najwyższej jakości. Wyroby te cieszą się dużym popytem i dostępne są w sklepach na całym świecie.

### 3.2. PRZEDMIOT DYSKUSJI

Przedmiot tego referatu swoim zakresem obejmuje działanie linii produkcyjnej. Jego celem jest poprawienie płynności produkcji. Problem, z jakim zmierzono się, obejmował przeanalizowanie linii pod kątem stworzenia buforu produkcyjnego w miejscu występowania wąskiego gardła, tak aby usprawnić przebieg produktów. Zaproponowano użycie programu FlexSim w celu stworzenia symulacji, zbadania stanu obecnego i zaproponowania konkretnego, optymalnego rozwiązania.

### 3.3. DANE WEJŚCIOWE

Wykorzystywane w projekcie dane otrzymano od przedsiębiorstwa. Obejmowały one okres trzech miesięcy (od lutego do kwietnia 2016 roku) i dotyczyły ciągłości produkcji w firmie. Były to informacje zawierające dokładne godziny, w których trwała produkcja, a także dane dotyczące przestojów i mikroprzestojów maszyn wchodzących w skład linii produkcyjnej. Dzięki znajomości programów komputerowych przekształcono dane w taki sposób, aby możliwe było ich użycie w programie Expertfit, a następnie przeprowadzenie symulacji w warunkach zbliżonych do tych, które realnie występują w badanym przedsiębiorstwie. Podczas prac nad symulacją, korzystano z programów takich jak

FlexSim 2016, AutoCad 2010, SketchUp 2013, Microsoft Excel oraz z dostępnych zasobów programu Flexsim 2016, czyli z funkcji Expertfit oraz eksperymentator.

#### 4. ANALIZA PRZEPLYWU

##### 4.1. PRZEPLYW PRODUKCJI

Referat obejmuje swoim zakresem przepływ w całej linii produkcyjnej znajdującą się w przedsiębiorstwie z branży artykułów FMCG. Cały proces rozpoczyna się od dostarczenia opakowań jednostkowych z magazynu znajdującego się na piętrze na linię za pomocą przenośnika. Opakowania te przesuwane są do następnej w kolejności maszyny-napełniaczki, której zadaniem jest wtłoczenie do pojemnika gotowej masy wyrobu.

Po napełnieniu dalszym etapem jest zabezpieczenie staniolem, który ma za zadanie chronić produkt przed wylaniem czy też niepożądanym wydostaniem się z pojemnika. Dlatego też ważne jest, aby cynfolia została dobrze zgrzana z brzegami.

Po tej części następuje przeniesienie na maszynę, gdzie nakładana jest nakrętka, która, tak jak opakowania jednostkowe, jest transportowana ze źródła znajdującego się na piętrze. Na tym etapie produkt zostaje przeniesiony na transporter wyposażony dodatkowo w wagę, gdzie odbywa się wstępna kontrola. Później zostaje przetransportowany na bufor, skąd przechodzi na etykietciarkę, która nakleja etykiety zawierające między innymi informacje o nazwie, składnikach użytych do wytworzenia wyrobu czy partii.

Kolejny przenośnik łączy etykietciarkę z kartoniarką, która pakuje każde opakowanie jednostkowe w małe kartonowe pudełko. Tu następuje rozłamanie na produkty celofonowane bądź nie, w zależności od rodzaju wyrobu lub zamówienia klienta. Po celofoniarce lub jej pominięciu, pojedyncze kartoniki transportowane są przez przenośnik na urządzenie zgrzewające, które łączy je w zespoły po trzy sztuki zapakowane w folię polietylenową termokurczliwą.

Następnie produkty, znów przy użyciu przenośnika, przechodzą na kartoniarkę, jednak tym razem pakowane są w kartony po 6 sztuk lub po 12, w zależności od zlecenia produkcyjnego. Na koniec towar przechodzi przez kolejną etykietciarkę oraz paletyzator. Funkcje ostatniej wymienionej maszyny pełni robot, który przekłada gotowe do wydania produkty na dwie palety. Proces paletyzacji jest ostatnim objętym przez referat.

## 4.2. PRZEPLYW PRODUKCJI W JĘZYKU SYMULACJI

Analizę rozpoczęto od stworzenia OFD. Do zbudowania modelu symulacyjnego określonego systemu niezbędne jest stworzenie jego mapy, opisując zachodzące w nim procesy tak, aby móc to przełożyć na język symulacyjny. To właśnie diagram OFD pozwala na uwzględnienie charakterystyki podstawowych elementów oraz relacji zachodzących między nimi. Powoduje to możliwość przemyślenia całego systemu jeszcze przed jego modelowaniem. Symbole diagramu OFD reprezentują podstawowe elementy wykorzystywane przez symulatory.

Każde OFD zawiera części składowe, których znaczenie wraz z symbolami przedstawione jest poniżej:

1. Proces – odwzoruje wykonywane działanie na elemencie przepływu (flowitem).



**Rys. 1.** OFD- oznaczenie procesu.

*Źródło: Opracowanie własne.*

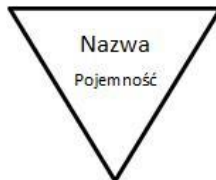
2. Transport – odwzorowuje czynności transportowe i przewóz elementów przepływu (flowitem).



**Rys. 2.** OFD- oznaczenie transportu.

*Źródło: Opracowanie własne.*

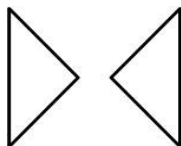
3. Magazynowanie – miejsce czasowego przechowywania elementów przepływu (flowitem).



**Rys. 3.** OFD- oznaczenie magazynowania.

*Źródło: Opracowanie własne.*

4. Grupowanie/rozgrupowanie – symbole te dodawane są przeważnie do zasobów stałych. Odzworowują połączenie elementów w jeden zespół (lubodwrotnie). Umieszczenie lewego symbolu po lewej stronie obiektu lub stronie wejścia oznacza łączenie. Zaś umieszczenie prawego symbolu po prawej stronie obiektu lub stronie wyjścia oznacza rozgrupowanie.



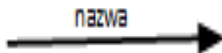
**Rys. 4.** OFD- oznaczenie grupowania.  
*Źródło: Opracowanie własne.*

5. Czas trwania – czynność lub zadanie wykonywane przez podstawowy obiekt operacji. Często stosowany w połączeniu z innymi symbolami.



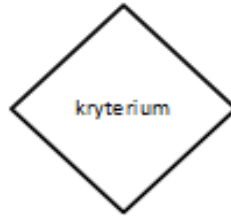
**Rys. 5.** OFD- oznaczenie czasu trwania.  
*Źródło: Opracowanie własne.*

6. Przepływ/trasa – jest to połączenie pomiędzy stałymi zasobami. Z założenia przepływ wymaga określonego czasu, jednak nie jest to zaznaczane na diagramie. Ponadto z przepływem zazwyczaj wiążą się zasoby ruchome.



**Rys. 6.** OFD- oznaczenie przepływu.  
*Źródło: Opracowanie własne.*

7. Wybór – to reguła decyzji. Element ten wykorzystywany jest zazwyczaj w przypadku obiektów stałych przy podejmowaniu decyzji o przekierowaniu elementu przepływu nadaną ścieżkę czy zgodnie z zasadą pull.



**Rys. 7.** OFD- oznaczenie wyboru.  
*Źródło: Opracowanie własne.*

8. Źródło – to jedna z granic systemu. Generuje(tworzy) elementy przepływające przez model.



**Rys. 8.** OFD- oznaczenie źródła.  
*Źródło: Opracowanie własne.*

9. Wyjście – to druga z granic systemu. Niszczy elementy przepływające przez model.



**Rys. 9.** OFD- oznaczenie wyjścia.  
*Źródło: Opracowanie własne.*

10. Transport (zasób) – wskazuje kierunek ścieżki zasobu ruchomego.



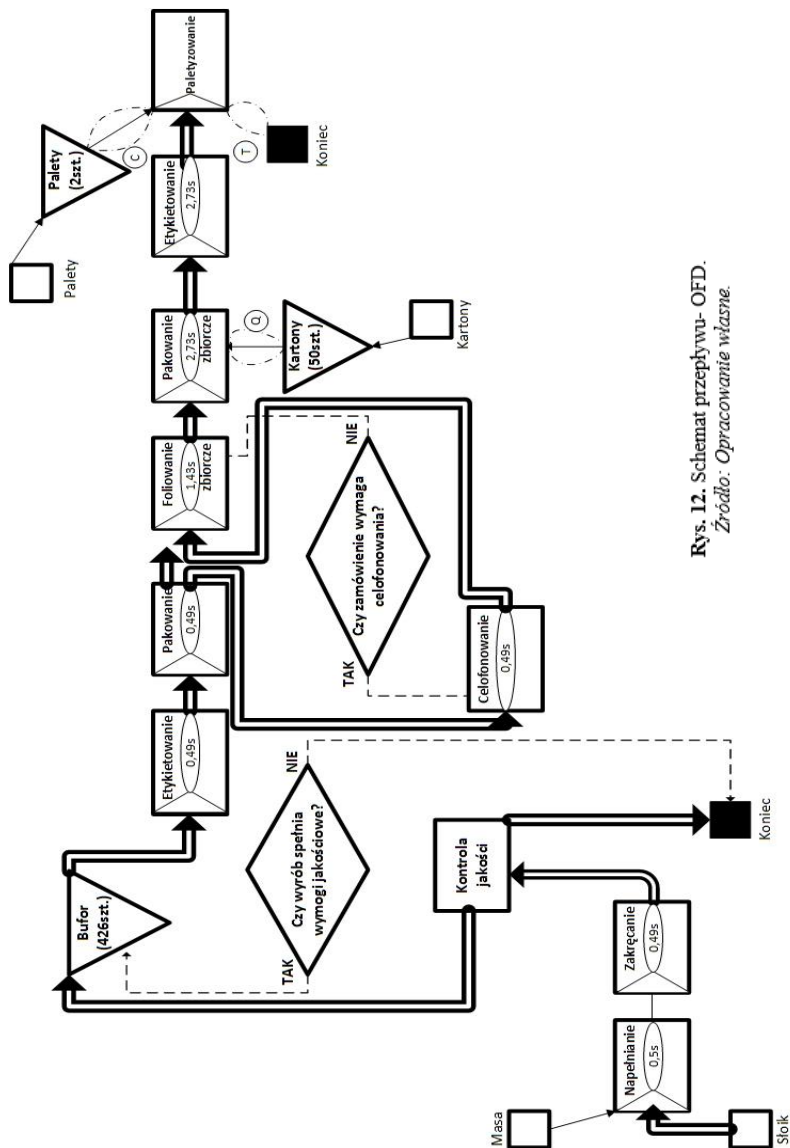
**Rys. 10.** OFD- oznaczenie transportu (zasobu).  
*Źródło: Opracowanie własne.*

11. Komunikacja – linie to obrazują przepływ elementu, wiążą się z przekazywaniem informacji lub wiadomości.[5]



**Rys. 11.** OFD- oznaczenie komunikacji.  
*Źródło: Opracowanie własne.*

Na kolejnej stronie przedstawiono OFD dla rozpatrywanego procesu.



Rys. 12. Schemat przepływu-OFD.  
 Źródło: Opracowanie własne.

## 5. SYMULACJA W PROGRAMIE FLEXSIM

### 5.1. ODWZOROWANIE WARUNKÓW RZECZYWISTYCH

Na początku symulacji zostały określone podstawowe jednostki miary odległości oraz czasu. Przywiązano do tego szczególną uwagę, ponieważ jest to jeden z nielicznych parametrów projektowania symulacji w programie FlexSim, który przyjęty raz jest nieodwracalny – musi być zatem dobrze przemyślany.

Jako jednostkę odległości przyjęto milimetry, natomiast czas ustawiono na sekundy. Ustalono także, iż rozpatrywany w symulacji okres będzie obejmował dwie zmiany robocze, tj. 16 h. Projektowanie rozpoczęto od odwzorowania stanu faktycznego stanowiącego wersję 1. W tym celu wykorzystano obiekty dostępne w bibliotece programu. Jednak aby linia produkcyjna wyglądała bardziej realistycznie, spersonalizowano kształty maszyn poprzez zaprojektowanie ich w programie SketchUp 2013 zgodnie z rzeczywistymi wymiarami, a następnie podstawiono za te oferowane przez program. Ustalono także kształt produkowanego wyrobu.

Gdy wizualnie linia spełniła wszystkie kryteria, zajęto się danymi technicznymi oraz połączeniami. Te dwa czynniki determinują realny przepływ na linii produkcyjnej w programie. W każdym urządzeniu i przenośniku ustawiono parametry zmierzone w przedsiębiorstwie oraz te przeliczone na potrzeby symulacji. Dodano czasy przetwarzania maszyn, ich pojemności, transportu produktów przez przenośniki.

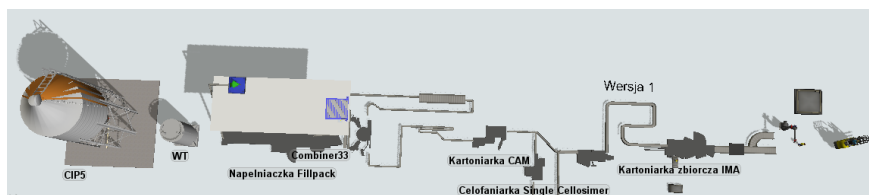
Ważnym krokiem było uzupełnienie wartości dotyczących awarii maszyn, czyli MTBF oraz MTTR. Do ich obliczenia użyto narzędzia ExpertFit, dostępnego w pełnej wersji programu FlexSim. ExpertFit wybierał najkorzystniejszy rozkład dla każdej maszyny i podawał parametry, które wprowadzono bezpośrednio do okien modyfikacji MTTR i MTBF. W celu implementacji danych do programu Expertfit, pierwszym krokiem było pozyskanie danych o mikroprzestojach i przestojach z systemu komputerowego Master Data Collection, skorelowanie ich z danymi pochodzącymi ze sterowników znajdujących się w maszynach i wprowadzeniem do arkusza programu MS Excel.

Analizę danych rozpoczęto od ich posortowania i podzielenia na awarie i mikroawarie oraz obliczenia międzyczasów. Na podstawie tych danych narzędzie generowało najbardziej zbliżony rozkład statystyczny (statistical distribution) dla awarii każdej maszyny. Rozkłady wprowadzono bezpośrednio do okien modyfikacji MTTR i MTBF. W przypadku gdy wyliczony rozkład był niedokładny, ExpertFit sugerował zastosowanie rozkładu

empirycznego. Wygenerowane dane należało wprowadzić do symulacji za pomocą tabel globalnych (Global Tables), które połączone z daną maszyną generowały przestoje.

Innym ważnym czynnikiem, było odwzorowanie ruchu produktu na linii produkcyjnej. Znajdujący się na niej bufor zapelniał się w charakterystyczny sposób. Napływające produkty kolejkowoły się na nim. W programie FlexSim taki bufor nie jest zaprojektowany, dlatego należało zaprogramować go w języku C++ na przenośniku. Dodatkowo, aby poszerzyć perspektywę, dodano zbiornik WT, czyli przewoźny pojemnik wielokrotnego użytku, myty i dezynfekowany w myjni, która znajduje się w fabryce. Podstawiany jest do linii przy pomocy akumulatorowego wózka widłowego przez pracownika linii, podłączany do napełniaczki zgodnie z planem produkcji.

Poprzez wstawienie silosów nakreślono również systemy CIP zapewniające szybkie, skuteczne i pewne czyszczenie wszystkich typów urządzeń używanych w przemyśle produkcyjnym. Jest to metoda, w wyniku której obiekt lub rurociąg zostaje całkowicie oczyszczony bez potrzeby ich rozmontowywania. Czyszczenie CIP przebiega szybko i dokładnie [6], Wszystkie powyżej wymienione czynności i elementy stworzyły rzeczywisty model linii produkcyjnej przedsiębiorstwa.



**Rys. 13.** Model stanu faktycznego.

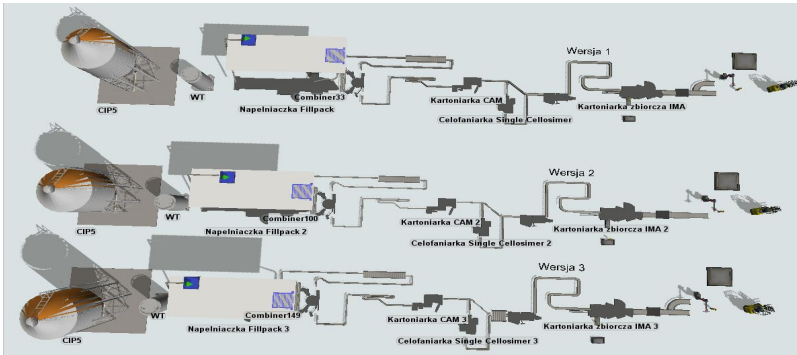
*Źródło: Opracowanie własne.*

## 5.2. SYMULACJA ROZWIĄZAŃ

W wyniku analizy i obserwacji stworzono trzy wersje linii – rzeczywistą, linię z buforem przed paletyzatorem oraz linię z buforem przed urządzeniem zgrzewającym pakiety w folię PE.

W pierwszej propozycji ustawiono bufor w miejscu zgodnym z zaleceniami pracowników firmy, czyli przed paletyzatorem. Rozwiązanie to nie przyniosło jednak rezultatów, ponieważ okazało się, że to paletyzator czeka na napływający do niego towar, a nie na odwrót. Nie jest on przyczyną zapychania się linii, więc bufor nie przynosi żadnych korzyści. Po przeprowadzeniu szeregu obserwacji w przedsiębiorstwie zauważono,

że towar zaczyna kolejkować się przed urządzeniem zgrzewającym pakiety w folię PE. Uznano, że będzie to idealne miejsce na utworzenie buforu i postanowiono stworzyć drugie, alternatywne rozwiązanie. Symulacja potwierdziła, że rozwiązanie to jest najkorzystniejsze dla płynności produkcji- linia nie zapycha się i maszyny blokują się w mniejszym stopniu.



Rys. 14. Modele linii produkcyjnej.

Źródło: Opracowanie własne.

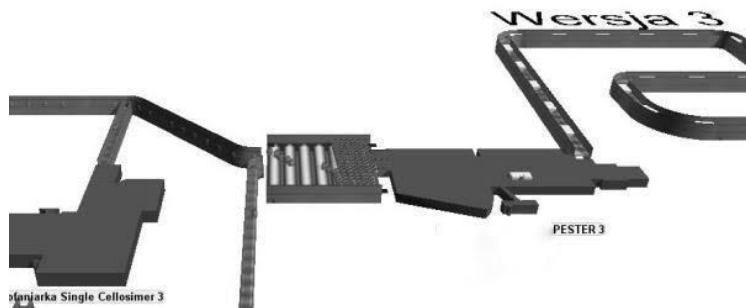
Poniżej przedstawiono wykresy obrazujące udział poszczególnych stanów pracy dla wszystkich maszyn i wszystkich trzech linii podczas jednej z przeprowadzonych na modelu symulacji.



Rys. 15. Wykresy stanu pracy maszyn.

Źródło: Opracowanie własne.

Na wykresach zaobserwować można, że bufor postawiony za kartoniarką przyczynił się do zmniejszenia poziomu jej zablokowania.

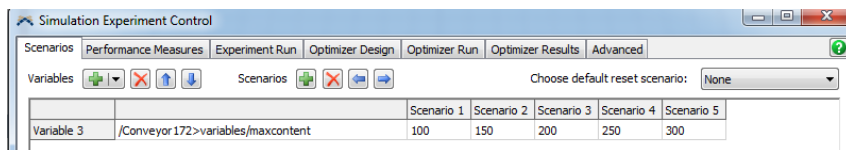


**Rys. 16.** Model buforu.

Źródło: Opracowanie własne.

### 5.3. EKSPERYMENTATOR

W kolejnym kroku sprawdzono optymalną pojemność bufora znajdującego się na trzeciej linii. Dokonano tego przy pomocy eksperymentatora, który przeprowadza symulację w tych samych warunkach dla każdego scenariusza. W tym przypadku przyjęto, iż produkcja dopiero rusza- linia jest pusta, a eksperyment obejmować będzie czas 57600 sekund, czyli dwie pełne 8-godzinne zmiany robocze. Jako zmienną wybrano maksymalną pojemność bufora. Biorąc pod uwagę, że podczas biegu symulacji wypełnienie bufora było bardzo zróżnicowane, przyjęto aż 5 scenariuszy:

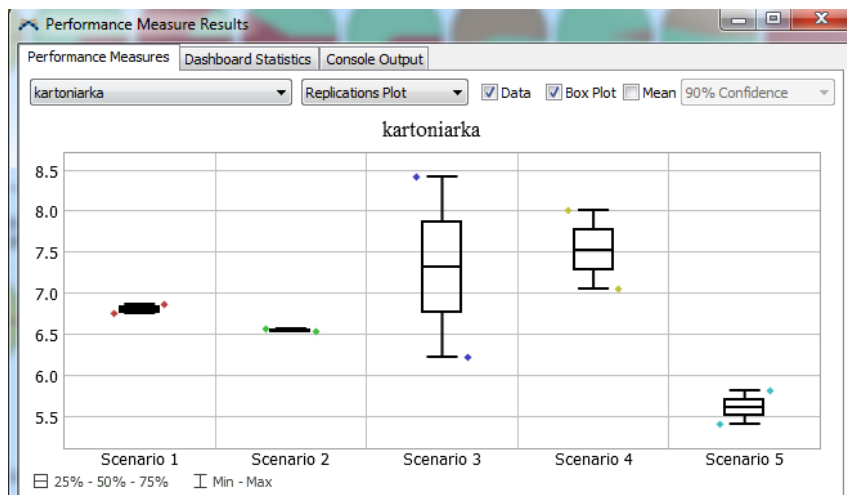


**Rys. 17.** Eksperymentator.

Źródło: Opracowanie własne.

Podczas eksperymentu powtórzono dwie próby. Jako wyniki brano po uwagę następujące parametry:

- Procentowy udział zablokowania kartoniarki (maszyny poprzedzającej bufor) w czasie przebiegu symulacji.



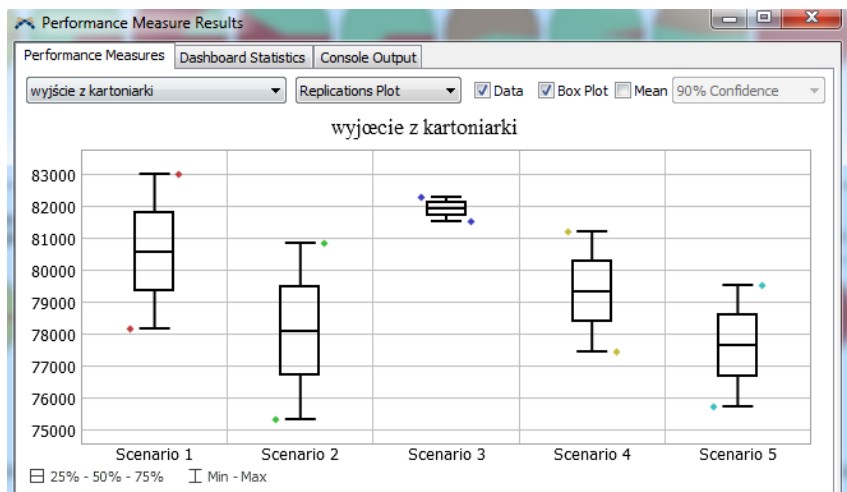
Rys.18. Udział zablokowania kartoniarki- wykres.  
Źródło: Opracowanie własne.

The figure is a data summary table titled 'kartoniarka' showing the mean (90% confidence), sample standard deviation, minimum, and maximum values for five scenarios. The table is set to 'Data Summary' with 'Mean Based on' set to 90% Confidence.

	Mean (90% Confidence)	Sample Std Dev	Min	Max
<b>Scenario 1</b>	6.437 < 6.802 < 7.167	0.082	6.744	6.860
<b>Scenario 2</b>	6.434 < 6.545 < 6.657	0.025	6.528	6.563
<b>Scenario 3</b>	0.367 < 7.311 < 14.255	1.555	6.212	8.411
<b>Scenario 4</b>	4.495 < 7.523 < 10.552	0.678	7.043	8.003
<b>Scenario 5</b>	4.334 < 5.606 < 6.877	0.285	5.404	5.807

Rys. 19. Udział zablokowania kartoniarki- dane liczbowe.  
Źródło: Opracowanie własne.

- Ilość sztuk, które wyszły z kartoniarki poprzedzającej bufor.



Rys. 20. Liczba sztuk przechodzących przez proces (kartoniarka)- wykres.

Źródło: Opracowanie własne.

Performance Measure Results

Performance Measures: **wyjście z kartoniarki**

Dashboard Statistics | Console Output

Data Summary | Mean Based on | 90% Confidence

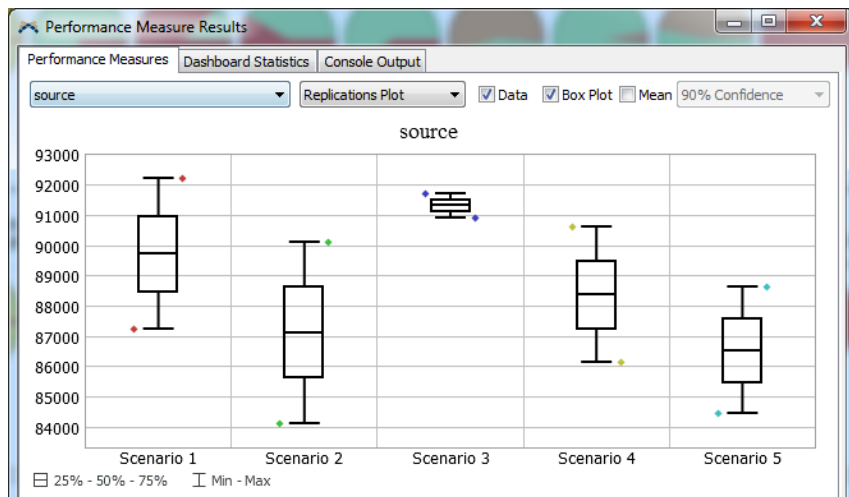
wyjście z kartoniarki

	Mean (90% Confidence)	Sample	Std Dev	Min	Max
<b>Scenario 1</b>	65214 < 80563 < 95912	3438	3438	78132	82994
<b>Scenario 2</b>	60599 < 78082 < 95565	3916	3916	75313	80851
<b>Scenario 3</b>	79490 < 81912 < 84333	542	542	81528	82295
<b>Scenario 4</b>	67405 < 79326 < 91247	2670	2670	77438	81214
<b>Scenario 5</b>	65596 < 77622 < 89647	2693	2693	75717	79526

Rys.21. Liczba sztuk przechodzących przez proces (kartoniarka)- dane liczbowe.

Źródło: Opracowanie własne.

- Ilość sztuk, które wjechały na linię.



Rys. 22. Ilość sztuk poddanych procesowi- wykres.

Źródło: Opracowanie własne.

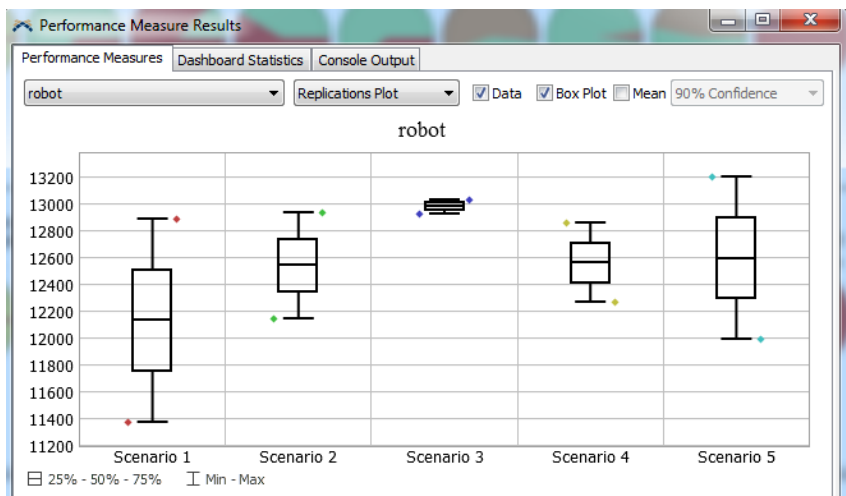
The screenshot shows a data summary table for five scenarios. The table includes columns for Mean (90% Confidence), Sample Std Dev, Min, and Max. The data is as follows:

SOURCE						
	Mean (90% Confidence)			Sample Std Dev	Min	Max
<b>Scenario 1</b>	73997	< 89719	< 105441	3521	87229	92209
<b>Scenario 2</b>	68190	< 87123	< 106055	4241	84124	90121
<b>Scenario 3</b>	88861	< 91314	< 93766	549	90925	91702
<b>Scenario 4</b>	74289	< 88367	< 102444	3153	86137	90596
<b>Scenario 5</b>	73330	< 86524	< 99717	2955	84434	88613

Rys. 23. Ilość sztuk poddanych procesowi - dane liczbowe.

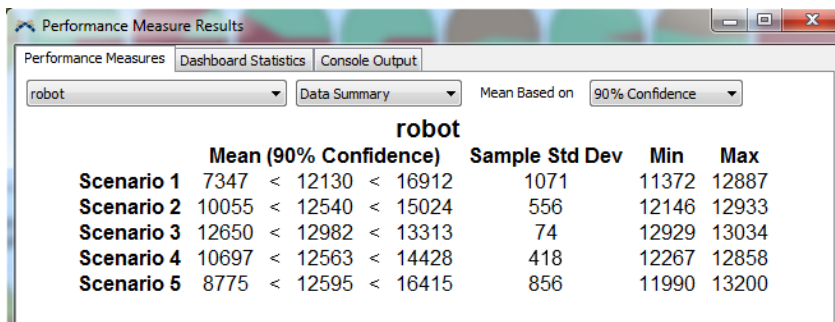
Źródło: Opracowanie własne.

- Ilość kartonów zbiorczych, które opuściły linię.



Rys. 24. Ilość wyprodukowanych sztuk wyrobu- wykres.

Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 25. Ilość wyprodukowanych sztuk wyrobu - dane liczbowe.

Źródło: Opracowanie własne.

Z wyników eksperymentatora można wywnioskować, że dla trzech spośród czterech parametrów branych pod uwagę najlepszy okazał się scenariusz 3. Tylko ze względu na procentowy udział zablokowania kartoniarki korzystniejszy wydaje się scenariusz 5. Na podstawie wyników stwierdzono więc, że dla bufora znajdującego się przed urządzeniem

zgrzewającym pakiety w folię PE optymalny jest wariant trzeci, czyli bufor o pojemności 200 sztuk, jest najbardziej opłacalny.

## 6. WYNIKI SYMULACJI

Wprowadzenie bufora przed urządzeniem zgrzewającym pakiety w folię PE przyniosłoby wiele korzyści. Usprawniłby on pracę całej linii produkcyjnej i dzięki niemu maszyny zwiększyłyby swoją wydajność. W rzeczywistości, przez brak bufora, część maszyn jest zablokowana i natłok produkowanych towarów powoduje, że stoją i są przez pewien czas bezużyteczne. Zastosowanie symulacji w programie FlexSim 2016 umożliwiło dokładne zobrazowanie problemu, wprowadzenie różnych wariantów rozwiązania bez konieczności testowania tego w rzeczywistych warunkach oraz wiążącym się z tym ponoszeniem kosztów. Jedynym ograniczeniem jakie zauważono, a które mogłoby wpłynąć na możliwość wprowadzenia bufora w rzeczywistości, jest dostępne między maszynami miejsce. Biorąc jednak pod uwagę niewielkie wymiary bufora (niespełna 1 m<sup>2</sup>), umieszczenie go przed urządzeniem zgrzewającym pakiety w folię PE zbiorczą nie stanowiłoby pod względem przestrzennym znaczącego problemu.

Ze względu na brak danych niezbędnych do przeprowadzenia analizy kosztowej, niemożliwym było dokonanie odpowiednich obliczeń. Jednakże koszt wprowadzenia buforów w stosunku do korzyści, jakie przynoszą, wydaje się być bardzo niski, bowiem zwiększają one efektywność całej linii produkcyjnej, co przekłada się na większe zyski przedsiębiorstwa.

## 7. PODSUMOWANIE

Z przeprowadzania symulacji płynie wiele zalet. Najważniejszymi z nich są realistyczne założenia. Można otrzymać dokładne rozwiązanie przybliżonego modelu, a po odzwierciedleniu zjawiska jest możliwe przeprowadzanie eksperymentów, wprowadzanie swoich pomysłów i wybór najlepszego z otrzymanych rezultatów. Ponadto stosowanie programów symulacyjnych jest względnie łatwe w użyciu.

Kolejnym z atutów, przemawiających za stosowaniem symulacji, jest możliwość kompresji bądź wydłużania badanego okresu. Dzięki takiemu rozwiązaniu można w dużo krótszym czasie zobaczyć efekty wprowadzonych zmian czy usprawnień, a także sprawdzić co się stanie po czasie dłuższym, niż by przewidywano na obserwacje w rzeczywistym systemie.

Przeprowadzanie eksperymentów generuje dużo mniejsze koszty niż wprowadzenie danego rozwiązania i sprawdzenie jego celowości. W zależności od potrzeb, eksperyment można powtarzać w tych samych warunkach. Kolejną zaletą to bezproblemowe przechowywanie i porównywanie wyników eksperymentów. Ponadto można w łatwy sposób wprowadzać różnego rodzaju wymuszenia i zakłócenia, w szczególności losowe, oraz badać stany ekstremalne. Oprogramowanie symulacyjne pozwala także na zmiany w modelu systemu. Można w prosty sposób uzupełniać model o nowe procesy czy obiekty.

Ostatnią z przytoczonych w referacie zalet jest wiarygodność wyników. Symulacje komputerowe wspomagają świadome podejmowanie decyzji. Każdy z dopuszczalnych wariantów można dokładnie przeanalizować. Dzięki temu na podstawie wnikliwej animacji, sprawozdawczości statystycznej oraz analizy scenariuszowej wybierane jest rozwiązanie o minimalnym stopniu ryzyka [7]. Opisany w referacie przykład wykorzystania oprogramowania symulacyjnego do rozwiązania realnego problemu potwierdza wszystkie wyżej wymienione zalety. Potencjał symulacji jest często niedoceniany, a powinien stanowić integralną część optymalizacji zachodzących w przedsiębiorstwie procesów i wdrażania nowych koncepcji.

#### LITERATURA

- [1] Antosz K., Stadnicka D., Mierniki oceny efektywności funkcjonowania maszyn w dużych przedsiębiorstwach: wyniki badań [online]  
dostęp: 20.10.2016
- [2] Encyklopedia PWN, T.6. S-Z, Warszawa, PWN, 1998. Symulacja komputerowa, s.143.
- [3] <http://flexsim.pl/flexsim/> [online] dostęp: 22.10.2016
- [4] <http://kates.com.pl/pl/page/stacje-mycia-cip-cop> [online] dostęp: 24.10.2016
- [5] <http://www.ein.org.pl/sites/default/files/2015-01-15p.pdf>
- [6] Pawlewki P., Obiektowy schemat przepływu [online]  
<http://www.socilapp.put.poznan.pl/> dostęp 26.10.2016
- [7] Ustawa z dnia 18 kwietnia 2002 r. o stanie kłęski żywiolowej, Dz.U.2002.62.558

---

**SIMULATION AS A TOOL USED TO IMPROVE PRODUCTION FLOW ON  
EXAMPLE OF THE ANALYSED COMPANY - CASE STUDY**

**Key words:** computer simulation, optimization, logistics process,

**ABSTRACT**

Optimizing processes in the company, especially in factories, is an important part of corporate strategy. With help of a special software, simulation allows to check the usefulness and cost-effectiveness of suggested solutions. Undeniable advantage is low cost of verification. Simulation is invaluable opportunity which was decided to present in article based on a real example.





...minimuje potrzebę weryfikacji możliwości pasażerów przez pracowników oprócz korzyści wynikających z oszczędności dla linii lotniczych, dzięki obniżeniu niezbędnej liczby pracowników oraz niższymi kosztom operacyjnym, pasażerowie będą również korzystać z nowych technologii na lotnisku skrócenie czasu oczekiwania w kolejkach i możliwość sprawdzenia dostępnych na lotnisku udogodnień w kioskach samoobsługowych to tylko kilka z licznych nowości, jakie będzie miał do zaoferowania terminal przed oddaniem go do użytku odbędą się intensywne testy zintegrowanych systemów lotniskowych tak, aby niezbędne procedury od samego początku użytkowania były w pełni poprawne i satysfakcjonowały pasażerów, którzy bardzo cenią terminal natomiast będzie gotowy w 2020 roku zostanie zbudowany na 80 hektarach gruntu changi airport posiadając 5 terminali będzie w stanie obsłużyć ponad 135 milionów osób w każdym roku planowana jest również poprawa infrastruktury drogowej, aby zapewnić wygodny dostęp do terminali oczekujących na lot w holu lotniska changi znajduje się green wall, czyli ściana bujnej, egzotycznej roślinności, która ma 300 m szerokości jest wysoka na kilka pięter wysokości na lotnisku znajduje się też botanika, czyli dwupiętrowy ogród z wodospadem i ponad tysiącem rośliny różnych gatunków pasażerowie mają do dyspozycji ogrody: kaktusowy, słonecznikowy, orchidei czy też ogród paproci a zmęczeni podróżą mogą też odwiedzić specjalne sypialnie, centrum spa i baseny. Dla miłośników gier mają szansę skorzystać ze strefy , gdzie filmy i gry wideo są prezentowane w trzech wymiarach dodatkową atrakcją dla pasażerów jest wielka zjeżdżalnia wysokości zainstalowane przyrządy ils do obsługi bezpiecznego lądowania samolotów w każdych warunkach pogodowych. W nowocześniejsze i większe rosty również wymagania wobec ich miejsc postojowych dziś mamy ogromne i świetnie wyposażone lotniska,



Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej są do nabycia w księgarni,  
plac Grunwaldzki 13, 50-377 Wrocław, budynek D-1 PWR., tel 71 320 29 35  
Prowadzimy sprzedaż wysyłkową: zamawianie.ksiazek@pwr.edu.pl

ISSN: 2450-5870