

Arkadiusz Kostrzewski¹

Politechnika Warszawska, Wydział Transportu

Mirosław Nader²

Politechnika Warszawska, Wydział Transportu

Analiza zagadnienia projektowania lądowych terminali przeładunkowych dla transportu intermodalnego

1. WPROWADZENIE

W zakresie tematyki przewozów intermodalnych wyróżnić można dwie składowe infrastruktury. Pierwsza z nich to infrastruktura liniowa, w obrębie której wyróżnia się linie kolejowe oraz drogi kołowe. Druga z kolei to infrastruktura punktowa, której głównym elementem są terminale przeładunkowe. Podzielić je można na portowe, będące punktem styku gałęzi transportu morskiego z kolejowym, oraz terminale lądowe, stanowiące punkt styku gałęzi transportu kolejowego oraz drogowego. W artykule skupiono się na tematyce dotyczącej lądowych terminali przeładunkowych, które odgrywają istotną rolę dla rozwoju przewozów intermodalnych. Ich wyposażenie, układy funkcjonalno – przestrzenne oraz zasady organizacji pracy, w bezpośredni sposób wpływają na całkowity cykl transportowy, a co za tym idzie konkurencyjność wobec transportu drogowego. Dlatego bardzo ważnym zagadnieniem jest opracowanie pełnego i uniwersalnego algorytmu (procedury) projektowania lądowych baz przeładunkowych, dążącego do osiągnięcia rozwiązania suboptymalnego. Ze względu jednak na konieczność uwzględnienia wielu parametrów w zakresie transportu kolejowego, drogowego oraz stref magazynowania, jest to zagadnienie o złożonym charakterze. Procedura projektowania powinna być podzielona na etapy zawierające kolejne kroki projektowe, z których każdy następny jest wynikiem decyzji podjętych w poprzednich. W przypadku podjęcia decyzji nie spełniających narzuconych wymagań projektowych, konieczny jest powrót do odpowiednio powiązanego z nią etapu wcześniejszego oraz zamiana jego parametrów w taki sposób, aby osiągnąć wynik bardziej korzystny, co umożliwi znalezienie rozwiązania suboptymalnego. Mamy tu zatem do czynienia z pętlą iteracyjną zmierzającą do uzyskania możliwie najlepszego rozwiązania. Taka procedura, w której usystematyzowana jest kolejność działań, jest niezwykle pomocna dla projektantów jako narzędzie, które w znaczny sposób przyczyni się do usprawnienia pracy. Wnioskuje się tak na podstawie treści prac [7, 19, 20, 23, 25].

Celem niniejszego referatu jest dokonanie przeglądu literatury naukowej z zakresu projektowania terminali przeładunkowych, przedstawienie elementów niezbędnych do projektowania tego typu obiektów oraz aspektów związanych z funkcjonowaniem lądowych baz przeładunkowych dla transportu intermodalnego.

2. PRZEGLĄD LITERATURY

Projektując lądowy terminal przeładunkowy dla transportu intermodalnego należy uwzględnić zakres rozwiązań zarówno dla stacji kolejowych jak również obiektów logistycznych. Pomocna staje się przy tym literatura poświęcona w całości temu zagadnieniu, w której opisane byłyby kolejne kroki projektowe oraz podane zostałyby wskazówki, począwszy od sformułowania zadania logistycznego, aż do uzyskania rozwiązania suboptymalnego. Dokonując przeglądu literatury polskojęzycznej można wnioskować, iż niewiele jest pozycji poświęconych temu zagadnieniu, rozpatrujących je w całości. Jedną z bardziej uznanych jest literatura „twarda” opracowana pod redakcją Jakubowskiego L. [12, 25]

¹a.kostrzewski@poczta.fm

²mna@wt.pw.edu.pl

oraz publikacje [13, 14] z udziałem tegoż samego autora. Autor porusza w niej szereg zagadnień związanych z projektowaniem terminali kontenerowych wskazując przy tym rozwiązania, kluczowe wzory oraz szczegóły funkcjonowania stacji przeładunkowych wraz z opisem wyposażenia technologicznego i środków transportu. Zważywszy jednak, że jest to pozycja naukowa z początku ostatniego kwartału XX wieku, należałoby dokonać zaktualizowania wiedzy na ten temat, uwzględniając najnowszą literaturę, chociażby ze względu na nowe rozwiązania technologiczne oraz analityczne dla funkcjonowania terminali przeładunkowych, które zostały przyjęte od czasu wydania danej pozycji książkowej. Pozostałe znane autorom referatu polskojęzyczne źródła literaturowe, związane w pośredni lub bezpośredni sposób z tematyką kolejowo-drogowych baz przeładunkowych, traktują w większości o ich budowie i funkcjonowaniu, bądź też zawierają jedynie uszczegółowienia niezbędne przy ich projektowaniu, [22, 28, 31, 32]. W związku z tym niezbędne jest wykorzystanie literatury naukowej z zakresu projektowania stacji kolejowych, [2, 3, 4, 6, 24, 26, 31] oraz obiektów logistycznych, [7, 20, 21, 23], dopasowując rozwiązania do potrzeb na okazję projektowania terminali przeładunkowych. Wartą przy tym uwagi jest pozycja literaturowa z dziedziny projektowania magazynów autorstwa Fijałkowskiego J., [7]. Pomimo iż jest ona poświęcona projektowaniu obiektów logistycznych typu magazyn, przedstawiony w niej algorytm postępowania, po dokonaniu odpowiednich modyfikacji, może być również wykorzystany w obszarze projektowania baz przeładunkowych dla transportu intermodalnego. W znacznie szerszym zakresie tematyka związana z projektowaniem terminali kontenerowych opisana została w literaturze anglojęzycznej. Bogatym źródłem wiedzy z tego zakresu są pozycje naukowe autorstwa Kemme N. [15] oraz Saanen Y.A. [27]. Autorzy poruszają w swych pracach aspekty organizacyjne, analityczne oraz funkcjonalne dla baz przeładunkowych, jednocześnie klasyfikując je według odpowiednich problemów decyzyjnych oraz wskazując przy tym możliwości rozwiązania. Ponadto w danej literaturze zostały również usystematyzowane wartości poszczególnych składowych wzorów, wykorzystywanych przy projektowaniu terminali przeładunkowych, zróżnicowane w zależności od konkretnych uwarunkowań.

Dokonując przeglądu literatury anglojęzycznej można doszukać się wielu prac poświęconych konkretnym problemom decyzyjnym w indywidualny sposób. Problem optymalizacji przestrzeni pod składowanie jednostek transportu intermodalnego oraz wyposażenia infrastrukturalnego terminala kontenerowego został zgłębniony w literaturze [1, 5, 8, 15, 16, 17, 18, 27, 29, 30]. Natomiast rozwiązania związane z zagadnieniami suprastrukturalnymi odnaleźć można posiłkując się literaturą [5, 8, 9, 10, 11, 15, 27, 29].

3. PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA DLA PROCEDURY PROJEKTOWANIA KOLEJOWO – DROGOWEJ BAZY PRZEŁADUNKOWEJ

Przy projektowaniu kolejowo – drogowych baz przeładunkowych należy wziąć pod uwagę wiele aspektów mających wpływ na efektywność rozwiązania projektowego. Do podstawowych z nich należą, podając za [6, 7, 12, 13, 14, 15, 20, 25, 27, 31]:

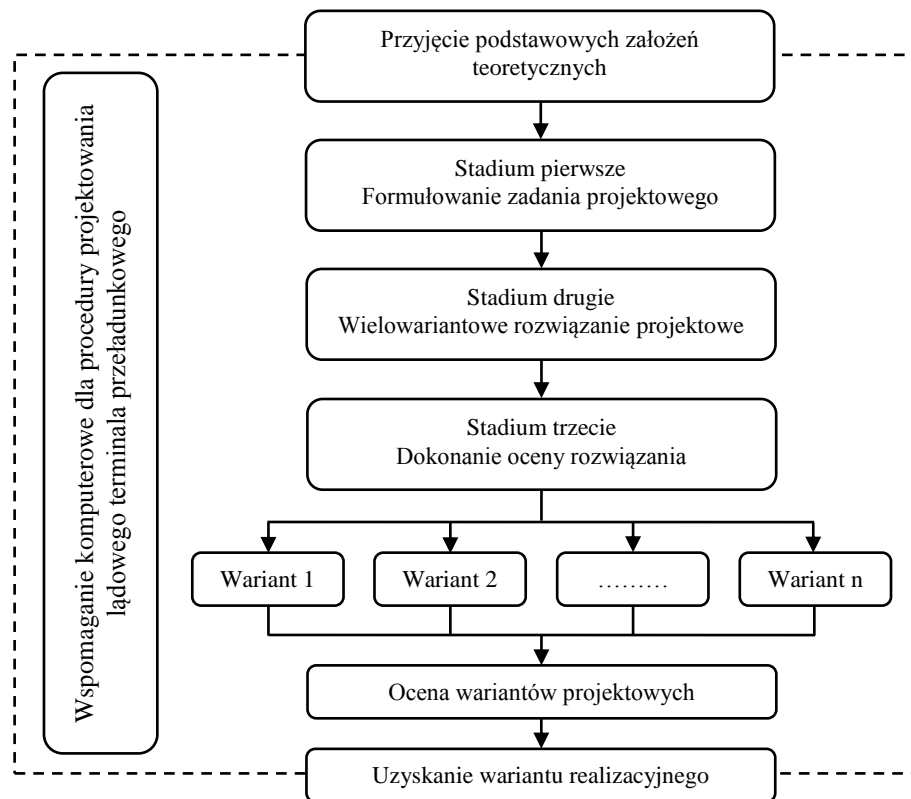
- liczba dni roboczych,
- dobowa oraz roczna zdolność przepustowa projektowanej bazy przeładunkowej (dla warunków uśrednionych oraz szczytowych),
- określenie oraz dobór systemów przewozowo–przeładunkowych,
- układ funkcjonalno-przestrzenny terminala przeładunkowego dla poszczególnych obszarów,
- przeznaczenie oraz rozmiary placów manipulacyjno-składowych,
- układy drogowy, kolejowy oraz wyznaczenie stref ruchowych dla transportu zewnętrznego i urządzeń ładunkowych,
- zaplecze administracyjno-techniczne,
- wielkość stref parkingowych dla zestawów drogowych i pojazdów osobowych, zarówno w strefie wewnętrznej terminala kontenerowego jak również w przynależnej do niego.

Rozwiązania powyższych problemów decyzyjnych powinny być podejmowane w oparciu o trzy główne grupy uwarunkowań, podają za [7, 15, 20, 23, 27]:

- wykonalność techniczną danego rozwiązania,
- rentowność ekonomiczną,
- wydajność operacyjną.

4. PROCEDURA PROJEKTOWANIA KOLEJOWO–DROGOWEJ BAZY PRZEŁADUNKOWEJ – ZAŁOŻENIA TEORETYCZNE

Na rys. 1 przedstawiony został uogólniony model procedury projektowania kolejowo–drogowej bazy przeładunkowej z wykorzystaniem wspomaganie komputerowe dla rozwiązania problemów decyzyjnych.



Rys. 1. Uogólniony schemat blokowy modelu metody projektowania lądowych baz przeładunkowych

Źródło: opracowanie własne na podstawie [20, 25]

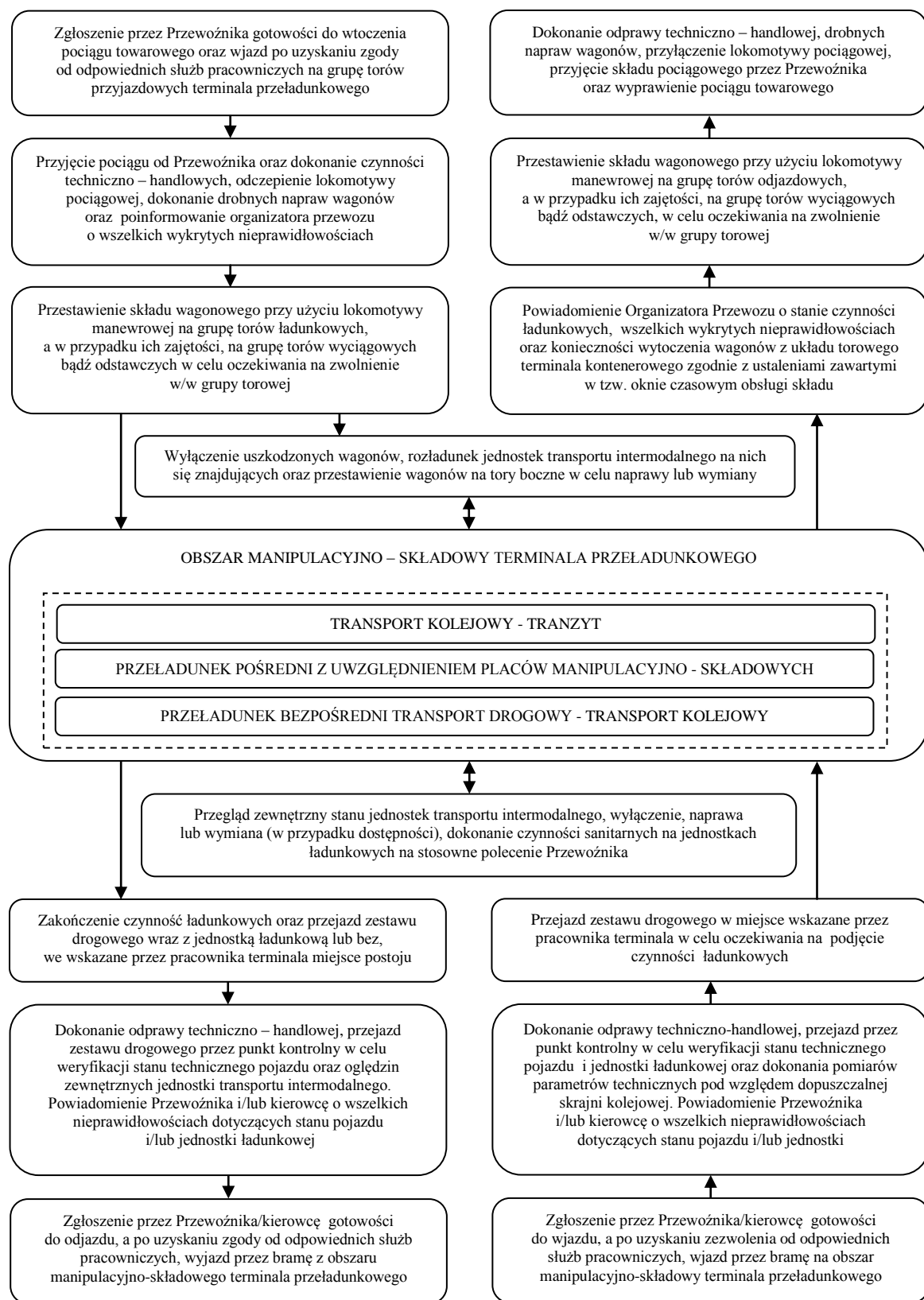
Procedurę projektowania lądowej bazy przeładunkowej można podzielić wyróżniając trzy główne stadia merytoryczne. Każde z nich zawiera kroki projektowe, które opisane zostały w literaturze [7, 15, 19, 20, 23, 27].

Stadium pierwsze to zdefiniowanie podstawowych celów i układów wartości dla projektowanego terminala przeładunkowego. Jest to faza początkowa, która polega na sformułowaniu zadania logistycznego w oparciu o dane stałe i zmienne, w tym również strukturę przepływu jednostek ładunkowych w terminalu kontenerowym.

Stadium drugie polega na przygotowaniu wielowariantowych rozwiązań projektowych, w których uwzględnione jest ukształtowanie procesów przepływu jednostek ładunkowych przez terminal kontenerowy oraz wymiarowanie techniczne, ekonomiczne i organizacyjno-funkcjonalne z wykorzystaniem wspomaganie komputerowe.

Stadium trzecie – stanowi fazę oceny i porównania wariantów pod względem założonych celów oraz układu wartości i wybór wariantu realizacyjnego.

5. STRUKTURA PRZEPIYU JEDNOSTEK TRANSPORTU INTERMODALNEGO PRZEZ TERMINAL KONTENEROWY



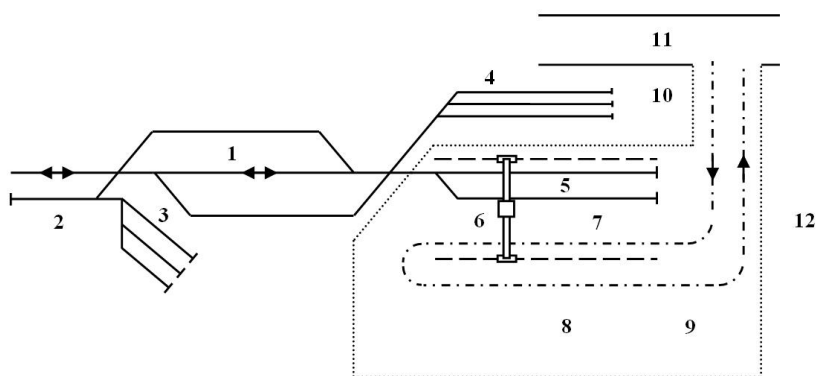
Rys. 2. Schemat blokowy przejścia jednostek transportu intermodalnego przez terminal przeladunkowy dla transportu intermodalnego w układzie kolej - droga

Źródło: opracowanie własne na podstawie [6, 12, 25]

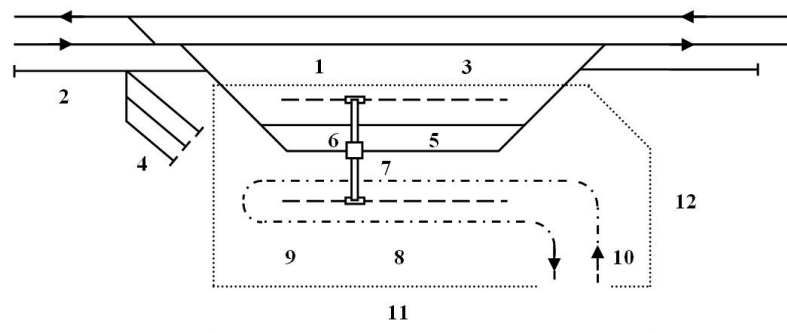
Istotnym zagadnieniem, które ma wpływ na funkcjonowanie procesów w lądowej bazie przeładunkowej jest określenie oraz optymalizacja struktury przepływu jednostek ładunkowych obsługiwanych w terminalu kontenerowym, od momentu przybycia, aż do nadania. Czynności obsługowe przy przejściu jednostek transportu intermodalnego przez kolejowo–drogową bazę przeładunkową zostały zilustrowane na rys. 2.

6. KOLEJOWO – DROGOWE TERMINALE PRZEŁADUNKOWE DLA TRANSPORTU INTERMODALNEGO

Schematy typowych terminali przeładunkowych obsługujących przewozy intermodalne przedstawione zostały na rys. 3 oraz rys. 4. Ich struktura funkcjonalno-przestrzenna w przedstawionej postaci umożliwia obsługę jednostek ładunkowych takich jak: kontenery, nadwozia wymienne oraz naczepy siodłowe (przy ich pionowym naładunku oraz wyładunku na wagon kolejowy). W przypadku zastosowania technologii przeładunku poziomego dla naładunku oraz wyładunku naczep siodłowych i zestawów drogowych, wskazana jest rozbudowa oraz modyfikacja wyposażenia lądowej bazy przeładunkowej, do postaci przedstawionej na rys. 5 oraz rys. 6., [6, 25].



Rys.3 Kolejowo-drogowy terminal przeładunkowy w układzie czołowym
Źródło: opracowanie własne na podstawie [6, 25]

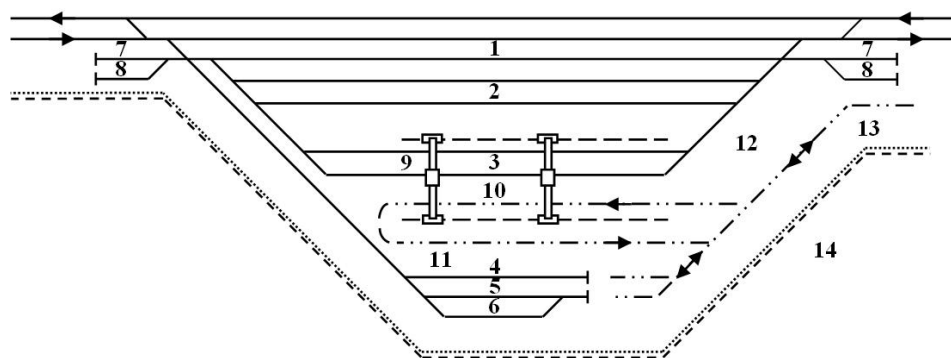


Rys.4 Kolejowo-drogowy terminal przeładunkowy w układzie przejazdowym
Źródło: opracowanie własne na podstawie [6, 25]

Znaczenie symboliki użytej na rys. 3 oraz rys. 4 jest następujące:

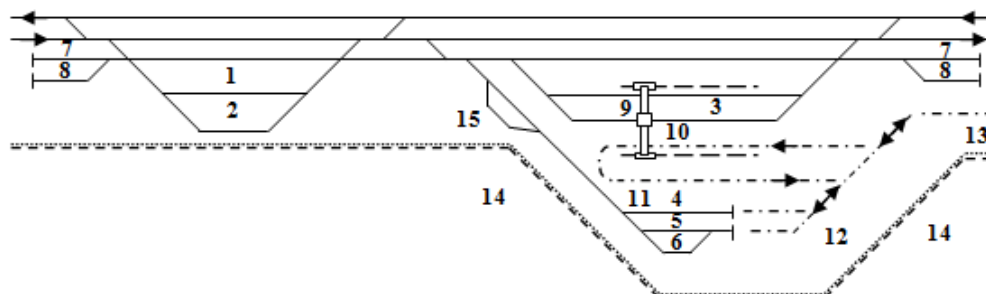
- 1 – grupa torów przyjazdowo-odjazdowych,
- 2 – torzy wyciągowe,
- 3 – torzy porządkowe,
- 4 – torzy odstawkowe,
- 5 – torzy ładunkowe,
- 6 – suwnica bramowa,

- 7 – pasma składowania jednostek transportu intermodalnego pod suwnicą,
- 8 – plac manipulacyjno-składowy dla jednostek transportu intermodalnego,
- 9 – obiekty administracyjno-socjalne oraz zaplecze usługowo-naprawcze,
- 10 – brama wjazdowa dla pojazdów drogowych i budynki portierni,
- 11 – zewnętrzna droga dojazdowa,
- 12 – parking zewnętrzny dla pojazdów drogowych,
- - kierunek ruchu,
- - tory kolejowe,
- - - - tory podsuwnicowe,
- - obszar obsługi ładunkowej terminala przeładunkowego,
- · - · - · - droga dojazdowa dla pojazdów drogowych.



Rys.5 Kolejowo-drogowy terminal przeładunkowy w układzie przejściowym z poprzecznym rozwinięciem układu obsługowego

Źródło: opracowanie własne na podstawie [6, 25]



Rys.6 Kolejowo-drogowy terminal przeładunkowy w układzie przejściowym z podłużnym rozwinięciem układu obsługowego

Źródło: opracowanie własne na podstawie [6, 25]

Znaczenie symboliki użytej na rys. 5 oraz rys. 6 jest następujące:

- 1 – grupa torów przyjazdowo-odjazdowych,
- 2 – tory odstawkowe,
- 3 – tory ładunkowe podsuwnicowe,
- 4 – tor naładunkowy/wyładunkowy dla naczep siodłowych w technologii przeładunku pionowego (np. wagony kieszeniowy) i/lub poziomego,
- 5 – tor naładunkowy/wyładunkowy dla zestawów drogowych w technologii przeładunku poziomego (np. Rollende Landstrasse),
- 6 – tor objazdowy dla lokomotyw manewrowych,
- 7 – tory wyciągowe,
- 8 – tor postojowy dla lokomotyw manewrowych,
- 9 – suwnica bramowa,
- 10 – pasma składowania jednostek transportu intermodalnego pod suwnicą,

- 11 – plac manipulacyjno-składowy dla jednostek transportu intermodalnego,
- 12 – obiekty administracyjno-socjalne oraz zaplecze usługowo-naprawcze,
- 13 – brama wjazdowa dla pojazdów drogowych, budynek portierni oraz brama wjazdowa dla pojazdów drogowych,
- 14 – parking zewnętrzny dla pojazdów drogowych,
- 15 – tor dla wagonów uszkodzonych/wyłączonych z eksploatacji,
- - kierunek ruchu,
- - tory kolejowe,
- - tory podsuwnicowe,
- - ogrodzenie terminala przeładunkowego,
- ... - droga dojazdowa dla pojazdów drogowych.

7. WYBRANE ELEMENTY UKŁADU FUNKCJONALNO-PRZESTRZENNEGO ŁADOWEGO TERMINAŁA PRZEŁADUNKOWEGO

Do podstawowych elementów wyposażenia inżynierskiego kolejowo-drogowej bazy przeładunkowej dla transportu intermodalnego, podając za [3, 6, 12, 15, 19, 25, 26, 27, 31], należą:

1. Układ torowy umożliwiający kompleksową obsługę składów pociągowych lub grup wagonowych, przybywających oraz wyprawianych z terminala przeładunkowego. Powinien składać się z następujących elementów:
 - torów grupy przyjazdowej,
 - torów grupy odjazdowej,
 - lub w zależności od wielkości terminala przeładunkowego, wyboru rozwiązania przestrzennego oraz lokalizacji na sieci linii kolejowej, torów grupy przyjazdowo-odjazdowej,
 - grupy torów ładunkowych, wchodzących w skład układu ładunkowego terminala przeładunkowego,
 - torów wyciągowych powiązanych z grupą przyjazdowo-odjazdową oraz układem ładunkowym terminala przeładunkowego,
 - torów komunikacyjnych oraz łącznicowych, umożliwiających powiązanie z torami zewnętrznej sieci kolejowej, wymianę trakcji oraz prowadzenie prac manewrowych,
 - torów pomocniczych, które są wymagane i są stosowane w zależności od natężenia ruchu i potrzeb terminala przeładunkowego, do których zalicza się m.in. tory porządkowe, tory odstawcze, tory postojowe,
 - wagi wagonowej umieszczonej w wyznaczonym torze, przeznaczonej do wykonywania czynności handlowych,
 - bramy kolejowej umożliwiającej wjazd oraz wyjazd składu pociągowego lub lokomotyw manewrowych wraz z grupą wagonów, z/do układu torowego terminala przeładunkowego.
2. Układ drogowy umożliwiający sprawną i bezkolizyjną obsługę techniczno-ruchową środków transportu drogowego oraz urządzeń przeładunkowych. Ponadto powinien w czytelny sposób określać ruch pojazdów po wyznaczonych do tego celu pasach ruchu oraz umożliwiać bezkolizyjne zawracanie środków transportu wewnętrznego i zewnętrznego. Układ drogowy terminala przeładunkowego obejmuje następujące elementy:
 - układ zewnętrznych dróg dojazdowych, stanowiących połączenie z siecią dróg publicznych,
 - układ wewnętrznych pasów ruchu drogowego usytuowanych wzdłuż torów ładunkowych oraz obszarów składowych dla jednostek transportu intermodalnego,
 - układ wewnętrznych dróg komunikacyjnych dla urządzeń przewoźno-przeładunkowych, przeznaczonych do czynności transportowych oraz manipulacyjnych na jednostkach transportu intermodalnego,
 - parkingi zewnętrzne dla zestawów drogowych oraz innych pojazdów samochodowych,

- wyznaczone miejsca postoju dla pojazdów drogowych w manipulacyjno-składowym obszarze terminala przeładunkowego, w celu dokonania odprawy techniczno-handlowej oraz czynności ładunkowych.
3. Układ powierzchni manipulacyjno-składowych służący do składowania oraz dokonywania czynności manipulacyjnych (w tym również porządkowych) na jednostkach transportu intermodalnego. Podzielony jest na obszary przeznaczone do składowania poszczególnych rodzajów jednostek ładunkowych, w zależności od ich wymagań technicznych i charakterystyki. W skład danego układu wchodzi obszary przeznaczone dla składowania:
 - tymczasowego dla jednostek transportu intermodalnego przybyłych do terminala przeładunkowego transportem kolejowym lub drogowym i podlegających przeładunkowi pośredniemu w relacji bezpośredniej (pojazd drogowy-kolej) lub pośredniemu z uwzględnieniem ich przyporządkowaniem do odpowiedniego obszaru składowania jednostek ładunkowych,
 - kontenerów uniwersalnych ładownych,
 - kontenerów uniwersalnych próżnych,
 - kontenerów wymagających zasilania,
 - kontenerów z materiałami niebezpiecznymi,
 - pozostałych rodzajów kontenerów,
 - nadwozi wymiennych,
 - naczep siodłowych,
 - zestawów drogowych.
 4. Układ ładunkowy, który powinien zapewniać przyjmowanie pełnych składów wagonowych na torach ładunkowych, bez konieczności ich rozrządzenia oraz bezkolizyjną oraz sprawną obsługę transportową i logistyczną środków transportu zewnętrznego i wewnętrznego. Złożony jest z następujących elementów:
 - grupy torów ładunkowych, wyszczególnionych przy układzie torowym,
 - pasma ruchu drogowego dla poruszania się zestawów drogowych oraz urządzeń przewozowo-przeładunkowych,
 - pasma składowania podsuwnicowego oraz suwnicy (w przypadku jej uwzględnieniu w rozwiązaniu projektowym), torów podsuwnicowych,
 - pasma składowania tymczasowego dla jednostek transportu intermodalnego,
 - pasm składowania dla jednostek transportu intermodalnego dla przeładunku pośredniego,
 - układu zasilania urządzeń ładunkowych oraz oświetlenia.
 5. Budynki administracyjno-socjalne, zaplecze usługowo-naprawcze, budynek portierni oraz brama wjazdowa dla transportu drogowego.
 6. Urządzenia energetyczne i oświetleniowe, wodno – kanalizacyjne oraz inne towarzyszące.
 7. Pozostałe obiekty towarzyszące wchodzące w skład infrastruktury terminala przeładunkowego a nie wymienione w powyższym wykazie.

Powyższy podział ma przede wszystkim znaczenie funkcjonalne, a nie ściśle projektowo – budowlane. Wynika to z faktu, iż część wykazanych elementów może pokrywać się ze sobą w praktyce lub mieć odmienny podział funkcjonalny (np. elementy układu torowego lub place manipulacyjno-składowe).

8. INNOWACYJNE TECHNOLOGIE W ZAKRESIE OBSŁUGI JEDNOSTEK TRANSPORTU INTERMODALNEGO

Optimalizacja procesów obsługowych na jednostkach transportu intermodalnego wiąże się często z wykorzystaniem nowych rozwiązań technologicznych. Wpływają one nie tylko na skrócenie całkowitego czasu obsługi jednostek ładunkowych, a przy tym usprawnienie procesów obsługowych, ale również w dużej mierze na większą konkurencyjność transportu intermodalnego w stosunku

do drogowego. W wielu publikacjach anglojęzycznych stawiany jest nacisk na zautomatyzowanie procesów logistycznych na terenie baz przeładunkowych poprzez wykorzystanie sterowania zcentralizowanego przy wykorzystaniu oprogramowania komputerowego. W tym celu warto zwrócić uwagę na rozwiązania technologiczne, takie jak m.in.:

- zautomatyzowane suwnice ASC (ang. Automated Stacking Crane), [5, 8, 15, 27, 29, 32],
- systemy przewozowo – przeładunkowe dla naczep siodłowych i zestawów drogowych (Modalohr, Flexiwaggon, Rollende Landstrasse, CargoBeamer, itp.), [27, 28, 32],
- systemy do zautomatyzowanej obsługi przewozowej kontenerów i nadwozi wymiennych AGV (ang. Automated Guided Vehicles) oraz ALV (ang. Automated Lifting Vehicles), [9, 10, 11, 15, 26, 29, 32].

9. PODSUMOWANIE

Zaprojektowanie kolejowo-drogowej bazy przeładunkowej jest złożonym zadaniem wymagającym uwzględnienia wielowariantowych rozwiązań, zarówno przy wyborze wyposażenia technologicznego jak również układu funkcjonalno-przestrzennego. Niezwykle pomocną przy tym zagadnieniu jest fachowa literatura, w której wskazane są kolejno kroki projektowe wraz z uwzględnieniem rozwiązań problemów decyzyjnych, począwszy od sformułowania zadania logistycznego, aż do uzyskania rozwiązania optymalnego. Pozwala ona nie tylko na przegląd zastosowanych rozwiązań lecz również ukierunkowuje na dalsze rozwiązania w oparciu o badania naukowe.

Streszczenie

W artykule dokonano przeglądu literatury krajowej i zagranicznej dotyczącej metod projektowania terminali przeładunkowych oraz obiektów logistycznych o zbliżonej strukturze funkcjonalno-przestrzennej. Na podstawie przeglądu dokonano usystematyzowania i analizy zagadnień skupionych wokół problematyki projektowania baz przeładunkowych, ze szczególnym uwzględnieniem transportu intermodalnego. Istotnym elementem artykułu jest uwzględnienie w jego treści przede wszystkim możliwości wykorzystania nowych technologii w zakresie procesów zachodzących w bazach przeładunkowych oraz obiektach logistycznych o zbliżonej strukturze funkcjonalno-przestrzennej.

Słowa kluczowe: projektowanie terminala kontenerowego, kolejowo-drogowa baza przeładunkowa, transport intermodalny

Analysis of the issue of intermodal terminals designing

Abstract

The paper reviews the domestic and foreign literature in the field of methods designing the transshipment terminals and logistics facilities with similar functional and spatial structure as transshipment terminals, described in the theory and applied in practice. Based on the review systematization and analysis issues centered around the issue of transshipment terminals designing was made. It was done with particular emphasis on intermodal transport. An important element of this paper was that the possibilities of using new technologies were included in its content.

Keywords: container terminal designing, rail-road transshipment terminal, intermodal transport

LITERATURA

- [1] Ambrosino D., Sciomachen A., Tanfani E.: *A decomposition heuristics for the container ship stowage problem*, Journal of Heuristics, Volume 12, Issue 3, May 2006, pp. 211-233
- [2] Basiewicz T.: *Metodologia projektowania w inżynierii transportu*, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1987
- [3] Basiewicz T.: *Projektowanie infrastruktury kolejowej*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1988
- [4] Basiewicz T., Gołaszewski A., Rudziński L.: *Infrastruktura Transportu*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1998, ISBN 83-87012-91-2

- [5] Böse J. W.: *Handbook of Terminal Planning*, Wydawnictwo Springer, Londyn, 2011, ISBN 978-1-4419-8407-4
- [6] Cieślakowski S. J.: *Stacje kolejowe*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1992, ISBN 83 206-1061-3
- [7] Fijałkowski J.: *Technologia magazynowania. Wybrane zagadnienia*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1995, ISBN 83-86569-33-6
- [8] Günther H.-O., Kim K. H.: *Container terminals and automated transport systems*, Wydawnictwo Springer, Berlin, 2005 ISBN: 978-3-540-22328-3
- [9] Ioannou P., Chassiakos A., Zhang J., Kanaris A., Unglaub R.: *Automated container transport system between inland port and terminals*, Project Report, University of Southern California, 2002
- [10] Ioannou P. A., Jula H, Liu C-I, Vukadinovic K., Pourmohammadi H., Dougherty Jr E.: *Advanced material handling: automated guided vehicles in agile ports*, Final Report, University of Southern California, 2001
- [11] Ioannou P. A., Kosmatopoulos E. B., Jula H., Collinge A., Liu C-I, Asef-Vaziri A., Dougherty Jr E.: *Cargo handling technologies*, Final Report, University of Southern California, 2001
- [12] Jakubowski L.: *Technologia prac ładunkowych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2003, ISBN 83-7207-394-5
- [13] Jakubowski L.: *Zasady wyposażenia technicznego oraz zarys technologii pracy stacji kontenerowych w I etapie KST*, Temat NPG 08.1.1.-03.08., Prace Naukowo – Badawcze i Rozwojowe COBiRTK, Warszawa, 1972
- [14] Jakubowski L., Makowski J., Skorupski J.: *Wytyczne projektowanie stacji i punktów kontenerowych*. Prace Naukowo – Badawcze i Rozwojowe COBiRTK, Warszawa, 1975
- [15] Kemme N.: *Design and operation of automated container storage systems*, Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg, 2013, ISBN 978-3-7908-2884-9
- [16] Kim K. H., Kim H., B.: *The optimal determination of the space requirement and the number of transfer cranes for import containers*, Computers & Industrial Engineering, 35, 1998, pp. 427–430
- [17] Kim K. H., Kim H. B.: *Segregating space allocation models for container inventories in port container terminals*, International Journal of Production Economics 59, 1999, pp. 415–423
- [18] Kim K H, Kim H B *The optimal sizing of the storage space and handling facilities for import containers*, Transportation Research-B 36, 2002, pp. 821–835
- [19] Kostrzewski A., Nader M., *Podstawowe założenia struktury procedury projektowania centrum przeladunkowego dla transport intermodalnego*, XIV Międzynarodowa Konferencja Naukowa QSET 2013. Jakość, Bezpieczeństwo i Ekologia w Transporcie, Kraków – Niepołomice, Instytut Pojazdów Szynowych Politechnika Krakowska, 5-7 czerwca 2013 r.
- [20] Kostrzewski M.: *Metoda projektowania obiektów logistycznych z uwzględnieniem suboptymalizacyjnych stref funkcjonalno – przestrzennych*, Rozprawa Doktorska, Politechnika Warszawska, Wydział Transportu, Warszawa, 2011
- [21] Kostrzewski M.: *Warehouses Designing Method – a Study of a Procedure for Warehouses Designing and Its OL09 Software Implementation*, The Archives of Transport, Vol. XXIV NO. 3, 2012b, pp. 321-340
- [22] Kwaśniowski S., Nowakowski T., Zając M.: *Transport intermodalny w sieciach logistycznych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2008, ISSN 1425 – 0993
- [23] Lewczuk K.: *Metoda projektowania obiektów logistycznych w aspekcie harmonogramowania procesów transportu wewnętrznego*, Rozprawa Doktorska, Politechnika Warszawska, Wydział Transportu, Warszawa, 2010
- [24] Massel A.: *Projektowanie linii i stacji kolejowych*, Kolejowa Oficyna Wydawnicza, Warszawa, 2010, ISBN 978-83-930600-2-3
- [25] Pod. red. Jakubowski L.: *Punkty kontenerowe w transporcie lądowym*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1978
- [26] Rudziński L., Bąbel J., Tokarska A.: *Projektowanie stacji kolejowych*, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1987
- [27] Saanen Y. A.: *An approach for designing robotized marine container terminals*, Technical University of Delft, Rotterdam, ISBN: 90-5638-129-6
- [28] Stokłosa J.: *Transport intermodalny. Technologia i organizacja*, Wydawnictwa Naukowe Wyższej Szkoły Ekonomii i Innowacji, Lublin, 2011, ISBN 978-83-62074-04-4
- [29] Watanabe I.: *Container terminal planning: a theoretical approach*, World Cargo News, 2001, ISBN 9780954021009
- [30] Wilson I. D., Roach P. A., Ware J. A.: *Container Stowage Pre-planning: using search to generate solutions, a case study*, Journal of Knowledge Based Systems, 14/3-4, 2001, pp. 137-145

- [31] Towpik K.: *Infrastruktura transportu kolejowego*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2004, ISBN 83-7207-453-4
- [32] Zielaskiewicz H.: *Transport intermodalny na rynku usług przewozowych*, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, Radom, 2010, ISBN 978-83-7204-961-2