

dr hab. inż. Jerzy Pasławski, prof. PP¹⁾

ORCID: 0000-0002-5570-2363

mgr inż. arch. Kamila Włoch-Surówka^{1)*}

ORCID: 0000-0002-4780-9806

Budownictwo modułowe w dostosowaniu do zmiennych wymagań na przykładzie dworców kolejowych

Modular construction in adapting to changing requirements on the example of railway stations

DOI: 10.15199/33.2023.01.02

Streszczenie. Artykuł jest kontynuacją przykładów implementacji idei elastyczności przez wykorzystanie potencjału budownictwa modułowego. Na reprezentatywnych przykładach wskazano możliwości jego zastosowania przy budowie dworców kolejowych. Budownictwo modułowe wykorzystane w przeobrażaniu infrastruktury kolejowej pozwala na realizację założeń zrównoważonego rozwoju. Omówiono przykłady brytyjskie oraz z Niemiec, Niderlandów i Polski.

Słowa kluczowe: budownictwo modułowe; zmienne wymagania; dworce kolejowe.

Abstract. The article is a continuation of the examples of implementation of the idea of flexibility by using the potential of modular construction. Representative examples show the possibilities of their use in the construction of railway stations. Modular construction used in the transformation of the railway infrastructure allows for the implementation of assumptions for sustainable development. British examples are discussed as well from Germany, the Netherlands, and Poland.

Keywords: modular construction; changing requirements; railway stations.

Budownictwo modułowe ma przewagę nad metodami tradycyjnymi i jest najbardziej efektywnym narzędziem implementowania idei elastyczności. Podstawowe jej założenie to możliwość adaptacji do wymagań użytkownika (typowo jako opcja stopniowej rozbudowy, jak również przez możliwość zmiany funkcji lub zmniejszenie wymagań). Budownictwo modułowe wymaga wciąż promocji na polskim rynku budowlanym, aby przełamać impas i zwiększyć jego udział w rynku do poziomu jak w innych krajach europejskich. Może to być atrakcyjna metoda realizacji inwestycji publicznych w Polsce związanych z dostosowywaniem infrastruktury do standardów i wymagań unijnych, jak w przypadku transportu kolejowego.

W artykule opisano możliwości zastosowania budownictwa modułowego przy wznoszeniu dworców kolejowych na przykładzie z Wielkiej Brytanii. Omówiono także realizacje z Niderlandów i Niemiec oraz polskie Innowacyjne Dworce Systemowe – jako pierwszy krok w kierunku budownictwa modułowego.

Specyfika projektowania infrastruktury kolejowej – wykorzystanie modułowości

Szczególnym wyzwaniem budownictwa nawet w wysoko rozwiniętych krajach europejskich jest starzejąca się infrastruktura. W dużej mierze wynika to z nowych wymagań społeczeństwa, a także z historycznego rodowodu infrastruktury, czego dobrym przykładem jest infrastruktura kolejowa. Zasadnicza struktura sieci kolejowej powstała w XIX w., w okolicznościach i potrzebach zupełnie innych niż obecnie. Konieczność zmian i uwspółcześnienie infrastruktury niesie ogromne możliwości, a jednocześnie odpowiedzialność za wprowadzanie zmian innowacyjnych, ukierunkowanych na przyszłość i świadomych jak bardzo transport oraz związane z nim budownictwo oddziałują na środowisko naturalne w wymiarze lokalnym i globalnym [1].

Przewiduje się, że w następnych dwóch dekadach technologie transportowe zmienią się szybciej niż kiedykolwiek dotychczas. Samochody napędzane paliwami kopalnymi i silnikami zapłonowymi zastąpią pojazdy o alternatywnym napędzie, jak obecnie elektryczne, w perspektywie współdzielone i autonomiczne, a rozwój kolei dużych prędkości wpłynie na po-

droże pomiędzy dużymi ośrodkami miejskimi, jak i na komunikację aglomeracyjną [1].

Specyfika terenów kolejowych stwarza wyjątkowe wyzwania dla projektantów, takie jak m.in. ograniczenie oddziaływania obszaru robót wokół infrastruktury kolejowej, minimalizacja kosztów operacyjnych oraz długa żywotność i niewielkie koszty jej utrzymania [1, 2]. Przygotowanie elementów konstrukcyjnych poza placem budowy może znacznie skrócić konieczny czas pracy na budowie oraz zminimalizować utrudnienia w funkcjonowaniu czy wyłączenia z użytkowania trakcji lub stacji. Szczególnie jest to ważne na stacjach węzłowych i tam, gdzie prace muszą być wykonywane przy utrzymaniu połączeń. Prace budowlane mogą być ograniczone do konkretnych zadań, jak np. wykonania fundamentów przy zmniejszonym składzie brygady. W przypadku, gdy dostępność przestrzeni jest ograniczona, maksymalne przeniesienie prac poza plac budowy może również pomóc w zarządzaniu stacją bez zbitych ograniczeń. Prefabrykacja pozwala na uzyskanie spójności i standaryzację projektów produkcji masowej, co w przypadku sieci kolejowych w większej skali jest równie ważne jak wymienione wcześniej czynniki [1].

¹⁾ Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu

^{*)} Adres do korespondencji:
kamila.wloch-surowka@put.poznan.pl

Praktyczne zastosowanie budownictwa modułowego w infrastrukturze kolejowej w Wielkiej Brytanii

Wielka Brytania jest dobrym przykładem wykorzystania prefabrykacji i standaryzacji w wielu sektorach budownictwa, w tym w infrastrukturze kolejowej. Idea standaryzacji projektów towarzyszyła kolei w Wielkiej Brytanii od jej początków. W 1840 r. powstała seria wzorników Brunela, ustalająca idiom przestrzeni kolejowych, którym są poczekalnie i zadaszone perony. W latach siedemdziesiątych XIX w. pojawiły się drewniane budynki prefabrykowane, ułatwiające zarządzanie infrastrukturą w rozszerzającej się skali. Do I wojny światowej powstała w ten sposób większość dworców [3]. W kolejnych dekadach XX w. stosowano nowe rozwiązania: w latach czterdziestych były to proste i tanie „stacje bazowe”, w latach sześćdziesiątych modernistyczne systemy Mob-X i CLASP, w latach siedemdziesiątych wprowadzono system D70 zastąpiony w latach osiemdziesiątych przez VSB90, stosowany do 2003 r. Następujące po sobie kolejne standaryzowane projekty dzięki uniwersalności i zastosowaniu prefabrykacji prowadziły do minimalizacji kosztów i czasu wykonania inwestycji kolejowych. Towarzyszyły im też głosy krytyki, wskazujące na pogorszenie jakości i ogólnego odbioru estetycznego, dalekiego od poziomu dworca historycznego [3].

W 2007 r. w programie „Stacje Modułowe” wprowadzono unowocześnioną koncepcję małych i średnich stacji (z zamkniętym budżetem 1 mln £). Był to również efekt zmian w zarządzaniu infrastrukturą kolejową na Wyspach Brytyjskich. Pierwszą prototypową stację modułową wykonano w Mitcham Eastfields w 2008 r. [4, 5]. Było to możliwe w ciągu jednego roku dzięki użyciu w konstrukcji prefabrykatów i przeniesieniu większości prac poza plac budowy. W 2010 r. powstała stacja w Accrington, w której testowano rozwiązania proekologiczne [6 ÷ 8].

Obecnie program budowy stacji modułowych bazuje na nowoczesnym modelu zarządzania, dobrze zaimplemento-

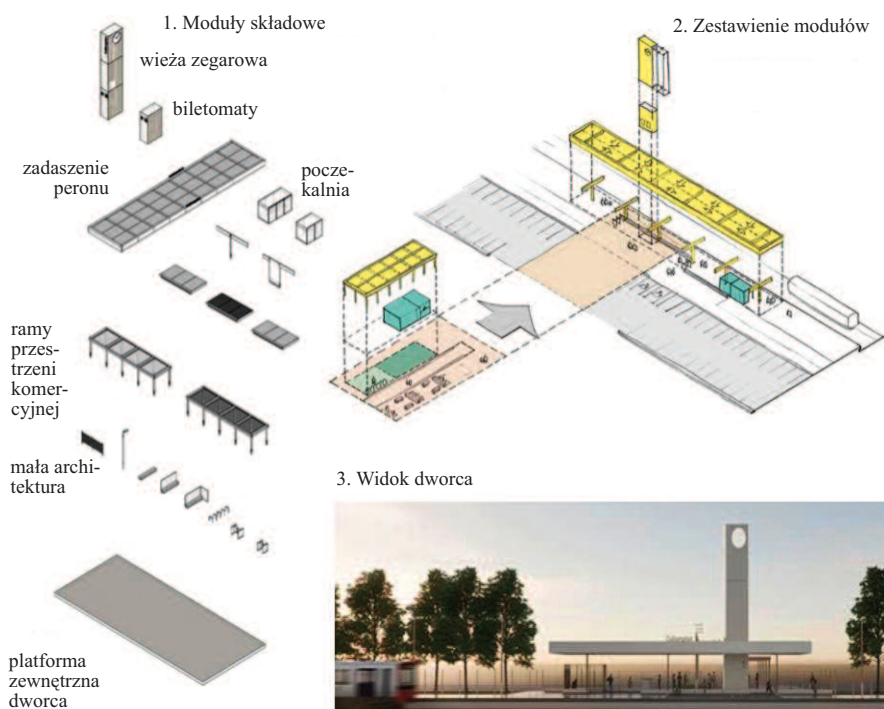
wanym w budownictwie prefabrykowanym, w którym nacisk położony został na efektywność uzyskaną przez standaryzację procesów, wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań inżynierskich i technologicznych oraz gospodarkę obiegu zamkniętego. Doświadczenia i wnioski z realizacji pierwszych prototypowych dworców posłużyły do opracowania katalogów wytycznych oraz dobrych praktyk projektowych, które były odniesieniem w międzynarodowym konkursie architektonicznym na koncepcję stacji modułowych na miarę XXI w. [4, 6, 9].

Dworzec „Hub station” – stacja przesiadkowa. Projekt stacji – węzła komunikacyjnego – wygrał w konkursie w 2020 r. Obecnie znajduje się w końcowej fazie koncepcyjnej dla konkretnej lokalizacji w Cullompton, hrabstwo Devon w Wielkiej Brytanii. Jednocześnie będzie projektem prototypowym w przypadku kolejnych małych i średnich stacji przesiadkowych (kategoria podróżna D-F, wg systematyki brytyjskiej [1]). Koncepcję dworca składającego się z przestrzennych modułów (rysunek 1), których konfiguracja jest możliwa w zależności od lokalnych potrzeb, stworzył zespół projektowy 7N Architects, ARUP, Lisa MacKenzie Consultancy, Gardiner & Theobald [10].

Podkreśla ona funkcję dworca jako punktu przesiadkowego. Dworzec kolejowy będący dominantą w przestrzeni, podkreślona przez wieżę zegarową, ma również organizować przestrzeń w wymiarze społecznym i być zrównoważonym węzłem komunikacyjnym, połączonym w system z innymi środkami transportu: autobusy, współdzielone samochody, rowery itp. [9, 10].

Poszczególne elementy (moduły) tworzą czytelną strukturę dworca. Tworzą ją: wieża zegarowa, biletomaty, poczekalnia, dodatkowe siedziska oraz zadaszenia peronu (fotografia 1). Ich wielkość i liczba, sposób rozmieszczenia oraz rozszerzenie o kolejne elementy zależą od kategorii stacji oraz warunków topograficznych (rysunek 2). Kontekst lokalny wyraża się przez stosowanie różnorodnych materiałów wykończeniowych oraz wykorzystanie lokalnych motywów w detalach i elementach małej architektury.

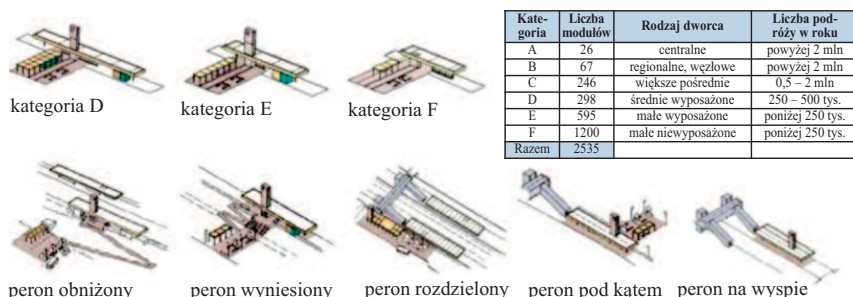
Zadaszone moduły – przestrzenne ramy – wykraczają na zewnątrz poza platformę peronową, tworząc ramy publicznego placu, oprawę dla towarzyszącej działalności komercyjnej oraz doraźnych inicjatyw lokalnych. Przestrzeń placu podkreśla zróżnicowanie nawierzchni (z materiałów od-



Rys. 1. Schemat elementów modułowych dworca [9, 10]
Fig. 1. Diagram of modular elements of the station [9, 10]



Fot. 1. Wizualizacja modelowego dworca „Hub station” w przestrzeni miejskiej [10]
Photo 1. Visualization of the model station „Hub station” in urban space [10]



Rys. 2. Konfiguracja modułów w zależności od kategorii dworca i lokalnych warunków terenu
Opracowanie własne

Fig. 2. Configuration of modules depending on the station category and local terrain conditions
Own elaboration

zyskanych oraz z surowców lokalnych), a także wprowadzenie roślinności, która koresponduje z charakterem miejsca [10].

W projekt „Hub station” mocno wpisane są zasady strategii rozwoju kolei brytyjskich, z których główna stawia w centrum pasażera i jego potrzeby. Infrastruktura ma być zaprojektowana tak, aby wychodzić naprzeciw oczekiwaniom zmieniającego się społeczeństwa i kolejnych pokoleń. Etapy opracowywanej koncepcji poddane zostały więc szerokim konsultacjom społecznym, a wnioski z ostatniej ewaluacji zostaną podane do publicznej wiadomości. Dzięki temu odbiorcy zostali włączeni w proces tworzenia produktu skierowanego do nich. Ma to pomóc w przywróceniu atrakcyjności kolei, aby stała się środkiem transportu pierwszego wyboru w codziennym podróżowaniu [4, 10].

Most międzyperonowy AVA Bridge.

Poza stworzeniem nowego standardu dworcowego państwowy zarządca infrastruktury kolejowej – Network Rail poszerza katalog obiektów typowych i adaptowalnych (oprócz obiektów podlegających ochronie konserwatorskiej). Założeniem jest minimalizowanie czasu, kosztów, emisji dwutlenku węgla oraz zamknięcie obiegu materiałów w całym procesie. We współpracy z Expedition Engineering, X-Treme Systems,

Hawkins/Browns and Walker Construction stworzony został prototypowy modułowy most, którego konstrukcja składa się z gotowych elementów ze stali nierdzewnej, wytworzonych w całkowicie zautomatyzowanym procesie (fotografia 2). Wybór materiału i sposób produkcji pozwoliły na bezodpadowe wykorzystanie surowca. Ponadto zredukowano koszty całkowite o 30%, a docelowe wzniesienie obiektu do połowy wyznaczonego czasu. Obszar oddziaływania inwestycji ograniczył się do zupełnego minimum przestrzennego, zmniejszając w wymiarze środowiskowym ślad węglowy o 56% w porównaniu z podobnymi konstrukcjami. Doświadczenie zebrane podczas tworzenia prototypu może skrócić o 75% całkowity czas projektowania typowych mostów międzyperonowych [6, 11].

Kładki piesze FLOW Bridge. Budowanie mocnego wizerunku komercyjnego kolei musi uwzględniać także poprawę bezpieczeństwa [2, 4], szczególnie na przejazdach i przejściach przez tory kolejowe. Przedsiębiorstwo Network Rail wyznaczyło ambitny cel – stworzenie bezkolizyjnych kładek dla pieszych nad torowiskami na całym obszarze publicznej sieci kolejowej. Obecnie taka infrastruktura liczy ok. 2400 obiektów, z których wiele jest w złym stanie technicznym i wymaga wymiany. Tu również postawiono na wypracowanie elastycznej i uniwersalnej formuły projektu pieszych kładek bez barier użytkowych. Jednocześnie założono, że istotne znaczenie ma estetyka, ze względu na użytkownika oraz rolę w kształtowaniu i poszanowaniu otoczenia, szczególnie w odniesieniu do krajobrazu otwartego. Zespół Knights Architects stworzył ustandaryzowany system umożliwiający dużą swobodę konfigu-



Fot. 2. Most międzyperonowy AVA Bridge: a) projekt; b) gotowy element [11]
Photo 2. AVA Bridge between platform: a) design; b) finished element [11]

racji, zachowując jednocześnie prostą formę konstrukcji (rysunek 3). Adaptacji może podlegać geometria obiektu (rozpiętość lub szerokość kładki) oraz elementy wykończenia przez zróżnicowanie faktury i kolorystyki. Zasadniczym materiałem użytym w produkcji mostu jest FRP – kompozyt polimerowy wzmocniony włóknami, dający się swobodnie kształtować. W fazie projektowej i w produkcji użyto narzędzi do modelowania parametrycznego, co pozwoliło na integrację całego procesu i modyfikowanie projektu w czasie rzeczywistym. Innowacyjny proces zarządzania projektem pozwolił na ukończenie koncepcji w niecałe 11 miesięcy, a pełnowymiarowy prototyp (fotografia 3) na terenie kolejowym wzniesiono

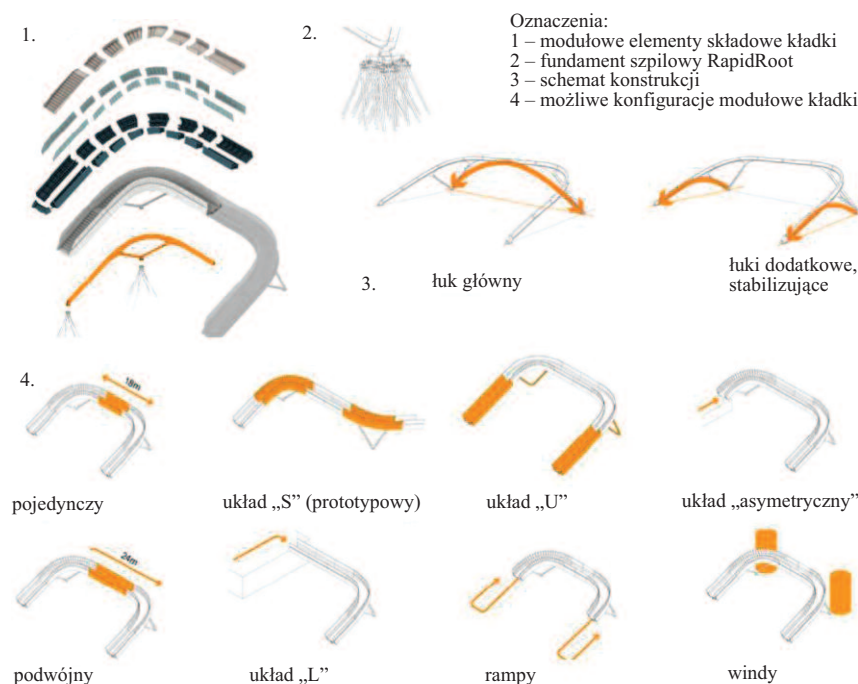
w dwa tygodnie (2021 r., Longmarston, Warwickshire, Wielka Brytania). Podobnie jak we wcześniejszych przykładach, prace budowlane realizowano najczęściej poza placem budowy. Ograniczone wymiary elementów modułowych pozwoliły na sprawne złożenie całej konstrukcji, minimalizując zakłócenia przejazdów podczas pracy nad torowiskiem. Kładkę posadowiono w innowacyjnym systemie RapidRoot, czyli fundamentów szpilowych bez użycia betonu. Dzięki temu oprócz czasu realizacji znacznie zmniejszył się ślad węglowy inwestycji. Całkowity koszt projektu zredukowano do 40% kosztów podobnych tradycyjnych obiektów ze stali [12 ÷ 14]. Projektowi nadano nazwę FLOW (Fibre-Low-Optimize-Wor-

skie koszty projektu; (O) zoptymalizowanie formy i funkcji oraz zastosowanie inteligentnego projektowania (smart design); (W) wsparcie zarządzania obiektem przez wbudowany system monitorujący pracę konstrukcji [12 ÷ 14].

Modernizacja i transformacja infrastruktury kolejowej w Niderlandach i Niemczech

Unowocześnienie transportu kolejowego w całej Europie poparte jest w dużej mierze wieloletnimi działaniami i regulacjami unijnymi. Zrównoważenie transportu jest jednym z ważniejszych wyzwań i narzędzi w realizacji zielonej polityki oraz ustaleń paryskiej konwencji klimatycznej. Poszczególne kraje członkowskie wprowadzają zmiany we własnej infrastrukturze kolejowej, tworząc jednolity europejski obszar kolejowy oraz unijną sieć kolei dużych prędkości. Zasobooszczędny transport kolejowy ma prowadzić do zerowej emisji CO₂, osiąganej w kolejnych etapach w latach 2035 – 2050. Wcześniejsze programy, prowadzone równoległe z działaniami w Wielkiej Brytanii, zainicjowały poszukiwanie formuły obiektów kolejowych odpowiadających współczesnym wymaganiom [15, 16].

W Niderlandach, w ramach programu „Prettig Wachten”, odnowiono 20 małych stacji przesiadkowych, wg wytycznych, w których głównym podmiotem jest odbiorca. W 2013 r. powstała stacja Barneveld Noord (fotografia 4) zaprojektowana przez NL Architects, w przy-



Rys. 3. Kładka piesza FLOW Bridge – charakterystyczne cechy składowe [13]

Fig. 3. FLOW Bridge – Features of the pedestrian bridge component [13]



Fot. 3. Prototyp kładki FLOW Bridge, Longmarston, Warwickshire, W. Brytania, 2021 r. [12]

Photo 3. FLOW Bridge prototype, Longmarston, Warwickshire, W. Brytania, 2021 r. [12]

king), która w angielskim oryginalnie nawiązuje do opływowych kształtów lekkiej konstrukcji, a jednocześnie jest akronimem słów opisujących jego charakterystyczne cechy: (F) forma ze wzmocnionego włókna polimerowego oraz materiałów naturalnych; (L) lżejsza konstrukcja w porównaniu z tradycyjną stalową i zrównoważone, ni-



Fot. 4. Kontenerowa stacja Barneveld Noord (NL) – widok frontowy [17]

Photo 4. Container station Barneveld Noord (NL) – front view [17]

padku której wykorzystano modułowe kontenery transportowe, tworzące ogólnodostępną poczekalnię, toalety, biletomaty oraz przestrzeń dla towarzyszącej działalności komercyjnej. Jest to dobry przykład organizowania „start-upowych” punktów przesiadkowych ad hoc, które mogą być elastycznie dostosowane do szybko zmieniających się lokalnych potrzeb transportowych [17].

Reprezentatywnym przykładem jest też pilotażowy dworzec w Korpen-Horrem w Niemczech zbudowany w 2014 r. w ramach programu „Zielone stacje” (fotografia 5). Uznawany jest za

dem stanu technicznego. Znaczna ich część wymaga kompleksowej przebudowy ze względu na zły stan techniczny oraz konieczność dostosowania do nowoczesnych standardów systemu transportowego, a także nie mniej ważnych oczekiwań pasażerów. Strategia stworzenia jednolitych rozwiązań wydaje się więc jak najbardziej trafna. PKP S.A. opracowały autorską koncepcję Innowacyjnych Dworców Systemowych – niewielkich, nowoczesnych dworców kolejowych dostosowanych do lokalnych potrzeb (fotografia 6). Tworzą je trzy typy dworców. Dwa typowe – IDS-A i IDS-B, z których A jest

runków lokalnych dworca. Wszystkie typy łączy wykorzystanie podobnych rozwiązań technologicznych na wzór „Zielonych stacji” z Niemiec. Są to przede wszystkim odnawialne źródła energii i ciepła, kontrolowany obieg wody, zielone dachy oraz inteligentne zarządzanie tymi zasobami w budynku. Pierwsze cztery pilotażowe realizacje dworców IDS powstały w 2015 r. w Mławie, Ciechanowie, Nasielsku i Strzelcach Krajeńskich [19 ÷ 21].

Polskie Koleje Państwowe S.A. wybudowały, wg stanu na 4 sierpnia 2021 r., 7 dworców w formule IDS, a w realizacji są 33 obiekty. Ogółem z 40 dworców zaplanowanych w formule IDS: 9 to IDS-A, 18 – IDS-B, a 13 – IDS Indywidualny. W latach 2016 – 2021 (dane z 30 czerwca 2021 r.) zaplanowano do oddania do użytkowania 85 dworców (2019 r. – 9, 2020 r. – 31, 2021 r. – 45), a oddano 37, tj. 43% zaplanowanych, w tym w: 2017 r. – 2; 2018 r. – 8; 2019 r. – 4; 2020 r. – 9; 2021 r. – 14 [21].

Idea Innowacyjnych Dworców Systemowych realizowana przez PKP S.A. zakłada, w odróżnieniu od tradycyjnej modernizacji obiektu, jego rozbiorę i wzniesienie nowego budynku, który będzie odpowiadał lokalnemu zapotrzebowaniu na pomieszczenia obsługi podróżnych. Jak podaje raport Najwyższej Izby Kontroli, założenia dotyczące dworców IDS były dotychczas formu-



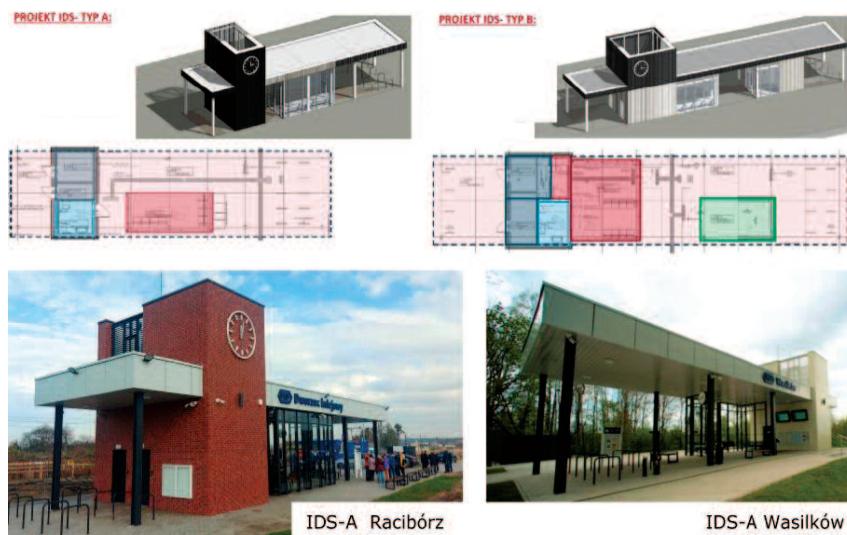
Fot. 5. Zielony dworzec w Korpen-Horrem, Niemcy [18]
Photo 5. Green station in Korpen-Horrem, Germany [18]

pierwszy zeroemisyjny dworzec, wykorzystujący innowacyjne rozwiązania technologiczne wg standardów ekologicznych, jak zastosowanie materiałów odnawialnych, odzysk wody oraz energii (systemy geotermalne i fotowoltaiczne). Projekt rozwijany dalej w Lutherstadt Wittenberg stał się także punktem odniesienia przy tworzeniu dworców nowej generacji w Polsce [18].

Innowacyjne Dworce Systemowe w Polsce

Polskie Koleje Państwowe S.A. zarządzają 2136 dworcami, z których czynnych jest 574, a pozostałe 1562 są nieczynne i wyłączone z użytkowania. Są to obiekty zróżnicowane pod wzglę-

dem stanu technicznego. Znaczna ich część wymaga kompleksowej przebudowy ze względu na zły stan techniczny oraz konieczność dostosowania do nowoczesnych standardów systemu transportowego, a także nie mniej ważnych oczekiwań pasażerów. Strategia stworzenia jednolitych rozwiązań wydaje się więc jak najbardziej trafna. PKP S.A. opracowały autorską koncepcję Innowacyjnych Dworców Systemowych – niewielkich, nowoczesnych dworców kolejowych dostosowanych do lokalnych potrzeb (fotografia 6). Tworzą je trzy typy dworców. Dwa typowe – IDS-A i IDS-B, z których A jest mniejszy, o powierzchni netto ok. 26 m², z pomieszczeniami toalety, gospodarczym i technicznym oraz zewnętrznej poczekalni, przykrytej wiatą. Dworzec IDS-B ma powierzchnię netto ok. 65 m², poszerzoną o niewielki lokal komercyjny oraz pomieszczenie kasy i jest przykryty przestronną wiatą. Trzeci typ to „IDS Indywidualny” najbardziej zaawansowany, przy czym jego program funkcjonalno-przestrzenny zależy od kategorii i wa-



Fot. 6. Innowacyjne Dworce Systemowe, koncepcja i przykładowe realizacje [19, 22, 23]
Photo 6. Innovative System Stations, concept, and examples of implementation [19, 22, 23]

wane indywidualnie w części opisu przedmiotu zamówienia [21] i PKP S.A. wykonywały dokumentację tych dworców we własnym zakresie. Poza realizacją idei polegającej na wykonaniu nowych obiektów w pełni odpowiadających bieżącym potrzebom nie są stosowane dodatkowe, specjalne wytyczne i standardy dotyczące tylko dworców IDS. Wykorzystywane są wytyczne sformułowane w katalogu „Dobrych Praktyk” [21], analogicznie, jak w przypadku pozostałych modernizowanych obiektów.

Wnioski płynące z raportu NIK prowadzą do konkluzji, że wprowadzenie prefabrykacji i zwiększenie modułowości do projektu znacznie zwiększyłoby potencjał realizacji dworców IDS. W budownictwie prefabrykowanym i modułowym najbardziej czas- i kosztochłonny jest etap projektowy, dlatego też ważna jest realizacja i modyfikacja prototypów. Zebrane doświadczenie przekazane i wykorzystane później na etapie wdrożeniowym pozwala na odpowiednie koordynowanie wytycznych i czynników wpływających na inwestycję w całym cyklu życia. W efekcie zyskujemy na sprawnym zarządzaniu inwestycją, co wobec prognozowanej recesji i kurczących się budżetów staje się kluczowe [24].

Wnioski

1. Rozwój transeuropejskiej sieci kolei dużych prędkości, który w Polsce związany jest również z utworzeniem nowych linii, pozwoli na zwiększenie przepustowości na liniach lokalnych i podniesienie niezawodności połączeń kolejowych i płynnej przesiadkowości [16, 25].

2. Konieczność zmian i uwspółcześnienie infrastruktury niesie ogromne możliwości dla rozwoju gospodarczego, a jednocześnie rodzi odpowiedzialność za przyjęte rozwiązania, które będą kształtować przyszłość. Wprowadzanie zmian innowacyjnych, ukierunkowanych na rozwój infrastruktury w kontekście środowiska naturalnego jest niezbędne w celu osiągnięcia zrównoważonego transportu i towarzyszącego mu budownictwa.

3. Idea zrównoważonego rozwoju w obszarze budownictwa bardzo do-

brze realizuje się w przypadku stosowania prefabrykacji, modułowości i elastyczności. Takie podejście wiąże się też z zarządzaniem inwestycją w całym cyklu jej życia, umożliwiającym kontrolowanie obiegu materiałów i kosztów, przez co jest bardziej efektywnym narzędziem w minimalizowaniu oddziaływania na środowisko i emisji dwutlenku węgla [24].

4. Budowanie wizerunku kolei, utożsamianej z nowoczesnym i konkurencyjnym środkiem transportu, można wzmocnić jakością przestrzeni dworcowych. Ważne jest wypracowywanie dobrych rozwiązań projektowych, które będą powtarzane w kolejnych inwestycjach. Powtarzalność ustandaryzowanych form może natomiast pozytywnie wpływać na przywracanie ładu przestrzennego.

5. Wypracowanie przez Polskie Koleje Państwowe typowych rozwiązań stosowanych do modernizacji i budowy dworców kolejowych jest dobrą drogą do polepszenia infrastruktury kolejowej. Powinna ona jednak zmierzać w kierunku prefabrykacji i modułowych rozwiązań, ponieważ przynoszą one korzyści na etapie wykonania harmonogramu i kontroli kosztów oraz na etapie użytkowania. Dodatkowo implementacja idei elastyczności wzmocni możliwość reagowania na bieżące i przyszłe potrzeby podróźnych. W sytuacji dynamicznie zmieniającej się rzeczywistości trudno je wszystkie przewidzieć. Tworzenie scenariuszy rozwojowych dla konkretnych lokalizacji połączone z prognozowaniem intensywności ruchu pasażerskiego pozwoli na efektywniejsze zarządzanie inwestycjami w całym cyklu życia.

6. Trudność stanowi mały udział budownictwa modułowego na polskim rynku budowlanym [24] oraz związany z tym brak zaplecza produkcyjnego. Rozwój tego sektora i powstanie lokalnych wytwórni wydaje się konieczne do rozwinięcia potencjału Innowacyjnych Dworców Systemowych.

Literatura

[1] Station Design Guide, Design Manual NR/GN/CIV/100/02, Network Rail, London 2021.

[2] Zamkowska S. Kierunki doskonalenia ofert w kolejowych przewozach pasażerskich. Problemy Kolejnictwa. 2007; 142(51).

[3] O'Donovan L, Laurence D. HUB Making places for people and trains, London: Network Rail Infrastructure Limited, 2020.

[4] A better railway for a better Britain. Strategic Business Plan 2019 – 2024. London: Network Rail Infrastructure Limited, 2019.

[5] The Changing Face of Rail, Rail Magazine, Issue 919, 2020.

[6] Our ambition for a low-emission railway 2020-2050, Network Rail, London 2020.

[7] Accrington Eco Rail Station Project Research Findings Report, Eden Business Analysis. York, 2011, <https://communityraillancashire.co.uk> (09.2022).

[8] <https://communityraillancashire.co.uk/stations/accrington/#site-title> (09.2022).

[9] <https://www.7narchitects.com/projects/re-imagining-railways> (07.2022).

[10] <https://explorestation.commonplace.is> (07.2022).

[11] <https://www.networkrail.co.uk/stories/how-a-flat-pack-bridge-means-better-connections-across-britain/> (07.2022).

[12] <https://www.knightarchitects.co.uk/> (07.2022).

[13] <https://flowbridge.co.uk/> (07.2022).

[14] <https://www.networkrail.co.uk/industry-and-commercial/research-development-and-technology/research-and-development-programme/innovative-modular-footbridge-design/> (07.2022).

[15] <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/pl/sheet/130/transport-kolejowy> (08.2022)

[16] Ziarko Ł. Jednolity europejski obszar kolejowy – tworzenie konkurencyjnej struktury sektora kolejowego w Unii Europejskiej. Internetowy Kwartalnik Antymonopolowy i Regulacyjny. 2013; <https://ikar.wz.uw.edu.pl> (10.2022).

[17] https://www.archdaily.com/442757/barneveld-noord-nl-architects/526a633ce8e44ee8e100049c-barneveld-noord-nl-architects-photo?next_project=no.

[18] Broschüre Gruener Bahnhof, DB Station & Service AG. Berlin, 2019.

[19] Prezentacja programu Innowacyjne Dworce Systemowe, Biuro Inwestycji PKP S.A., <https://www.sejm.gov.pl/> (9.2022).

[20] Poliński J, Ochociński K. Innowacyjne dworce kolejowe w obsłudze podróźnych. Zeszyt 162, Prace Instytutu Kolejnictwa. 2019.

[21] Najwyższa Izba Kontroli, Informacja o wynikach kontroli. Realizacja programu inwestycji dworcowych, KIN. 430.012.2021 Nr ewid. 187/2021/P/21/029/KIN.

[22] <https://www.pkp.pl/pl/dla-mediow/galerie-zdjec/innowacyjne-dworce-systemowe> (09.2022)

[23] <https://www.gov.pl/web/infrastruktura/dworzec-pkp-w-wasilkowie-oddany-do-uzycia> (9.2022).

[24] Bertram N, Mischke J. Scaling modular construction, Voices on Infrastructure, McKinsey & Company 9.2019, <https://GlobalInfrastructureInitiative.com> (07.2022).

[25] <https://www.cpk.pl/pl>.

Przyjęto do druku: 05.12.2022 r.