

przegląd komunikacyjny

7
2018
rocznik LXXIII
cena 25,00 zł
w tym 5% VAT



UKAZUJE SIĘ OD 1945 ROKU

Integracja w transporcie szynowym



2018 rokiem
Ernesta Malinowskiego

eISSN
2544-6037

ISSN
0033-22-32

Odpowiedź dynamiczna drogi szynowej w kierunku wzdłużnym. Analysis of the bus traffic volume on rural national roads. Wydatki gospodarstw domowych 50+ na transport i łączność – analiza statystyczna. Koncepcja zintegrowanego systemu transportu szynowego w Radomiu z tramwajami dwusystemowymi. RAMS w zakresie rozjazdów kolejowych

Podstawowe informacje dla Autorów artykułów

„Przegląd Komunikacyjny” publikuje artykuły związane z szeroko rozumianym transportem oraz infrastrukturą transportu. Obejmuje to zagadnienia techniczne, ekonomiczne i prawne. Akceptowane są także materiały związane z geografią, historią i socjologią transportu.

Artykuły publikowane w „Przeglądzie Komunikacyjnym” dzieli się na: „wnoszące wkład naukowy w dziedzinę transportu i infrastruktury transportu” oraz „pozostałe”. Prosimy Autorów o deklarację (w zgłoszeniu), do której grupy zaliczyć ich prace.

Materiały do publikacji: zgłoszenie, artykuł oraz oświadczenie Autora, należy przysyłać w formie elektronicznej na adres redakcji:

artykuly@przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl

W zgłoszeniu należy podać: imię i nazwisko autora, adres mailowy oraz adres do tradycyjnej korespondencji, miejsce zatrudnienia, zdjęcie, tytuł artykułu oraz streszczenie (po polsku i po angielsku) i słowa kluczowe (po polsku i po angielsku). Szczegóły przygotowania materiałów oraz wzory załączników dostępne są na stronie:

www.przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl

W celu usprawnienia i przyspieszenia procesu publikacji prosimy o zastosowanie się do poniższych wymagań dotyczących nadsyłanego materiału:

1. Tekst artykułu powinien być napisany w jednym z ogólnodostępnych programów (np. Microsoft Word). Wzory i opisy wzorów powinny być wkomponowane w tekst. Tabele należy zestawić po zakończeniu tekstu. Ilustracje (rysunki, fotografie, wykresy) najlepiej dołączyć jako oddzielne pliki. Można je także wstawić do pliku z tekstem po zakończeniu tekstu. Możliwe jest oznaczenie miejsc w tekście, w których autor sugeruje wstawienie stosownej ilustracji lub tabeli. Obowiązuje odrębna numeracja ilustracji (bez rozróżniania na rysunki, fotografie itp.) oraz tabel.
2. Całość materiału nie powinna przekraczać 12 stron w formacie Word (zalecane jest 8 stron). Do limitu stron wlicza się ilustracje załączane w odrębnych plikach (przy założeniu że 1 ilustracja = ½ strony).
3. Format tekstu powinien być jak najprostszy (nie stosować zróżnicowanych stylów, wcięć, podwójnych i wielokrotnych spacji itp.). Dopuszczalne jest pogrubienie, podkreślenie i oznaczenie kursywą istotnych części tekstu, a także indeksy górne i dolne. **Nie stosować przypisów.**
4. Nawiązania do pozycji zewnętrznych - cytaty (dotyczy również podpisów ilustracji i tabel) oznacza się numeracją w nawiasach kwadratowych [...]. Numerację należy zestawić na końcu artykułu (jako „Materiały źródłowe”). Zestawienie powinno być ułożone alfabetycznie.
5. Jeżeli Autor wykorzystuje materiały objęte nie swoim prawem autorskim, powinien uzyskać pisemną zgodę właściciela tych praw do publikacji (niezależnie od podania źródła). Kopie takiej zgody należy przesłać Redakcji.

Artykuły wnoszące wkład naukowy podlegają procedurom recenzji merytorycznych zgodnie z wytycznymi MNiSW, co pozwala zaliczyć je, po opublikowaniu, do dorobku naukowego (z punktacją przyznawaną w toku oceny czasopism naukowych – aktualnie jest to **8 punktów**).

Do oceny każdej publikacji powołuje się co najmniej dwóch niezależnych recenzentów spoza jednostki. Zasady kwalifikowania lub odrzucenia publikacji i ewentualny formularz recenzentki są podane do publicznej wiadomości na stronie internetowej czasopisma lub w każdym numerze czasopisma. Nazwiska recenzentów poszczególnych publikacji/numerów nie są ujawniane; raz w roku (w ostatnim numerze oraz na stronie internetowej) czasopismo podaje do publicznej wiadomości listę recenzentów współpracujących.

Przygotowany materiał powinien obrazować własny wkład badawczy autora. Redakcja wdrożyła procedurę zapobiegania zjawisku Ghostwriting (z „ghostwriting” mamy do czynienia wówczas, gdy ktoś wniósł istotny wkład w powstanie publikacji, bez ujawnienia swojego udziału jako jeden z autorów lub bez wymienienia jego roli w podziękowaniach zamieszczonych w publikacji). Tekst i ilustracje muszą być oryginalne i niepublikowane w innych miejscach (w tym w internecie). Możliwe jest zamieszczanie artykułów, które ukazały się w materiałach konferencyjnych i podobnych (na prawach rękopisu) z zaznaczeniem tego faktu i po przystosowaniu do wymogów publikacyjnych „Przeglądu Komunikacyjnego”.

Korespondencję inną niż artykuły do recenzji prosimy kierować na adres: **listy@przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl**

Redakcja pisma oferuje objęcie patronatem medialnym konferencji, debat, seminariów itp. Szczegóły na: <http://przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl/patron.html>
Ceny są negocjowane indywidualnie w zależności od zakresu zlecenia. Możliwe są atrakcyjne upusty. Patronat obejmuje:

- ogłaszanie przedmiotowych inicjatyw na łamach pisma,
- zamieszczanie wybranych referatów / wystąpień po dostosowaniu ich do wymogów redakcyjnych,
- publikację informacji końcowych (podsumowania, apele, wnioski),
- kolportaż powyższych informacji do wskazanych adresatów.

www.przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl

Ramowa oferta dla „Sponsora strategicznego” czasopisma Przegląd Komunikacyjny

Sponsor strategiczny zawiera umowę z wydawcą czasopisma na okres roku kalendarzowego z możliwością przedłużenia na kolejne lata. Uprawnienia wydawcy do zawierania umów posiada SITK O. Wrocław.

Przegląd Komunikacyjny oferuje dla sponsora strategicznego następujące świadczenia:

- zamieszczenie logo sponsora w każdym numerze,
- zamieszczenie reklamy sponsora w jednym, kilku lub we wszystkich numerach,
- publikacja jednego lub kilku artykułów sponsorowanych,
- publikacja innych materiałów dotyczących sponsora,
- zniżki przy zamówieniu prenumeraty czasopisma.

Możliwe jest także zamieszczenie materiałów od sponsora na stronie internetowej czasopisma.

Przegląd Komunikacyjny ukazuje się jako miesięcznik.

Szczegółowy zakres świadczeń oraz detale techniczne (formaty, sposób i terminy przekazania) są uzgadniane indywidualnie z Pełnomocnikiem ZO Wrocław SITK.

Prosimy o kontakt z: dr hab. inż. Maciej Kruszyna na adres mailowy: **redakcja@przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl**

Cena za świadczenia na rzecz sponsora uzależniana jest od uzgodnionych szczegółów współpracy. Zapłata może być dokonana jednorazowo lub w kilku ratach (na przykład kwartalnych). Część zapłaty może być w formie zamówienia określonej liczby prenumerat czasopisma.





Na okładce: City-crossing-crossroad , pexels

Drodzy Czytelnicy!

W wakacyjnym numerze Przeglądu Komunikacyjnego zamieszczamy pięć artykułów reprezentujących różne zagadnienia z zakresu transportu i infrastruktury transportowej (inżynierii lądowej). Pierwsza pozycja przedstawia analizę liniowych modeli odpowiedzi toru przy obciążeniach wzdłużnych, wynikających z rozpędzania lub hamowania pociągu. Analizując modele drogi szynowej bez tłumienia omówiono problem prędkości krytycznej oraz przeprowadzono analizę wpływu współczynnika tłumienia na maksymalne przemieszczenia wzdłużne. Sformułowano praktyczne wnioski i określono podstawowe kierunki dalszych badań tego problemu.

Drugi artykuł (w języku angielskim) dotyczy analiz natężenia ruchu autobusowego na drogach zamiejskich. Autorka określa typowe grupy zmienności sezonowej i tygodniowej autobusów oraz wyznacza reprezentatywne profile zmienności natężeń ruchu umożliwiające bezpośrednie przeliczenie pomiarów dobowych na SDR autobusów. Ponadto identyfikuje najkorzystniejszy czasowy zakres przeprowadzania pomiarów wyrwykowych umożliwiające wiarygodne szacowanie SDR autobusów. Kolejny artykuł zawiera analizę statystyczną wydatków gospodarstw domowych „50+” na transport i komunikację. Badaniem objęto gospodarstwa domowe w Polsce, w których głowa gospodarstwa była w wieku 50 lat i więcej. Ustalono, że największy dodatni wpływ na wydatki na transport i komunikację miał poziom wydatków ogółem na osobę. Istotne okazało się również zróżnicowanie preferencji wydatków w zależności od liczby osób w rodzinie, klasy miejscowości zamieszkania, przynależności do grupy społeczno-ekonomicznej oraz subiektywnej oceny sytuacji materialnej gospodarstwa.

W następnej pozycji przedstawiono zagadnienie normowych specyfikacji niezawodności, dostępności, podatności utrzymaniowej i bezpieczeństwa (RAMS) w zastosowaniu kolejowym. Kluczowym zagadnieniem jest tu zapewnienie niezawodności i bezpieczeństwa utrzymaniowego oraz jakości eksploatacyjnej i utrzymaniowej. Ostatni artykuł opisuje koncepcję zintegrowanego systemu transportu szynowego w Radomiu z tramwajami dwusystemowymi. Stanowi to syntetyczny opis autorskiej wersji modelu obsługi komunikacyjnej miasta z naciskiem na integrację różnych środków transportu. Numer lipcowy zamyka sprawozdanie z XXXII. Zwyczajnego Zjazdu Delegatów SITK RP oraz z wycieczki technicznej przedstawicieli wrocławskiego Oddziału SITK RP na będącą w budowie trasę S3.

Z uszanowaniem:
Maciej Kruszyna
(z-ca red. nac. PK)

W numerze

Odpowiedź dynamiczna drogi szynowej w kierunku wzdłużnym

Włodzimierz Czyżuła, Łukasz Chudyba 2

Analysis of the bus traffic volume on rural national roads

Malwina Splawińska 7

Wydatki gospodarstw domowych 50+ na transport i łączność – analiza statystyczna

Iwona Bąk, Beata Szczecińska 14

RAMS w zakresie rozjazdów kolejowych

Ewelina Kwiatkowska 19

Koncepcja zintegrowanego systemu transportu szynowego w Radomiu z tramwajami dwusystemowymi

Paweł Wontorski 23

Informacje SITK - Sprawozdanie z XXXII Zwyczajnego Zjazdu Delegatów SITK RP

Wydawca:

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników
Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej
00-043 Warszawa, ul. Czackiego 3/5
www.sitk-rp.org.pl

Redaktor Naczelny:

Antoni Szydło

Redakcja:

Krzysztof Gasz, Igor Gisterek, Bartłomiej Krawczyk,
Maciej Kruszyna (Z-ca Redaktora Naczelnego),
Agnieszka Kuniczuk - Trzcinowicz (Redaktor językowy),
Piotr Mackiewicz (Sekretarz), Wojciech Puła (Redaktor
statystyczny), Wiesław Spuziak, Robert Wardęga,
Czesław Wolek

Adres redakcji do korespondencji:

Poczta elektroniczna:
redakcja@przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl

Poczta „tradycyjna”:

Piotr Mackiewicz, Maciej Kruszyna
Politechnika Wrocławska,
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
Faks: 71 320 45 39

Rada naukowa:

Marek Ciesielski (Poznań), Antanas Klibavičius (Wilno), Józef Komačka (Žilina), Elżbieta Marciszewska (Warszawa), Bohuslav Novotny (Praga), Andrzej S. Nowak (Lincoln, Nebraska), Tomasz Nowakowski (Wrocław), Victor V. Rybkin (Dniepropietrowsk), Marek Sitarz (Katowice), Wiesław Starowicz (Kraków), Hans-Christoph Thiel (Cottbus), Krystyna Wojewódzka-Król (Gdańsk), Elżbieta Załoga (Szczecin), Andrea Zuzulova (Bratysława)

Rada programowa:

Mirosław Antonowicz, Dominik Borowski, Leszek Krawczyk, Marek Krużyński, Leszek W. Mindur, Andrzej Żurkowski

Deklaracja o wersji pierwotnej czasopisma

Główną wersją czasopisma jest wersja elektroniczna. Na stronie internetowej czasopisma dostępne są pełne wersje artykułów oraz streszczenia w języku polskim (od 2010) i angielskim (od 2016).

Czasopismo jest umieszczone na liście Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (8 pkt. za artykuł recenzowany).

Redakcja zastrzega sobie prawo dokonywania zmian w materiałach nie podlegających recenzji.

Artykuły opublikowane w „Przeglądzie Komunikacyjnym” są dostępne w bazach danych 20 bibliotek technicznych oraz są indeksowane w bazach:
BAZTECH: <http://baztech.icm.edu.pl>
Index Copernicus: <http://indexcopernicus.com>

Prenumerata:

Szczegóły i formularz zamówienia na stronie:

www.przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl

Obecna Redakcja dysponuje numerami archiwalnymi począwszy od 4/2010.

Numery archiwalne z lat 2004-2009 można zamawiać w Oddziale krakowskim SITK,
ul. Siostrzana 11, 30-804 Kraków,
tel./faks 12 658 93 74, mrowinska@sitk.org.pl

Druk:

HARDY Design, 52-131 Wrocław, ul. Buforowa 34a
Przemysław Wolczuk, przemo@dodo.pl

Reklama:

Dział Marketingu: sitk.baza@gmail.com

Nakład: 800 egz.

Odpowiedź dynamiczna drogi szynowej w kierunku wzdłużnym

Dynamic response of rail track in longitudinal direction



Włodzimierz Czyżula

Prof. dr hab. inż.

Politechnika Krakowska

czyzula@pk.edu.pl



Łukasz Chudyba

Dr inż.

Politechnika Krakowska

lchudyba@poczta.onet.pl

Streszczenie: Praca przedstawia analizę liniowych modeli odpowiedzi toru przy obciążeniach wzdłużnych, wynikających z rozpędzania/hamowania pociągu. Siły te przyjęto jako równomiernie rozłożone na całej długości pociągu. Analizę przeprowadzono przy założeniu, że – w krótkich przedziałach czasu – prędkość pociągu nie zmienia się istotnie; dlatego rozważana jest stacjonarna odpowiedź drogi szynowej. Analizując modele drogi szynowej bez tłumienia omówiono problem prędkości krytycznej. Przeprowadzono także analizę wpływu współczynnika tłumienia na maksymalne przemieszczenia wzdłużne. Na zakończenie sformułowano praktyczne wnioski i określono podstawowe kierunki dalszych badań tego problemu.

Słowa kluczowe: Droga Szynowa; Hamowanie/Rozpędzanie Pociągu; Modele Analityczne Toru; Przemieszczenia Wzdłużne Szyn

Abstract: The paper presents an analysis of linear models track response under longitudinal loads due to braking/accelerating of the train. Longitudinal forces are uniformly distributed on the whole length of the train. Analysis was carried out under assumption that – in the short time – train speed not changes significantly. Therefore stationary response of rail track is considered. The problem of critical speed has been analyzed. Effect of damping properties of track foundation on maximum longitudinal displacements were also considered. In summary certain practical conclusions were formulated as well as the further investigations were pointed out.

Keywords: Rail Track; Braking/Accelerating of Train; Analytical Track Models; Rail Longitudinal Displacements

Analiza odpowiedzi dynamicznej drogi szynowej dotyczy głównie płaszczyzny pionowej (por. np. [1,2,4,9]). Analiza w płaszczyźnie poziomej (w kierunku poprzecznym i wzdłużnym) dotyczy relatywnie niewielu prac, zarówno teoretycznych, jak i doświadczalnych (por. np. [5–7,10–11,13–14]). Prace na temat oddziaływań wzdłużnych, a ściślej hamowania i rozpędzania pociągu, dotyczą głównie dynamiki pojazdów i symulowanych przejazdów teoretycznych pociągów (por. np. [12]).

W pracy rozważany jest model drogi szynowej w kierunku wzdłużnym przy obciążeniach, wynikających z hamowania/rozpędzania pociągu. Zakłada się, że w małym przedziale czasowym podczas hamowania/rozpędzania pociągu prędkość nie zmienia się istotnie – dlatego rozważana jest stacjonarna odpowiedź drogi szynowej, zarówno w przypadku rozpędzania, jak i hamowania pociągu. Siły wzdłużne wyzna-

czane są przez pomnożenie sił pionowych przez założony współczynnik, zwany także współczynnikiem intensywności hamowania/rozpędzania.

Model drogi szynowej i obciążenia

Droga szynowa modelowana jest jako zastępcza belka, spoczywająca na sprężysto-lepkim podłożu. Belka składa się z dwóch szyn, opisanych dwoma parametrami: sztywność wzdłużna EA (gdzie E – moduł Younga stali szynowej [N/m^2], A – pole powierzchni przekroju poprzecznego dwóch szyn [m^2]) oraz masę jednostkową m [kg/m], która dotyczy zarówno masy jednostkowej dwóch szyn, jak również, ewentualnie, masy podkładów i złączek, przypadających na jednostkę długości toru.

Podłoże szynowe opisane jest dwoma parametrami: jednostkową sztywnością k [N/m^2] oraz jednostkowym współczynnikiem tłumienia c [Ns/m^2].

Parametry te charakteryzują wzdłużne właściwości przytwierdzeń szyn do podkładów oraz opory wzdłużne przy ruchu podkładów w podsypce. Rozważane są dwie hipotezy wpływu obciążenia na sztywność wzdłużną podłoża szynowego: sztywność nie zależy od obciążenia pionowego, jak również sztywność wzrasta wraz ze wzrostem obciążenia pionowego. Obie hipotezy znajdują potwierdzenie w badaniach doświadczalnych, choć z większością badań wynika, że wpływ ten jest znikomy i założenie o sztywności nie zależnej od obciążenia pionowego jest uzasadnione[5]. Tym niemniej, w toku dalszych rozważań, będziemy analizować obydwie przypadki. W odniesieniu do pozostałych parametrów drogi szynowej zakładamy, że są stałe wzdłuż toru.

Jak już wspomniano, obciążenie wzdłużne będzie rozważane jako siły rozpędzania i hamowania pociągu w małych przedziałach czasu, w którym nie

zmienia się istotnie prędkość pociągu. W pracy będzie rozważany następujący model obciążenia:

1. Siły wzdłużne na styku kół z szynami są równomiernie rozłożone na całej długości pociągu. Założenie to, w rozwiązaniu statycznym, było zweryfikowane w pracy [5]. Wykazano, że równomierne obciążenie w stosunku do – statycznie równoważnego – obciążenia dyskretnego nie wprowadza istotnych błędów. Dotyczy to zwłaszcza strefy maksymalnych wartości przemieszczeń wzdłużnych.
2. Obciążenie wzdłużne θ [N/m] zależy od obciążenia pionowego q [N/m], a zależność tę opisuje formuła:

$$\theta = \mu \cdot q \quad (1)$$

gdzie

μ – bezwymiarowy współczynnik (mniejszy od współczynnika tarcia ślizgowego).

Droga szynowa bez tłumienia i przy sztywności toru niezależnej od obciążenia pionowego ($k(x)=k_o=const.$)

Równanie ruchu toru bez tłumienia, przy stałej sztywności podłoża szynowego k_o i obciążeniu θ , równomiernie rozłożonym na całej długości pociągu $2l_t$, ma postać (por. [5]):

$$EA \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - m \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - k_o u = -\theta(x, t); \quad \text{pod pociągiem (2a)}$$

$$EA \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - m \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - k_o u = 0; \quad \text{poza pociągiem (2b)}$$

gdzie:

$u(x, t)$ – przemieszczenie wzdłużne zastępczej belki (szyn), inne oznaczenia – jak w rozdziale poprzednim.

W ruchomym układzie współrzędnych ($\eta = u$, $\xi = x - vt$), którego środek znajduje się w środkowym punkcie pociągu, gdzie v – prędkość pociągu, jeśli obciążenie nie zmienia się w czasie, równania (2) można zapisać w postaci równań zwyczajnych:

$$\frac{d^2 u}{d\xi^2} - \beta^2 u = -\frac{\theta}{EA - mv^2}; d\eta | \xi | \leq l_t, \quad (3a)$$

$$\frac{d^2 u}{d\xi^2} - \beta^2 u = 0; d\eta | \xi | > l_t, \quad (3b)$$

gdzie:

$$\beta = \sqrt{\frac{k_o}{EA - mv^2}} \quad (4)$$

Łatwo zauważyć, że równania (3) mają sens, gdy prędkość pociągu v jest mniejsza od wartości krytycznej v_{cr} , tzn.:

$$v < v_{cr} = \sqrt{\frac{EA}{m}} \quad (5)$$

Rozwiązanie ogólne równania (3.2a), uwzględniając całkę szczególną, można napisać w postaci:

$$u(\xi) = C_1 \cdot ch(\beta\xi) + C_2 \cdot sh(\beta\xi) + \frac{\theta}{k_o}; d\eta | \xi | \leq l_t, \quad (6a)$$

$$u(\xi) = D_1 \cdot e^{-\beta(\xi-l_t)} + D_2 \cdot e^{\beta(\xi-l_t)}; d\eta | \xi | > l_t, \quad (6b)$$

gdzie: C_1, C_2, D_1, D_2 – stałe.

Symetryczne rozwiązanie względem punktu $\xi = 0$, biorąc pod uwagę dodatnie wartości ξ , można uzyskać przyjmując następujące warunki brzegowe i warunki ciągłości funkcji i jej pochodnych na końcu pociągu:

$$\begin{aligned} g dy \xi &\rightarrow 0^+; \frac{du}{d\xi} \rightarrow 0; \\ g dy \xi &\rightarrow \infty; u \rightarrow 0; \\ u(\xi = l_t^+) &= u(\xi = l_t^-); \\ \frac{du}{d\xi}(\xi = l_t^+) &= \frac{du}{d\xi}(\xi = l_t^-) \end{aligned} \quad (7)$$

Dla tych warunków granicznych stacjonarne rozwiązanie problemu, dla dodatnich wartości ξ , przyjmie postać:

$$u(\xi) = \frac{\theta}{k_o} \cdot \left(1 - \frac{ch(\beta\xi)}{ch(\beta l_t) + sh(\beta l_t)} \right); g dy \xi \leq l_t, \quad (8a)$$

$$u(\xi) = \frac{\theta}{k_o} \cdot \left(\frac{sh(\beta l_t)}{ch(\beta l_t) + sh(\beta l_t)} \right) \cdot e^{-\beta(\xi-l_t)}; g dy \xi > l_t, \quad (8b)$$

i rozwiązanie jest symetryczne względem punktu $\xi = 0$.

Rozwiązanie bez tłumienia przy sztywności zależnej od obciążenia pionowego

Zakładamy, że sztywność wzdłużna podłoża szynowego pod pociągiem, na całej jego długości, ma postać:

$$k_p = k_o + \frac{q_p \cdot \varphi}{u_{lim}} [\text{N/m}^2] \quad (9)$$

gdzie: k_o – sztywność wzdłużna toru nieobciążonego [N/m²] (por. równania (2)), q_p – jednostkowe obciążenie pionowe pociągu, przypadające na podkład [N/m], φ [–], u_{lim} [m] – współczynnik tarcia podkładu o podsypkę przy obciążeniach wzdłużnych oraz graniczna wartość przemieszczenia sprężystego podkładu w podsypce w kierunku wzdłużnym.

Wszystkie te wartości muszą być wyznaczone doświadczalnie, w warunkach laboratoryjnych (por. np. [5]). Przy tym założeniu równania (2) przyjmą postać:

$$EA \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - m \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - k_p u = -\theta(x, t); \quad \text{pod pociągiem (10a)}$$

$$EA \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - m \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - k_o u = 0; \quad \text{poza pociągiem (10b)}$$

W ruchomym układzie współrzędnych ($\eta = u$, $\xi = x - vt$), gdzie v – prędkość pociągu, jeśli obciążenie nie zmienia się w czasie, równania (10) można zapisać w postaci równań zwyczajnych:

$$\frac{d^2 u}{d\xi^2} - \beta^2 u = -\frac{\theta}{EA - mv^2}; d\eta | \xi | \leq l_t, \quad (11a)$$

$$\frac{d^2 u}{d\xi^2} - \beta^2 u = 0; d\eta | \xi | > l_t, \quad (11b)$$

$$\beta_p = \sqrt{\frac{k_p}{EA - mv^2}} \quad (12)$$

β – jak we wzorze (4).

Jak widać, również w przypadku zmiennej sztywności podłoża szyno-

wego, prędkość krytyczna ma tę samą wartość jak w przypadku stałej sztywności (por. wzór (5) i (12)).

Stosując ten sam sposób rozumowania oraz te same warunki graniczne, co w przypadku stałej sztywności wzdłużnej, rozwiązanie problemu, tzn. stacjonarna odpowiedź toru przy obciążeniu wzdłużnym równomiernie rozłożonym wzdłuż pociągu, dla dodatnich wartości argumentu ξ , otrzymała postać:

$$u(\xi) = \frac{\theta}{k_p} \cdot \left(1 - \frac{ch(\beta_p \xi)}{ch(\beta_p l_t) + \omega \cdot sh(\beta_p l_t)} \right); gdy \xi \leq l_t \quad (13a)$$

$$u(\xi) = \frac{\theta}{k_p} \cdot \left(\frac{\omega \cdot sh(\beta_p l_t)}{ch(\beta_p l_t) + \omega \cdot sh(\beta_p l_t)} \right) \cdot e^{-\beta(\xi-l_t)}; gdy \xi > l_t \quad (13b)$$

gdzie $\omega = \beta_p / \beta$.

i rozwiązanie jest symetryczne względem punktu $\xi=0$.

Jak widać struktura wzorów (13), z uwagi na występujące funkcje, jest identyczna jak wzorów (8).

Podsumowując rozważania na temat odpowiedzi toru pod jednorodnym obciążeniem jednostkowym przy braku tłumienia można sformułować następujące spostrzeżenia:

1. Krytyczna prędkość dla toru obciążanego w kierunku wzdłużnym nie zależy od sztywności podłoża szyny. Dotyczy to zarówno hipotezy stałej sztywności, niezależnej od obciążenia pionowego, jak i przypadku, w którym obciążenie pionowe zwiększa sztywność wzdłużną podłoża szynowego. Dla typowych parametrów konstrukcji nawierzchni prędkość krytyczna jest na poziomie 4000 – 7000 km/h (wzór (5)). Oznacza to, że prędkość krytyczna nawierzchni w kierunku wzdłużnym jest znacząco wyższa niż w przypadku obciążeń pionowych i poprzecznych do osi toru. (prędkość krytyczna na poziomie 1000-1500 km/h, por. np. [1,4,8]). Obliczenia pokazują, że dla typowych parametrów toru, przy prędkości do około 500 km/h, współczynnik dynamiczny, związany ze wzrostem przemieszczeń wzdłużnych można zaniedbać i traktować odpowiedź toru jak

przy obciążeniu statycznym. Dotyczy to obciążenia równomiernie rozłożonego wzdłuż pociągu i niezmiennego podczas ruchu pociągu.

2. Stacjonarna odpowiedź toru, opisana równaniami (8) oraz (13) należy traktować jako ściśle rozwiązanie problemu. Rozwiązanie to, w przypadku obciążenia statycznego, zostało zweryfikowane numerycznie [5]. Biorąc pod uwagę spostrzeżenia, sformułowane powyżej, można stwierdzić, że rozwiązanie to dobrze opisuje przypadki występujące obecnie w kolejnictwie (prędkości poniżej 300-350 km/h). Na podstawie analiz numerycznych wykazano również dobrą zgodność rozwiązania ze statycznie równoważnym obciążeniem od układu sił skupionych [5], zwłaszcza w strefie maksymalnych przemieszczeń wzdłużnych toru.

Nawierzchnia z tłumieniem przy obciążeniu stałym

Równanie ruchu w przypadku ogólnym, gdy rozważamy tłumienie podłoża szynowego c [Ns/m²], a obciążenie jednostkowe jest opisane dowolną funkcją $\theta(x,t)$, ma postać:

$$-EA \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + m \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + c \frac{\partial u}{\partial t} + k_o u = \theta(x,t) \quad (14)$$

Przyjęto, że sztywność wzdłużna podłoża szynowego nie zależy od obciążenia, dlatego na całej długości analizowanego odcinka toru jest stała i wynosi k_o . W ruchomym układzie współrzędnych ($\eta = u$, $\xi = x - vt$), w przypadku stałego, niezmiennego w czasie obciążenia, równanie (14) można zapisać w postaci następującego równania zwyczajnego:

$$(mv^2 - EA) \frac{d^2 u}{d\xi^2} - cv \frac{du}{d\xi} + k_o u = \theta(\xi) \quad (15)$$

Obliczenia pokazały, że rozwiązanie (13), dla typowych konstrukcji nawierzchni i obciążenia, jest praktycznie zerowe dla punktów oddalonych od końców pociągu o więcej niż 200-250 m. Dlatego przyjmujemy, że zarówno

rozwiązanie równania (15), tzn. funkcja przemieszczeń wzdłużnych, jak i obciążenie można zapisać w postaci nieskończonego szeregu Fouriera, ale w skończonym przedziale $[0, \lambda]$:

$$\begin{aligned} \theta(\xi) &= \frac{a_0}{2} + \sum_{i=1}^{\infty} (a_i \cdot \cos \Omega_i \xi + b_i \cdot \sin \Omega_i \xi); \\ u(\xi) &= \frac{u_0}{2} + \sum_{i=1}^{\infty} (A_i \cdot \cos \Omega_i \xi + B_i \cdot \sin \Omega_i \xi); \\ \xi &\in [0, \lambda]; \Omega_i = \frac{2\pi \cdot i}{\lambda} \end{aligned} \quad (16)$$

Po zróżniczkowaniu funkcji (16), podstawieniu otrzymanych wyrażeń do równania (15) oraz po uporządkowaniu, uzyskamy następujący układ równań algebraicznych na nieznane wartości A_i , B_i oraz u_0 :

$$\begin{aligned} [-(mv^2 - EA) \cdot \Omega_i^2 + k] A_i + [-cv \Omega_i] B_i &= a_i \\ [cv \Omega_i] A_i + [-(mv^2 - EA) \cdot \Omega_i^2 + k] B_i &= b_i \end{aligned}$$

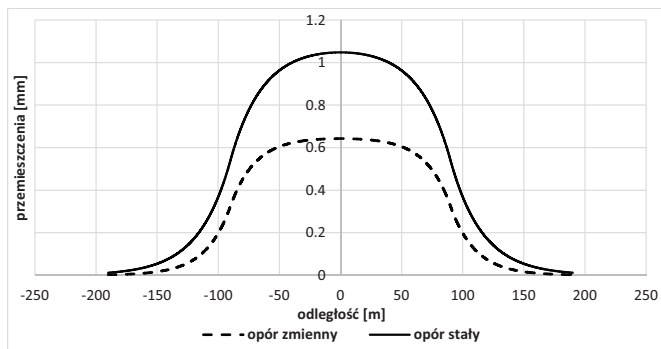
$$u_0 = \frac{a_0}{k} \quad (17)$$

Liczbę a_0 , jak również współczynniki a_i oraz b_i dla prostokątnego rozkładu obciążenia wzdłużnego na długości całego pociągu – można wyznaczyć ze wzorów analitycznych z dowolnie wysoką dokładnością i dla skończonej liczby współczynników Fouriera. Wstępne obliczenia pokazały, że przy założeniu 1000 współczynników Fouriera ($i = 1, \dots, n$, $n = 1000$), przy przyjęciu λ = długość pociągu + 2*250 m, rozwiązanie (13) jest praktycznie identyczne z rozwiązaniem (15), przy wykorzystaniu wzorów (16) i układu równań (17), dla współczynnika tłumienia podłoża $c=0$.

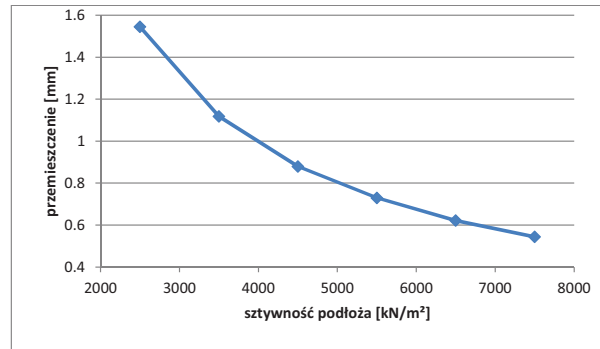
Przykłady obliczeń

Obliczenia przeprowadzono dla następujących parametrów drogi szynowej i obciążenia (na podstawie [3,5] oraz innych prac własnych Politechniki Krakowskiej):

1. Droga szynowa: szyny 60E1, $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ N/m², $A = 2 \cdot 7687 \cdot 10^{-6}$ m², $m = 2 \cdot 60$ kg/m (szyny-) + 320 kg/0,6 m (podkłady typu PS-94) = 653,3 kg/m (także same szyny, $m = 120$ kg/m), sztywność wzdłużna podłoża szynowego $k = 2500 - 7520$ kN/m², jednostkowy współczynnik tłumienia podłoża



1. Rozkład przemieszczeń wzdłużnych przy hamowaniu pociągu EMU-250 (Pendolino) przy przyjęciu dwóch hipotez wpływu obciążenia pionowego na sztywność wzdłużną podłoża szynowego



2. Wpływ sztywności wzdłużnej podłoża szynowego na maksymalne przemieszczenie pod pociągiem EMU-250 (Pendolino) przy prędkości 250 km/h

$c = 3511 \text{ Ns/m}^2$ (wartość podstawowa), także aż do 1755500 Ns/m^2 (wartość 500 razy większa od podstawowej);

- Obciążenie: pociąg EMU-250 (Pendolino), o rozstawie skrajnych osi $2l_t = 185 \text{ m}$, 28 osi $\cdot 160 \text{ kN/os}$, jednostkowe obciążenie pionowe $q = 24,22 \text{ kN/m}$, jednostkowe stałe obciążenie wzdłużne $\theta = \mu q$, $\mu = 0,2$; $\theta = 4,84 \text{ kN/m}$;
- Inne parametry: prędkość pociągu v – do 850 km/h ; liczba współczynników Fouriera n – do 1000 .

Na rysunku 1. pokazano funkcje przemieszczeń wzdłużnych toru przy hamowaniu pociągu Pendolino w przypadku hipotezy stałej sztywności podłoża ($k_o = 4500 \text{ kN/m}^2$) oraz zmiennej sztywności – poza pociągiem 4500 kN/m^2 , a pod pociągiem $k_p = 7520 \text{ kN/m}^2$ (wartość tę przyjęto na podstawie nielicznych badań doświadczalnych, które potwierdzają tę hipotezę – na podstawie [5]).

W przypadku zmiennej sztywności podłoża przemieszczenia wzdłużne są znacząco mniejsze – w analizowanym przykładzie o około 40%. Z inżynier-

skiego punktu widzenia hipoteza o stałej sztywności, jako dająca wyższe wartości przemieszczeń, jest bardziej przydatna – dlatego dalsze obliczenia będą prowadzone przy założeniu $k = k_o = \text{const}$.

Na rysunku 2 pokazano wpływ sztywności podłoża na maksymalne przemieszczenie wzdłużne. Wartości $k = 4500 \text{ kN/m}^2$ odpowiada dobrze utrzymany tor, wartości 7500 kN/m^2 – bardzo dobrze utrzymany tor, natomiast wartości 3500 kN/m^2 i poniżej, średnio i źle utrzymany tor. Jak widać wpływ sztywności wzdłużnej na maksymalne przemieszczenia jest znaczący. Ze wzorów (8) i (13) widać, że intensywność obciążenia θ jest wprost proporcjonalna do przemieszczeń – zatem pokazywanie tej zależności graficznie nie ma sensu.

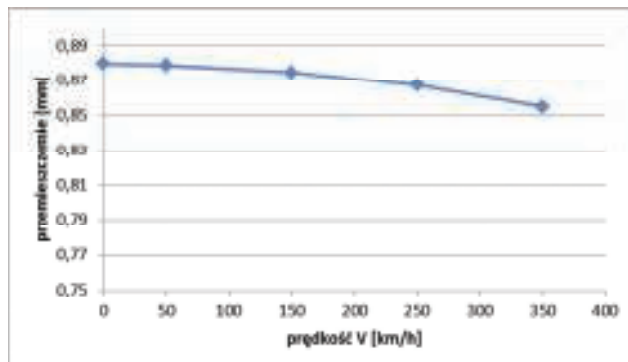
Jak już zaznaczono prędkość krytyczna w przypadku obciążeń wzdłużnych, określona przy braku tłumienia podłoża szynowego jest bardzo wysoka i znacząco przekracza obecne prędkości eksploatacyjne. Wprowadzając podstawową wartość tłumienia na podstawie badań, tzn. $c = 3511 \text{ Ns/m}^2$, uzyskuje się stałą wartość maksymal-

nych przemieszczeń aż do ponad 500 km/h – zmiany mniejsze od ułamków promila. Dopiero 500-krotne zwiększenie współczynnika tłumienia powoduje zmniejszanie się maksymalnego ugięcia; przy prędkości 350 km/h spadek jest na poziomie zaledwie 3%. Efekt ten obrazuje rysunek 3.

Podsumowanie i wnioski

W pracy przedstawiono zagadnienie odpowiedzi drogi szynowej przy obciążeniach wzdłużnych. Analizie poddano trzy liniowe modele analityczne: dwa, dotyczące toru bez tłumienia podłoża, przy dwóch hipotezach wpływu obciążenia pionowego na sztywność wzdłużną oraz jeden dla drogi szynowej z tłumieniem. Obciążenie wzdłużne przyjęto jako stałe, niezmiennie w czasie i równomiernie rozłożone na całej długości pociągu. Z przeprowadzonej analizy wynikają następujące wnioski:

- Prędkość krytyczna przy obciążeniach wzdłużnych, niezależnie od hipotezy wpływu obciążenia pionowego na sztywność wzdłużną podłoża szynowego, jest wielokrotnie wyższa od prędkości krytycznej w przypadku obciążeń pionowych i poprzecznych. Prędkość krytyczna zależy jedynie od sztywności wzdłużnej szyn i masy, uczestniczącej w drganiach wzdłużnych toru.
- Konsekwencją tego jest fakt, że – wraz ze wzrostem prędkości – w bardzo niewielkim stopniu zmienia się kształt funkcji przemieszczeń, a ich maksymalna wartość



3. Wpływ prędkości pociągu na maksymalne przemieszczenie wzdłużne (współczynnik tłumienia 500 razy wyższy od podstawowego)

jest stała do prędkości powyżej 500 km/h z dokładnością do ułamków promili.

3. Wprowadzenie tłumienia o wartości współczynnika, wynikającego z badań doświadczalnych, nie zmienia wpływu prędkości na maksymalne ugięcia. Dopiero przy bardzo dużym tłumieniu (współczynnik tłumienia aż 500-krotnie wyższy od podstawowego, wynikającego z badań doświadczalnych) występują nieznaczne zmiany – przy prędkości 350 km/h zmiana w stosunku do prędkości bliskiej zeru to zaledwie 3%.
4. W zastosowaniach inżynierskich, przy analizie odpowiedzi toru na stałe (niezmienne w czasie) obciążenia, wynikające z hamowania i rozpędzania pociągu, można stosować model statyczny, w którym istotne są trzy parametry: intensywność obciążenia wzdłużnego, wzdłużna sztywność podłoża i sztywność wzdłużna szyn.
5. Dalsze prace autorów w tym zakresie będą ukierunkowane na badania efektu obciążeń zmiennych w czasie, analizie zmiennego rozkładu obciążenia wzdłuż pociągu oraz zmianie prędkości w trakcie rozpędzania i hamowania pociągu, czyli analiza stanów niestacjonarnych. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Bogacz R., Czyżuła W. Response of beam on visco-elastic foundation to moving distributed load. *Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, 2008, 46, 4, pp. 63-775
- [2] Bryja D., Popiołek A. – Analiza drgań pojazdów kolejowych w trakcie ich przejazdu przez nierówność progową toru. *Przegląd Komunikacyjny*, 2015, nr 9, s. 68-72
- [3] Czyżuła W., Bogacz R. i wsp. Nawierzchnia kolejowa o podwyższonym standardzie i zmniejszonym oddziaływaniu na środowisko. Raport Politechniki Krakowskiej, 2013

- [4] Czyżuła W., Koziol P., Kudła D., Lisowski S. Analytical evaluation of track response in vertical direction due to moving load. *Journal of Vibration and Control*, 2017, 23, 18, pp. 2989-3006
- [5] Czyżuła W. – Tor bezстыkowy. Książka akademicka, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2002
- [6] Grassie S.L. The dynamic response of railway track to high frequency lateral excitation. *Journal of Mechanical Engineering Sciences*, 1982, 24,2, pp. 91-96
- [7] Hunt G.A. Dynamic analysis of railway vehicle/track interaction forces. Doctoral thesis, Loughborough University, 1986
- [8] Kerr A.D. The continuously supported rail subjected to axial force and moving load. *Int. Journal of Mechanical Science*, 1972, 14, pp. 71-78
- [9] Koziol P. Wavelet approach for vibration analysis of beam-soil structures. *Vibration of dynamically loaded systems*. VDM Verlag, Dr Muller, Saarbrücken, 2010
- [10] Kostovasilis D., Thompson D. The effect of vertical-lateral coupling vibration of rails including initial curvature. *Proc. of 22th Int. Congress of Sound and Vibrations*, 2015, pp. 1-8
- [11] Markine V., Esveld C. Analysis of longitudinal and lateral behavior of CWR track using a computer system Longin. Delft University of Technology report, 1998
- [12] Piechowiak T. Analiza symulacyjna wpływu wybranych parametrów hamulca pneumatycznego na skuteczność jego działania. *Pojazdy Szynowe*, 2008, nr 1, s. 14-25
- [13] Van M.A. Stability of CWR track. PhD Thesis, Delft University of Technology, 1997
- [14] Wei X., Wang P. Calculation and study of longitudinal forces of CWR track on deck arch bridge. *Third International Conference of Transportation Engineering*, Changdu, China, 2011

Poznańska Kolej Metropolitalna: We wrześniu pojedziemy do Swarzędza. A już w grudniu do Wrześni?

Norbert Kowalski, Głos Wielkopolski, 13.08.2018

Od dwóch miesięcy funkcjonuje Poznańska Kolej Metropolitalna. Do tej pory projekt funkcjonuje bez poważnych zastrzeżeń, a już we wrześniu pociągi kolei metropolitalnej zaczną dojeżdżać do Swarzędza. Niewykluczone, że jeszcze w grudniu do projektu dołączy Września. W kolejce są też inne miasta. Ogólny odbiór kolei metropolitalnej jest pozytywny wśród mieszkańców, ale prawdziwy sprawdzian będzie dopiero od września i wtedy będziemy mogli się przekonać, jak ona funkcjonuje (...).

Politechnika Śląska przygotuje koncepcję kolei metropolitalnej

tos/mat.prasowe, Dziennik Zachodni, 1.08.2018

Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia w poniedziałek 30. lipca rozstrzygnęła przetarg na opracowanie koncepcji Kolei Metropolitalnej. Do postępowania zgłosiły się dwie firmy, a najkorzystniejszą ofertę przedstawiła Politechnika Śląska. Dokument zostanie opracowany za ponad 233 tys. zł. Koncepcja odpowie nam na najważniejsze pytania dotyczące organizacji transportu szynowego na terenie Metropolii, by mógł on realnie konkurować z samochodami – przypomina Grzegorz Kwitek, członek zarządu Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii, który zajmuje się sprawami związanymi z transportem publicznym (...).

Szynobus kursuje od środy po wyremontowanych torach na odcinku Opole – Szydłów

Sławomir Draguła, nto.pl, 1.08.2018

PKP Polskie Linie Kolejowe zakończyły kolejny etap remontu linii kolejowej Opole – Nysa. Efektem jest przywrócenie od środy (1.08) połączeń kolejowych na odcinku między Opolem i Szydłowem (...). Dzięki zakończonym pracom pomiędzy Opolem i Szydłowem pasażerowie korzystają już z wygodniejszych peronów na stacji w Komprachcicach i przystanku Opole Chmielowice. Są tam wiaty i tablice informacyjne. Całość dostosowana jest do obsługi osób o ograniczonych możliwościach poruszania się. Przebudowa toru na odcinku Opole – Szydłów to w m.in. montaż 7 nowych rozjazdów, ułożenie 13 tysięcy podkładów, 18 kilometrów szyn oraz wysypanie ponad 12 tys. ton tłuczni (...).

Analysis of the bus traffic volume on rural national roads

Analiza natężenia ruchu autobusowego na drogach zamiejskich



Malwina Sławińska

Dr inż.

*Instytut Inżynierii Drogowej,
Kolejowej i Transportu,
Politechnika Krakowska oraz
Instytut Informatyki, Uniwersytet
Warszawski*

msplaw@pk.edu.pl

Abstract: The paper presents the results of analyzes concerning the variation in daily traffic volumes of buses during the year. Based on them, typical groups of seasonal and weekly variation of buses were identified, along with the way in which they were assigned to a particular section of A-class or S-class roads. For the homogeneous traffic groups obtained in this way, representative traffic volume variation profiles were determined enabling direct calculation of volumes from daily measurements into AADT buses, which is a departure from the present approach (profiles determined for all vehicles). Additionally, the most favorable period for conducting measurements at random, that allows for a reliable estimation of AADT (the smallest AADT estimation error and lowest traffic variation), was determined. The results obtained can help to better estimate the traffic volume of buses and thus better design the road infrastructure.

Keywords: Rural Roads; Traffic flow variability; Annual Average Daily Traffic (AADT) of buses,

Streszczenie: W artykule przedstawiono wyniki analiz dotyczących zmienności dobowych natężeń autobusów w ciągu roku. Na ich podstawie określono typowe grupy zmienności sezonowej i tygodniowej autobusów wraz ze sposobem przyporządkowania do nich danego odcinka drogi klasy A lub S. Dla tak uzyskanych grup jednorodnych ruchowo wyznaczono reprezentatywne profile zmienności natężeń ruchu umożliwiające bezpośrednie przeliczenie pomiarów dobowych na SDR autobusów, co stanowi odejście od obecnie stosowanego podejścia (profile określone dla ogółu pojazdów). Ponadto określono najkorzystniejszy czasowy zakres przeprowadzania pomiarów wyrwykowych umożliwiając wiarygodne szacowanie SDR autobusów (najmniejszy błąd szacowania SDR oraz najmniejsza zmienność ruchu). Uzyskane wyniki mogą przyczynić się do lepszego szacowania wielkości ruchu autobusów i tym samym na lepsze projektowanie infrastruktury drogowej.

Słowa kluczowe: Drogi zamiejskie; Zmienność natężeń ruchu; Średni Dobowy Ruch w roku (SDR) autobusów

One of the foundations of European Union transport policy is the construction of the TEN-T network (trans-European transport network), which obliges Member States to build a core network by 2030 and a comprehensive network by 2050 [3, 14]. The total length of the TEN-T road network in Poland is approximately 7,400 km, which means that over 4,200 km of highways and expressways must be built. Rest and Service Areas (RSA) are an integral part of a properly functioning and coherent network of highways. According to current national regulations, the number of parking spaces for particular types of vehicles should be determined individually, taking into account in particular the annual average daily traffic (AADT) and the frequency of RSA [7]. From the point of view of potential interest in the use of RSA, one of the important

elements of the generic structure are buses. However, there is no indication in the technical literature on how to determine the AADT value directly for buses. In addition, there is no research on their daily traffic volume variation and, as a consequence, it is unknown when to perform traffic measurements. It should also be noted that the volume of bus traffic on national roads is close to 1% of the total traffic so is small but not negligible [5, 10]. There is therefore a need to identify typical patterns of seasonal and weekly traffic variation of buses and to indicate the period in a year that is favorable for short-term traffic measurements (day and month of the year in which repetitive traffic volume is observed). This paper will present the results of the study on the above issues, including the verification of the AADT evaluation method for bu-

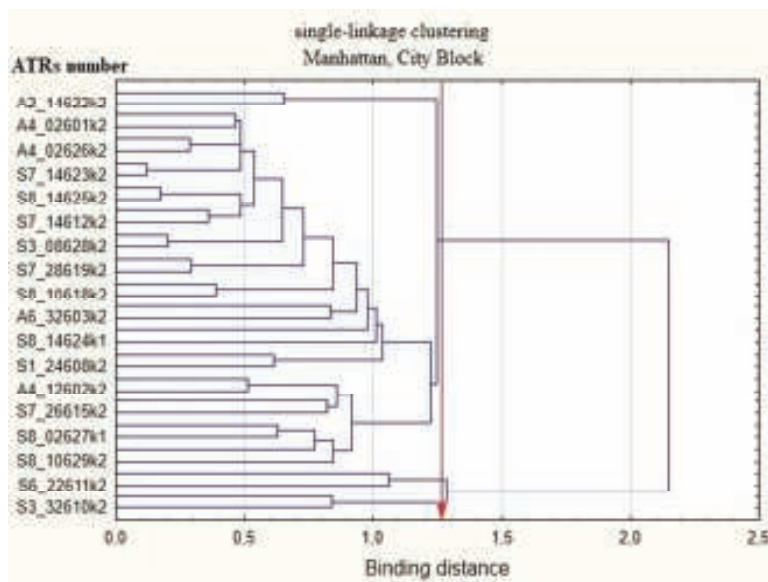
ses based on daily measurements and the developed conversion factors (related to the characteristics of the roads and their surroundings).

The database and the choice of research methods

The analyzes used data from the automatic traffic recorder (ATRs) equipped with a Sick counter, located on the Polish national road network (marked in red in figure 1). Data from other stations (PAT, RPP, Golden River), due to errors in automatic vehicle classification (determined based on 16-hour supplemental manual measurements, performed twice a year) were not suitable for the analysis. In order to complete the database, data from the toll collection system viaTOLL (https://www.viatoll.pl/upload/images/mapy/pl_mapa_2016_viatoll).



1. Map of ATRs in Poland (source: Department of Traffic Analysis, GDDKiA, Jakub Mańkiewicz)



2. Hierarchical tree diagram (ATRs)

jpg) was used. Since 2011 in Poland, cars or combinations of vehicles with a maximum weight exceeding 3.5 tonnes and buses, regardless of their permissible maximum weight, have been subject to toll. A full list of road sections covered by the viaTOLL system is contained in the Regulation of the Council of Ministers [9]. Finally, data from 18 ATRs and 489 toll stations (TSs) located on the roads of technical classes A and S (highways and expressways) were selected for analysis, according to Table 1. For ATRs, the data completeness index is, on average, 98% (it ranges from 93% to 99%) and, for TSs, 100% has been assumed. Due to the possibility of referring to all vehicles, despite a smaller number of samples, the data from ATRs were considered as basic data (in the case of TSs, there was no identification of light vehicles).

Due to the fact that the most efficient way of exploring traffic data, shown in papers [1, 2, 8, 11, 12] (including grouping road sections into homogeneous traffic clusters), was the combined use of quantitative and qualitative methods, cluster analysis and expertise were used. In cluster analysis, the agglomeration algorithm was first applied (on the basis of which the required number of clusters was determined), and secondly, the k-means clustering algorithm (division into k clusters according to the agglomeration result). Once the division was established, functional-geographic features were identified, allowing for the assignment of a particular road section to the resulting cluster. The analyzes were carried

Tab. 1. Road number and number of TSs / ARTs within it

Year 2015			
Road number	number	Road number	number
A4/3	157/3	S2	7/-
S8	70/5	A6	6/1
S7	47/4	S22	6/-
A2	42/1	A8	5/-
A1	41/-	S10	3/-
S1	24/-	S19	3/-
S3	21/2	S69	3/-
S12	14/-	S14	2/-
S5	12/-	S79	2/-
S11	11/-	A18	1/-
S6	11/1	S61	1/-
S52	-/1		

Tab. 2. Descriptive statistics of individual profiles – ATRs

month	cluster 1 – 4 elements		cluster 2 – 8 elements		cluster 3 – 23 elements	
	av. [-]	σ	av. [-]	σ	av. [-]	σ
I	0,497	0,07	0,619	0,09	0,77	0,07
II	0,527	0,06	0,524	0,15	0,728	0,12
III	0,617	0,07	0,709	0,10	0,847	0,07
IV	0,695	0,02	0,899	0,08	0,952	0,07
V	1,376	0,21	1,524	0,15	1,178	0,07
VI	1,959	0,08	1,733	0,09	1,297	0,10
VII	1,917	0,20	1,217	0,04	1,197	0,14
VIII	1,704	0,29	1,109	0,08	1,161	0,14
IX	1,093	0,14	1,282	0,05	1,164	0,12
X	0,795	0,03	1,077	0,11	1,092	0,12
XI	0,56	0,05	0,724	0,07	0,892	0,11
XII	0,506	0,02	0,753	0,10	0,86	0,12

out separately for the ATRs and TSs with regard to the daily traffic volumes of buses, for each traffic direction (in the case of TSs, due to the large sample, in the additional division of roads into classes A and S). In the case of weekly variation analyzes, due to divergent daily traffic volume values from average traffic volume values, statutory holidays and the days directly related to them were removed from the analysis. In order to standardize the data, the analyzes were carried out in relation to the day-of-week factor (the ratio of weekday average daily volume to the AADT) and monthly factor (the ratio of monthly average daily traffic to the AADT).

Seasonal variation

In the case of the TSs, in order to avoid the influence of extreme values, sections with the AADT value <25 buses per 24 hour (on average, one bus per hour) and those with values less than 0 in any month of the year were removed from further analyzes (in total, 218 cases were removed). Based on the hierarchical tree obtained as a result of the agglomeration, it was determined that for ATRs, the required cluster number was 3 (figure 2 – red arrow), and in the case of TSs, 3 for A-class roads and 5 for S-class roads. In the next stage, the roads were divided into k clusters, according to the results of the agglomeration. Tables 2 and 3 show descriptive statistics of the individual clusters (average value – av., number, and, in the case of ATRs, standard deviation).

Because of the similar average variation profiles obtained in the ATRs and TSs analyzes (cluster 1 corresponds to cluster 1 obtained for S-class roads and for most of the year to cluster 1 obtained for A-class roads, clusters 2 and 3 correspond to clusters 2 and 3 obtained for A-class roads and for most of the year respectively to cluster 2 as well

Tab. 3. Descriptive statistics of individual profiles – TSs

month	S-class roads					A-class roads		
	cl. 1 (11 elem.)	cl. 2 (35 elem.)	cl. 3 (4 elem.)	cl. 4 (61 elem.)	cl. 5 (6 elem.)	cl. 1 (10 elem.)	cl. 2 (21 elem.)	cl. 3 (53 elem.)
	av. [-]	av. [-]	av. [-]	av. [-]	av. [-]	av. [-]	av. [-]	av. [-]
I	0,432	0,612	0,721	0,810	0,447	0,468	0,633	0,815
II	0,417	0,632	0,696	0,830	0,492	0,571	0,659	0,745
III	0,522	0,717	0,805	0,900	0,655	0,639	0,741	0,848
IV	0,685	0,824	0,973	0,945	0,750	0,771	0,938	0,963
V	1,329	1,354	1,271	1,118	1,095	1,375	1,356	1,178
VI	2,006	1,664	1,407	1,195	1,395	1,890	1,533	1,292
VII	1,892	1,428	1,134	1,086	1,187	1,578	1,175	1,114
VIII	1,831	1,313	1,102	1,053	1,163	1,552	1,113	1,117
IX	1,170	1,103	1,194	1,101	1,200	1,222	1,227	1,128
X	0,799	0,956	1,121	1,104	1,267	0,863	1,090	1,066
XI	0,494	0,731	0,825	0,978	1,207	0,570	0,774	0,852
XII	0,379	0,641	0,733	0,871	1,111	0,475	0,745	0,867

Tab. 4. Distinctive characteristics of the roads and their surroundings – seasonal variation groups

Profile symbol	Polish region	Spatial relationship
DSRG _A	1, 4	4 (without the main route connecting north to south of Poland – S3 from Szczecin, A6, A1), 3 (S3 from Baltic sea to Szczecin)
	2, 3, 5	1 (bypass of Rzeszow, passing through Katowice – no stations in the area of influence of the city of Opole, Lublin, Bialystok)
DSRGT _A	2, 3, 5	1 (bypass of the city of Cracow, Kielce, Wroclaw)
	6	4 (without A1)
DSRT _A	1, 4, 6	4 – main route connecting north to south of Poland (S3 from Szczecin, A1, A6)

Key: Polish region: 1 – central, 2 – south, 3 – east, 4 – northwest, 5 – southwest, 6 – north, 7 – without significance. Spatial relationship: 1 – impact of cities at a distance of <25 km, 2 – impact of cities at a distance of >25 km, 3 – outside the impact of urban agglomerations, 4 – without significance.

as 3 and 4 obtained for S-class roads), new groups were created by averaging similar values. Figure 3 shows the resulting mean values for the newly created groups (cluster 5 – S-class roads, was omitted due to a small sample). Finally, a division of the fast roads into three groups was obtained, which included road sections of different bus traffic patterns, that is:

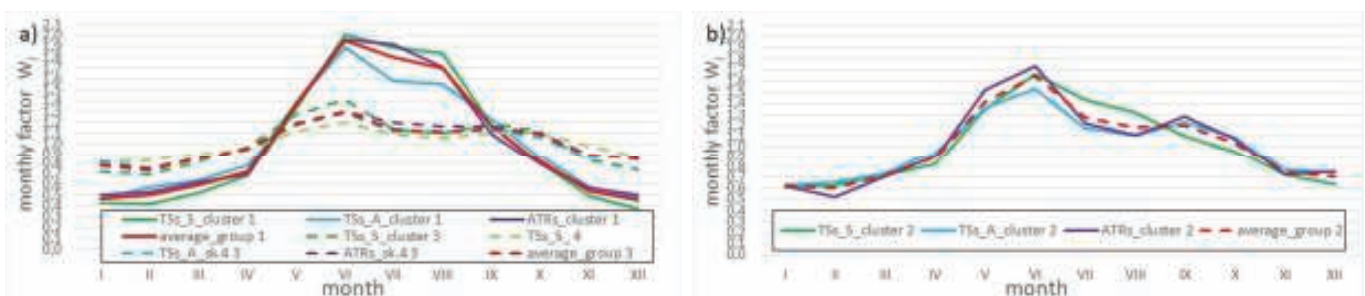
- economic (traffic in VII and VIII is higher than AADT on average by maximum 20%) – group 3,
- economic-tourist (traffic at least in VII or VIII is higher than AADT on average by 20% to 45%) – group 2,
- tourist (traffic in VII and VIII is higher on average by minimum 55%

than AADT) – group 1.

Table 4 shows the distinctive characteristics of the roads and their surroundings characteristic for a given group. Note: In some cases, no indication of the characteristics may be due to the lack of information on the location of the station that would enable its identification.

Weekly variation

Similarly as in the case of seasonal variation, on the basis of the hierarchical tree, the required number of clusters was first determined, that is: ATRs – 2 (red arrow in figure 4), TSs of A-class and S-class roads – 3 for each class.



3. Profile of seasonal bus traffic variation: a) groups 1 and 3, b) group 2

In the next step, the sections of roads were divided into k clusters, according to the results of the agglomeration. Tables 5 and 6 show descriptive statistics of the individual clusters (average value – av., number and, in the case of CMSs, standard deviation).

Because of the similar average variation profiles obtained in the ATRs and TSs analyzes (cluster 1 corresponds to cluster 2 obtained for S-class and A-class roads and, in the case of work-days, to clusters 1 and 3 obtained for A-class roads and cluster 3 obtained for S-class roads, cluster 2 corresponds to cluster 1 obtained for S-class roads), new groups were created by averaging similar values. Figure 5 shows the resulting mean values for the newly created groups. In all cases, there is no influence of traffic direction (both traffic directions in a given section belong to the same group).

Finally, the division of fast roads into two clusters was obtained, unrelated to the nature of traffic patterns, resulting from the seasonal variation of buses, characterized by:

- group 2 (about 20% of all cases) – road sections located throughout the country, mainly in the direct zone of influence of large cities, including their passageways and their bypasses (apart from bypasses located at some distance from the center, as in Krakow, Kielce, Wrocław),
- group 1 (over 80% of all analyzed cases) – road sections located throughout the country apart from sections located in the direct zone of influence of large cities, including their passageways and their bypasses (in close proximity to the city center).

Table 7 shows the distinctive characteristics of the roads and their surroundings characteristic for a given group.

Annual average daily traffic volume variation

In order to determine the traffic variation of buses within a year, the daily traffic volume variation coefficients were calculated in the months of the year and days of the week according to formula 1 [4] (the entire period related to the holidays was removed from the analyzes).

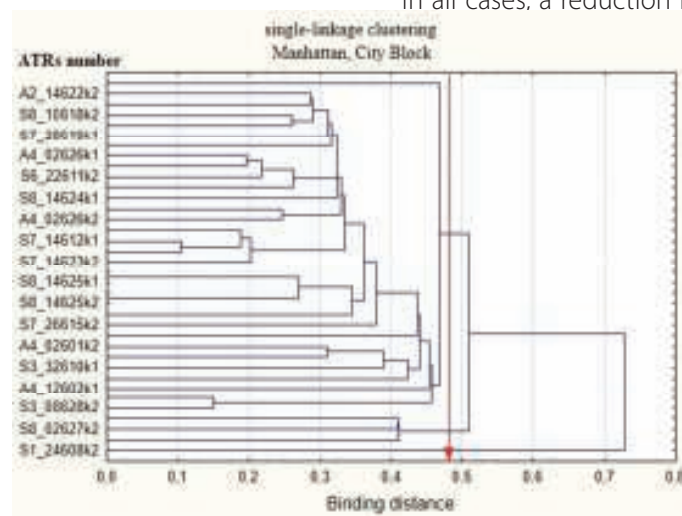
$$\varepsilon = \left(\frac{\sigma}{\hat{y}} \right) \times 100[\%] \quad (1)$$

where:

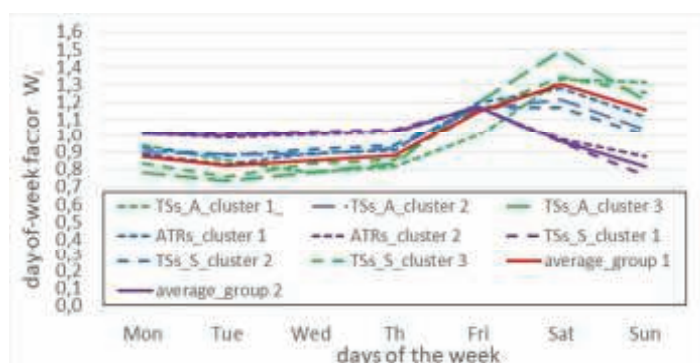
ε – daily traffic volume variation coefficient, σ – standard deviation of the examined feature, $\hat{y}$ – average value of the examined traffic feature.

In case of annual variation, the analysis was first performed separately for each of the days of the week in each month and then for all days of the week in a given month (this allowed for the attenuation of outliers). Due to the supposed influence of the values of traffic volumes on their variation, an additional data division: from 25 to 100 Veh/24h and over 100 Veh/24h, was introduced. Exemplary results are shown in figure 6.

In all cases, a reduction in the value



4. Hierarchical tree diagram (ATR)



5. Profile of weekly bus traffic variation - groups 1 and 2

Tab. 5. Descriptive statistics of individual profiles – ATRs

Day	cluster 1 – 23 elements		cluster 2 – 12 elements	
	av. [-]	σ	av. [-]	σ
Mon	0,886	0,10	1,010	0,05
Tue	0,830	0,06	0,987	0,05
Wed	0,896	0,08	1,005	0,05
Th	0,910	0,05	1,022	0,04
Fri	1,196	0,10	1,172	0,04
Sat	1,279	0,13	0,973	0,10
Sun	1,118	0,13	0,874	0,11

Tab. 6. Descriptive statistics of individual profiles – TSs

Day	S-class roads			A-class roads		
	cl. 1 (104 elem.)	cl. 2 (193 elem.)	cl. 3 (81 elem.)	cl. 1 (35 elem.)	cl. 2 (78 elem.)	cl. 3 (56 elem.)
	av. [-]	av. [-]	av. [-]	av. [-]	av. [-]	av. [-]
Mon	0,993	0,912	0,817	0,940	0,901	0,785
Tue	0,979	0,874	0,753	0,851	0,885	0,737
Wed	1,002	0,914	0,809	0,781	0,889	0,781
Th	1,013	0,935	0,842	0,817	0,923	0,838
Fri	1,161	1,157	1,141	1,001	1,164	1,197
Sat	1,001	1,162	1,406	1,333	1,213	1,493
Sun	0,848	1,062	1,272	1,315	1,042	1,212

of the variation coefficient was obtained for data with traffic volume above 100 Veh/24h compared to the data from the entire year. In the case of S-class roads, the difference is, on average, 4.6 percentage points for months of the year and 7.5 percentage points for days of the week. For A-class roads, the difference is, on average, 6.2 percentage points. In all cases, the increase in the value of the variation coefficient was obtained for data with traffic volume less than 100 Veh/24h compared to the data from the entire year. For S-class roads, the difference is, on average, 3.9 percentage points for months of the year and 6.5 percentage points for days of the week. In the case of A-class roads, the difference in both cases is, on average, 6.1 percentage points. For the most favorable variant, that is volumes above 100 Veh/24h (S-class roads – 169 cases, A-class roads – 82), the highest values of ϵ were obtained for: S-class road – April (>20%), Saturday and Sunday (>24%), and A-class road – December (>25%), Sunday and Monday (>24%). The smallest values of ϵ were obtained for: S-class road – August (<14%), Tuesday (<20%), and A-class road – July and November (<18%), Tuesday and Saturday (<22%).

In addition, in order to supplement the characteristics, a ranking was made, in which numbers 7 and 12 correspond respectively to the day and month with the highest value of ϵ and 1 to the day and month with the lowest value. In order to examine how the volume of traffic affects its variation, a ranking of the average daily traffic was made analogously as for the variation coefficient (for months – MADT and for the days of the week – WADT). The obtained results for the most favorable case (volume above 100 Veh/24h) were presented in figure 7. The highest traffic volume in July coincides with the period of the smallest variation (the lowest value of ϵ) and, in the case of highways, the lowest value obtained in March corresponds to the period with the highest variation (the highest value of ϵ). Moreover, in the case of Sunday and Saturday, as well as S-class roads, the period with the highest volume corresponds to the period with the highest variation. In other cases, there was no relationship

between the traffic volume and its variation.

Development of a way of classification of a given section of the A-class or S-class road to the appropriate group of seasonal and weekly variation of buses

Due to the poor correlation between seasonal and weekly variation, the seasonal variation group (the nature of traffic patterns) should be determined first on the basis of figure 8. Subsequently, the weekly variation group should

be determined as follows:

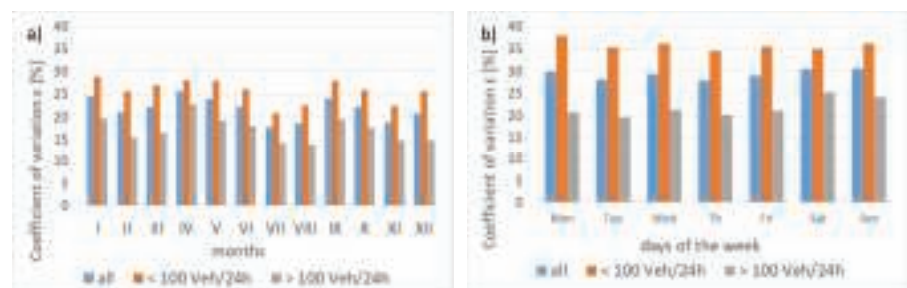
- group 2 – sections of roads located in the direct zone of influence of the urban agglomeration (including their bypasses and their passageways),
- group 1 – other cases.

In order to verify the developed procedure, the daily traffic volume (Qd) calculations derived from short-term measurements on AADT (formula 2 [6]) were made and the result was compared to the AADT value determined on the basis of all days of the year (Mean Absolute Percentage Error – MAPE –

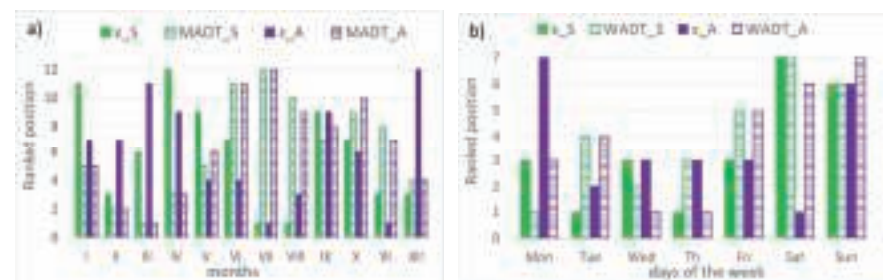
Tab. 7. Distinctive characteristics of the roads and their surroundings - weekly variation groups

Group number	Polish region	Spatial relationship
1	7	2, 3
2	7	1 (including passage through the cities, in the case of bypasses only in close proximity to the city center)

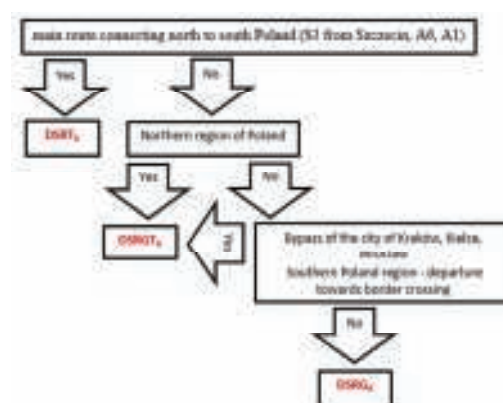
Key: Polish region: 7 – without significance. Spatial relationship: 1 – impact of cities at a distance of <25 km, 2 – impact of cities at a distance of >25 km, 3 – outside the impact of urban agglomerations.



6. Value of the coefficient of variation ϵ : a) months a year, b) days a week – S-class roads



7. Ranking ϵ and $\hat{y}$: a) months a year, b) days a week



8. Scheme of assignment of a section of the road to the appropriate group of seasonal variation

Tab. 8. Descriptive statistics on the accuracy of bus AADT estimates (without months I and XII) – 2015.

	MON	TUE	WED	TH	FRI	SAT	SUN
MAPE [%]	9,4	12,1	10,3	10,1	10,7	12,0	19,3
σ [%]	5,7	6,1	6,3	5,8	6,4	8,6	9,1

was used as an accuracy measure). The coefficients W_i and W_j were adopted according to the scheme outlined above.

$$AADT = \frac{Q_d}{W_i \times W_j} [Veh/24h] \quad (2)$$

For this purpose, data from the ATRs from 2015 were used for which the AADT value for buses was over 100 Veh/24. Tables 8 and 9 show the results obtained (mean value obtained for all ATRs). The results were grouped according to the day of the week in which the traffic measurements were conducted and measurement length, that is one-day measurement: Monday, Tuesday, Wednesday, Thursday, Friday – Wednesday, Thursday (according to table 8, the lowest value of MAPE and at the same time, according to [6, 13], favorable time of traffic measurement, also in groups of other types of vehicles), three-day measurement (consecutive days): Tuesday–Thursday and five-day measurement (consecutive days): Monday–Friday. In the tables, the color gray indicates an error value of less than 10% (this corresponds to an average of 15 buses a day, that is about one bus per hour during daytime, namely between 6:00 and 22:00), whereas the bold indicates favorable time, according to [13], for conducting traffic measurements for all vehicles and heavy vehicles (the lowest traffic variation and highest accuracy of AADT). As traffic measurement must fall within a favorable period for all generic groups (measurement on the same day), in the further part of the text, the reference is made to all the results, excluding the months XI – IV and the days Saturday – Sunday (because the high value of ϵ on Monday was obtained only in the case of buses on highways, this day was not rejected from the analysis at this stage). The biggest error (the highest value of MAPE) and the highest variation of results in consecutive days of the month (the highest value of σ) were obtained in June. It may be related to the end of

Tab. 9. Descriptive statistics on the accuracy of bus AADT estimates – 2015.

month	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
one day measurements (Monday, Tuesday, Wednesday, Thursday or Friday)												
MAPE [%]	10,6	13,9	10,0	9,3	11,3	13,4	7,4	9,6	11,1	6,6	12,7	19,1
σ [%]	6,4	5,9	6,3	5,4	7,3	7,5	4,2	5,8	6,3	5,4	6,4	9,7
one day measurements (Wednesday or Thursday)												
MAPE [%]	9,1	13,5	8,7	8,7	11,1	13,4	6,2	9,9	11,0	6,5	13,3	20,2
σ [%]	6,4	6,1	5,7	5,2	6,8	7,5	4,2	5,5	7,2	6,0	5,8	9,4
three-day measurements (Tuesday - Thursday)												
MAPE [%]	8,8	14,3	8,3	6,7	10,4	12,6	5,4	9,0	10,3	4,7	13,9	20,7
σ [%]	2,7	3,8	5,5	4,6	5,7	7,8	2,9	4,9	4,9	3,5	5,7	11,4
five-day measurements (Monday - Friday)												
MAPE [%]	8,9	13,5	7,9	5,4	9,5	13,2	5,2	8,5	8,4	3,9	10,0	18,4
σ [%]	3,0	3,8	5,7	3,8	4,3	7,9	2,8	6,1	3,4	3,2	5,7	11,8

the school year and the long weekend related to day off work. The highest accuracy and lowest variation in results (the lowest value of MAPE and σ , respectively) were obtained in July and October. In the case of both one-day and three-day measurements, MAPE values below 10% are obtained in months VII, VIII, and X (reduction of average MAPE at three-day measurements relative to one-day measurements by approximately 1 percentage point). In the case of five-day measurements, MAPE values below 10% are obtained in months V, VII – X (reduction of average MAPE relative to one-day measurements by approximately 2 percentage points). Given the low traffic volumes of buses on A-class and S-class roads (according to the GPR2015, on average 149 Veh/24h), the accuracy obtained can be considered acceptable. With the proposed approach, the accuracy of the AADT estimate (on the basis of one-day measurement) is nearly doubled with regard to determining the number of buses as a share in the group of heavy vehicles.

Conclusions

The paper presents the results of analyzes concerning the variation in daily traffic volumes of buses during the year. Based on them, typical groups of seasonal and weekly variation of buses were identified, along with the way in which they were assigned to a particular section of A-class or S-class roads. For the homogeneous groups obtained in this way, representative traffic volume variation profiles were determined enabling quick calculation

of volumes from daily measurements into AADT. This method is very useful because of its simplicity. At the same time, this approach gives a sufficient accuracy of AADT (average MAPE value below 10% apart from winter months). In addition, studies have shown that the analysis period influences the accuracy of the AADT estimation. On the basis of the variation coefficient of daily volumes (in months of the year and days of the week) as well as the highest accuracy of the AADT estimation based on different measurement periods, the most favorable period of measurement was determined. In the case of one-day measurements (working days of the week, and, in the case of highways, without Monday) or three-day measurements (from Tuesday to Thursday), they are: months III, VII – VIII and X, and in the case of five-day measurements, also months V and IX. For data from this period, not only the highest accuracy of the estimated AADT was obtained, but also the lowest variation of subsequent daily traffic volumes. It should be emphasized that, according to the current recommendations [6], the AADT of buses can be estimated only on the basis of daily measurements as their share in the total number of vehicles in the cross-section of the road. The measurement (national rural roads) should be carried out on working days – from Tuesday to Thursday, from 1 April to 15 June or from 10 September to 31 October. This period only partially coincides with the results. The months April and June were also not confirmed as a favorable period of traffic volume measurement, and the months July and August

proved to be favorable.

The results obtained can help to better estimate the traffic volume of buses and thus better design the road infrastructure.

Acknowledgement

Research in frame of the project "Parking space in rest and service areas (RSA)" financed by NCBiR/GDDKiA as a part of common undertaking "RID", under the contract DZP/RID-I-44/8/NCBR/2016. ◀

References

- [1] AASHTO Guidelines for Traffic Data Programs, American Association of State Highway and Transportation Officials, 1992.
- [2] Federal Highway Administration (FHWA), Traffic Monitoring Guide, 2013.
- [3] Gaca S., 2017. Road transportation - selected aspects and the role of infrastructure development, Przegląd Komunikacyjny, nr 8, 18-23.
- [4] Kot S. M., Jakubowski J., Sokołowski A., 2007. Statystyka. Podręcznik dla studiów ekonomicznych, Warszawa: Difin, (Chapter 16).
- [5] Kowalski K., Maśkiewicz J., 2011. Generalny Pomiar Ruchu na sieci dróg krajowych i wojewódzkich w 2010 roku, Przegląd Komunikacyjny, nr 7-8, 10-17.
- [6] Metody szacowania Średniego Dobowego Ruchu Roczno (SDRR) na podstawie pomiarów krótkotrwałych - 24 godzinnych. GDDKiA, Wersja: 1.0 / 22 maja 2017 r.
- [7] Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 23 grudnia 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich użytkowanie.
- [8] Pinkofsky L., 2006. Typisierung von Ganglinien der Verkehrsstärke Und Imre Eignung zur Modellierung der Verkehrsnachfrage, Dissertation, Technische Universität Braunschweig.
- [9] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 5 maja 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie dróg krajowych lub ich odcinków, na których pobiera się opłatę elektroniczną, oraz wysokości stawek opłaty elektronicznej.
- [10] Ruch Drogowy 2015, GDDKiA, Warszawa 2016.
- [11] Sławińska M., 2017. The application of cluster analysis for division of the territory of Poland into homogenous groups in terms of traffic, 2nd International Conference on Computational Modeling, Simulation and Applied Mathematics (CMSAM2017), 190-194.
- [12] Sławińska M., 2015 b. Characteristics of traffic flow variability and their impact on AADT, LAP Lambert Academic Publishing.
- [13] Sławińska M., 2015 a. Determination of appropriate temporal range of the short duration traffic counts to determine the Annual Average Daily Traffic, Drogownictwo, nr 1, 23-28.
- [14] Załącznik do uchwały nr 156/2015 Rady Ministrów z dnia 8 września 2015 r., Program Budowy Dróg Krajowych na lata 2014-2023 (z perspektywą do 2025 r.), 4.09.2015.

REKLAMA



CZAS NA INNOWACYJNE BUDOWNICTWO

Oferujemy profesjonalne usługi z zakresu:

- budowy infrastruktury komunikacyjnej, sieci instalacyjnych i obiektów hydrotechnicznych,
- wykonywania pomiarów geodezyjnych, tworzenia map do celów projektowych, wytyczenia budynku i sieci.



**W BUDOWNICTWIE WYBIERZ FIRME,
KTÓREJ MOŻESZ ZAUFAĆ**

Zobacz, co już wybudowaliśmy
i dla kogo pracowaliśmy:
www.gm-roads.pl

Biuro:

ul. Krzemieniecka 47,
54-613 Wrocław

Budownictwo inżynieryjne:

tel.: (71) 300 12 40
e-mail: info@gm-roads.pl

Geodezja:

tel.: 697 660 932
e-mail: m.wozniak@gm-roads.com

Siedziba firmy:

ul. Wrocławska 41, Łańcuch
58-130 Żarów

Wydatki gospodarstw domowych 50+ na transport i łączność – analiza statystyczna

Expenditures of 50+ Households on transport and communications - statistical analysis



Iwona Bąk

Dr hab.

Zakład Statystyki, Katedra
Zastosowań Matematyki w
Ekonomii, Wydział Ekonomiczny,
Zachodniopomorski Uniwersytet
Technologiczny w Szczecinie

iwona.bak@zut.edu.pl



Beata Szczecińska

Dr inż.

Katedra Analizy Systemowej i
Finansów, Wydział Ekonomiczny,
Zachodniopomorski Uniwersytet
Technologiczny w Szczecinie

beata.szczecinska@zut.edu.pl

Streszczenie: Na dynamikę i strukturę konsumpcji istotny wpływ mają zachodzące zmiany demograficzne na świecie. Jedną z najważniejszych jest zjawisko starzenia się społeczeństwa. W artykule badaniami objęto gospodarstwa domowe w Polsce, w których głowa gospodarstwa była w wieku 50 lat i więcej, czyli zgodnie z opinią ekspertów Światowej Organizacji Zdrowia były to osoby, które wkroczyły przynajmniej w wiek przedstarczy. Celem artykułu jest statystyczna analiza i modelowanie wydatków na transport i łączność w tych gospodarstwach. Analizy przeprowadzono na podstawie zbioru jednostkowych danych nieidentyfikowalnych o budżetach gospodarstw domowych, które zostały odpłatnie udostępnione przez GUS. Na podstawie oszacowanego modelu potęgowo-wykładniczego ustalono, że największy dodatni wpływ na wydatki na transport i łączność miał poziom wydatków ogółem na osobę. Istotne okazało się również zróżnicowanie preferencji wydatków w zależności od liczby osób w rodzinie, klasy miejscowości zamieszkania, przynależności do grupy społeczno-ekonomicznej oraz subiektywnej oceny sytuacji materialnej gospodarstwa. Ponadto stwierdzono, że badane wydatki zależą również od cech głowy gospodarstwa domowego: zmniejszają się wraz z wiekiem, a rosną im wyższe wykształcenie.

Słowa kluczowe: Gospodarstwa domowe 50+; Model ekonometryczny; Wydatki na transport i łączność

Abstract: The dynamics and structure of consumption are influenced by demographic changes in the world. One of the most important is the phenomenon of aging society. The study covered households in Poland where the head of the household was at the age of 50 or more, according to the World Health Organization experts, they were people who had entered at least in the first year of presenile. The goal of this article is to analyse and model expenditure on transport and communication of these households. The analyses were carried out on the basis of a set of non-identifiable data of households budget which were bought from Central Statistical Office. Based on the estimated power-exponential model, it was found that the largest positive impact on transport and communications spending was the level of total expenditures per person. The diversification of the preferences of expenditure depending on the number of people in the family, the class of place of residence, socioeconomic group membership and the subjective assessment of the material situation of the households was also found important. In addition, it was found that the expenditures also depends on the characteristics of the household head: they decrease with age and the increase with level of education.

Keywords: 50+ Households; Econometric Model; Transport and Communication Expenditures

Gospodarstwo domowe najczęściej definiuje się jako kluczową jednostkę w sferze konsumpcji, której podstawowym celem jest zaspokojenie jednostkowych i wspólnych potrzeb konsumpcyjnych składających się nań osób [9]. Poziom konsumpcji jest zróżnicowany i zależny od wielu determinant, m.in.: własnych subiektywnych preferencji, upodobań, przyzwyczajeń i tradycji, a także istniejących ograniczeń obiektywnych, takich jak dochód gospodarstwa domowego oraz ceny dóbr i usług. Na dynamikę i strukturę konsumpcji istotny wpływ mają również zachodzące na świecie zmiany

demograficzne. Jedną z najważniejszych jest zjawisko starzenia się społeczeństwa, polegające na wzroście liczby i udziału ludności starszej w ogólnej liczbie ludności [4]. Starzenie społeczeństw przekładać się będzie nie tylko na sferę zabezpieczenia społecznego, ale oddziaływać będzie w zasadzie na każdą sferę życia, od mieszkalnictwa i usług rynkowych do transportu publicznego, czy portali internetowych [1]. Zmiany te są ważne zarówno dla twórców polityki gospodarczej i społecznej, a także producentów i konsumentów, ponieważ pozwalają na określenie, jak zmieniać się będą

wielkość i struktura konsumpcji w perspektywie kilkunastu następnych lat [7]. Analiza wydatków osób starszych jest istotnym zagadnieniem z ekonomicznego punktu widzenia, ponieważ wydatki ludności są swego rodzaju fotografią zachowań konsumpcyjnych w skali makroekonomicznej, ukazując ukierunkowanie na zakup określonych grup towarów i usług. Obrazują one przywiązanie do pewnych wzorców spożycia, które kształtują się w dłuższym okresie. Postępujący proces starzenia się społeczeństw sprawia, że osoby starsze stanowią pożądaną i cenną grupę konsumentów na rynku.

Wiek jest przyjmowany jako podstawowy wyróżnik segmentu seniorów. Co prawda poszczególni badacze nie są w pełni zgodni co do wieku, w którym człowiek zostaje uznany za seniora. Według współczesnych fizjologów anglosaskich starość rozpoczyna się od 50. roku życia. Antropolodzy niemieccy liczą ją od 60. roku życia, a amerykańscy właściwą starość uznają dopiero od 75 lat [2]. Najczęściej jednak przyjmuje się, że linia oddzielająca wiek dojrzały od starszego przebiega na poziomie 60 lub 65 lat. W artykule badaniami objęto gospodarstwa domowe w Polsce, w których głowa gospodarstwa była w wieku 50 lat i więcej (w dalszej części pracy określane one będą jako gospodarstwa domowe 50+), czyli zgodnie z opinią ekspertów Światowej Organizacji Zdrowia będą to osoby, które wkroczyły przynajmniej w wiek przedstarczy. Osoby 50-letnie zaczynają doświadczać wielu zdarzeń (zawodowych i rodzinnych), które mają istotny wpływ na ich styl życia i zachowania konsumenckie. Większość osób z tej grupy wieku znajduje się u szczytu kariery zawodowej, ich dzieci definitywnie opuszczają dom rodzinny, a u wielu z nich pojawiają się wnuki. Zmiany te pociągają za sobą wiele nowych doświadczeń, co ma wpływ na wielkość i strukturę ich wydatków [por.2].

Celem artykułu jest statystyczna analiza i modelowanie wydatków na transport i łączność. Badanie dotyczyło 2014 roku, a zintegrowany zbiór da-

nych obejmował 20607 gospodarstw domowych, w których głowa gospodarstwa miała 50 lat i więcej. Analizy przeprowadzono na podstawie zbioru jednostkowych danych nieidentyfikowalnych o budżetach gospodarstw domowych, które zostały odpłatnie udostępnione przez Główny Urząd Statystyczny.

Ogólna charakterystyka wydatków na transport i łączność w gospodarstwach 50+

W badaniu budżetów gospodarstw domowych GUS [3], w klasyfikacji zgodnej z COICOP/HBS1, wyróżnia się 12 głównych grup wydatków konsumpcyjnych [5] w tym wydatki na transport i łączność. Wydatki na transport obejmują: zakup środków transportu (samochodów osobowych nowych i używanych, pojazdów motorowych jednośladowych, rowerów, pojazdów ciągniętych przez zwierzęta), eksploatację prywatnych środków transportu oraz usługi transportowe. Miesięcznie gospodarstwo domowe wydawało na transport średnio 89,24 zł na osobę, przy czym ponad 73% tej kwoty przeznaczało na eksploatację prywatnych środków transportu (tab. 1). W całym okresie od przystąpienia Polski do Unii Europejskiej rejestruje się wyraźny trend wzrostu udziału transportu drogowego w przewozach pasażerskich [5]. Kategoria łączność dotyczy: usług pocztowych (przesłanie listów, paczek, zakup znaczków i kart pocztowych, z wyjątkiem zakupionych do celów kolekcjonerskich); sprzętu telekomunikacyjnego (zakup aparatów telefonicznych, radiotelefonicznych, telefaksów), usług telekomunikacyjnych (opłaty za rozmowy telefoniczne, usługi internetowe, in-

stalacje telefoniczne) oraz pozostałe usługi telekomunikacyjne (opłaty za rozmowy z automatów publicznych, rozmowy z hoteli, restauracji, zakup żetonów i kart telefonicznych). Przeciętny poziom wydatków na łączność wynosił 60,34 zł na osobę, z czego prawie 98% dotyczyło usług telekomunikacyjnych.

W tab. 2 przedstawiono strukturę wydatków na transport i łączność w gospodarstwach domowych według grup społeczno-ekonomicznych oraz gospodarstw osób w wieku 50+. Jak wynika z tabeli na wydatki związane z transportem przeznaczano od 4,44% w gospodarstwach rencistów do 10,82% wydatków w gospodarstwach rolników. Udział tych wydatków w gospodarstwach 50+ wynosił 6,87% i był wyższy niż w gospodarstwach rencistów oraz emerytów. W przypadku wydatków na łączność ich udział w wydatkach ogółem nie różnił się istotnie w analizowanych grupach i wynosił około 5%.

W tab. 3 zamieszczono wyniki analizy wydatków na transport i łączność w różnych przekrojach, przy czym wszystkie parametry opisowe zostały obliczone z użyciem liczby osób w gospodarstwie domowym. Średni poziom wydatków ogółem zdeterminowany jest klasą miejscowości zamieszkania, co oznacza, że wraz ze wzrostem liczby mieszkańców następuje wzrost wydatków. Tendencję taką można zauważyć w przypadku wydatków na łączność, które wynosiły od 88,27 zł/os. w największych miastach do 47,48 zł/os. na wsi, zmniejszał się również ich udział w wydatkach ogółem. Najwięcej na transport wydawali także mieszkańcy miast pow. 500 tys. ludności, ale ich udział w wydatkach ogółem był niższy o 1,15 punktów procento-

Tab. 1. Poziom i struktura przeciętnych wydatków na transport i łączność w gospodarstwach domowych osób w wieku 50+ w 2014 roku

Wyszczególnienie	Wydatki w zł	Struktura (%)
Wydatki na transport ogółem, w tym na:	89,23	100,00
środki transportu	8,32	9,33
eksploatację prywatnych środków transportu	65,32	73,20
usługi transportowe	15,59	17,47
Wydatki na łączność ogółem, w tym na:	60,34	100,00
usługi pocztowe	0,48	0,79
sprzęt telekomunikacyjny	0,80	1,34
usługi telekomunikacyjne	59,06	97,87

Źródło: obliczenia własne na podstawie indywidualnych danych nieidentyfikowalnych udostępnionych przez GUS.

Tab. 2. Udział wydatków na transport i łączność w wydatkach ogółem w gospodarstwach domowych według grup społeczno-ekonomicznych oraz gospodarstw osób w wieku 50+ w 2014 roku (w %)

Wyszczególnienie	Gospodarstwa domowe					
	pracowników	rolników	pracujących na własny rachunek	emerytów	rencistów	osób w wieku 50+
Transport	10,63	10,82	10,22	5,77	4,44	6,87
Łączność	5,21	4,82	5,05	4,56	4,92	4,64

Źródło: obliczenia własne na podstawie [1] oraz indywidualnych danych nieidentyfikowalnych udostępnionych przez GUS.

Tab. 3. Podstawowe charakterystyki opisowe rozkładu wydatków na transport oraz łączność według cech społeczno-ekonomicznych i miejsca zamieszkania gospodarstw 50+

Wyszczególnienie	Średnie wydatki ogółem (w zł) (1)	Średnie wydatki na transport (w zł) (2)	Średnie wydatki na łączność (w zł) (3)	Udział (2)/(1); (w %)	Udział (3)/(1); (w %)
Ogółem	1299,62	89,24	60,34	6,87	4,64
Klasa miejscowości zamieszkania					
Miasto powyżej 500 tys. mieszkańców	1715,77	117,33	88,27	6,84	5,14
Miasto 200-499 tys. mieszkańców	1477,92	82,37	78,05	5,57	5,28
Miasto 100-199 tys. mieszkańców	1427,14	83,33	68,60	5,84	4,81
Miasto 20-99 tys. mieszkańców	1364,40	86,69	64,31	6,35	4,71
Miasto poniżej 20 tys. mieszkańców	1237,64	75,25	55,43	6,08	4,48
Wieś	1119,80	89,43	47,48	7,99	4,24
Typ biologiczny gospodarstwa domowego					
Małżeństwo bez dzieci	1402,94	113,71	61,05	8,11	4,35
Małżeństwo z jednym dzieckiem na utrzymaniu	1119,85	111,58	63,72	9,96	5,69
Małżeństwo z przynajmniej z jednym dzieckiem na utrzymaniu i innymi osobami	765,47	81,35	42,55	10,63	5,56
Gospodarstwa jednoosobowe	1563,39	66,19	70,11	4,23	4,48
Subiektywna ocena sytuacji materialnej					
Bardzo dobra	2090,16	203,02	88,67	9,71	4,24
Raczej dobra	1652,96	138,42	75,66	8,37	4,58
Przeciętna	1227,81	79,62	58,35	6,48	4,75
Raczej zła	1004,18	44,12	47,25	4,39	4,71
Zła	908,93	36,87	39,88	4,06	4,39
Wykształcenie głowy gospodarstwa domowego					
Co najwyżej gimnazjalne	980,94	37,02	37,33	3,77	3,81
Zasadnicze zawodowe	1084,32	74,52	51,28	6,87	4,73
Średnie ogólne	1366,15	74,64	69,17	5,46	5,06
Średnie zawodowe	1420,09	106,61	69,01	7,51	4,86
Wyższe	2037,25	181,28	96,96	8,90	4,76
Klasa wieku głowy gospodarstwa domowego					
50-54 lata	1210,61	120,29	63,09	9,94	5,21
55-59 lat	1298,13	110,00	64,28	8,47	4,95
60-64 lata	1334,96	100,54	62,69	7,53	4,70
65-69 lat	1381,98	83,07	62,11	6,01	4,49
70 lat i więcej	1289,76	47,74	52,82	3,70	4,10

Źródło: obliczenia własne na podstawie indywidualnych danych nieidentyfikowalnych udostępnionych przez GUS.

wych od mieszkańców wsi. Wpływ na to mają przede wszystkim dojazdy do pracy, szkół, ośrodków kulturalno-sportowych i galerii handlowych. Średnie wartości wydatków na transport i łączność zależą także od typu biologicznego rodziny. W przypadku obu rodzajów wydatków zauważalny jest duży ich udział w wydatkach ogółem dla małżeństw z dziećmi i innymi osobami na utrzymaniu.

Istotne znaczenie dla przeciętnych wydatków na transport i łączność ma także subiektywna ocena sytuacji materialnej gospodarstwa. Jak wynika

z tabeli 3 lepiej ocenię towarzyszy wzrost przeciętnych wydatków. Szczególnie jest to widoczne w przypadku wydatków na transport, które w gospodarstwach bardzo dobrze oceniających swoją sytuację materialną, są prawie sześciokrotnie wyższe niż w gospodarstwach o złej sytuacji. Wraz z poprawą sytuacji materialnej rośnie również ich udział w wydatkach ogółem. Dla wydatków na łączność, pomimo wzrostu ich wartości wraz z lepszą sytuacją materialną, udział w wydatkach ogółem nie wykazuje dużych rozbieżności. W tab. 3 podano również

istotne informacje dotyczące analizowanych wydatków odnoszących się do gospodarstw domowych z uwagi na szczególne cechy głowy gospodarstwa, tj. jej wykształcenie i wiek. Im wyższe wykształcenie tym gospodarstwa domowe więcej środków przeznaczają zarówno na transport, jak i łączność, przy czym znaczne różnice w udziałach tych wydatków w wydatkach ogółem zauważalne są tylko w przypadku wydatków na transport. W celu dokonania analizy kształtowania się wydatków ze względu na wiek głowy gospodarstwa domowego przyjęto pięć klas wiekowych. Wraz ze starzeniem się głowy gospodarstwa domowego spadają zarówno średnie wydatki na transport oraz łączność, jak i ich udziały w wydatkach ogółem. Taki wniosek nie budzi wątpliwości, ponieważ z wiekiem spada aktywność społeczna i zawodowa społeczeństwa.

Ekonometryczne modelowanie wydatków na transport i łączność w gospodarstwach domowych 50+

W tej części artykułu poddano analizie zbiór 20607 gospodarstw domowych, spośród których ok. 32% nie ponosiło wydatków na transport, a 4% nie wydatkowało swoich środków na łączność. Aby zbadać wpływ wybranych cech gospodarstw domowych na kształtowanie się poziomu wydatków na transport i łączność w gospodarstwach 50+ wykorzystano model potęgowo-wykładniczy o postaci [8]:

$$\ln WYDAZ_{ri} = \alpha_{0r} + \alpha_{1r} \ln WYD_i + \alpha_{2r} \ln LOS_i + \alpha_{3r} \ln WIEK_i + \sum_{k=2}^6 \beta_{rk} MZ_{ik} + \gamma_r Ww_i + \sum_{s=2}^4 \delta_{rs} OS_{is} + \epsilon_{rif} \quad (1)$$

gdzie:

$WYDAZ_{ri}$ – przeciętny miesięczny wydatek na r -tą grupę towarów lub usług, przypadający na jedną osobę w i -tym gospodarstwie domowym;
 WYD_i – przeciętny miesięczny wydatek ogółem na jedną osobę w i -tym gospodarstwie domowym;
 LOS_i – liczba osób w i -tym gospodarstwie domowym;
 $WIEK_i$ – wiek głowy i -tego gospodarstwa domowego;

Tab. 4. Oceny parametrów potęgowo-wykładniczego modelu wydatków na transport w gospodarstwach domowych 50+

Parametr	Ocena parametru	Błąd standardowy	t(19060)	Poziom p
α_{0r}	0,5245	0,3027	1,7327	0,0832
α_{1r}	1,1536	0,0196	58,8185	0,0000
α_{2r}	0,2616	0,0210	12,4742	0,0000
α_{3r}	-1,1090	0,0609	-18,2229	0,0000
γ_r	0,1436	0,0243	5,9024	0,0000
β_{r2}	-0,2267	0,0282	-8,0350	0,0000
β_{r4}	-0,3225	0,0315	-10,2523	0,0000
β_{r5}	-0,2935	0,0333	-8,8041	0,0000
β_{r6}	-0,2338	0,0232	-10,0608	0,0000
δ_{r2}	0,1022	0,0331	3,0865	0,0020
δ_{r3}	0,0884	0,0231	3,8221	0,0001
δ_{r4}	-0,1934	0,0272	-7,1195	0,0000
δ_{r5}	-0,2231	0,0428	-5,2070	0,0000
R=0,634; R ² =0,402; F=501,65; p<0,0000				

Źródło: obliczenia własne na podstawie indywidualnych danych nieidentyfikowalnych udostępnionych przez GUS.

Tab. 5. Oceny parametrów potęgowo-wykładniczego modelu wydatków na łączność w gospodarstwach domowych 50+

Parametr	Ocena parametru	Błąd standardowy	t(19060)	Poziom p
α_{0r}	3,3867	0,1459	23,2190	0,0000
α_{1r}	0,4843	0,0094	51,5899	0,0000
α_{2r}	-0,1314	0,0100	-13,1979	0,0000
α_{3r}	-0,6996	0,0289	-24,2093	0,0000
γ_r	0,1872	0,0128	14,6632	0,0000
β_{r2}	0,2899	0,0140	20,6510	0,0000
β_{r4}	0,2609	0,0150	17,4070	0,0000
β_{r5}	0,1641	0,0163	10,0644	0,0000
β_{r6}	0,1354	0,0112	12,0982	0,0000
δ_{r2}	0,0595	0,0175	3,4113	0,0006
δ_{r3}	0,0836	0,0119	6,9967	0,0000
δ_{r4}	-0,1189	0,0124	-9,5543	0,0000
δ_{r5}	-0,2826	0,0188	-15,0001	0,0000
R=0,684; R ² =0,469; F=798,55; p<0,0000				

Źródło: obliczenia własne na podstawie indywidualnych danych nieidentyfikowalnych udostępnionych przez GUS.

MZ_{ik} – zmienne zero-jedynkowe identyfikujące klasę miejscowości zamieszkania i przyjmujące wartość 1, jeżeli i -te gospodarstwo domowe należy do k -tej klasy miejscowości zamieszkania: $k=2$ dla miast powyżej 500 tys. mieszkańców, $k=3$ dla miast o liczbie mieszkańców 200-499 tys., $k=4$ dla miast o liczbie mieszkańców 100-199 tys., $k=5$ dla miast o liczbie mieszkańców 20-99 tys., $k=6$ dla miast poniżej 20 tys. mieszkańców, podstawę porównania stanowi wieś; Ww_i – zmienna zero-jedynkowa przyjmująca wartość 1, jeżeli głowa i -tego gospodarstwa domowego posiada wykształcenie wyższe, 0 – w przypadku przeciwnym;

OS_{is} – zmienne zero-jedynkowe utworzone ze względu na subiektywną ocenę własnej sytuacji materialnej gospodarstw domowych i przyjmujące wartość 1, jeżeli i -te gospodarstwo domowe należy do s -tej grupy oceniającej swoją sytuację materialną: $s=2$ – sytuacja materialna bardzo dobra, $s=3$ – sytuacja materialna raczej dobra, $s=4$ – sytuacja materialna raczej zła, $s=5$ – sytuacja materialna zła, podstawę porównania stanowi sytuacja materialna przeciętna.

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ – parametry strukturalne modelu, ε_{it} – składnik losowy.

Oszacowany parametr α_1 informuje o ile procent przeciętnie zmieni się miesięczny wydatek na transport

(lub łączność), przy zwiększeniu miesięcznego wydatku ogółem na 1 osobę o 1%, przy założeniu, że pozostałe zmienne są na stałym poziomie. Ocena parametru α_2 stanowi elastyczność wydatków względem liczby osób w gospodarstwie domowym i określa efekty skali gospodarowania w zależności od wielkości rodziny. Oszacowany parametr α_3 informuje o zmianach przeciętnych miesięcznych wydatków, gdy wzrasta wiek głowy gospodarstwa domowego. Natomiast parametry γ pokazują różnice w preferencjach związanych z klasą miejscowości zamieszkania, wykształceniem głowy gospodarstwa domowego oraz subiektywną oceną własnej sytuacji materialnej gospodarstw domowych.

Ostateczny dobór zmiennych objaśniających do modelu przeprowadzono metodą regresji krokowej. Oszacowania parametrów modelu dokonano klasyczną Metodą Najmniejszych Kwadratów. Wyniki przedstawiono w tab. 4 i 5.

Jak wskazują wartości ocen parametrów na zmienność wydatków na transport (wyrażonych w złotych na osobę) w najwyższym stopniu wpływa poziom wydatków ogółem (tab. 4). Wzrost wydatków ogółem o 1% powoduje podniesienie poziomu wydatków na transport średnio o 1,154%, przy założeniu stałości pozostałych zmiennych. W dalszej kolejności na poziom omawianych wydatków ujemnie wpływa wiek głowy gospodarstwa domowego. Wzrost liczby osób w gospodarstwie powoduje zwiększanie się wydatków na transport, co jest wyrazem tzw. skali gospodarowania. Fakt posiadania przez głowę gospodarstwa domowego wykształcenia wyższego powodował wzrost wydatków w porównaniu z gospodarstwami, w których głowa posiadała wykształcenie co najwyżej średnie. Ujemny wpływ ma zmienna zero-jedynkowa dotycząca zamieszkania w miastach o różnej wielkości w odniesieniu do zamieszkiwania na wsi.

Stwierdzono również istotne różnice w poziomie wydatków na transport gospodarstw domowych ocenia-

jących swoją sytuację materialną jako *przeciętną* (podstawa odniesienia) a wydatkami gospodarstw o sytuacji *raczej złej* lub *złej* oraz *bardzo dobrej* i *dobrej*. Gospodarstwa domowe o *złej* i *raczej złej* sytuacji materialnej ponoszą wydatki niższe od gospodarstw stanowiących podstawę odniesienia przeciętnie o około 20,0%, tj. $(e^{-0,2231}-1) \cdot 100\% = -20\%$ oraz 17,6%, tj. $(e^{-0,1934}-1) \cdot 100\% = -17,6\%$.

W przeciwieństwie do nich gospodarstwa o bardzo dobrej i dobrej sytuacji wydają na transport średnio więcej o 10,8% i 9,2%.

Analizując model potęgowo-wykładniczy wydatków na łączność w gospodarstwach domowych 50+ (tab. 5) można zaobserwować podobny wpływ większości zmiennych objaśniających, jak w przypadku wydatków na transport. Jedyna różnica dotyczy zmiennej zero-jedynkowej opisującej miejsce zamieszkania, która dodatkowo wpływa na wydatki związane z łącznością. Okazuje się, że wraz ze wzrostem liczby mieszkańców w miastach wydatki wzrastają od 15% do 34%.

Współczynniki determinacji oszacowanych modeli wynoszące ponad 40% oznaczają, że niespełna połowa ogólnej zaobserwowanej zmienności zmiennych objaśnianych została wyjaśniona przez modele. Biorąc pod uwagę fakt, że podmiotem badania jest pojedyncze gospodarstwo domowe i mamy do czynienia z dużą dozą indywidualizmu w podejmowaniu decyzji o wydatkach w konkretnym miesiącu, dlatego współczynnik ten można uznać za zadowalający.

Wnioski

Przeprowadzona w artykule analiza skłania do następujących wniosków:

1. Przeciętne gospodarstwo domowe 50+ przeznacza ok. 6,87% wydatków ogółem na transport i 4,64% wydatków na łączność.
2. Średni poziom wydatków na łączność jest funkcją wielkości miej-

scowości. Wraz ze wzrostem stopnia zurbanizowania miejscowości, do której należy gospodarstwo domowe wydatki wzrastają. Nieco inaczej kształtują się wydatki na transport. Pomimo, iż przeciętnie na osobę więcej wydają mieszkańcy największych miast, to udział tych wydatków w wydatkach ogółem najwyższy był dla gospodarstw zamieszkałych na wsi.

3. Biorąc pod uwagę typ biologiczny rodziny w gospodarstwach domowych 50+ zauważyć można wyższy udział obu rodzajów analizowanych wydatków w wydatkach ogółem dla małżeństw z przynajmniej jednym dzieckiem na utrzymaniu i innymi osobami.
4. Subiektywna ocena sytuacji materialnej gospodarstwa wpływa przede wszystkim na, wydatki na transport, im lepsza sytuacja tym wyższy poziom i udział tych wydatków. W przypadku wydatków na łączność ich udział w wydatkach ogółem nie jest uzależniony od sytuacji materialnej.
5. Istotne znaczenie na analizowane wydatki ma wykształcenie i wiek głowy gospodarstwa domowego. Wraz ze wzrostem stopnia wykształcenia głowy gospodarstwa 50+ znacząco wzrasta udział szczególnie wydatków na transport w wydatkach ogółem. Odmienne wpływy ma wiek głowy gospodarstwa, z upływem lat spada zarówno poziom, jak i udział analizowanych wydatków
6. Wykorzystany w artykule model potęgowo-wykładniczy okazał się użytecznym narzędziem w badaniach wydatków na transport i łączność gospodarstw 50+. Na analizowane wydatki największy dodatni wpływ miał poziom wydatków ogółem na osobę. Istotne okazało się również zróżnicowanie preferencji wydatków na transport i łączność w zależności od liczby osób w rodzinie, klasy miejscowości zamieszkania, przynależności

do grupy społeczno-ekonomicznej oraz subiektywnej oceny sytuacji materialnej gospodarstwa. Ponadto okazało się, że badane wydatki zależą również od cech głowy gospodarstwa domowego: zmniejszają się wraz z wiekiem, a rosną im wyższe wykształcenie. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Bąk I. Statystyczna analiza aktywności turystycznej seniorów w Polsce. Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, Szczecin 2013, s. 183.
- [2] Bombol M., Słaby T. Konsument 55+ wyzwaniem dla rynku. Oficyna Wydawnicza SGH w Warszawie, Warszawa 2011, s. 8, 140-141.
- [3] Budżety gospodarstw domowych w 2014 roku, GUS, Warszawa 2015.
- [4] Frątczak E., Sobieszak A. Sytuacja demograficzno-społeczna osób starszych. W: Seniorzy w społeczeństwie polskim. GUS, Warszawa 1999, s. 13.
- [5] Gaca S., Transport drogowy – rola i wybrane aspekty rozwoju infrastruktury, Przegląd Komunikacyjny, nr 08/2017, s. 18.
- [6] Metodologia badania budżetów gospodarstw domowych. Zakład Wydawnictw Statystycznych, GUS, Warszawa 2011.
- [7] Migdał-Najman K., Szreder M. Nowe trendy demograficzne a zmiany konsumpcji w Polsce. Marketing i Rynek nr 11, Warszawa 2013, s. 2.
- [8] Podolec B. Wybrane aspekty analizy warunków życia ludności w Polsce. Metody ilościowe w badaniach empirycznych. Krakowska Akademia im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego, Kraków 2014, 51-71.
- [9] Zalega T. Gospodarstwo domowe jako podmiot konsumpcji. Studia i Materiały Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego nr 1, Warszawa 2007, s. 7.

RAMS w zakresie rozjazdów kolejowych

RAMS for railway turnouts



Ewelina Kwiatkowska

Dr inż. / prawnik

Adiunkt, Politechnika Wrocławska
Katedra Mostów i kolei; Prawniki
Lex-Rail Kancelaria Prawna

kwiatkowskae@interia.pl

Streszczenie: W niniejszym referacie przedstawiono zagadnienie normowych specyfikacji niezawodności, dostępności, podatności utrzymaniowej i bezpieczeństwa (RAMS) w zastosowaniu kolejowym. Proces inwestycji kolejowych finansowanych przez Unię Europejską wymaga integracji zarządców infrastruktury kolejowej UE w zakresie między innymi bezpieczeństwa i dostępności sieci. Kluczowym zagadnieniem RAMS związanego z koleją jest zapewnienie niezawodności i bezpieczeństwa utrzymaniowego oraz jakości eksploatacyjnej i utrzymaniowej. W referacie przedstawiono analizę zagadnień RAMS w zakresie identyfikacji źródła awarii, analizy cyklu życia rozjazdu w aspekcie procesu obsługi i utrzymania rozjazdów.

Słowa kluczowe: RAMS kolejowy; Jakość rozjazdów kolejowych

Abstract: The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety is an important issue for the integration of the railway system in the European Union. Rail's analysis of railways shows the necessity to design railway lines with the safety and accessibility of railways. RAMS needs to maintain on the railway line the unsatisfactoriness and rigidity of subwoofer and the highest quality of maintenance and operation.

Keywords: Rail RAMS; Quality of turnouts

Wprowadzana na polskich kolejach procedura RAMS (Reliability, Availability, Maintainability and Safety) obejmująca specyfikację niezawodności (R), dostępności (A), podatności utrzymaniowej (M) i bezpieczeństwa (S), przyczynia się do poprawy jakości świadczonych usług przez zarządców kolei. Techniki RAMS składają się z następujących elementów: analizy związku między RAMS związanym z koleją a jakością usług, elementy składowe RAMS, czynniki mające wpływ na RAMS i środki do ich uznania, ryzyko i nienaruszalność bezpieczeństwa [4].

RAMS jest cechą długoterminowego działania całego systemu kolei i osiągnięcia go za pomocą konceptów technicznych, metod, narzędzi w cyklu życia sytemu. RAMS to jakościowy i ilościowy wskaźnik informujący, że cały system kolei lub składnik systemu kolei będzie funkcjonował bezpiecznie i dostępne dla zarządców i użytkowników.

Celem systemu kolejowego w które-

go skład wchodzi między innymi infrastruktura, tabor, sterowanie, energetyka jest uzyskanie określonego poziomu ruchu kolejowego w danym czasie w bezpieczny sposób, RAMS opisuje stopień pewności osiągnięcia bezpieczeństwa oraz wpływa na jakość systemu dostarczonego do klienta. Wzajemne powiązaniem elementów RAMS związanego z koleją przedstawiono na rys. 1.

Dostępność zgodnie z RAMS to niezawodność w zakresie wszystkich możliwych awarii, prawdopodobieństwo wystąpienia awarii oraz wpływ awarii na funkcjonowanie sytemu. Przez dostępność należy rozumieć podatność utrzymaniową w czasie realizacji zaplanowanej konserwacji, czas na wykrycie

i identyfikację oraz zlokalizowanie awarii oraz czas na naprawę systemu i jego utrzymanie.

Bezpieczeństwo RAMS to wszystkie możliwe zagrożenia w systemie we wszystkich trybach obsługi i utrzymania, oraz powagi ich konsekwencji. Czynniki wpływające na RAMS to warunki systemowe, eksploatacyjne i konserwacyjne [4].

Do warunków systemowych niezawodności, dostępności, podatności utrzymaniowej i bezpieczeństwa należą cechy techniczne elementu sytemu kolei [1]. Niezawodność nawierzchni kolejowej to prawdopodobieństwo spełnienia przez nią stawianych jej warunków, przy zachowaniu jej trwałości



1. Wzajemne powiązania elementów RAMS związanego z koleją

w czasie lub przy obciążeniu projektowanym. Niezawodność to również prawdopodobieństwo, że wartości wielkości określających jej istotne właściwości nie przekroczą okresu w dopuszczalnych granicach w określonych warunkach konstrukcyjno-utrzymawczych. Zgodnie z [3] trwałość podstawowych elementów konstrukcji nawierzchni kolejowej określanych w funkcji przenieszonego obciążenia całkowitego wynoszą:

- dla szyny 60 E1:
- na prostej to 500 Tg,
- na łuku o promieniu 300 metrów nie przekracza 130 Tg,
- dla podkładów strunobetonowych:
- na prostej 500 Tg,
- dla podsypki - 250 Tg.

Intensywność zużycia szyn w łukach o promieniu 300 m odpowiadających promieniom łuków najczęściej stosowanych w rozjazdach nie przekracza 130 Tg zmniejszając niezawodność konstrukcji rozjazdu.

Trwałość rozjazdu

Uszkodzenia nawierzchni kolejowej na długości rozjazdu są bardziej złożone niż uszkodzenia na odcinkach toru poza nim i przebiegają znacznie szybciej. Przyspieszona degradacja szyn w rozjeździe spowodowana jest większymi oddziaływaniami dynamicznymi pojazdów szynowych w miejscach nieciągłości toków.

W części zwrotnicowej najbardziej niebezpieczne uszkodzenia to:

- nieprzyleganie iglicy do opornicy,
- wykruszenia na powierzchni tocznej iglicy i opornicy.

W części krzyżowniczy wadami i uszkodzeniami rozjazdu powodujące konieczność wprowadzenia ograniczonej eksploatacji są:

- zgniecenie dzioba krzyżownicy,
- pęknięcie krzyżownicy,

- spływ w żłobkach szyn skrzydełkowych.

Podrojazdnicze betonowe w części krzyżownicowej poddawane są nierównomiernemu obciążeniu dynamicznemu powodując pęknięcia poprzeczne.

Wyniki badań wykazują, że zwiększenie zużycia szyn w rozjeździe spowodowane jest między innymi zmianą sztywności konstrukcji nawierzchni torowej między torem, a rozjazdem [2]. Rozjazd jest niesymetryczny, składa się z elementów ruchomych zmniejszających sztywność konstrukcji, a zagęszczenie podsypki pod podrojazdnicami nie zapewnia ciągłego podparcia. Rozjazd przenosi niesymetryczne obciążenie dynamiczne szczególnie w części krzyżownicowej, powodując nierównomierne zwiększenie deformacji pionowych i poziomych.

Dostępność rozjazdów

Zgodnie z [4] dostępność produktu mogącego wykonać wymaganą funkcję w danych warunkach w danym momencie w czasie lub w danym przedziale czasowym zakładając, że zapewniono wymagane zasoby zewnętrzne (m.in. dostępność techniczna). Przez dostępność rozjazdów kolejowych zgodnie z RAMS należy rozumieć jako:

- niezawodność w zakresie wpływu awarii element rozjazdu na funkcjonalność konstrukcji,
- podatność utrzymaniową w zakresie czasu potrzebnego na konserwację, diagnostykę i naprawę,
- obsługę i utrzymanie w zakresie konserwacji podczas całego cyklu eksploatacji rozjazdu.

Bezpieczeństwo rozjazdów

Bezpieczeństwo rozjazdów kolejowych zgodnie z RAMS opiera się na znajomości:

- zagrożeń dla utrzymania, obsługi rozjazdu,
- cechach charakterystycznych każdego z elementów rozjazdu i identyfikacji częstotliwości występowania wad, uszkodzeń elementów rozjazdów,
- prawdopodobieństwa wystąpienia każdego typu awarii w zakresie sterowania rozjazdem, awarii mechanicznych i uszkodzeń materiałowych,
- kolejności, zbieżności, częstotliwości wystąpienia awarii,
- podatności konstrukcji rozjazdu na łatwość wykonania konserwacji i naprawy,
- prawdopodobieństwa wystąpienia błędu podczas naprawy,
- czasu koniecznego na przeprowadzenie naprawy lub wymiany,
- dostępność narzędzi i sprzętu do diagnostyki rozjazdu i naprawy,
- skutecznej techniki postępowania z zdiagnozowanymi awariami.

Niezawodność rozjazdów

Awarie rozjazdów kolejowych mają decydujący wpływ na bezpieczeństwo całego systemu kolei. Awarie rozjazdów wpływają na bezpieczeństwo prowadzonego ruchu, ograniczenie ruchu kolejowego, zmniejszenie prędkości prowadzonego ruchu, punktualność połączeń kolejowych. Techniki RAMS kolejowego w aspekcie rozjazdów mają wpływ na funkcjonalność systemu kolei i bezpieczeństwo zastosowanych systemów, związek technik RAMS funkcjonalności z bezpieczeństwem przedstawiono na rys. 2.

Na niezawodność, dostępność, podatność utrzymaniową i bezpieczeństwo rozjazdów czyli RAMS związany z koleją oddziałują trzy czynniki rys. 3:

- warunki systemowe czyli źródła awarii wprowadzone do wnętrza systemu w dowolnym etapie cyklu życia systemu,
- warunki eksploatacyjne czyli źródła awarii narzucone na system podczas obsługi,
- warunki konserwacyjne czyli źródła awarii narzucone na system podczas działań konserwacyjnych.

ŚRODOWISKO ZASTOSOWANIA KOLEJOWEGO



2. Oddziaływanie awarii w systemie kolei wg RAMS [4]

Tab. 1. Kategorie awarii RAMS związanego z koleją

Kategorie awarii	Definicja
Istotna (awaria unieruchamiająca)	Awaria, która: uniemożliwia ruch pociągu lub powoduje opóźnienie w usługach większe niż określony czas i/lub powoduje koszty większe niż określony poziom kosztów
Poważna (Awaria usług)	Awaria, która; - musi zostać usunięta, aby system mógł spełniać swoje określone funkcje i - nie powoduje opóźnienia lub kosztów większych niż minimalna granica określona dla awarii istotnej
Drobna	Awaria, która: - nie uniemożliwia systemowi wykonywania swoich określonych funkcji i - nie spełnia kryteriów awarii istotnej lub poważnej

W celu spełnienia wymagań stawianych przez RAMS związanych z koleją w szczególności z rozjazdami należy spełnić wymagania opierające się na koncepcji środków ostrożności w celu zminimalizowania prawdopodobieństwa uszkodzeń powstałych w wyniku błędów podczas etapów cyklu życia.

W celu wydłużenia życia rozjazdów wprowadza się środki ostrożności, które są połączeniem:

- zapobiegania: dotyczącego zmniejszenia prawdopodobieństwa wystąpienia uszkodzenia,
- ochrony: dotyczącej obniżenia powagi konsekwencji uszkodzenia.

W cyklu życia rozjazdu nieodłącznym elementem są awarie, które zgonie z RAMS dla kolei podzielono na trzy kategorie istotne, poważne i drobne przedstawiane w tabeli 1 wraz z definicjami normowymi.

Cykl życia systemu kolei

W analizie niezawodności, dostępności, podatności utrzymaniowej i bezpieczeństwa rozjazdów w aspekcie zmniejszenia awaryjności elementów rozjazdów i całej konstrukcji. RAMS przedstawia cykl życia systemu w odpowiedniej kolejności. Na modelu typu „V” rys. 4 pokazano poszczególne etapy i związki pomiędzy nimi, mające wpływ na wydłużenie cyklu życia rozjazdu przy zachowaniu techniki RAMS. Model „V” cyklu życia w gałęzi z góry na dół (po lewej stronie) jest procesem rozwoju produktu i jest procesem udoskonalenia kończącym się produkcją komponentów rozjazdu. Gałąź z dołu na górę (prawa strona) jest związana z montażem, instalacją, odbiorem i eksploatacją całego systemu rozjazdu.

Skupiając się na punkcie 11 związanym z eksploatacją rozjazdów modelu typu „V” stanowiącego etap obsługi i konserwacji można zauważyć różnicę w zakresie zasad ogólnych, a technika-

mi RAMS w postępowaniu przy obsłudze i konserwacji, które polegają przy zasadach ogólnych na :

- długoterminowej obsłudze rozjazd,
- wykonaniu bieżącej konserwacji,
- przeprowadzenie bieżącego szkolenia z diagnostyki i utrzymania.

Dla obsługi i konserwacji zgodnie z RAM (R-niezawodność, A-dostępność, M-podatność utrzymaniowa) [4] należy dodatkowo przeprowadzać:

- bieżąca realizacja zamówień narzędzi i części zamiennych,
- wykonanie bieżącej konserwacji z naciskiem na niezawodność, wsparcie logistyczne.

Zgodnie z [4] w celu zachowania S-bezpieczeństwa należy dla punktu 11 rys. 4 w zakresie obsługi i konserwacji wprowadzić następujące elementy:

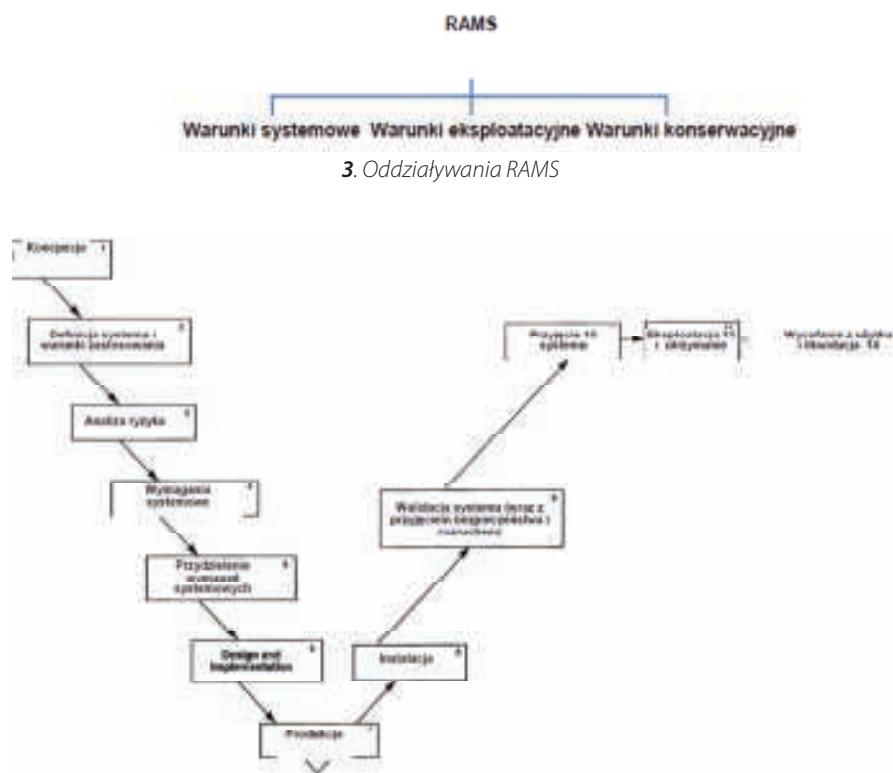
- przeprowadzenie bieżącej konserwacji skupionej na bezpieczeństwie,

- wykonanie bieżącego monitoringu wydajności bezpieczeństwa i utrzymanie dziennika zagrożeń.

Na przykładzie punktu 11 z rys. 4 etap obsługi i konserwacji rozjazdów techniki RAMS poszerzają zakres stosowanych procedur w celu zmniejszenia awaryjności rozjazdu w wyniku prac utrzymaniowych i wydłużenie trwałości konstrukcji.

RAMS w instrukcji Id-4

Procedury zgodnie z Instrukcją PKP PLK o oględzinach, badaniach technicznych i utrzymaniu rozjazdów Id-4 wprowadzają częstotliwości wykonywania badań i oględzin rozjazdów oraz napraw. Instrukcja Id-4 nie uwzględnia procedury konserwacji rozjazdu z naciskiem na niezawodności badanych elementów, a jedynie identyfikację i naprawę uszkodzeń. Brak w instrukcji Id-4 wytycznych dotyczących prognozowania wystąpienia awarii w zależności od typu konstrukcji rozjazdu, prognozowania awarii ze względu na typ stali, typu krzyżownicy, typu napędu, systemu mocowania, typu rozjazdów, powoduje konieczność nowelizacji przepisów w celu dostosowania ich do wymagań normowych. Każdy z elementów rozjazdów powinien być zgodnie z techni-



4. Model typu „V” prezentacja cyklu życia dla systemu kolei [4]

kami RAMS skwalifikowany ze względu na częstotliwość występowania awarii, możliwości przewidywania wystąpienia awarii. Analizy prognoz możliwe są dzięki wprowadzenia centralnego rejestru uszkodzeń elementów rozjazdów z podziałem na typy konstrukcji rozjazdów, typy użytych materiałów i klasy obciążenia rozjazdów w torze zwrotnym i zasadniczym.

Dopiero identyfikacja trwałości poszczególnych elementów rozjazdu, częstotliwości i poziomu awaryjności, pozwoli na wybór typów materiałów zapewniających bezpieczeństwo prowadzonego ruchu kolejowego na rozjazdach.

Podsumowanie

Wprowadzana na polskich kolejach procedura RAMS (Reliability, Availability, Maintainability and Safety) obejmująca specyfikację niezawodności (R),

dostępności (A), podatności utrzymaniowej (M) i bezpieczeństwa (S), przyczynia się do poprawy jakości świadczonych usług przez zarządców kolei. W artykule przedstawiano zależności procedury RAMS związanej z koleją a awaryjnością rozjazdu i długością cyklu życia rozjazdu w aspekcie procesu obsługi i utrzymania rozjazdów. Analiza obowiązujących na PKP PLK procedur Id-4 wykazała brak wytycznych w zakresie zależności procedur badań, oględzin, utrzymania rozjazdu od typu materiału z jakiego rozjazd jest zbudowany. Materiały stosowane przez producentów rozjazdów różnią się trwałością elementów konstrukcyjnych, które oddziałują na niezawodność konstrukcji i bezawaryjne eksploatowanie rozjazdu. Należy wprowadzić zgodnie z RAMS poszerzenie procedury oględzin i utrzymania rozjazdu o uwzględnianie w nich różnych typów materiałów konstrukcyjnych w celu identyfikacji często-

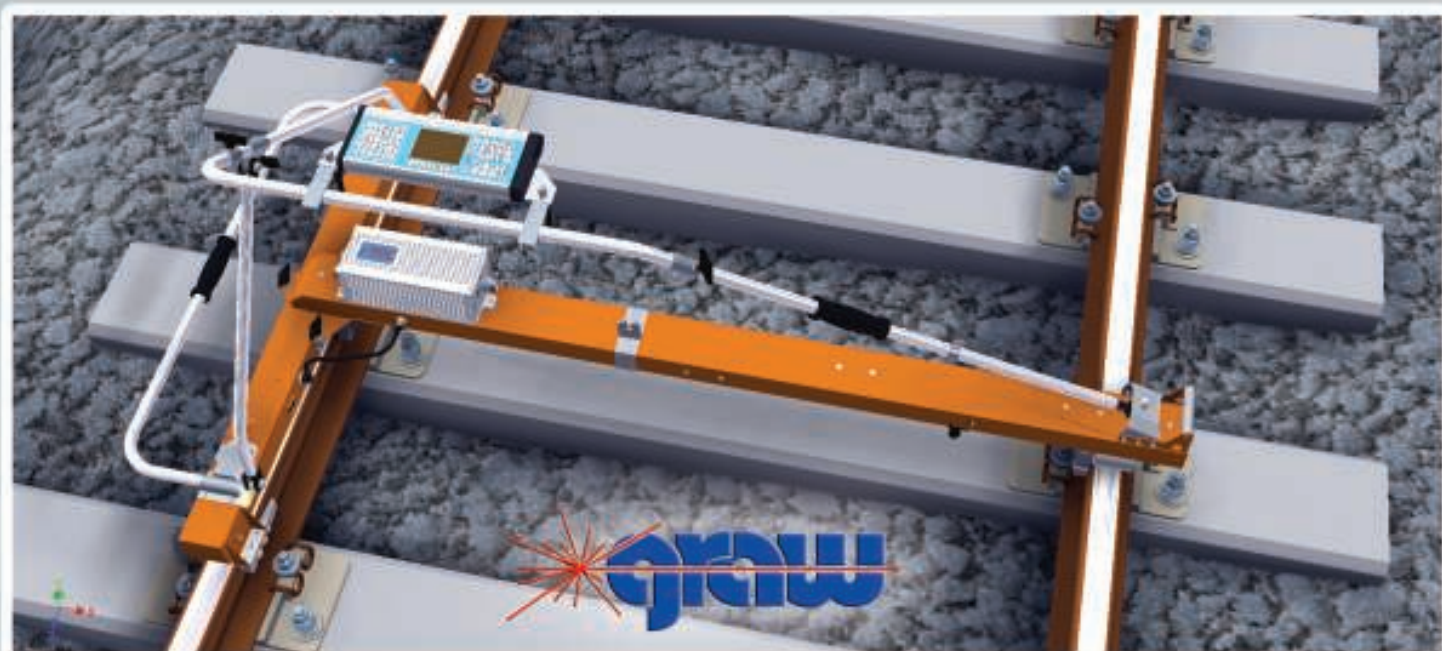
tliwości i zakresu awarii. Uwzględnienie w procesie utrzymania rozjazdów typu wykorzystanego materiału do budowy rozjazdu pozwoli na efektywniejszą diagnostykę i skuteczniejsze wykrywanie uszkodzeń podnosząc bezpieczeństwo prowadzonego ruchu kolejowego. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Bałuch H.: Trwałość i niezawodności eksploatacyjna nawierzchni kolejowej WKiŁ, Warszawa 1980 r.
- [2] Bałuch H., M. Bałuch: Układy geometryczne toru i ich deformacje. KOW, Warszawa 2010.
- [3] Niebieskie Księgi, Sektor kolejowy. 2015
- [4] prEN 50126-1 The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) - 1 Generic RAMS Process

REKLAMA

TOROMIERZ INERCYJNY iTEC Dokładny pomiar strzałek



www.graw.com

Koncepcja zintegrowanego systemu transportu szynowego w Radomiu z tramwajami dwusystemowymi

The concept of an integrated rail transit system in Radom with tram-trains



Paweł Wontorski

Mgr inż.

doktorant w Zakładzie
Sterowania Ruchem i
Infrastruktury Transportu na
Wydziale Transportu Politechniki
Warszawskiej

6077@pw.edu.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono koncepcję zintegrowanego systemu transportu szynowego w Radomiu, opartego na tramwajach klasycznych i dwusystemowych z uwzględnieniem roli kolei regionalnej w obsłudze przewozów miejskich i aglomeracyjnych. Przedstawiono rozwój koncepcji sieci tramwajowej w Radomiu a następnie dokonano analizy uwarunkowań rozwoju miejskiego transportu szynowego. Artykuł stanowi syntetyczny opis autorskiej wersji modelu obsługi komunikacyjnej miasta z naciskiem na integrację różnych środków transportu oraz na aspekty techniczne, ruchowe i organizacyjne istotne w planowaniu powiązania układu tramwajowego i kolejowego w warunkach polskich.

Słowa kluczowe: *Tramwaj dwusystemowy; Miejski transport szynowy; Radom*

Abstract: The article presents the concept of an integrated rail transport system in Radom, based on classical and dual-system trams, taking into account the role of regional rail in servicing urban and agglomeration transport. The development of the concept of the tram network in Radom was presented and then the analysis of the conditions for the development of urban rail transport was made. The article is a synthetic description of the author's version of the city transport service model, with an emphasis on the integration of various transport modes, as well as technical, operational and organizational aspects essential in planning the connection of the tram and railway layout in Polish conditions.

Keywords: *Tram-train; Urban rail transit; Radom*

Radom jest czternastym miastem wg liczby mieszkańców w Polsce (215 tys. w 2017), a w Radomskim Obszarze Funkcjonalnym mieszka 375 tys. osób (2014) [15]. Jest to jednocześnie drugie wg liczby mieszkańców (po Białymstoku) polskie miasto z miejskim transportem zbiorowym opartym wyłącznie na autobusach.

Ze względu na szybki rozwój przemysłu i gwałtowny (trzykrotny) wzrost liczby mieszkańców Radomia w drugiej połowie XX wieku okazało się, że komunikacja autobusowa może być niewystarczająca dla obsługi miasta i konieczna stanie się elektryfikacja głównych korytarzy transportu zbiorowego. Koncepcje uruchomienia komunikacji trolejbusowej lub tramwajowej sięgają lat 50. XX wieku. Od lat 60. XX wieku rozwijano koncepcję trasy tramwajowej łączącej Gołębiów z Potkanowem [25]. Obie części mia-

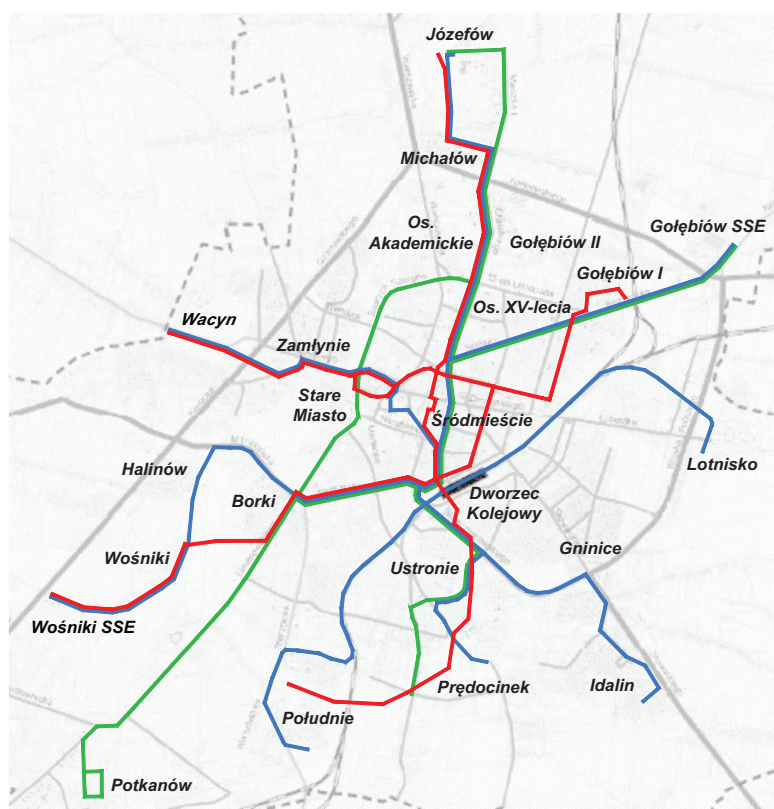
sta stanowiły ważne obszary przemysłowe a w ich sąsiedztwie planowano nowe osiedla mieszkaniowe.

Przez kolejne kilkanaście lat koncepcję budowy sieci tramwajowej rozwijano. Wprowadzono trasę północ-południe łączącą Józefów, Michałów, Dworzec PKP i Ustronie. Przez obszar śródmieścia tramwaje miały przebiegać się ciągiem ulic Traugutta – Mickiewicza lub ulicy 25 Czerwca (dawniej: 1 Maja) oraz ciągiem ulic Limanowskiego – Mireckiego – Szarych Szeregów (dawniej: Dzierżyńskiego – Mireckiego – Gwardii Ludowej). W ten sposób ukształtowana została koncepcja sieci tramwajowej popierana przez radomskich naukowców (prof. Kelles-Krauz) i poddana dalszym szczegółowym analizom w latach 70. i 80. XX wieku [18]. Kryzys społeczno-gospodarczy lat 90. XX spowodował odłożenie budowy sieci tramwajowej

na bliżej nieokreśloną przyszłość.

W Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Gminy Radom z 1999 roku znalazł się jedynie ogólny zapis o możliwości organizacji systemu Szybkiej Kolei Regionalnej (SKR) przy zastosowaniu lekkiego taboru - szynobusu lub tramwaju [13]. W późniejszych wersjach (zmiany z 2011 i 2014 roku) nie było już żadnych, choćby ogólnikowych, zapisów o tramwajach.

W 2002 roku pojawiła się koncepcja uruchomienia przewozów lekkimi pojazdami szynowymi (tzw. Szybki Tramwaj Kolejowy) między osiedlem Gołębiów a osiedlem Południe na miejskim odcinku linii kolejowej nr 8 [27]. Przyjęto w niej opcję dalszej rozbudowy trasy o odcinki w głąb osiedli, co mogłoby stanowić pierwszy krok do wprowadzenia tramwajów dwusystemowych. W artykule [5] z 2003 roku



Legenda:

- koncepcja z lat 80. XX wieku [14]
- koncepcja Radomskiego Towarzystwa Naukowego [19]
- koncepcja krakowskiego oddziału SITK [12]

1. Porównanie różnych koncepcji układu tras tramwajowych w Radomiu.
Źródło: opracowanie własne na podstawie: [5], [15], [23] na podkładzie [21]

autorzy zaproponowali modyfikację koncepcji z lat 80. XX wieku, głównie ze względu na zamknięcie dużych zakładów przemysłowych. Zasadniczy szkielet połączeń został jednak zachowany.

W 2013 roku Radomskie Towarzystwo Naukowe (RTN) przedstawiło propozycję sieci tramwajowej jako składnik projektu Radomskiego Bieguna Innowacyjności. Była to odpowiedź na pojawienie się możliwości sfinansowania jej budowy ze środków pozyskanych w ramach Kontraktu Terytorialnego dla województwa mazowieckiego. Władze miasta jednak odniosły się do tego pomysłu z dużym dystansem [26]. Koncepcja RTN zakładała budowę w pierwszym etapie linii północ-południe z Józefowa na Ustronie (Prędocinek), co było zgodne z dotychczasowymi opracowaniami. Według wstępnych analiz dostępności transportowej w zasięgu tej jednej linii znalazłoby się 80 tys. osób (ponad 1/3 mieszkańców miasta) [28]. Koncepcja przewidywała dalsze etapy rozwoju

sieci w tym możliwość uruchomienia tramwajów dwusystemowych na trasie Lotnisko – Dworzec PKP – osiedle Południe, z wykorzystaniem istniejącej linii kolejowej, wraz z budową nowych torowisk tramwajowych jako odcinków końcowych trasy [23].

W 2014 roku krakowski oddział SITK opracował koncepcję zintegrowanego systemu transportu zbiorowego w ROF (Radomskim Obszarze Funkcjonalnym), w którym przedstawiono warianty rozwoju miejskiego systemu transportu zbiorowego w oparciu o tramwaje lub autobusy [15]. Sieć tramwajowa została zmodyfikowana zarówno na obszarze śródmiejskim (prowadzenie linii ul. Focha i Piłsudskiego zamiast ul. Mickiewicza) oraz na kierunku południowym (obsługa osiedli Ustronie i Południe jedną trasą tramwajową). W pierwszym etapie miała być realizowana trasa północ-południe z Józefowa przez Śródmieście, Dworzec PKP, Ustronie aż do osiedla Południe. W opracowaniu zrezygnowano z wykorzystania linii kolejowej

do przewozów wewnątrzmiastowych.

Na rysunku 1 przedstawiono zbiorczą mapę trzech głównych koncepcji sieci tramwajowych poczynając od lat 80. XX wieku [18], poprzez propozycję RTN [23] aż do opracowania krakowskiego oddziału SITK [15]. Na uwagę zwraca zgodność przebiegu trasy północ-południe na odcinku od Józefowa do Śródmieścia i dalej na Ustronie, przy jednoczesnym braku tej zgodności dla sposobu obsługi osiedla Południe oraz przejścia przez obszar śródmiejski (choć trasa w ciągu ulicy Mickiewicza pojawia się najczęściej we wszystkich koncepcjach poczynając od lat 70. XX wieku).

Analiza uwarunkowań rozwoju transportu szynowego w Radomiu

Struktura funkcjonalno-przestrzenna miasta w obecnych (2017) granicach administracyjnych ukształtowana została w większości w XX wieku, w wyniku gwałtownego rozwoju przemysłu i budowy osiedli mieszkaniowych na osi północ – południe, częściowo nawiązując do przebiegu średnicowej linii kolejowej (linia nr 8). Większość wysokiej zabudowy wielorodzinnej skupiona jest w dwóch obszarach (zespołach): północnym (osiedla Michałów, Gołębiów I i II, Nad Potokiem) i południowym (osiedla Ustronie, Prędocinek, Południe I i II). Zabudowa znajduje się w odległości kilkuset metrów od linii kolejowej nr 8, a na samej linii nie ma przystanków, które umożliwiłyby zorganizowanie węzłów przesiadkowych. Dodatkowe przystanki są planowane w ramach modernizacji linii. Na osi wschód – zachód przeważa zabudowa jednorodzinna, z niewielkim udziałem wielorodzinnej (np. osiedle Zamłynie, Glinice, Sadków, Kaptur). Plany budowy pierwszej trasy tramwajowej w relacji północ-południe przedstawiane w [15] oraz [23] są zgodne z wnioskami płynącymi z analizy struktury funkcjonalno-przestrzennej i kierunków rozwoju miasta.

Struktura urbanistyczna samego śródmieścia ukształtowała się zasadniczo w XIX wieku i na początku XX wieku. Pojęcie centrum miasta nie pokrywa się z najstarszą częścią zabudowy,

która stanowi raczej peryferia śródmieścia. Taka struktura ma konkretne przełożenie na uzasadnienie wyboru tras głównych połączeń transportu zbiorowego, które przecinają stosunkowo rozległe śródmieście różnymi korytarzami, ale jego centralna część wyłączona z ruchu kołowego (ul. Żeromskiego), jest stosunkowo słabo dostępna dla transportu zbiorowego. Stąd też większość współczesnych koncepcji trasy tramwajowej w śródmieściu Radomia zakłada poprzeczne przecięcie ulicy Żeromskiego w jej centralnej części (w okolicach Urzędu Miasta). Niezależnie od wytyczonego korytarza należy uwzględnić gęstą XIX i XX wieczną tkankę śródmieścia Radomia, dobrze zachowaną i niezniszczoną w czasie wojen, której przecięcie linią (liniami) tramwaju stanowi wyzwanie same w sobie. Nie można jednak, zdaniem autora, uzależniać poprowadzenia trasy tramwajowej o znaczeniu ogólnomiejskim od występowania na jego trasie pojedynczych obiektów (budynków) i kolizji z innymi ciągami komunikacyjnymi.

System transportu zbiorowego w Radomiu składa się z 26 linii, przy czym 14 z nich zaliczyć należy do linii o średniej i wysokiej częstotliwości (kursujących co najmniej trzy razy na godzinę w szczycie i poza szczytem), stanowiących główne powiązania na osi północ – południe. Linie nr 7 i 9 o największej częstotliwości (co 10 min w dni robocze) pokrywają się generalnie z planowanym układem ciągów tramwajowych, pomijając różnice w prowadzeniu trasy przez ścisłe śródmieście. Żadna z linii nie kursuje jednak na trasie dokładnie pokrywającej się z trasą tramwaju Michałów – Ustronie. Wspólny odcinek linii 7 i 9 w śródmieściu stanowi jego kręgosłup komunikacyjny, ale obsługa wschodniej części śródmieścia (na wschód od placu Konstytucji 3 Maja) spoczywa na liniach autobusowych północ-południe kursujących ul. 25 Czerwca (linie 3, 4, 13, 23).

Głównym węzłem przesiadkowym w mieście jest Plac Dworcowy zlokalizowany przed dworcem kolejowym stacji Radom. Ponadto na obszarze śródmieścia znajduje się kilka innych

węzłów przesiadkowych o mniejszym znaczeniu (ze względu na rozproszenie tras komunikacyjnych w centrum). Do najważniejszych z nich należą: skrzyżowanie Malczewskiego/Kelles-Krauza/Struga, plac Kazimierza Wielkiego, skrzyżowanie 25 Czerwca/Struga). Miasto stanowi ważny w skali kraju węzeł kolejowy, chociaż ze względu na stan infrastruktury posiada stosunkowo niewiele połączeń dalekobieżnych. Trwa (2017) modernizacja najważniejszej dla miasta i subregionu radomskiego linii kolejowej nr 8 na odcinku Czachówek Płd. – Radom, która po modernizacji ma zapewnić dojazd do Warszawy w czasie około 75 minut dla najszybszych pociągów [22].

Na obszarze miasta linia przebiega od północy skrajem osiedli Gołębiów I i Nad Potokiem, następnie łączy się z linią nr 26 do Łukowa i prowadzi południowo-wschodnim skrajem śródmieścia jako de facto miejska kolejowa linia średnicowa, aż do południowych peryferii miasta, gdzie na wschód od osiedla Południe rozdziela się na dwie linie: kontynuację linii nr 8 do Kielc i Krakowa, oraz linię nr 22 do Tomaszowa Maz. Na miejskim odcinku linii nr 8 planowane są przystanki: Żółkiewskiego, Kozienicka, Sycyńska (oraz rezerwa miejsca na przystanek Żeromskiego), zlokalizowane zasadniczo w miejscach dwupoziomowych przejść głównych ulic nad torami [9]. Chociaż sam przebieg linii średnicowej przez obszar miasta w relacji północ-południe wydaje się korzystny dla możliwości wykorzystania jej do przewozów aglomeracyjnych, to ze względu na duże średnie odległości między przystankami oraz na oddalenie od zwartej zabudowy transport kolejowy nie mógłby pełnić samodzielnie istotnej roli w przewozach wewnątrzmiastowych [1]. Przystanki kolejowe mogłyby jednak stanowić punkty przesiadkowe na inne środki transportu i jako takie zostać włączone w transport miejski. Należy przypomnieć opisane wcześniej propozycje wykorzystania linii w systemie tramwaju dwusystemowego, lecz bez szczegółowego rozwinięcia koncepcji [27], [23].

W układzie kolejowym miasta ist-

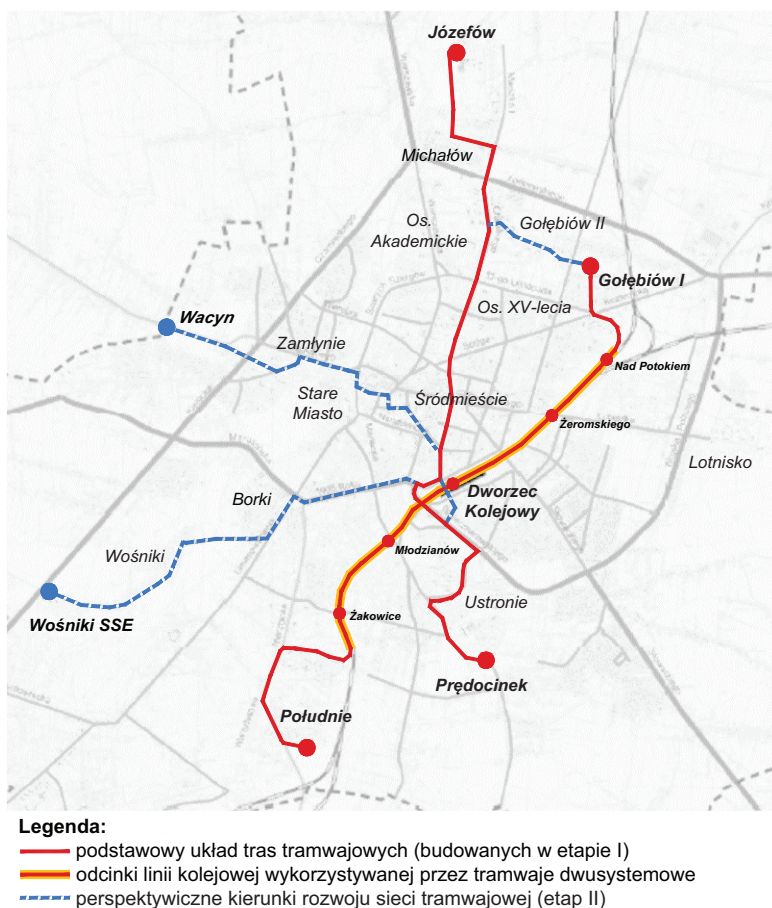
nieje także bocznica kolejowa na radomskie lotnisko, umożliwiająca bezpośrednie połączenie ze stacją Radom. Ze względu na niewielki ruch pasażerski na lotnisku (9713 pasażerów przez cały 2016 rok [24]) nie ma uzasadnienia dla racjonalnego wykorzystania bocznic do regularnych przewozów pasażerskich. Ponadto odległość portu lotniczego od centrum miasta jest niewielka; nie ma również poważnych generatorów ruchu uzasadniających rozwój transportu szynowego w tym kierunku.

Ze względu na utrzymujące się w mieście i regionie stosunkowo duże bezrobocie (13,2% w Radomiu przy średniej 5,6% dla województwa mazowieckiego – dane za październik 2017 wg GUS), istotny odsetek mieszkańców miasta pracuje i dojeżdża w cyklu tygodniowym i dobowym do Warszawy [12]). Fakt ten zapewne nie ulegnie radykalnej zmianie w najbliższych dekadach, ponieważ stołeczny rynek pracy zawsze będzie atrakcyjny chociażby ze względu na swoją wielkość. Należy więc założyć w planach rozwoju transportu miejskiego powiązanie linii tramwajowych i autobusowych z linią kolejową nr 8 w większej liczbie punktów niż tylko na głównym dworcu stacji Radom, aby zminimalizować czas przemieszczania się po mieście osób dojeżdżających koleją do Warszawy lub innych miast.

Analizując dotychczasowe plany i koncepcje, oraz wyciągając wnioski z analiz uwarunkowań funkcjonalno-przestrzennych i transportowych można zdefiniować następujące kluczowe problemy (zagadnienia) do rozwiązania:

- sposób obsługi obszaru śródmieścia (wybór wariantu przejścia trasy przez centrum),
- sposób obsługi osiedli mieszkaniowych,
- sposób włączenia linii kolejowej w system transportu aglomeracyjnego,
- wyznaczenie i zaprojektowanie węzłów przesiadkowych,
- integracja techniczno-funkcjonalna podsystemów tramwajowego i kolejowego.

Część z wyżej wymienionych za-



2. Model rozwoju sieci miejskiego transportu szynowego w Radomiu.
Źródło: opracowanie własne na podkładzie [21]

gadnień została w różnym stopniu ujęta i częściowo rozwiązana w opracowanych koncepcjach uruchomienia tramwajów w Radomiu [15], [18], [5], [23] a także w innych opracowaniach opisujących możliwość implementacji doświadczeń zachodnioeuropejskich w zakresie tramwajów dwusystemowych (głównie niemieckich) w warunkach polskich [3], [4], [6], [7]. Zdaniem autora brakuje jednak opracowań całościowych koncepcji zintegrowanego transportu szynowego w mieście (i aglomeracji radomskiej) ze szczególnym uwzględnieniem uwarunkowań wykonalności węzłów przesiadkowych kluczowych dla funkcjonowania systemu transportowego.

Koncepcja rozwoju miejskiego transportu szynowego w Radomiu

Koncepcja opracowana w ramach niniejszego artykułu stanowi modyfikację i rozwinięcie idei systemu tramwajowego w Radomiu z tramwajem dwusystemowym, prezentowanej

choćby przez RTN [23]. Autor zgadza się z komplementarnością systemów kolejowego i tramwajowego. Natomiast w celu uszczegółowienia tej idei i wypracowania całościowej koncepcji należało sformułować kilka istotnych założeń wstępnych:

- podstawowy szkielet sieci miejskiego transportu szynowego powinien być oparty na korytarzu w osi północ – południe łączącym Michałów (Józefów) i Gołębiów na północy miasta z Południem i Ustroniem (Prędocinkiem),
- system powinien być rozwojowy i umożliwiać dalszą rozbudowę szczególnie w osi wschód – zachód,
- główny węzeł przesiadkowy powinien zostać zrealizowany na (przy) dworcu kolejowym stacji Radom i zapewniać maksymalnie skrócone drogi pieszego przejścia między różnymi środkami transportu dla pasażerów przemieszczających się na głównych kierunkach w osi północ – południe,

- uzupełniające węzły przesiadkowe powinny integrować przystanki na średnicowej linii kolejowej z liniami tramwajowymi i/lub autobusowymi,
- należy wykorzystać istniejącą średnicową linię kolejową dla potrzeb transportu miejskiego i/lub aglomeracyjnego (poprzez węzły przesiadkowe na przystankach kolejowych i/lub tramwaje dwusystemowe),
- należy podjąć działania zwiększające dostępność centralnej części śródmieścia (okolice ul. Żeromskiego przy Urzędzie Miejskim) oraz osiedli mieszkaniowych,
- należy uwzględnić zarówno ruch wewnątrzmijski, jak i aglomeracyjny oraz dowozowy do pociągów regionalnych i dalekobieżnych, szczególnie kursujących w relacji Warszawa – Radom – Kielce, a także Radom – Pionki – Dęblin,
- częstotliwości kursowania tramwajów przyjęto na podstawie aktualnie obowiązujących rozkładów jazdy [20] oraz opracowania [15] i określono na 10 min w każdą stronę dla relacji północ-południe (trasy priorytetowe o przebiegu zbliżonym do tras linii autobusowych 7 i 9) oraz 15 min na trasach uzupełniających (kierunki Wacyn, Woźniki, Gołębiów II); wzrost pracy przewozowej w skali całego miasta szacowany jest na 1,9 % w skali roku [15].

Na podstawie wyżej sformułowanych założeń i dotychczasowych koncepcji przyjęto model rozwoju sieci miejskiego transportu szynowego przedstawiony na rysunku 2.

W rozwiązaniu tym założono utworzenie systemu miejskiego transportu szynowego w oparciu o dwa podstawowe korytarze w osi północ - południe:

1. trasę tramwaju klasycznego Józefów – Michałów – Śródmieście – Dworzec Kolejowy – Ustronie – Prędocinek, wybudowaną od podstaw,
2. trasę tramwaju dwusystemowego na odcinku Gołębiów – Śródmieście – Dworzec Kolejowy – Południe, wykorzystującą infrastruktura-

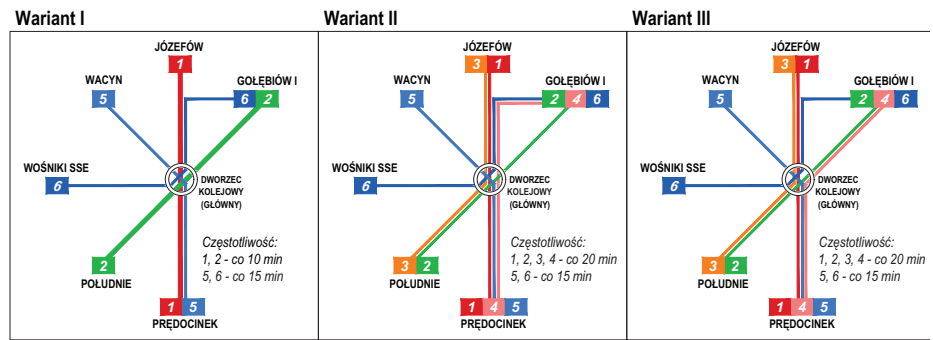
rę średnicowej linii kolejowej.

Ponadto zaznaczono perspektywiczne kierunki rozwoju systemu tramwajowego do obsługi osiedli Gołębiów II, Wacyn i Wośniki.

Kluczową rolę w takiej strukturze będzie pełnił rejon Dworca Kolejowego (Dworca Głównego), stanowiąc nie tylko główny punkt przesiadkowy, ale również miejsce organizacji węzła infrastruktury szynowej umożliwiającego integrację techniczno-funkcjonalną obydwu korytarzy (w celu wdrożenia tramwaju dwusystemowego). Zakładając istnienie dwóch ciągów podstawowych krzyżujących się w okolicy stacji Radom, tworzących strukturę zbliżoną kształtem do litery „X” zaproponowano trzy warianty utworzenia stałych linii transportu szynowego na tym układzie (opisane poniżej). Układy linii w trzech wariantach przedstawiono na rysunku 3. Przedstawione schematy uwzględniają uzupełniające trasy do Wacyna i na Wośniki (linie nr 5 i 6), o identycznym przebiegu w każdym wariantcie.

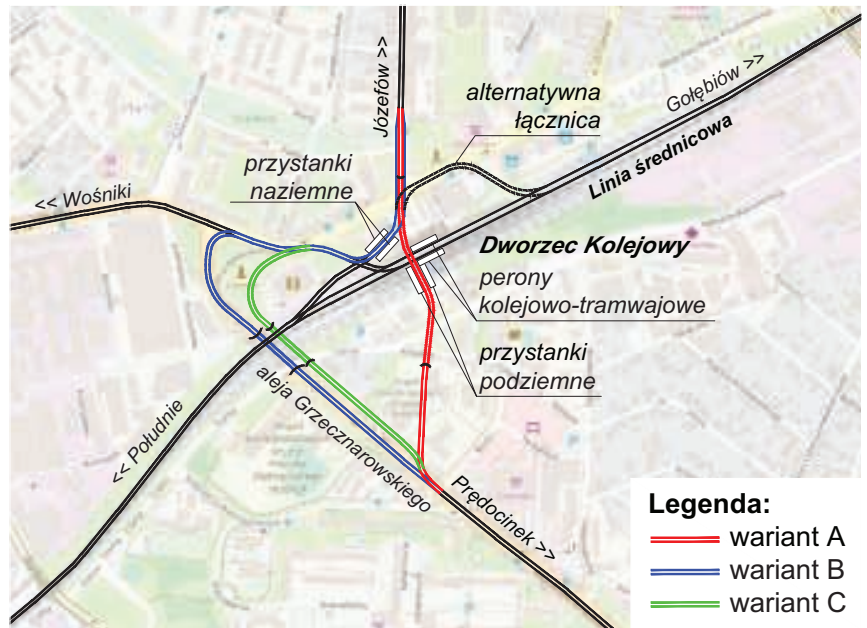
Wariant I: układ dwóch linii (1: Józefów – Prędocinek oraz 2: Gołębiów – Południe) oddzielonych technicznie od siebie, bez połączeń w ruchu linowym. W wariantcie tym przewiduje się separację linii 1 typowego tramwaju miejskiego od linii 2 lekkiej kolei miejskiej, z odgałęzieniami w głąb osiedli mieszkaniowych Gołębiów I i Południe. Zakładając wykonanie odgałęzień jako tras tramwajowych, na linii 2 powinien kursować tabor dwusystemowy. Takie rozwiązanie nie wymaga łącznic ani ramp przejściowych (łącznic) między systemami tramwajowych i kolejowym w okolicy Dworca Kolejowego.

Wariant II: układ trzech linii (1: Józefów – Prędocinek, 2: Gołębiów – Południe oraz 3: Józefów – Południe). Linie 1 i 2 identyczne jak w wariantcie I. Linia 3 stanowiłaby rozwiązanie typowe dla tramwaju dwusystemowego: na odcinku od Józefowa do Dworca Kolejowego pojazdy korzystałyby z trasy tramwaju miejskiego, a na odcinku od Dworca Kolejowego do osiedla Południe z infrastruktury kolejowej, kończąc trasę odcinkiem tramwajowym w głąb osiedla. Takie rozwiązanie wymaga



3. Proponowane układy linii tramwajowych w Radomiu w trzech wariantach.

Źródło: opracowanie własne



4. Trzy podstawowe warianty przejścia trasy tramwaju klasycznego przez rejon Dworca Kolejowego.

Źródło: opracowanie własne na podkładzie [21]

ga budowy łącznicy i rampy przejściowej między systemami tramwajowych i kolejowym w okolicy Dworca Kolejowego.

Wariant III: układ czterech linii (1: Józefów – Prędocinek, 2: Gołębiów – Południe, 3: Józefów – Południe oraz 4: Gołębiów – Prędocinek). Linie 1, 2 i 3 identyczne jak w wariantcie II. Linia 4 stanowiłaby rozwiązanie typowe dla tramwaju dwusystemowego: na odcinku początkowym na osiedlu Gołębiów I prowadzona po trasie tramwajowej, następnie do Dworca Kolejowego z wykorzystaniem infrastruktury kolejowej, i dalej na Prędocinek ponownie po trasie tramwajowej. Takie rozwiązanie wymaga budowy łącznic i ramp przejściowych między systemami tramwajowych i kolejowym w okolicy Dworca Kolejowego. Ze względu na układ torowy stacji Radom i prowadzenie trasy tramwaju dwusyste-

mowego po północnej stronie stacji, przejście na stronę południową powinno być realizowane bezkolizyjnie (w przeciwnym wypadku linia przecinałaby wszystkie tory zachodniej głowicy stacji Radom). W takim wypadku proponuje się poprowadzenie łącznicy z przejściem trasą tramwajową w ciągu alei Grzeczmarowskiego (warianty przejścia pod linią kolejową przedstawiono poniżej).

W koncepcji założono trzy podstawowe sposoby przejścia linii tramwaju miejskiego przez rejon Dworca Kolejowego z obszaru Śródmieścia (plac dworcowy) na obszar osiedla Ustronie (okolice ulicy Śląskiej / alei Grzeczmarowskiego). Warianty przedstawiono na rysunku 4 i opisano poniżej:

Wariant A: przejście pod torami średnicowej linii kolejowej tunelem tramwajowym pod peronami stacji Radom; początek tunelu na ulicy

Traugutta a zakończenie po stronie południowej stacji w okolicach ulicy Śląskiej; jest to wariant najbardziej kosztowny, traktowany jako docelowe, perspektywiczne rozwiązanie.

Wariant B: przejście pod torami średnicowej linii kolejowej istniejącym tunelem drogowym (docelowo drogowo-tramwajowym) w ciągu alei Grzeczmarzowskiego, np. przy założeniu zwężenia alei na odcinku od skrzyżowania z ul. 1905 Roku do skrzyżowania z ul. Śląską.

Wariant C: przejście pod torami średnicowej linii kolejowej nowym tunelem tramwajowym (wybudowanym obok istniejącego tunelu drogowego) w ciągu alei Grzeczmarzowskiego.

Planowana trasa i infrastruktura tramwaju dwusystemowego

Koncepcja zakłada poprowadzenie trasy tramwaju dwusystemowego wg tak zwanego modelu typu „B” [1], w którym na obszarze śródmieścia wykorzystywane są tory kolejowe, a na odcinkach końcowych pojazd wjeżdża na tory tramwajowe. Odcinki końcowe wybudowane zostaną specjalnie dla tramwaju dwusystemowego ale będą z nich mogły korzystać klasyczne tramwaje. W zależności od przyjętego wariantu może to być układ z liniami autonomicznymi względem siebie lub zintegrowanymi pod względem technicznym. Tym niemniej zakłada się wykorzystanie na potrzeby trasy tramwaju dwusystemowego części infrastruktury kolejowej na obszarze miasta od osiedla Gołębiów I do osiedla Południe (gdzie zlokalizowane zostałyby połączenia sieci tramwajowej z linią kolejową). Tramwaje dwusystemowe powinny być dwukierunkowe i niewymagające budowy pętli tramwajowych.

Przyjęto za zasadę prowadzenie tramwajów dwusystemowych po dwóch torach skrajnych stacji Radom od strony śródmieścia i dalej linią średnicową. Powyższe wynika z postulatu zbliżenia linii do centrum miasta, prowadzenia jej po stronie stacji przy której znajduje się dworzec główny, możliwości wykonania łącznic z siecią

tramwajową w okolicach placu dworcowego oraz do osiedli Gołębiów I i Południe. Zapewnienie wygodnego dostępu mieszkańcom osiedli mieszkaniowych do pojazdów dwusystemowych stanowi o szansie powodzenia całego projektu. Koncepcja przewiduje więc wybudowanie krótkich jedno- lub dwutorowych łącznic tramwajowych. Na linii kolejowej pomiędzy Gołębiowem a Południem postuluje się utworzenie nowych przystanków dla tramwaju dwusystemowego. Docelowo na odcinku kolejowym powinny funkcjonować przystanki: Nad Potokiem, Żeromskiego, Dworzec Kolejowy (Dworzec Główny), Młodzianów, Żakowice. Oprócz tego przystanki na łącznicach tramwajowych, w tym końcowe: Gołębiów I i Południe.

Łącznica tramwajowa w północnej części trasy powinna zostać wprowadzona w centralną część osiedla Gołębiów I ciągiem ulicy Olsztyńskiej, następnie przecinając ulicę Struga i park osiedlowy aż do zakończenia przy ulicy Orłąt Lwowskich, z możliwością przedłużenia do ulicy Zbrowskiego i planowanej pętli (zakończenia) trasy tramwajowej obsługującej osiedle Gołębiów II. Alternatywna trasa łącznicy mogłaby zaczynać się dopiero za wiaduktem ul. Kozienickiej nad linią kolejową i omijać osiedle Gołębiów I od północy. Takie rozwiązanie nie zapewniłoby jednak dobrej dostępności mieszkańcom bloków przy ulicach Struga i 11 Listopada.

W południowym odcinku trasy łącznica powinna zostać wprowadzona na osiedle ciągiem ulic Czarnoleska – Wierzbicka z zakończeniem trasy w okolicy obecnej pętli autobusowej, gdzie zorganizowany zostałby zintegrowany węzeł przesiadkowy i parking P+R. Alternatywnie trasa łącznicy mogłaby zostać poprowadzona wzdłuż ulicy Łąkowej lub Sycyńskiej. Niezależnie od wyboru wariantu łącznica powinna zapewniać obsługę obu jednostek mieszkaniowych: Południe I i Południe II bez konieczności organizowania przesiadek z autobusów do wozowych do tramwaju.

Szczegółowe analizy techniczno-ruchowe wykażą, w jaki sposób do

tramwaju dwusystemowego zostanie dostosowana linia kolejowa i stacja Radom. Dla zapewnienia czytelności układu komunikacyjnego należy przypisać dla tramwaju stałe krawędzie peronowe stacji Radom. Przy odpowiednio długim czasie następstwa pojazdów wystarczające może się okazać wydzielenie tylko jednej krawędzi peronowej (np. peron 1, tor 7). Przy krótszym czasie następstwa, by zachować dużą przepustowość, konieczne będzie przypisanie do linii tramwaju dwusystemowego dwóch krawędzi przy dwóch różnych torach stacyjnych (np. peron 1, tor 7 i peron 2, tor 1). Wybór peronów wynika z dążenia do skrócenia czasu dojścia do peronów od strony dworca. Wykorzystanie peronu 2 może być o tyle kłopotliwe, że zatrzymują się przy nim przejeżdżające przez Radom pociągi regionalne i dalekobieżne, co może być przyczyną poważnych konfliktów ruchowych wynikających po pierwsze z ograniczenia przepustowości przynajmniej jednego z dwóch torów głównych zasadniczych (tor 1), a po drugie z konieczności przecięcia kilku torów stacyjnych (tory 5, 7) przez tramwaje zjeżdżające ze stacji kolejowej na miejski układ tramwajowy i odwrotnie. Niezbędna będzie przebudowa głowicy południowo-zachodniej stacji Radom po to, by umożliwić techniczną możliwość wykonania takiego powiązania.

Ze względu na możliwość wystąpienia problemów techniczno-ruchowych na głowicy południowo-zachodniej stacji Radom, należy przewidzieć alternatywną łącznicę układu tramwajowego miejskiego z układem torowym stacji w rejonie jej północno-wschodniej głowicy (rys. 3). Takie rozwiązanie wiązałoby się jednak z przeniesieniem przystanków co najmniej niektórych linii tramwaju dwusystemowego ze strefy peronów na Plac Dworcowy, ale ograniczyłoby przebudowę głowicy południowo-zachodniej przewidzianej w wariantcie podstawowym.

Organizacja ruchu pojazdów dwusystemowych

Tramwaj dwusystemowy wjeżdżałby na tory kolejowe na podstawie sygnału zezwalającego na semaforze obsługiwanym przez dyżurnego ruchu stacji Radom, znajdującego się w nastawni LCS Radom. Zasady przemieszczania się pojazdu między układem kolejowym a tramwajowym w warunkach polskich przepisów kolejowych zostały od strony teoretycznej opisane w pracy [16]. Ruch pojazdów tramwajowych prowadzony jest z reguły na widoczność, ale na odcinku linii kolejowej w Radomiu tramwaje poruszałyby się według wskazań semaforów trzystawnej samoczynnej blokady liniowej (sbl).

Jednym z kluczowych zagadnień do rozwiązania jest organizacja ruchu pojazdów dwusystemowych i ułożenie rozkładów jazdy w taki sposób, by zachować regularność ruchu. Problem ten był wielokrotnie analizowany, także w polskich publikacjach [14], [2]. Dla szlaku z trzystawna sbl, przy maksymalnej dopuszczalnej prędkości 100 km/h i odstępach blokowych o długości 700 m możliwe jest osiągnięcie następstwa rzędu 2,5 min przy jeździe tramwajów dwusystemowych „na zielone światło” [16]. Dla szlaku z blokadą trzystawną, przy prędkości pojazdów dwusystemowych 60 km/h przewidywany czas następstwa wyniesie 3,5 min [1]. W odniesieniu do potrzeb przewozowych w aglomeracji radomskiej jest to interwał w zupełności wystarczający.

Ze względu na prowadzenie mieszanego ruchu kolejowo-tramwajowego na stosunkowo długim odcinku linii średnicowej należałoby rozważyć przebudowę blokady liniowej na czterostawną. Taka blokada ułatwiłaby prowadzenie ruchu pojazdów o różnych parametrach ruchowych i różnych drogach hamowania, ponieważ semafor przekazuje więcej wskazań i są rozmieszczone w odstępach nie większych niż połowa drogi hamowania obowiązująca na danym odcinku (w blokadzie trzystawnej odstępów równe są drodze hamowania). Przejście na blokadę czterostawną zwiększyłoby

Wariant I

Nr tramwaju	07:00	07:02	07:05	07:07	07:10	07:12	07:15	07:17	07:20	07:22	07:25	07:27	07:30
1	1				1				1				1
2	2				2				2				2
3													
4													
5		5						5					
6				6						6			
N/s/m		NSm	NSm	NSm		NSm	NSm	NSm		NSm	NSm	NSm	

Wariant II

Nr tramwaju	07:00	07:02	07:05	07:07	07:10	07:12	07:15	07:17	07:20	07:22	07:25	07:27	07:30
1	1								1				
2	2								2				
3					3								3
4					4								4
5		5						5					
6				6						6			
N/s/m		NSm	NSm	NSm	N	NSm	NSm	NSm		NSm	NSm	NSm	N

Wariant III

Nr tramwaju	07:00	07:02	07:05	07:07	07:10	07:12	07:15	07:17	07:20	07:22	07:25	07:27	07:30
1	1								1				
2	2								2				
3					3								3
4					4								4
5		5						5					
6				6						6			
N/s/m		NSm	NSm	NSm		NSm	NSm	NSm		NSm	NSm	NSm	

Legenda

X	tramwaj klasyczny
X	tramwaj dwusystemowy
N	możliwy przejazd pociągu w kier. północnym od st. Radom po torach tramwaju dwusystemowego
S	możliwy przejazd pociągu w kier. południowym od st. Radom po torach tramwaju dwusystemowego
m	możliwe manewry na stacji Radom na torach tramwaju dwusystemowego

5. Przykładowy rozkład jazdy tramwajów (z uwzględnieniem ruchu pociągów konwencjonalnych na linii kolejowej) dla zespołu przystankowego Dworzec Kolejowy. Źródło: opracowanie własne

przepustowość, ale wymagałoby dobudowania większej liczby urządzeń sterowania ruchem kolejowym (semaforów, czujników koła) na linii.

Poprzez analogię do częstotliwości kursujących współcześnie w Radomiu linii autobusowych 7 i 9 [20] w relacjach zbliżonych do tych, które mają być obsługiwane taborem tramwajowym, można przyjąć 10 min, jako szczytową częstotliwość kursowania pojazdów dla każdego z czterech kierunków, na którym zaplanowana jest trasa tramwajowa z Dworca Kolejowego. Zakładając nawet prowadzenie kolejową linią średnicową tramwajów z mniejszym czasem następstwa, np.: 7,5 minuty, nadal stanowi to znacznie mniejszą częstotliwość niż możliwa do osiągnięcia na linii kolejowej z blokadą trzystawną przy prędkości 60 km/h.

Wariant II wydaje się o tyle najbardziej prawdopodobny do realizacji

niż wariant III, ponieważ linia nr 4 Gołębiów I – Prędocinek wymagałaby specjalnego i kosztownego rozwiązania technicznego przejścia ze stacji kolejowej Radom na osiedle Ustronie, a ponadto omijałaby ściśle centrum miasta (przy alternatywie w postaci trasy tramwaju klasycznego Józefów – Prędocinek z odgałęzieniem w kierunku Gołębiowa). W związku z powyższym północny odcinek linii średnicowej (wraz ze stacją Radom) byłby mniej obciążony niż odcinek południowy (na południe od stacji Radom). Z punktu widzenia ruchu mieszanego kolejowo-tramwajowego na linii średnicowej byłoby to o tyle korzystne rozwiązanie, bo zmniejszyłoby się ryzyko potencjalnych zakłóceń i konfliktów ruchowych z pociągami regionalnymi rozpoczynających bieg w Radomiu i kursujących do Warszawy, które stanowią i będą stanowić względną

większość połączeń regionalnych [15]. Wariant II zapewnia również najlepszą obsługę obszaru śródmieścia dzięki największej częstotliwości kursów na najbardziej obciążonym odcinku: Dworzec Kolejowy – Centrum – Osiedle Akademickie.

Istotnym zagadnieniem do rozwiązania będzie przenoszenie opóźnień z układu tramwajowego na kolejowy (i odwrotnie) przez pojazd dwusystemowy. Jest to problem typowy dla tego typu układów. Konieczne może się okazać po pierwsze wprowadzenie cyklicznego lub quasicyklicznego rozkładu jazdy, co i tak niezależnie od uruchamiania tramwajów dwusystemowych powinno być realizowane w Polsce na wzór innych krajów UE [2]. Po drugie zostaną przygotowane szczegółowe regulaminy dla dyżurnych ruchu w razie wystąpienia zakłóceń ruchowych, uwzględniające możliwość przesunięć pociągów regionalnych o około 2 minuty wcześniej lub później [16]. Po trzecie niezbędne będą do wprowadzenia pewne zmiany w infrastrukturze zwiększające elastyczność prowadzenia pojazdów dwusystemowych (dodatkowe rozjazdy, odcinki torów, urządzenia sbł) – co zostało wyżej opisane. Budowa bezkolizyjnych łącznic sieci tramwajowej z kolejową stanowiłaby przedsięwzięcie niezwykle kosztowne. Znacznie tańszym rozwiązaniem będzie odpowiednio ułożony rozkład jazdy i organizacja ruchu pociągów.

Fragment przykładowego rozkładu jazdy tramwajów w Radomiu z uwzględnieniem ruchu pociągów konwencjonalnych na linii kolejowej przedstawiono na rysunku 5 (rozkład przygotowano dla zespołu przystankowego Dworzec Główny).

Zintegrowany system miejskiego i regionalnego transportu szynowego

Jednym z założeń koncepcji jest integracja systemu tramwajowego z kolejowym, także w odniesieniu do przewozów aglomeracyjnych, regionalnych i dalekobieżnych. W opracowaniu [15] wskazano możliwość wykorzystania rozwoju przewozów

regionalnych w korytarzu Skarżysko-Kamienna - Radom – Warszawa do obsługi podróży aglomeracyjnych, co po zwiększeniu częstotliwości pociągów regionalnych w tej relacji do 30 min i skróceniu czasów podróży pozwoli wraz radomskim tramwajem dwusystemowym stworzyć spójny, zintegrowany i wydajny system aglomeracyjnego transportu szynowego o skali odpowiedniej dla miasta i regionu. Układ ten powinien zostać uzupełniony o linie aglomeracyjne, np. do Pionek. Należy jednak zdawać sobie sprawę z ograniczonych możliwości generowania popytu przez otaczające Radom miejscowości, w tym Pionki (19 tys. mieszkańców w 2014 roku). Dlatego najbardziej zasadne będzie takie kształtowanie układu połączeń regionalnych, które pozwoli efektywnie obsługiwać aglomerację radomską i wykorzystać możliwość integracji z radomskim systemem tramwajowym, w tym tramwajem dwusystemowym.

W związku z powyższym proponowane są następujące rozwiązania:

- wprowadzenie cyklicznego lub quasicyklicznego rozkładu jazdy (także na potrzeby zapewnienia regularności ruchu tramwajów dwusystemowych);
- utworzenie zintegrowanego regionalnego węzła przesiadkowego na stacji Radom (Radom Główny);
- utworzenie zintegrowanych lokalnych węzłów przesiadkowych i parkingów P+R przy przystankach kolejowych w Radomiu oraz końcowych przystankach linii tramwajowych;
- wydłużenie niektórych tras pociągów relacji Warszawa – Radom do stacji Radom – Południe (wymagałoby to wybudowania torów odstawczych, ale też skróciłoby czas zajęcia torów stacyjnych na stacji Radom potrzebnych np. do przejazdu tramwajów dwusystemowych); postulat jest zgodny z przedstawionym w [15];
- uruchomienie / usprawnienie autobusowej komunikacji dojazdowej z / do centrów miast powiatowych w regionie radomskim oddalonych o kilka kilome-

trów od obsługujących je stacji kolejowych; perspektywicznym rozwiązaniem byłoby wybudowanie łącznic kolejowych od najbliższych stacji do centrów takich miast jak: Szydłowiec (z wydłużeniem niektórych tras pociągów relacji Warszawa – Radom do stacji Szydłowiec), Przysucha oraz Koźienice (nowe połączenie przez Pionki lub Garbatkę-Letnisko albo reaktywacja przewozów na linii Koźienice-Bąkowiec);

- wydłużenie niektórych tras pociągów relacji Skarżysko-Kamienna – Radom do stacji Pionki (w celu zapewnienia lepszej jakości obsługi tego miasta bez tworzenia nowych linii aglomeracyjnych).

W dalszej przyszłości można rozważyć dalszą rozbudowę zintegrowanego systemu kolejowo-tramwajowego w aglomeracji radomskiej. Kierunkami rozwoju mogą być linie tramwaju dwusystemowego do miast subregionu radomskiego, np. do Pionek czy też do Portu Lotniczego Radom-Sadków (jeżeli będzie w przyszłości zapotrzebowanie na takie przewozy).

Podsumowanie

Planowanie sieci tramwajowej w Radomiu trwa od ponad półwiecza. Dotychczasowe próby realizacji, mimo ustalonego w zasadniczej części przebiegu trasy tramwajowej północ – południe zawsze kończyły się niepowodzeniem. Współczesne potrzeby transportowe wymagają większej integracji różnych środków transportu. Kluczowe stało się łączenie pozornie odrębnych systemów, wykorzystując w pełni istniejącą już infrastrukturę oraz opierając się na wieloletnich doświadczeniach innych miast i regionów w Europie.

Trudność w realizacji planów budowy tras tramwaju dwusystemowego w warunkach Polskich wynika z kilku przyczyn, wśród których niewiele ma charakter techniczny a większość prawną-organizacyjny (problemy techniczne w znacznej części rozwiązano przez ostatnich kilkadziesiąt lat budowy i eksploatacji takich systemów w Europie, przede wszystkim w

Niemczech), co podkreślają autorzy wielu polskich opracowań z tego zakresu [1], [2], [3], [6], także opublikowanych w ostatnim czasie takich jak [10]. Autor tego ostatniego wyraźnie wskazuje na problemy z homologacją nietypowego pojazdu dwusystemowego, brak odpowiednich przepisów i norm oraz zachowawcze podejście do rozumienia i rozdzielenia pojęć „kolej” i „tramwaj”. Na konieczność zmiany podejścia władz do projektowania mniej konwencjonalnych rozwiązań w miejskim transporcie szynowym zwrócono także uwagę w [8], [11] oraz [17].

Tramwaj dwusystemowy, mimo że nie rozwiąże wszystkich problemów komunikacyjnych miasta, stanowi istotny element spajający jego strukturę i umożliwiającą wzrost efektywności systemu transportowego w aglomeracji. Dalsze badania i prace koncepcyjne powinny objąć szczegółowe rozwiązania techniczno-ruchowe węzłów przesiadkowych, warianty przejścia trasy przez obszary zabudowy wielorodzinnej, lokalizację zespołów przystankowych, wyspecyfikowanie taboru oraz instalację systemów sterowania i zarządzania ruchem. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Basiewicz T. i inni., Warunki wykorzystania infrastruktury kolejowej przez pojazdy kolejowo-tramwajowe. Zintegrowany system miejskiego transportu szynowego (materiały konferencyjne), 2003, s. 19-24
- [2] Czyczuła W., Raczyński J., Pojazd dwusystemowy jako środek transportu regionalnego. Technika Transportu Szynowego, 2000, nr 11, s. 37-42
- [3] Dąbrowski J., Jaki w polskich warunkach powinien być tramwaj dwusystemowy? Technika Transportu Szynowego, 2014, nr 1-2, s. 57-64
- [4] Harassek A., Dwusystemowy tramwaj w Nordhausen. Technika Transportu Szynowego 2004, nr 6, s. 54-55g
- [5] Kelles-Krauz M., Kwiecień K., Projekt tramwaju jako elementu systemu przewozów pasażerskich w aglomeracji Radomskiej. Technika Transportu Szynowego, 2003, nr 3, s. 29-33
- [6] Kraśkiewicz C., Oleksiewicz W., Tramwaj dwusystemowy - moda, czy trend rozwojowy aglomeracyjnego transportu szynowego? Logistyka, 2015, nr 4, s. 4247-4254
- [7] Kraśkiewicz C., Oleksiewicz W., Tramwaj dwusystemowy w Karlsruhe. Logistyka, 2015, nr 4, s. 4255-4261
- [8] Kruszyna M., Program tramwajowy jako bodziec do wprowadzenia mniej konwencjonalnych rozwiązań z zakresu miejskiej infrastruktury szynowej, Przegląd Komunikacyjny 2017, nr 04/2017, s. 8-12
- [9] Kwaśkiewicz J., Mądry B., Modernizacja linii kolejowej nr 8 na odcinku Warszawa Okęcie – Radom – Kielce, Etap III, LCS Radom, Opis przedmiotu zamówienia (OPZ). Scetauroute, Nexel Polska 2007.
- [10] Makuch J., Propozycja miejskiej linii tramwaju dwusystemowego dla Wrocławia, Przegląd Komunikacyjny 2017, nr 07/2017, s. 2-9
- [11] Makuch J., Propozycja niekonwencjonalnego sposobu prowadzenia nowej linii tramwajowej, Przegląd Komunikacyjny 2015, nr 09/2015, s. 58-62
- [12] Mazowieckie Biuro Planowania Regionalnego w Warszawie. Program rozwoju i modernizacji technologicznej transportu szynowego w województwie mazowieckim Mazowieckie Biuro Planowania Regionalnego w Warszawie, 2014, s. 31-39
- [13] Miejska Pracownia Urbanistyczna. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Gminy Radom, Zarząd Miasta Radomia, 1999
- [14] Molecki B., Badania symulacyjne zintegrowanego transportu szynowego, Zintegrowany system miejskiego transportu szynowego (materiały konferencyjne), 2003, s. 159-163
- [15] Struska P. i inni., Zintegrowane planowanie transportu zrównoważonego miejskiego Radomskiego Obszaru Funkcjonalnego (ROF). Etap VI: Zintegrowany system transportu zbiorowego w ROF. Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP Oddział w Krakowie, 2014
- [16] Wieczorek J., Problemy eksploatacyjno-ruchowe związane z wprowadzeniem pojazdów dwusystemowych na sieć PKP. Technika Transportu Szynowego, 2000, nr 1-2, s. 44-46
- [17] Wild P., Wrocławska kolej metropolitalna, Przegląd Komunikacyjny 2012, nr 10/2012, s. 28-33
- [18] Zespół Rzeczoznawców SKP. Koncepcja budowy linii tramwajowej w Radomiu. Wojewódzkie Biuro Planowania Przestrzennego w Radomiu, 1980.
- [19] <http://rozklad-pkp.pl/>, data dostępu: 06.03.2018
- [20] <http://www.mzdik.radom.pl/>, data dostępu: 06.03.2018
- [21] <http://www.openstreetmap.org/>, data dostępu: 06.03.2018
- [22] <http://www.pap.pl/aktualnosci/gospodarka/news,895628,podpisano-umowe-ws-modernizacji-linii-kolejowej-warszawa-radom.html>, data dostępu: 06.03.2018
- [23] <http://www.radom24.pl/artukul/czytaj/14757>, data dostępu: 06.03.2018
- [24] <http://www.rynekinfrastruktury.pl/wiadomosci/lotniska/radom-statystyki-pasazerskie-w-gore-58264.html>, data dostępu: 06.03.2018
- [25] <http://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/czy-w-radomiu-potrzebny-jest-tramwaj-51153.html>, data dostępu: 06.03.2018
- [26] <http://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/radom-w-kontrakcie-terytorialnym-tramwaj-ktorego-miasto-niechce-716.html>, data dostępu: 06.03.2018
- [27] <http://www.zgrowery.most.org.pl/kolej/skm/serv02.htm>, data dostępu: 06.03.2018
- [28] http://zikit.krakow.pl/ogolne/215650,1787,komunikat,komunikacyjny_ranking_miast__odcinek_11__radom.html, data dostępu: 06.03.2018

Sprawozdanie z XXXII Zwyczajnego Zjazdu Delegatów SITK RP

Zjazd oficjalnie otworzył Prezes SITK RP prof. Janusz Dyduch. Sekretarz Generalny SITK RP Waldemar Fabirkiewicz powitał Uczestników i Gości Zjazdu: Leszka Ruszczyka – Posła na Sejm VIII kadencji, Zbigniewa Palczewskiego – b Wiceministra Transportu, Jana Solskiego – Przedstawiciela Ministerstwa Infrastruktury, Wiesława Kołodziejskiego (w/z Marszałka Adama Struzika) – Prezesa Mazowieckiego Funduszu Poręczeń Kredytowych, Stefana Góralczyka – Wiceprezesa Federacji Stowarzyszeń Naukowo – Technicznych, dr hab. inż. kpt. ż. w. Wojciecha Ślęczkę – Rektora Akademii Morskiej w Szczecinie, prof. dr hab. inż. Leszka Rafalskiego – Dyrektora Instytutu Badawczego Dróg i Mostów, Krzysztofa Męczkowskiego – Wiceprezesa Zarządu Bombardier Transportation, Jarosława Zaborskiego – Prezesa Zarządu Telenor Sp. z o.o., Tadeusza Bąka – Prezesa Zarządu Clean Word Energy Systems Sp. z o.o. oraz Andrzeja Jarzynę – Dyrektora Operacyjnego Dachua Technology Poland Sp. z o.o.

Na spotkaniu o charakterze sprawozdawczo-wyborczym podsumowano działalność Stowarzyszenia i Zarządu Krajowego w kadencji 2014 – 2018, uchwalono nowelizację Statutu SITK RP oraz wybrano nowe władze SITK RP na kadencję 2018 – 2022. W trakcie Zjazdu wręczono Medale im. Henryka Komorowskiego, odznaczenia Honorowego Członka SITK RP, a także rozstrzygnięto konkurs ERNESTY 2017.

Zarząd Krajowy – na wniosek Kapituły **Medalu im. Henryka Komorowskiego** – przyznał po raz pierwszy to zaszczytne wyróżnienie członkom SITK, którzy wykazali się wyjątkową postawą i działaniem w Stowarzyszeniu, a także przyczynili się do utrzymania dobrej sprawności organizacyjnej i kondycji finansowej swoich oddziałów.

Medal dla rodziny Henryka Komorowskiego, a także tablicę z popiersiem Henryka Komorowskiego, wykonaną z brązu, wręczono Pani Wandzie Komorowskiej - żonie. Medal otrzymali: Benon Brzezicha – O/Bydgoszcz, Teresa Cyzowska – O/Kielce, Anna Bryksy – O/Kraków, Adam Kotuszewski – O/Warszawa, Wacław Piątkowski – O/Wrocław,

Wojciech Krzewina – O/Poznań, Wanda Komorowska – żona.

W takcie pierwszego dnia Zjazdu rozstrzygnięto także **konkurs ERNESTY 2017**. Zespoły branżowe wyłoniły nominowanych do nagrody ERNEST, a Kapituła wyłoniła laureatów w poszczególnych kategoriach. Prezentację przygotował i poprowadził tę część spotkania Prezes Honorowy Stowarzyszenia Wiesław Starowicz.

W kategorii: Najaktywniejszy w dziedzinie kolejnictwa Nominowanym i Laureatem został Konrad Gawłowski - Oddział SITK RP Kraków. W kategorii: Najaktywniejszy w dziedzinie drogownictwa nominowano Beatę Toporską - Oddział SITK RP Kraków i Dariusza Kosiorowskiego - Oddział SITK RP Rzeszów. Laureatem w tej kategorii został Krzysztof Gleba-Zawadzki - Oddział SITK RP Białystok. W kategorii: Najaktywniejszy w dziedzinie transportu nominowano Sabinę Puławską-Obiedowską - Oddział SITK RP Kraków, a statuetkę ERNEST 2017 otrzymał Krystian Pietrzak - Oddział SITK RP Szczecin. Nominowane w kategorii: Najaktywniejszy Klub/Koło było Koło Międzyzakładowe przy Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad - Oddział SITK RP Białystok i Koło nr 7 SITK RP przy Miejskim Przedsiębiorstwie Komunikacyjnym sp. z o.o. w Poznaniu - Oddział SITK RP Poznań. Laureatem tej kategorii zostało Koło Zakładowe SITK RP w Politechnice Krakowskiej - Oddział SITK RP Kraków, które za swoją działalność otrzymało SUPER ERNESTA. Laureatem w kategorii Najaktywniejszy Oddział został Oddział SITK RP Białystok, nominowano Oddział SITK RP Kraków i Oddział SITK RP Rzeszów. ERNEST Za Całokształt przyznano Kazimierzowi Gabrysiowi - Prezesowi Honorowemu Oddziału w Ostrowie Wielkopolskim przez wiele lat przewodniczącego Krajowego Sądu Koleżeńskiego.

Pierwszego dnia Zjazdu podjęto także Uchwałę o nadaniu **Członkostwa Honorowego SITK RP**. Dyplom i odznakę Członka Honorowego otrzymali: Andrzej Dusiński - O/Ciechanów, Andrzej Konarski - O/Wrocław, Andrzej Krych - O/Poznań, Anna Różyczka - O/Radom, Bogdan Kublin - O/Warszawa,

Eugeniusz Pokrzepa - O/Kielce, Ewa Szynkiewicz - O/Zielona Góra, Jacek Walczyński - O/Katowice, Janusz Dyduch - O/Radom, Jerzy Jarzyna - O/Warszawa, Jerzy Piotr Mietliński - O/Białystok, Józef Jastrzębski - O/Szczecin, Józefa Majerczak - O/Kraków, Marek Bleszyński - O/Kraków, Maria Hora-Kuśkowska - O/Poznań, Marzenna Dubowska - O/Białystok, Mieczysław Cieszyński - O/Katowice, Ryszard Boślak - O/Ostrów Wlkp., Seweryn Kaczmarek - O/Ostrów Wlkp. i Wojciech Rybak - O/Kielce.

Drugiego dnia XXXII Zwyczajnego Zjazdu Delegatów SITK RP sprawozdania za okres kadencji 2014-2018 złożyli: Przewodnicząca Krajowej Komisji Rewizyjnej SITK RP - Anna Różycka oraz Przewodniczący Krajowego Sądu Koleżeńskiego Stowarzyszenia - Kazimierz Gabryś. Na wniosek Komisji Rewizyjnej Stowarzyszenia po głosowaniu **udzielono absolutorium ustępującemu Zarządowi Krajowemu SITK RP**.

Zarząd Krajowy SITK RP w jednomyślnym głosowaniu podjął Uchwałę o następującym ukonstytuowaniu się Zarządu Krajowego SITK RP:

- 1) Prezes SITK RP – prof. dr hab. inż. Janusz Dyduch,
- 2) Wiceprezes ds. drogowych – Tadeusz Suwara,
- 3) Wiceprezes ds. transportu intermodalnego - Wojciech Ślęczka ,
- 4) Członek Zarządu ds. kolejowych – Wojciech Rybak,
- 5) Członek Zarządu ds. drogowych – Władysław Rawski,
- 6) Członek Zarządu ds. transportu zbiorowego – Mariusz Szalkowski,
- 7) Członek Zarządu ds. transportu regionalnego - Jan Firlik,
- 8) Członek Zarządu ds. realizacji inwestycji – Janusz Ścieszo ,
- 9) Członek Zarządu ds. projektowania inwestycji - Jarosław Zaborski,
- 10) Członek Zarządu ds. projektów innowacyjnych – Andrzej Cholewa ,
- 11) Sekretarz Generalny SITK RP – Waldemar Fabirkiewicz.





Wybrano skład Krajowej Komisji Rewizyjnej i po raz pierwszy, na XXXII ZZZD SITK RP, skład Sądu Arbitrażowego działającego zarówno wewnątrz Stowarzyszenia jak i na zewnątrz dla rozstrzygania sporów inwestor – wykonawca.

KRAJOWA KOMISJA REWIZYJNA

- Jerzy Jóźwik (Radom)-Przewodniczący
- Zbigniew Marzec (Kraków)-Z-ca Przewodni-

czącego

- Józefa Sobczyńska-Stefańska (Kielce)-Sekretarz
- Jerzy Mietliński (Białystok)-Członek
- Edward Kasierski (Słupsk)-Członek

SĄD ARBITRAŻOWY

- Różycka Anna (Radom)-Przewodnicząca
- Błeszyński Marek (Kraków)-Członek
- Gabryś Kazimierz (Ostrów Wlkp.)-Członek



- Kanas Tadeusz (Koszalin)-Członek
- Niedzielski Piotr (Szczecin)-Członek
- Sarna Stefan (Warszawa)-Członek
- Sulencki Marian (Rzeszów)-Członek

XXXII Zwyczajny Zjazd Delegatów SITK RP uświetnił swoim występem Alosza Awdiejew z zespołem.

Techniczna wycieczka przedstawicieli wrocławskiego Oddziału SITK RP na budującą w budowie trasę S3

W dniu 21 czerwca 2018 r. chętni członkowie Kół wrocławskiego Oddziału SITK mogli pojechać na autokarową wycieczkę, aby podziwiać budującą w budowie odcinek trasy S3 pomiędzy węzłem Lubin Północ, a węzłem Legnica Południe będącym zarazem skrzyżowaniem z autostradą A4.

Informacji o prowadzonych pracach projektowych i wykonawczych udzielali przedstawiciele Wrocławskiego Oddziału Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad – kol. mgr inż. Beata Michałek (będąca jed-

nocześnie członkiem Koła SITK we wrocławskim Oddziale GDDKiA) oraz wykonawców:

- MOTA-ENGIL CENTRAL EUROPE S.A. – mgr inż. Seweryn Borkowski
- BUDIMEX S.A. - mgr inż. Zygmunt Sikora

Odcinek pomiędzy węzłami Legnica Południe, a Legnica Północ (obie jezdnie) był w czasie naszej obecności przygotowywany do oddania w użytkowanie, co zresztą nastąpiło w dniu 25 czerwca br.

W rejonie drogowym w Legnicy odbyliśmy spotkanie z Panią Lidią Markowską

– Dyrektorem Oddziału GDDKiA we Wrocławiu. Poinformowała ona słuchaczy o najważniejszych problemach, które pojawiły się w trakcie realizacji dolnośląskiego odcinka A3. Dotyczy to zwłaszcza realizowanego przez konsorcjum firm zadania III pomiędzy węzłem Kaźmierzów, a Lubin Północ.

Na zakończenie spotkania uczestnicy zostali poczęstowani smacznym posiłkiem, co wzmocniło nasze siły przed powrotną jazdą zakorkowaną A4 do Wrocławia.

Notatkę sporządził, a także zdjęcia wykonał - Sekretarz Oddziału – Wiesław Murawski





REKMA Sp. z o.o.

ul. Szlachecka 7

32-080 Brzeziny

tel. +48 12/633 59 22

fax +48 12/397 52 20

www.rekma.pl

- Dylatacje bitumiczne EMD typ Rekma
- Dylatacje mechaniczno-asfaltowe SILENT-JOINT^{RESA}
- Szczeliny dylatacyjne w nawierzchniach betonowych i asfaltowych
- Naprawa spękań nawierzchni
- Specjalistyczne cięcie nawierzchni betonowych i asfaltowych
- Wypełnianie szczelin dylatacyjnych w torowiskach tramwajowych
- Natrysk środkami hydrofobowymi i hydrofilowymi
- Rowkowanie (grooving) nawierzchni
- Specjalistyczne wiercenie otworów pod kotwy i dyble
- Kruszenie nawierzchni betonowych metodą ultradźwiękową – RMI



SPECJALISTYCZNE PRACE DROGOWE



PN-EN ISO 9001:2009