

Koncepcja zintegrowanego systemu transportu szynowego opartego na tramwajach dwusystemowych w obszarze metropolitalnym na przykładzie Piaseczna

The concept of an integrated rail transit system based on tram-trains in the metropolitan area on the example of Piaseczno



Paweł Wontorski

Dr inż.

Zakład Sterowania Ruchem i
Infrastrukturą Transportu na Wydziale
Transportu Politechniki Warszawskiej /
Rail-Mil Computers sp. z o.o. sp. k.

pawel.wontorski.dokt@pw.edu.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono koncepcję systemu zintegrowanego transportu szynowego dla obsługi komunikacyjnej Piaseczna, stanowiącego jeden z głównych ośrodków miejskich Warszawskiego Obszaru Metropolitalnego. Przeanalizowano uwarunkowania rozwoju nowych linii i wykorzystania istniejącej infrastruktury. Zaproponowano system aglomeracyjnego transportu szynowego opartego na kolei normalno- i wąskotorowej oraz tramwajach dwusystemowych, z uwzględnieniem etapowania rozwoju sieci i integracji różnych środków transportu. Przedstawiona koncepcja może stanowić model rozwoju transportu szynowego w obszarze metropolitalnym.

Słowa kluczowe: Tramwaj dwusystemowy; Kolej wąskotorowa; Piaseczno

Abstract: The article presents the concept of an integrated rail transit system for Piaseczno, which is one of the main urban centers of the Warsaw Metropolitan Area. The conditions for the development of new lines and the use of existing infrastructure were analyzed. An agglomeration rail transit system based on normal and narrow gauge railways and tram-train was proposed, taking into account the stages of network development and integration of various modes of transport. The proposed solution can be a model for the development of rail transport in the metropolitan area.

Keywords: Tram-train; Narrow-gauge railway; Piaseczno

Wstęp

Kolej dotarła do Piaseczna w latach 90. XIX wieku. Nie była to jednak kolej normalnotorowa, ale wąskotorowe koleje dojazdowe: Wilanowska a następnie Grójecka [16]. Trasa Kolei Grójeckiej rozpoczynała się przy pl. Unii Lubelskiej i została poprowadzona po lewej stronie Szosy Nowoaleksandryjskiej (dzisiejsza ul. Puławska). W roku 1924 dotarła aż do Nowego Miasta nad Pilicą przez Tarczyn, Grójec i Mogielnicę. W 1935 roku obie koleje połączono, a rozstaw szyn ujednolicono do 1000mm. W 1937 roku stację początkową przeniesiono do Szop Polskich (stąd nazwa stacji Szopy, przejściowo nazywanej Dworcem Południowym), w rejonie obecnej stacji Wilanowska Metra Warszawskiego. [3].

Przez wiele lat pociągi kursowały do Piaseczna wzdłuż obecnej ul. Pu-

ławskiej stanowiąc istotny czynnik rozwoju podmiejskich osad takich jak: Grabów, Pyry, Dąbrówka, Mysiadło, Iwiczna. Rozwijało się również miasto Piaseczno, oraz osady wzdłuż trasy kolei wąskotorowej na odcinku Piaseczno – Tarczyn (Zalesie, Gołków, Głusków, Złotokłos).

W roku 1934 przez Piaseczno poprowadzono nową normalnotorową linię kolejową z Warszawy do Radomia (obecnie linia nr 8). Jej trasa została wytyczona na zachód od linii kolei wąskotorowej Szopy – Piaseczno. Ze względu na fakt, iż Piaseczno miało ukształtowaną zabudowę, nową linię trzeba było przeprowadzić poza miastem.

Rozwój motoryzacji w okresie powojennym stopniowo doprowadził do zawieszenia regularnych przewozów pasażerskich i towarowych na podwarszawskich kolejach dojazdowych,

w tym również na Grójeckiej Kolei Dojazdowej. Kolej normalnotorowa przejęła większość przewozów na trasie Warszawa – Piaseczno i dalej na południe.

Zlikwidowano infrastrukturę kolei wąskotorowych na obszarze Warszawy. Do dziś zachowały się jedynie tory na odcinku Piaseczno – Nowe Miasto nad Pilicą, przy czym przejezdny jest odcinek Piaseczno – Tarczyn obsługiwany przez Piaseczyńsko-Grójeckie Towarzystwo Kolei Wąskotorowej. Przewozy mają charakter turystyczny. Regularny ruch pasażerski nie jest prowadzony od 1991 roku. Od 2004 kolej funkcjonuje pod nazwą Piaseczyńska Kolej Wąskotorowa [30].

W 1983 roku uruchomiono linię trolejbusową nr 51 na trasie: Dworzec Południowy – Piaseczno w ciągu ulicy Puławskiej. Linię zawieszono w roku 1995 i zastąpiła ją linia autobusowa

nr 709. W 2000 roku ostatecznie zlikwidowano trakturę trolejbusową. Do obsługi Piaseczna pozostała kolej normalnotorowa i linie autobusowe.

Analiza uwarunkowań rozwoju transportu szynowego w Piasecznie

Współczesny układ transportu szynowego obsługującego Piaseczno i powiat piaseczyński oparty jest na linii kolejowej nr 8, ze stacją zlokalizowaną w stosunkowo dużym oddaleniu od centrum miasta. Odległość z dworca stacji PKP Piaseczno do centralnego placu Piłsudskiego wynosi w ciągu głównych ulic prawie 1,5 km [31]. Oddalona od dworca jest również większość zabudowy wielorodzinnej.

Nie można więc porównywać struktury osadniczej i układu komunikacyjnego Piaseczna z miastami takimi jak Piastów, Pruszków, Legionowo, Brwinów czy Żąbki. Ośrodki te rozwijały się intensywnie po wybudowaniu kolei normalnotorowych, w przybliżeniu koncentrycznie wokół stacji. Dostępność komunikacyjna transportem szynowym centrum Piaseczna jest dziś niewystarczająca i gorsza niż wyżej wymienionych ośrodków.

Konsekwencją peryferyjnego położenia stacji kolejowej w Piasecznie, jest nadzwyczaj duża, w porównaniu do innych miast aglomeracji warszawskiej, liczba pasażerów korzystających z podmiejskich linii autobusowych w relacji do i z Warszawy. Organizatorem transportu jest Zarząd Transportu Miejskiego w Warszawie (ZTM). W porannym szczycie komunikacyjnym w ciągu godziny kordon Warszawy przekracza około 1200 pasażerów autobusowej komunikacji podmiejskiej w korytarzu ul. Puławskiej w kierunku do Warszawy i około 500 pasażerów w kierunku do Piaseczna. Stawia to ul. Puławską na pierwszym miejscu pod względem wielkości potoków pasażerskich wykonywanych autobusami wśród wszystkich tras wylotowych w całej aglomeracji warszawskiej, [25].

Najważniejszą linią autobusową łączącą Piaseczno z Warszawą jest linia nr 709 obsługiwana autobusami wielkopojemnymi kursującymi w szczycie z częstotliwością nawet poniżej 4 minut, a poza szczytem co 10 minut. Jest to jednocześnie najbardziej obciążona pod względem liczby przewiezionych pasażerów linia podmiejska (strefowa) ZTM w całym Warszawskim Obszarze

Metropolitalnym [42].

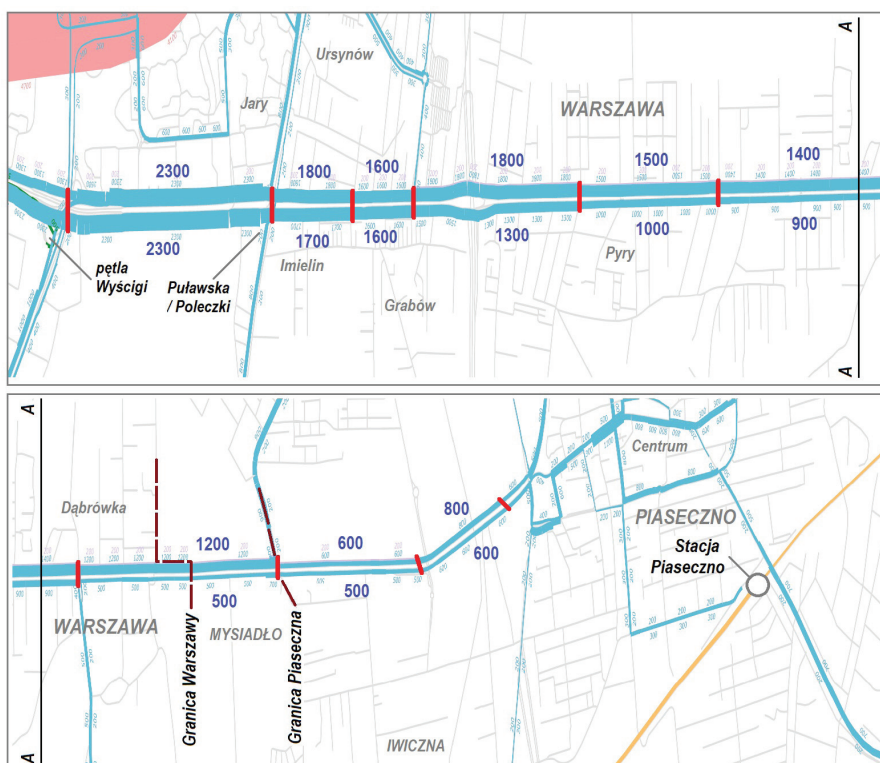
Należy podkreślić, że liczba pasażerów przemieszczających się z Piaseczna w kierunku Warszawy, od przekroczenia granicy stolicy aż do rejonu skrzyżowania ul. Puławskiej z ul. Poleczki przyrasta w wolnym tempie od 1200 do 1800 pasażerów. Dopiero od wyżej wymienionego skrzyżowania liczba przekracza 2200-2300 pasażerów (Rysunek 1).

Proporcje w rozkładzie potoków pasażerskich utrzymują się od wielu lat, co potwierdzały już badania z 2005 roku [1]. Taki rozkład oznacza, że zdecydowanie dominującym generatorem ruchu na tym kierunku jest samo Piaseczno i jego najbliższe okolice. Natomiast na odcinku ul. Puławskiej od Piaseczna do rejonu skrzyżowania z ul. Poleczki w Warszawie nie ma istotnych celów i źródeł podróży, które rozpatrywane niezależnie od Piaseczna, uzasadniają budowę infrastruktury transportu szynowego [1].

Liczba pasażerów docierających koleją (linia nr 8) do stacji Piaseczno od południa (z kierunku Radomia) nie przekracza 400. Od stacji Piaseczno liczba pasażerów jadących w kierunku Warszawy wzrasta do 700. Liczba pasażerów przekraczających kordon Warszawy w Nowej Iwicznej (między Piasecznem a Warszawą) wynosi już około 800, a według prognoz na rok 2050 liczba ta ulegnie prawie podwojeniu [25].

Natężenie ruchu indywidualnego w okresie pomiarowym na kordonie Warszawy w punkcie pomiarowym na ul. Puławskiej (droga krajowa nr 79) wyniosło 58063 pojazdów w ciągu 16 godzin pomiaru [25]. Był to piąty najwyższy wynik spośród 55 punktów pomiarowych wyznaczonych na kordonie stolicy, ale jednocześnie drugi najwyższy spośród dróg krajowych i wojewódzkich niebędących autostradą lub drogą ekspresową (w tej kategorii więcej pojazdów przejechało tylko drogą nr 719 w ciągu A1. Jerozolimskich).

Oprócz głównego kierunku podróży z Piaseczna do Warszawy i odwrotnie można też wyróżnić kilka drugo-



1. Potoki pasażerskie w transportie zbiorowym w korytarzu ul. Puławskiej w szczycie porannym w roku 2015. Źródło: opracowanie własne na podstawie [25]

Tab. 1. Zestawienie najważniejszych inwestycji w transporcie szynowym na obszarze miasta i gminy Piaseczno postulowanych do realizacji w dokumentach planistycznych.

L.p.	Planowana inwestycja	[1], [2] 2006	[21] 2008	[26] 2009	[23] 2009	[20] 2009	[19] 2011	[24] 2014	[17] 2015	[14] 2018
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	modernizacja linii kolejowej nr 8	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak
2.	rozwój połączeń na linii nr 8 (SKM)	-	tak	tak	tak	-	tak	tak	tak	-
3.	rozbudowa linii nr 8 do czterech torów	-	-	-	-	-	-	-	-	tak
4.	budowa nowych przystanków na linii nr 8	-	tak	tak	-	-	-	tak	-	-
5.	adaptacja linii kolejowej nr 937 na potrzeby regularnych przewozów pasażerskich	-	tak	tak	tak	tak	-	tak	tak	tak
6.	adaptacja infrastruktury Piaseczyńskiej Kolei Wąskotorowej na potrzeby regularnych przewozów pasażerskich	-	-	tak	tak	tak	-	tak	tak	tak
7.	integracja stacji kolejowej PKP Piaseczno z Piaseczyńską Koleją Wąskotorową	-	-	tak	tak	tak	-	tak	tak	tak
8.	adaptacja bocznic Metra na potrzeby regularnych przewozów pasażerskich	-	op.	-	-	-	-	-	-	-
9.	trasa tramwajowa w ciągu ul. Puławskiej	tak	-	-	op.	tak	-	op.	tak	-
10.	buspas w ciągu ul. Puławskiej	op.	tak	-	-	-	-	op.	-	-
11.	trolejbusy w ciągu ul. Puławskiej	op.	-	-	-	-	-	-	-	-

op. – inwestycja rozważana jako opcjonalna

rzędnych kierunków [25]. Są to przede wszystkim dwa korytarze prowadzące na południe od Piaseczna:

- ul. Armii Krajowej i jej przedłużenie w ciągu drogi krajowej nr 79 w kierunku Góry Kalwarii (wzdłuż nieistniejącej już trasy kolei wąskotorowej [16]),
- ul. Sienkiewicza i jej przedłużenie przez Zalesie Dolne i Gołków w kierunku Tarczyna (wzdłuż trasy Piaseczyńskiej Kolei Wąskotorowej) – jest to jednocześnie główne pasmo zabudowy w gminie Piaseczno poza samym miastem.

Kierunki do Magdalenki i Konstancina-Jeziorny mają mniejsze znaczenie.

Północną część miasta przecina z zachodu na wschód normalnotorowa linia kolejowa nr 937 poprowadzona od stacji Warszawa Okęcie (linia kolejowa nr 8) do Konstancina-Jeziorny i dalej jako bocznic do Elektrociepłowni „Siekierki”. Linia nie jest obecnie wykorzystywana do przewozów pasażerskich.

Miasto i gminę Piaseczno charakteryzuje dynamiczna urbanizacja. W ciągu ostatnich 20 lat przybyło do Piaseczna ponad 20 tys. nowych mieszkańców [33] co stanowi ponad 85% wzrost. Spośród miast aglomeracji warszawskiej tylko Żąbki i Marki odnotowały większy wzrost pod

względem procentowym, ale to do Piaseczna przybyło najwięcej nowych mieszkańców w liczbach bezwzględnych (oprócz Warszawy). W roku 1997 Piaseczno było siódmym miastem aglomeracji (pomijając Warszawę), zbliżonym wielkością do Grodziska Maz. W 2018 roku przesunęło się na trzecią pozycję (większe są Legionowo i Pruszków).

W samym tylko 2018 roku oddano w Piasecznie do użytkowania 497 nowych mieszkań, co stawia to miasto w absolutnej czołówce miast województwa mazowieckiego [33]. W części wiejskiej gminy Piaseczno oddano w tym samym czasie 620 mieszkań. Łącznie daje to liczbę 1117 mieszkań, czyli więcej niż np. w całym powiecie pruszkowskim. W mieście i okolicy powstają także nowe miejsca pracy, obiekty przemysłowe i usługowe.

Analiza planów rozwoju transportu szynowego dla Piaseczna

W dokumentach strategicznych i planistycznych powstałych w ciągu ostatnich kilkunastu lat dla miasta i gminy Piaseczno (oraz w dokumentach na szczeblu regionalnym) powtarzają się stwierdzenia o konieczności wzmocnienia roli transportu szynowego w obsłudze komunikacyjnej tej części aglomeracji warszawskiej.

W tabeli 1 wymieniono podstawowe inwestycje w transporcie szynowym na obszarze miasta i gminy Piaseczno postulowane do realizacji w dokumentach planistycznych. Na rysunku 2 przedstawiono syntezę najważniejszych planowanych inwestycji.

Konieczność modernizacji linii kolejowej nr 8, wraz z budową nowych przystanków, wskazują praktycznie wszystkie kluczowe dokumenty planistyczne, w tym: [14], [19], [21], [24]. Planowane jest dostosowanie linii do potrzeb Szybkiej Kolei Miejskiej (SKM) wraz budową nowych przystanków i parkingów „P&R”. W Planie Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Mazowieckiego [14] wprowadzono również zapis o perspektywicznej przebudowie linii nr 8 na odcinku aglomeracyjnym (np. stacji Czachówek Płd.) do czterech torów. Warto podkreślić, że SKM w Warszawie planuje uruchomienie do Piaseczna nowej linii w roku 2023 [41], wytrasowanej przez stację Warszawa Zachodnia do stacji Warszawa Gdańska, co będzie możliwe po zakończeniu modernizacji tej pierwszej [18].

W większości dokumentów ([14], [21], [23], [24], [26]) planowana jest adaptacja linii kolejowej nr 937 (Bocznic do EC „Siekierki”) do potrzeb regularnych przewozów pasażerskich do Konstancina-Jeziornej (a nawet dalej

[26]) wraz z budową kilku przystanków osobowych. Nową linią miałyby kursować lekkie szynobusy, skomunikowane w Nowej Iwicznej z pociągami SKM i regionalnymi na linii nr 8.

W sprawie przywrócenia ruchu pasażerskiego na Piaseczyńskiej Kolei Wąskotorowej opinie są podzielone. W dokumencie [21] uwzględniono kolej wąskotorową na etapie analizy, ale już w proponowanych kierunkach rozwoju transportu ostatecznie nie rekomendowano odtworzenia na niej regularnych przewozów pasażerskich. Natomiast w [24] postuluje się odtworzenie Grójeckiej Kolei Dojazdowej [obecnie: Piaseczyńskiej Kolei Wąsko-

torowej] z modernizacją do obsługi lokalnego ruchu pasażerskiego i ruchu turystycznego, wraz z rewitalizacją stacji i budową parkingów w rejonie wszystkich stacji. Istotnym elementem tego projektu miałby być węzeł przesiadkowy integrujący kolej normalno- i wąskotorową w rejonie stacji Piaseczno PKP / Piaseczno Wiadukt.

W obowiązującym Planie Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Mazowieckiego z 2018 roku [14] postuluje się wykorzystanie linii wąskotorowej Piaseczno - Grójec jako tramwaju regionalnego z wprowadzeniem linii do śródmieścia Grójca oraz dostosowaniem siatki przystanków.

Podobne propozycje zapisano w [26] oraz [17] mając na uwadze oddalenie kolei wąskotorowej od centrów Tarczyna i Grójca (a także Piaseczna). W [20] zaproponowano również, w odniesieniu ogólnie do kolei wąskotorowych, możliwość budowy trzeciej szyny, celem wprowadzenia na trasę taboru normalnotorowego.

W kolejnych opracowaniach wracał pomysł linii tramwajowej w ciągu ulicy Puławskiej. W roku 2006 opracowano dokumenty [1] i [2] będące szczegółowym studium planowanej trasy tramwajowej z Warszawy do Piaseczna w ciągu ul. Puławskiej. Jednocześnie w dokumencie stwierdzono, że podsta-



2. Synteza inwestycji w transporcie szynowym postulowanych do realizacji w dokumentach planistycznych. Źródło: opracowanie własne na podstawie: [1], [2], [14], [17], [19], [20], [21], [23], [24], [26] na podkładzie: [31]



3. Proponowany system transportu szynowego w obsłudze komunikacyjnej Piaseczna. Źródło: opracowanie własne na podkładzie: [31]

wowym zadaniem nowej trasy powinno być szybkie dowożenie pasażerów z Piaseczna i okolic w rejon skrzyżowania Poleczki/Pileckiego oraz do stacji Metro Wilanowska [1], ze względu na niewielki przyrost liczby pasażerów na trasie pomiędzy Piasecznem a Warszawą, o czym pisano wcześniej. Stwierdzenie to jest kluczowe z punktu widzenia zasadności wyboru trasy dla tramwaju w ul. Puławskiej, która nie jest wcale jedynym możliwym korytarzem do jej przeprowadzenia.

W [2] szczegółowo przedstawiono koncepcję usytuowania trasy, lokalizację przystanków, przekroje uliczne, możliwe kolizje i propozycje ich rozwiązania, a także obsługę komunikacyjną śródmieścia Piaseczna w dwóch wariantach.

Zapis o szybkim tramwaju jako rozwiązaniu „dopuszczalnym” pojawił się już w Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta i gminy Piaseczno w 2009 roku [23]. W Studium z 2014 [24] obok opcji szybkiego tramwaju wymieniono dodatkowo buspas w ciągu ul. Puławskiej.

Studium układu komunikacyjnego Gminy Piaseczno z 2008 [21] okazało się bardzo zachowawcze w kwestii usprawnienia transportu zbiorowego między Piasecznem a Warszawą w ciągu ulicy Puławskiej. Zaproponowano m.in. *wprowadzenie szybkiej linii autobusowej kursującej na ulicy Puławskiej na wydzielonym pasie lub jezdni*. Autorzy argumentowali to znacznie niższymi kosztami budowy w porównaniu z trasą tramwajową i niewiele mniejszą zdolnością przewozową przy porównywalnym czasie przejazdu.

Należy podkreślić, że trasa tramwajowa do Piaseczna nie jest ujęta w podstawowych dokumentach planistycznych m. st. Warszawy: [22], [15]. oraz [40]. Pojawiła się natomiast w raporcie z 2014 roku [32] wśród linii rekomendowanych do zbudowania, ale dopiero w ostatniej kolejności (po 2040 roku).

Odrębnym zagadnieniem jest połączenie Piaseczna z Metrem Warszawskim. W [21] zaproponowano np. wy-

korzystania istniejącej bocznicy Metra, poprzez wybudowanie krótkiej łącznicy kolejowej, zapewniającej dojazd z Piaseczna do stacji metra „Kabaty”. Pomysł wydłużenia linii metra M1 bezpośrednio do Piaseczna, choć pojawiał się w niektórych spotach przedwyborczych, nie znalazł poparcia w żadnych w dokumentach planistycznych i strategicznych ze względu na bardzo duże koszty, niewspółmierne do efektów, konieczność prowadzenia tunelu pod niezabudowanym obszarem Lasu Kabackiego oraz trudności w sfinansowaniu tak dużego przedsięwzięcia przez miasto i gminę Piaseczno [34].

W żadnym z dokumentów nie postuluje się prowadzenia trasy tramwaju innym korytarzem niż w ciągu ulicy Puławskiej, w tym także tramwaju dwusystemowego.

Koncepcja tramwaju dwusystemowego w obsłudze komunikacyjnej Piaseczna

Z przeprowadzonych analiz wyciągnięto następujące wnioski będące założeniami do koncepcji systemu transportu szynowego w obsłudze komunikacyjnej Piaseczna:

- podstawowy układ transportu szynowego powinien zostać oparty na linii kolejowej nr 8, która na odcinku Warszawa – Piaseczno została zmodernizowana, a w dalszej kolejności będzie rozbudowana do linii czterotorowej [39],
- główny węzeł przesiadkowy powinien zostać zrealizowany przy dworcu kolejowym stacji PKP Piaseczno i zapewniać maksymalnie skrócone drogi pieszego przejścia między różnymi środkami transportu,
- dostępność linii kolejowej nr 8 powinna zostać poprawiona poprzez powiązanie stacji PKP Piaseczno z centrum miasta, ponadto nowe przystanki osobowe, linie dowozowe, parkingi „P&R”, łatwiejsze przesiadki,
- powinny zostać uruchomione przewozy pasażerskie na linii kolejowej nr 937 wraz z nowymi przy-

stankami osobowymi,

- powinny zostać odtworzone regularne przewozy pasażerskie na linii kolei wąskotorowej (linia wymaga modernizacji i integracji ze stacją PKP Piaseczno),
- powinna zostać uruchomiona linia tramwajowa z Piaseczna do Warszawy, przy czym miasto Piaseczno jest generatorem ruchu wystarczającym do uruchomienia połączenia tramwajowego z Warszawą, a przyrost potoków pasażerskich w ciągu ul. Puławskiej pomiędzy Piasecznem a Warszawą jest stosunkowo niewielki.

W pierwszym etapie rozwoju systemu transportu szynowego w Piasecznie proponuje się wprowadzenie tramwajów dwusystemowych, kursujących między w relacji Piaseczno – Warszawa z pominięciem ul. Puławskiej. Po między miastami pojazdy poruszałyby się po torach podmiejskich linii kolejowej nr 8 (w przyszłości rozbudowanej do czterech torów: dwóch dalekobieżnych i dwóch podmiejskich). Natomiast na obszarze Warszawy oraz Piaseczna zjeżdżałyby na tory tramwajowe poprowadzone miejskimi ulicami.

Proponowany układ transportu szynowego w oparciu o tramwaj dwusystemowy przedstawiono na rysunku 3. Widoczna jest główna oś tego układu: linia kolejowa nr 8 oraz końcowe odcinki trasy tramwajowej:

- północny na obszarze Warszawy zintegrowany z istniejącą linią tramwajową w ciągu ul. Marynarskiej (obecnie zakończony pętlą PKP Służewiec obok przystanku osobowego PKP Warszawa Służewiec),
- południowy na obszarze miasta i gminy Piaseczno prowadzony od rejonu przystanku osobowego Nowa Iwiczna początkowo linią nr 937, a następnie jako zupełnie nowa trasa tramwajowa przez centrum Piaseczna (na przykład w ciągu ulic Puławska – Kościuszki – Sienkiewicza aż do dworca PKP Piaseczno).

Tramwaj rozpoczynałby kurs np. od przystanku Metro Wierzbno, gdzie byłby zintegrowany z linią M1 Metra Warszawskiego, a następnie przemieszczał ulicami Wołoską i Marynarską zapewniając jednocześnie obsługę komunikacyjną dzielnicy biurowej na Służewcu. W najgorszym razie przystankiem początkowym byłby PKP Służewiec (nawet bez powiązania z układem tramwajowym Warszawy). W ostatnim rozwiązaniu nie można jednak mówić o pełnym wykorzystaniu przewagi tramwaju dwusystemowego nad innymi środkami transportu zbiorowego, jakie daje ograniczenie liczby przesiadek do minimum.

Następnie tramwaj wjeżdżałby po krótkiej łącznicy na tory linii kolejowej nr 8. Włączenie linii tramwajowej w

sięć kolejową nastąpiłoby w obrębie stacji Warszawa Okęcie. Wykonanie powiązania w sposób bezkolizyjny byłoby w tym miejscu wyjątkowo trudne, ze względu na bezpośrednie sąsiedztwo węzła drogowego Marynarska. Dlatego w pierwszym etapie zostałyby zrealizowane w jednym poziomie (być może dopiero w rejonie rozjazdów nr 22 i 23 stacji Warszawa Okęcie [37]).

Wjazd pojazdu na stację następowałaby w oparciu o sygnał zezwalający na semaforze wjazdowym, obsługiwanym z LCS Okęcie. Zasady integracji układu tramwajowego z kolejowym w warunkach polskich przepisów przedstawiono w [27] oraz [4]. Tramwaj mógłby wjeżdżać na linię nr 8 wcześniej – w okolicy przystanku PKP Rakowiec (z trasy tramwajowej w ul.

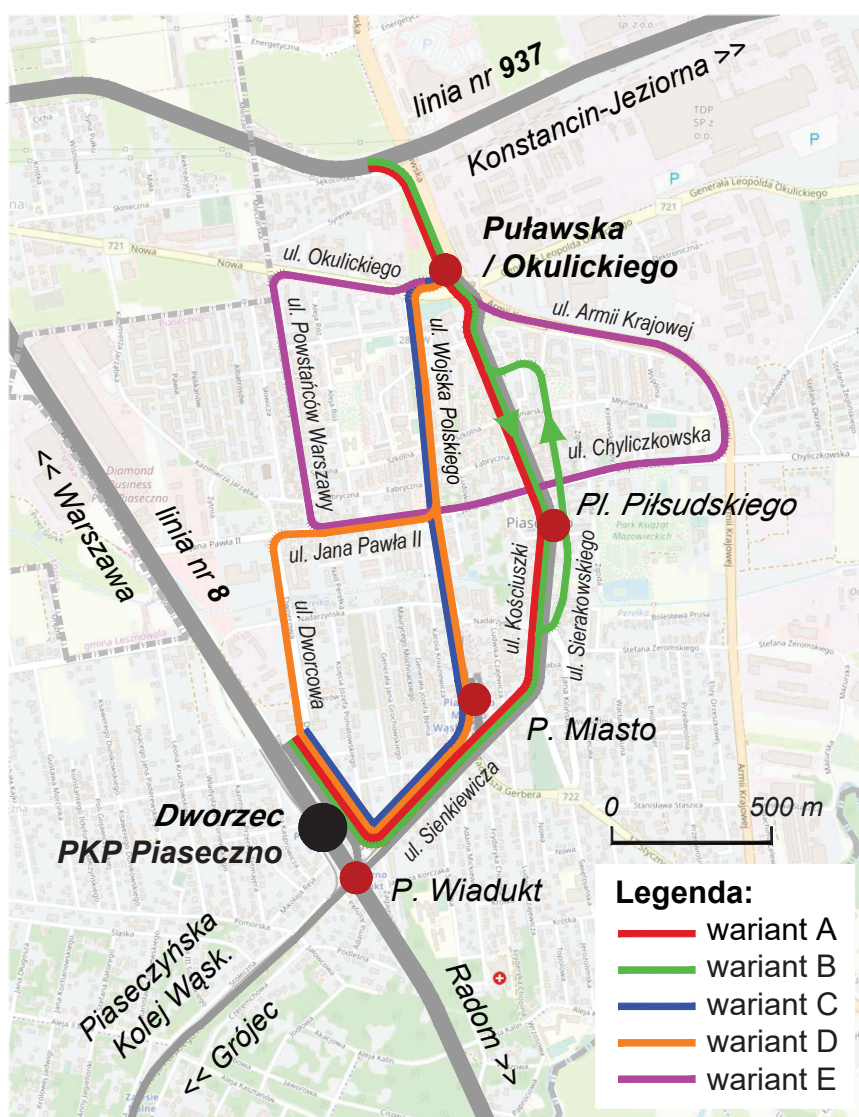
Grójeckiej), ale byłoby to poważne ograniczenie przepustowości najbardziej obciążonego odcinka linii nr 8 Warszawa Zachodnia – Warszawa Służewiec.

Założono rozbudowę linii kolejowej nr 8 do czterech torów przynajmniej do Piaseczna. Docelowo jedną parę torów można skierować tunelem do centrum Warszawy z pominięciem Warszawy Zachodniej. Po torach podmiejskich kursowałyby tramwaje dwusystemowe. Szczegółowa analiza funkcjonalno-techniczna i finansowo-ekonomiczna włączenia trasy tramwajowej w linię nr 8 będzie przedmiotem odrębnego opracowania.

W rejonie przystanku Nowa Iwiczna pojazdy zjeżdżałyby na linię kolejową nr 937 (w kierunku Konstancina-Jeziorna). Ze względu na ograniczoną przepustowość pojedynczego toru powinien zostać dobudowany drugi tor na tej linii, aż do rejonu przejścia nad ul. Puławską. Na zorganizowanym w tym rejonie posterunku odgałęzonym Mleczarska tramwaje zjeżdżałyby na nowo wybudowaną trasę tramwajową biegnącą w kierunku ścisłego centrum Piaseczna. Posterunek powinien zostać włączony w obszar sterowania LCS Okęcie.

Trasę tramwajową można prowadzić przez śródmieście Piaseczna w kilku wariantach, przedstawionych na rysunku 4, w ciągu ulic:

- Wariant A: Puławska – Kościuszki – Sienkiewicza – Dworzec PKP Piaseczno,
- Wariant B: Puławska – Kościuszki (w kier. południowym) / Sierakowskiego i Warszawską (w kier. północnym) – Sienkiewicza – Dworzec PKP Piaseczno,
- Wariant C: Puławska – Wojska Polskiego – Sienkiewicza – Dworzec PKP Piaseczno (zbliżony do wariantu 1 z [2]),
- Wariant D: Puławska – Wojska Polskiego – Sienkiewicza – Dworzec PKP Piaseczno – Dworcowa – Jana Pawła II,
- Wariant E: Puławska – Okulickiego – Powstańców Warszawy – Jana Pawła II – Chylickowska – Armii



4. Podstawowe warianty przejścia trasy tramwajowej przez śródmieście Piaseczna.
Źródło: opracowanie własne na podkładzie: [31]

Krajowej – Puławska (zbieżny z wariantem 2 z [2]).

Warianty A i B przecinają ściśle centrum rozumiane jako Plac Piłsudskiego. Takie trasowanie zwiększa znacznie dostępność tramwaju, integruje go ze strefą pieszą, przyczynia się do zmiany wizerunku i rewitalizacji przestrzeni miejskiej, ale wymaga poważnych zmian w organizacji ruchu w centralnej części miasta. Warianty C i D są łatwiejsze do wykonania, przechodzą przez duże osiedla mieszkaniowe, ale są prowadzone poza ścisłym centrum. Wariant E, obejmuje w układzie pętlowym największe osiedla Piaseczna, ale zdaniem autora powinien zostać odrzucony ze względu na brak integracji z dworcem stacji PKP Piaseczno.

Trasy tramwajowa będzie prowadzona na przeważającym odcinku obok jezdni lub w pasie dzielącym jezdnie (w ciągu ulic dwujezdniowych). Jedynie w centrum należy wziąć pod uwagę układanie szyn w jezdni i prowadzenie tramwajów wspólnie z ruchem kołowym. Na ul. Sienkiewicza trasa tramwaju może pokrywać się z początkowym odcinkiem Piaseczyńskiej Kolei Wąskotorowej (jeden z torów można wyposażyć w trzecią szynę).

Wstępnie rekomendowane są warianty A i B. Natomiast ostateczny wybór powinien zostać dokonany na podstawie bardziej szczegółowego studium funkcjonalno-technicznego oraz analizy finansowo-ekonomicznej.

Zagadnienia ruchowe i efekty wprowadzenia tramwaju dwusystemowego

Przedstawiona koncepcja obsługi komunikacyjnej Piaseczna jest oparta na modelu Karlsruhe [8], [9] i bardzo przypomina np. sposób obsługi komunikacyjnej ponad 100-tysięcznego miasta Heilbronn. Tramwaje dwusystemowe w mieście Karlsruhe poruszają się po miejskiej sieci tramwajowej. Na granicy miasta pojazd wjeżdża na linię kolejową prowadzącą do oddalonego o 70 km Heilbronn i porusza się

na podstawie sygnalizacji kolejowej. Po dotarciu do głównej stacji kolejowej w Heilbronn pojazd znów wjeżdża na miejski układ tramwajowy.

Odległość między centrum Piaseczna a przystankiem PKP Służewiec wynosi niespełna 14 km. Długość odcinka kolejowego trasy tramwaju dwusystemowego wynosiłaby około 13 km. Odcinek tramwajowy wybudowany od podstaw, przechodzący przez Piaseczno w ciągu ulic Puławska – Kościuszki – Sienkiewicza do dworca PKP Piaseczno liczyłby 3 km. Do tego można doliczyć drugi tor linii nr 937 na odcinku 1,5 km, który może powstać niezależnie dla połączeń pasażerskich do Konstancina-Jeziorny oraz elektryfikację tego odcinka napięciem 600V DC („tramwajowym”).

Dla porównania trasa tramwajowa planowana w [1] i [2], począwszy od pętli Wyścigi w Warszawie do jej końca przy dworcu PKP Piaseczno miałyby liczyć ponad 13 km. Tramwaj dwusystemowy pozwala więc osiągnąć zbliżony efekt końcowy zmniejszając długość budowanej od podstaw drogi szynowej trzy lub czterokrotnie, w porównaniu do trasy tramwajowej w korytarzu ul. Puławskiej.

Tramwaj pokona trasę od przystanku Warszawa Służewiec do przystanku Nowa Iwiczna w około 10-12 min (według obecnego rozkładu jazdy dla jednostek elektrycznych [36]). Przejazd równoległą trasą w ciągu ul. Puławskiej byłby około 2 razy dłuższy [1]. W ramach modernizacji linii kolejowej nr 8 zabudowano czterostawna samoczynną blokadę liniową (sbl) [38], która pozwala na prowadzenia ruchu pojazdów o różnych parametrach trakcyjnych i długościach dróg hamowania [29]. Kolejne dwa tory prawdopodobnie również uzyskałyby czterostawną sbl.

Przewiduje się utrzymanie częstotliwości kursowania tramwajów co 5-10 minut w szczycie oraz co 10-15 minut poza szczytem i w dni wolne. Częstotliwość określono opierając się na aktualnym rozkładzie jazdy linii autobusowej nr 709 oraz innych linii podmiejskich [42]. Tymczasem prze-

pustowość pary torów podmiejskich wyposażonych w czterostawną sbl szacuje się na 24 pociągi / h w każdym kierunku (czas następstwa 2,5 minuty) [6]. Pojazdy dwusystemowe powinny zmieścić się w rozkładzie jazdy z pociągami SKM oraz regionalnymi, tym bardziej, że przejmą znaczną część pasażerów tych kolei.

Odrębnym zagadnieniem jest taka organizacja ruchu pojazdów dwusystemowych i ułożenie rozkładów jazdy, aby zachować regularność ruchu niezależnie od opóźnień wywołanych kongestią na miejskich odcinkach układu. Problem ten był analizowany, także w polskich publikacjach [5], [13], [29].

Pierwszy etap rozwoju systemu zakłada integrację tramwajów dwusystemowych z liniami autobusowymi dowożącymi pasażerów do głównych węzłów przesiadkowych: Dworca PKP Piaseczno oraz skrzyżowania Puławska / Okulickiego. Jednocześnie liczba kursów autobusów podmiejskich kursujących w ciągu Puławskiej (przede wszystkim 709) powinna być zmniejszona i dostosowana do potrzeb obsługi korytarza ul. Puławskiej.

Dalszy rozwój systemu transportu szynowego w rejonie Piaseczna

Dalszy rozwój systemu transportowego uzależniony będzie od możliwości inwestycyjnych władz samorządowych oraz wzrostu popytu na przewozy pasażerskie.

Poniżej przedstawiono najważniejsze kierunki dalszego rozwoju systemu, w kolejności uznanej przez autora za najbardziej zasadną i prawdopodobną, potwierdzoną również w dokumentach strategicznych miasta i gminy Piaseczno. Kierunki rozwoju systemu przedstawiono na rysunku 3.

1. Adaptacja do potrzeb przewoźników pasażerskich linii kolejowej nr 937, co najmniej na odcinku Nowa Iwiczna – Piaseczno – Julianów – Konstancin-Jeziorna, wraz ze zbudowaniem przystanków osobowych z parkingami P+R. W pierwszym etapie linią będą kur-

- sować lekkie szynobusy o napędzie spalinowym, kończące bieg na przystanku Nowa Iwiczna, skomunikowane z pociągami oraz tramwajami dwusystemowymi jadącymi dalej linią nr 8 do Warszawy. W drugim etapie linię można zelektryfikować w całości napięciem 600V DC i wprowadzić tramwaje dwusystemowe. Następnie wydłużyć ich relację z jednej strony do Warszawy-Mokotowa, aby nie była konieczna przesiadka w Nowej Iwicznej, a z drugiej do centrum Konstancin-Jeziornej budując krótki odcinek tramwajowy.
2. Odtworzenie regularnych, codziennych przewozów pasażerskich na Piaseczyńskiej Kolei Wąskotorowej wraz z rewitalizacją infrastruktury i zakupem lekkiego taboru typu tramwajowego o napędzie spalinowym. Jako podstawową trasę należy ustalić odcinek Piaseczno – Tarczyn z budową krótkiego odgałęzienia do centrum Tarczyna. Docelowo pociągi powinny kursować do Grójca, również po doprowadzeniu do centrum tego miasta odgałęzienia, które znacznie zwiększyłoby dostępność tego środka transportu [17]. W pierwszym etapie pociągi powinny docierać do przystanku Piaseczno Wiadukt, zintegrowanego ze stacją PKP Piaseczno. Następnie można zbudować krótkie odgałęzienie w ciągu ul. Dworcowej i zorganizować punkt przesiadkowy przed Dworcem PKP Piaseczno tworząc główny węzeł przesiadkowy Piaseczna integrujący SKM, Piaseczyńską Kolej Wąskotorową oraz tramwaj dwusystemowy.
 3. Wydłużenie linii Piaseczyńskiej Kolei Wąskotorowej, na zasadzie budowy trzeciego toru po trasie tramwaju dwusystemowego poprowadzonego przez Piaseczno, aż do drugiego ważnego węzła przesiadkowego Puławska / Okulickiego. W ten sposób uzyskana zostałaby wysoka częstotliwość kursowania w śródmieściu oraz

zapewniony bezpośredni dojazd z Gołkowa, Złotokłosu, Tarczyna i Grójca. Podobne rozwiązania funkcjonują w niektórych niemieckich systemach transportu aglomeracyjnego. Do centrum Piaseczna może wjeżdżać spalinowy szynobus (tak jak np. w Zwicau) albo pojazd hybrydowy, przystosowany do ruchu zarówno w trakcji spalinowej jak i elektrycznej (tak jak np. w Chemnitz, Kassel [10] albo Nordhausen [7]).

4. Budowa trzeciego toru lub przekucie toru wąskiego na normalny na odcinku Piaseczno – Tarczyn – Grójec celem wprowadzenia taboru normalnotorowego. Jest to rozwiązanie opcjonalne w dalszej perspektywie, ponieważ potoki pasażerskie na tym kierunku nie osiągną rozmiarów potoków w relacji Piaseczno – Warszawa, a częstotliwość kursowania pociągów można zakładać na poziomie 20-30 minut w godzinach szczytu (na podstawie analizy rozkładów jazdy obecnej komunikacji autobusowej [35], [42]). Budowa trzeciego toru na dalszym odcinku, tj. w ciągu linii nr 8 do Warszawy wydaje się ekonomicznie i funkcjonalnie nieuzasadniona.
5. Rozbudowa sieci tramwajowej w mieście i gminie Piaseczno poprzez budowę kolejnych odgałęzień trasy podstawowej tramwaju dwusystemowego. Należy rozważyć np. drugą linię przebiegającą przez miasto w osi północ – południe, linię poprzeczną w ul. Jana Pawła II oraz linię do Józefosławia. W końcu również trasę tramwajową w ciągu ul. Puławskiej do pętli Wyścigi, jeżeli będą to uzasadniać przyszłe potoki pasażerskie.
6. Przebudowa węzła warszawskiego poprzez wybudowanie nowej linii średnicowej w osi północ – południe w ciągu Al. Jana Pawła II w Warszawie, wraz z nowym, „wieżowym” Dworcem Centralnym na przecięciu obu linii średnicowych. Nowa dwu- lub czterotorowa linia kolejowa rozpoczynałaby się na

nowej stacji Warszawa Służewiec i zostałaby poprowadzona tunelem aż do stacji Warszawa Gdańska lub Warszawa Wileńska. Pozwoliłoby to na trasowanie pociągów poruszających się linią nr 8, a także pojazdów dwusystemowych obsługujących centrum Piaseczna w zupełnie nowych relacjach, bezpośrednio do ścisłego centrum Warszawy, z pominięciem stacji Warszawa Zachodnia. Jest to perspektywiczny kierunek rozwoju systemu obsługi transportowej całego południowego pasma aglomeracji warszawskiej.

Zaproponowane kierunki rozwoju systemu transportowego uwzględniają nie tylko ogólne trendy przywracania i modernizacji linii kolejowych w całej Europie Zachodniej. Przede wszystkim wykorzystują potencjał istniejącej, niewykorzystanej infrastruktury oraz możliwość wprowadzania nowoczesnych, niekonwencjonalnych rozwiązań w transporcie szynowym, w tym pośrednich między tramwajami miejskimi a koleją [11], [12], [28], [29].

Podsumowanie

Głównym elementem przedstawionej w artykule koncepcji jest linia tramwaju dwusystemowego relacji Warszawa – Piaseczno z wykorzystaniem rozbudowanej linii kolejowej nr 8. Oczywiście, taki tramwaj pomija ul. Puławską. Po pierwsze jednak ma służyć przede wszystkim obsłudze Piaseczna, a nie zachodnich peryferii dzielnicy Warszawa-Ursynów. Po drugie: zaproponowane w artykule rozwiązanie jest łatwe do etapowania, bo zawsze istnieje możliwość zbudowania w dalszej przyszłości linii tramwajowej w korytarzu ul. Puławskiej i jej integracja w Piasecznie z już wybudowaną linią. W przedstawionej koncepcji żaden odcinek nowopowstałej drogi szynowej nie będzie stracony. Po trzecie: tramwaj dwusystemowy zapewni dojazd do Warszawy-Mokotowa w czasie krótszym o około 20-30% w stosunku do tramwaju w ciągu ulicy Puławskiej

[1], [36], [42]. Po czwarte wprowadzenie tramwajów na linię kolejową nr 8 (i tak planowaną do rozbudowy do czterech torów) zastąpi budowę równoległej do niej trasy tramwajowej o długości prawie 10 km.

Dalszy rozwój systemu oparty jest na założeniu integracji różnych środków transportu szynowego. W szczególności założono adaptację do regularnych przewozów pasażerskich niewykorzystywanych dziś w tym celu linii kolejowych: normalnotorowej nr 937 (Bocznica do EC „Siekierki”) oraz Piaseczyńskiej Kolei Wąskotorowej. W obydwu przypadkach zaproponowano etapowe, stopniowe dostosowywanie infrastruktury i rozwój połączeń, począwszy od wprowadzenia lekkiego taboru spalinowego i zorganizowania wygodnych przesiadek na tramwaj dwusystemowy oraz pociągi SKM. Docelowo linie utworzą spójny system zintegrowanego transportu kolejowo-tramwajowego.

Zaproponowany model transportu szynowego w południowym paśmie aglomeracji warszawskiej, może być wyjściowym modelem obsługi innych części Obszaru Metropolitalnego Warszawy oraz innych regionów miejskich. Przedstawiona koncepcja będzie wymagała dalszych szczegółowych analiz i prac przedprojektowych a w pierwszej kolejności włączenia w części lub całości do dokumentów strategicznych samorządów miasta i gminy Piaseczno, m. st. Warszawy oraz województwa mazowieckiego. ◀

Materiały źródłowe

[1] Analiza funkcjonalno-ruchowa trasy tramwajowej do Piaseczna, Trans-Eko, Warszawa, 2006
[2] Analiza techniczna trasy tramwajowej do Piaseczna, Trans-Eko, Warszawa, 2006
[3] Bagieński W., Z historii Grójeckiej Kolei Wąskotorowej 1898-1998. Rocznik Mazowiecki, Warszawa, 2000, nr 12, s. 227-236
[4] Basiewicz T. i inni., Warunki wykorzystania infrastruktury kolejowej przez pojazdy kolejowo-tramwa-

jowe. Zintegrowany system miejskiego transportu szynowego (materiały konferencyjne), 2003, s. 19-24

[5] Czyczuła W., Raczyński J., Pojazd dwusystemowy jako środek transportu regionalnego. Technika Transportu Szynowego, 2000, nr 11, s. 37-42
[6] Giza A., Uryga B., Analiza możliwości przejazdu 24 par pociągów w godzinie szczytu przez warszawską podmiejską linię średnicową, PKP PLK, Warszawa, 2018
[7] Harassek A., Dwusystemowy tramwaj w Nordhausen. Technika Transportu Szynowego 2004, nr 6, s. 54-55
[8] Kraśkiewicz C., Oleksiewicz W., Tramwaj dwusystemowy - moda, czy trend rozwojowy aglomeracyjnego transportu szynowego? Logistyka, 2015, nr 4, s. 4247-4254
[9] Kraśkiewicz C., Oleksiewicz W., Tramwaj dwusystemowy w Karlsruhe. Logistyka, 2015, nr 4, s. 4255-4261
[10] Kraśkiewicz C., Oleksiewicz W., Tramwaje dwusystemowe w wybranych miastach niemieckich. Technika Transportu Szynowego 2016, nr 12, s. 452-458
[11] 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
[12] Makuch J., Propozycja niekonwencjonalnego sposobu prowadzenia nowej linii tramwajowej, Przegląd Komunikacyjny 2015, nr 09/2015, s. 58-62
[13] Molecki B., Badania symulacyjne zintegrowanego transportu szynowego, Zintegrowany system miejskiego transportu szynowego (materiały konferencyjne), 2003, s. 159-163
[14] Plan zagospodarowania przestrzennego województwa mazowieckiego, Sejmik Województwa Mazowieckiego, Warszawa, 2018
[15] Plan zrównoważonego rozwoju transportu zbiorowego dla m.st.

Warszawy z uwzględnieniem publicznego transportu zbiorowego organizowanego na podstawie porozumień z gminami sąsiadującymi, Urząd m. st. Warszawy, Warszawa, 2014

[16] Pokropiński B., Kolej grójecka, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2002
[17] Program rozwoju i modernizacji technologicznej transportu szynowego w województwie mazowieckim, Mazowieckie Biuro Planowania Regionalnego w Warszawie, Warszawa, 2015
[18] Przebudowa urządzeń sterowania ruchem kolejowym na stacji Warszawa Zachodnia. Projekt budowlany, Torprojekt, Warszawa, 2019
[19] Studium Planu Zagospodarowania Przestrzennego Obszaru Metropolitalnego Warszawy, Mazowieckie Biuro Planowania Regionalnego w Warszawie, Warszawa, 2011
[20] Studium rozwoju i modernizacji technologicznej transportu szynowego na Mazowszu w kontekście polityki transportowej Województwa Mazowieckiego, Mazowieckie Biuro Planowania Regionalnego w Warszawie, Warszawa, 2009
[21] Studium układu komunikacyjnego Gminy Piaseczno, Arup, Warszawa, 2008
[22] Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego m.st. Warszawy (z późniejszymi zmianami), Rada m.st. Warszawy, Warszawa, 2018
[23] Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta i gminy Piaseczno, Rada Miejska w Piasecznie, Piaseczno, 2009
[24] Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta i gminy Piaseczno, Rada Miejska w Piasecznie, Piaseczno, 2014
[25] Warszawskie Badanie Ruchu 2015 wraz z opracowaniem modelu ruchu, opracowanie wykonane przez konsorcjum w składzie: PBS Sp. z o.o. (lider), Politechnika Kra-

kowska i Politechnika Warszawska, na zamówienie m.st. Warszawy, Warszawa, 2016

- [26] Wasiak A., Wodzicki R., Studium wykonalności systemu transportowego w powiecie piaseczyńskim ze szczególnym uwzględnieniem pasażerskiej komunikacji kolejowej dla linii kolejowej Warszawa – Radom oraz bocznic kolejowej Elektrociepłowni Siekierki oraz autobusowej komunikacji poprzecznej, Studio ELDAR, Warszawa – Piaseczno, 2009
- [27] Wieczorek J., Problemy eksploatacyjno-ruchowe związane z wprowadzeniem pojazdów dwusystemowych na sieć PKP. Technika Transportu Szynowego, 2000, nr 1-2, s. 44-46
- [28] Wild P., Wrocławska kolej metropolitalna, Przegląd Komunikacyjny 2012, nr 10/2012, s. 28-33
- [29] Wontorski P., Koncepcja zintegrowanego systemu transportu szynowego w Radomiu z tramwajami dwusystemowymi. Przegląd Komunikacyjny 2018, nr 07/2018, s. 23-31

wanego systemu transportu szynowego w Radomiu z tramwajami dwusystemowymi. Przegląd Komunikacyjny 2018, nr 07/2018, s. 23-31

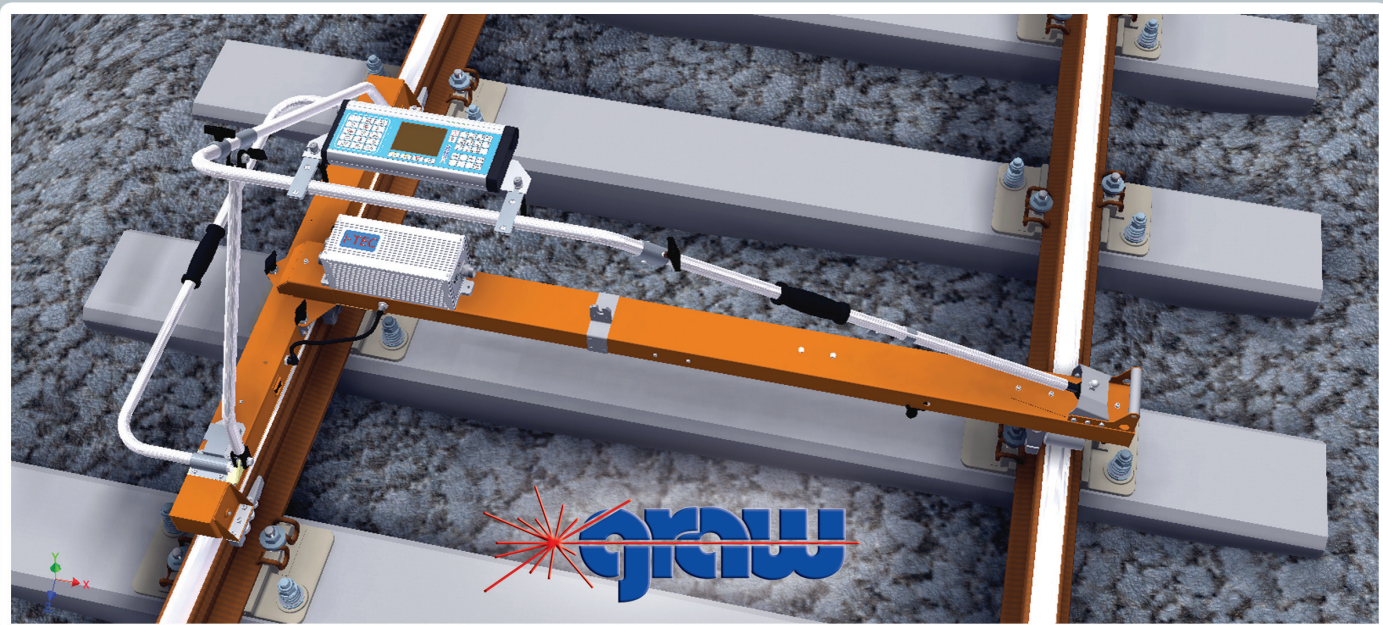
- [30] <http://www.kolejka-piaseczno.pl/>, data dostępu: 29.09.2019
- [31] <http://www.openstreetmap.org/>, data dostępu: 29.09.2019
- [32] <http://www.siskom.waw.pl/kp-tramwaje.htm>, data dostępu: 29.09.2019
- [33] <https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start>, data dostępu: 29.09.2019
- [34] <https://piasecznonews.pl/czy-metro-dojedzie-do-piaseczna/>, data dostępu: 29.09.2019
- [35] <https://pkspolonius.pl/linie-lokalne/tabliczki-przystankowe/Piaseczno>, data dostępu: 29.09.2019
- [36] <https://rozklad-pkp.pl/>, data dostępu: 29.09.2019
- [37] https://semaforek.kolej.org.pl/wiki/index.php?title=Warszawa_Ok%C4%99cie, data dostępu: 29.09.2019

wa_Ok%C4%99cie, data dostępu: 29.09.2019

- [38] <https://semaforek.kolej.org.pl/wiki/index.php?title=Piaseczno>, data dostępu: 29.09.2019
- [39] <https://www.gazetaprawna.pl/artykuly/1421064,warszawa-pkp-linia-srednicowa-przebudowabeda-utrudnienia.html>, data dostępu: 29.09.2019
- [40] <https://www.transport-publiczny.pl/mobile/warszawa-gdzie-rozwijac-metro-i-tramwaje--jest-plan-systemu-transportowego-60813.html>, data dostępu: 29.09.2019
- [41] <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/skm-z-piaseczna-na-linie-obwodowa-i-dw-gdanski-najwcześniej-po-2023-r-61245.html>, data dostępu: 29.09.2019
- [42] <https://www.ztm.waw.pl/>, data dostępu: 29.09.2019

REKLAMA

TOROMIERZ INERCYJNY iTEC Dokładny pomiar strzałek



www.graw.com