

Terminale intermodalne, aspekty wyboru rozwiązań projektowych

Terminals intermodal, aspects of the selection of design solutions



Mirosław Antonowicz

Dr

*Członek Zarządu PKP S.A.,
Akademia Leona Kuźmińskiego w
Warszawie*



Henryk Zielaskiewicz

*Dyrektor Biura Logistyki PKP S.A.,
Akademia WSB w Dąbrowie
Górnicej*

Streszczenie: Autorzy artykułu przedstawiają tendencje zmian w zakresie przewozów intermodalnych w Polsce i znaczenia rozwoju infrastruktury liniowej i punktowej dla utrzymania korzystnych trendów wzrostu przewozu tego segmentu ładunków. Ważnym elementem systemu transportu infrastruktury punktowej są terminale intermodalne. Odpowiedni wybór lokalizacji pod przyszłą infrastrukturę transportową ma istotny wpływ na przebieg procesu inwestycyjnego oraz ekonomiczne powodzenie projektu. Ważnym etapem jest etap planowania inwestycji i opracowania koncepcji dostosowując obiekt to przewidywanych protokół ładunków z uwzględnieniem czynników czasu.

Słowa kluczowe: *Transport intermodalny; System transportowy; Terminal intermodalny; Proces projektowy*

Abstract: The authors present trends of changes in intermodal transport in Poland and the importance of the development of linear and point infrastructure to maintain favorable trends in the growth of this segment of cargo transport. An important element of the point infrastructure transport system are intermodal terminals. Appropriate selection of locations for future transport infrastructure has a significant impact on the course of the investment process and the economic success of the project. An important stage is the stage of investment planning and development of the concept, adjusting the object to the anticipated cargo protocol taking into account time factors.

Keywords: *Intermodal transport; Transport system; Intermodal terminal; Design process*

Obecne trendy przewozów jednostek intermodalnych wskazują, że ten segment ładunku będzie w najbliższych latach charakteryzował się tendencją wzrostową. Analiza danych statystycznych świadczy o skali rozwoju: w roku 2010 było to 440 tys. ton natomiast po ośmiu latach, w roku 2018, wielkość przewiezionej masy wyniosła już 17.02 mln ton. Liczba statystycznych jednostek TEU w tym samym okresie wzrosła z 584 tys. TEU do 1894 tys. TEU. Ilość przewiezionych jednostek intermodalnych w okresie omawianych ośmiu lat wrosła z 354 tys. UTI do 1259 tys. UTI w roku. Przewozy jednostek intermodalnych łączą poszczególne gałęzie transportowe w łańcuchach dostaw wykorzystując ich najlepsze cechy. Finalnie rozwiązują szereg problemów w funkcjonowaniu systemów transportowych, co ma przełożenie na płynność potoków. Optymistyczne prognozy przewozowe wpływają na rozwój infrastruktury terminalowej, która powinna pracować w układzie sieciowym. Rozwój infrastruktury musi

wyprzedzać rozwój transportu w stosunku do potrzeb, a więc wyprzedzać potrzeby transportowe. Wynika to m.in. z długiego okresu powstawania obiektów infrastrukturalnych. Standardy infrastruktury z kolei powinny zapewnić wysokiej jakości obsługę wszystkich ładunków, również tych z grupy materiałów niebezpiecznych. Podobnie jak każdy produkt czy usługa, tak też przewozy intermodalne przechodzą swój „cykl życia produktu”. Można uznać, iż obecnie w Polsce uczestnicy rynku intermodalnego spotykają się z fazą dynamicznego wzrostu swoich usług, jednak ten stan nie będzie stały. Przy optymalnych warunkach gospodarczych i prawnych należy sądzić, iż po osiągnięciu pewnego pułapu, zarówno od strony popytowej, jak też podażowej, powinna wystąpić tzw. faza dojrzałości charakteryzująca się wzrostem, jednak o znacznie mniejszej dynamice, bądź w gorszych uwarunkowaniach - nawet stagnacją. Jest to niebezpieczny moment dla przedsiębiorców, ponieważ kolejną fazą cyklu życia może być

spadek przewozów. Chcąc uniknąć tego niekorzystnego okresu konieczne jest podjęcie działań, które umożliwią dalszy rozwój produktów powiązanych z przewozami intermodalnymi. Jednym z istotnych warunków jest dostosowanie do rosnących potoków ładunków zarówno infrastruktury liniowej, jak i punktowej, to znaczy różnego rodzaju terminali, nowych rozwiązań organizacyjnych, taboru wagonowego i trakcyjnego, oraz technologii wsparcia IT.

Rozwojowi przewozów kolejowych nie sprzyja malejąca liczba bocznic - w roku 2002 było ich ponad dwa tysiące, obecnie jest około 1160. Z uwagi na duże koszty budowy, a następnie eksploatacji bocznic kolejowych oraz utrudnioną procedurę uzyskiwania świadectw bezpieczeństwa, przedsiębiorstwa nie wybierają tej formy obsługi transportowej. Transport samochodowy z uwagi na znacznie lepiej rozbudowaną infrastrukturę liniową oraz kilkakrotnie niższe opłaty za dostęp do niej może zaoferować niższą cenę frachtu, a zarazem jest bardziej elastyczny w or-

ganizowaniu procesu przewozowego. Z uwagi na obecne uwarunkowania wynikające z polityki transportowej państwa, w tym wysokości stawek dostępu do infrastruktury transportowej dla poszczególnych gałęzi transportu, opłacalność ekonomiczna masy jednostkowej ładunku przewożonego transportem samochodowym jest kilkakrotnie większa niż w transporcie kolejowym. Ta zależność dotyczy przede wszystkim małych potoków ładunków. Mając na uwadze duże braki kierowców w firmach transportowych oraz warunki ich pracy, szczególnie w kilkudniowych trasach przewozu ładunku, narastającą kongestię, a więc i opóźnienia w dostarczaniu ładunków, konieczne stają się nowe rozwiązania organizacyjne. Duże firmy transportu samochodowego powinny współpracować przy rozwoju transportu intermodalnego, szczególnie na trasach o znacznych odległościach. Jeden pociąg składający się z 30 wagonów przewożący naczepy samochodowe, pokonujący dystans 900 km może przynieść około 500 - 600 godzin oszczędności pracy kierowców, co w skali miesiąca jest równoważne czterem zatrudnionym osobom. Przy takiej organizacji konieczne jest, aby na początkowym i końcowym odcinku trasy firma dysponowała odpowiednią ilością ciągników siodłowych. W tym segmencie przewozów najbardziej uniwersalną jest jednostka transportowa jaką jest kontener. Stworzyła ona szereg możliwości jej wykorzystania dzięki łatwemu sposobowi przeładunku z jednego środka transportu na drugi, czy możliwości jej piętrzenia podczas składowania. Konieczność jego szerokiego zastosowania wynikała z potrzeby optymalizacji ogólnych kosztów, czasu transportu, dostępności przewozu również większych partii ładunków. Optymalne dostosowanie do rodzaju przewozowego ładunku zapewniają różne rozwiązania konstrukcyjne tej jednostki. Zunifikowana jednostka ładunkowa pozwala na konstruowanie i produkowanie przez różne firmy niezbędnych środków transportu i przeładunku oraz składowania. Obserwując światowe tendencje potoków ładunków skonteneryzowanych tj. dalszy dynamiczny rozwój konteneryzacji w wymianie handlowej pomiędzy Unią Europejską, Azją (Chiny, Indie) i Stanami Zjedno-

czonymi jak również Brazylią - szybko rozwijającym się w ostatnim czasie kierunku, ważnym polem działań staje się nawiązywanie biznesowych relacji w celu realizacji projektów zmierzających do obsługi potoków ładunków, szczególnie w aspekcie tworzenia tzw. morsko - kolejowych połączeń. Innym kierunkiem strategicznym jest też rozwój przewozów z wykorzystaniem tzw. Nowego Jedwabnego Szlaku (NJS). Potoki jednostek intermodalnych na tym kierunku rosną w skali około 20% / rok, jednak skala tych przewozów jest kilkakrotnie niższa niż w przewozach morskich. W 2017 roku wielkość przewozów intermodalnych po wszystkich trasach NJS wyniosła około 380 tys. TEU, podczas gdy nasze porty w tym samym roku przeładowały łącznie 2385 tys. TEU a w roku 2018 było to już 2834 tys. TEU. Wynika z tego, że potoki ładunków poprzez polskie porty są kilkakrotnie większe od tych, które przechodzą przez nasze wschodnie przejścia graniczne. Jeżeli nie nastąpią istotne załamania gospodarcze to dalszy rozwój przewozów intermodalnych w Polsce jest nieunikniony. Przewiduje się, iż przez najbliższe 3 - 4 lata jego wzrost będzie na poziomie kilkunastu procent rocznie, a następnie wzrost ustabilizuje się i będzie na poziomie 5 - 6 % rocznie. W naszym kraju wielkość ta kształtuje się na poziomie 10,33% w pracy przewozowej i 6,80% w wielkości masy towarów. Biorąc pod uwagę, iż w krajach Europy Zachodniej w rynku kolejowych przewozów towarowych przewozy intermodalne stanowią średnio około 15 - 16% oraz fakt, iż ten segment przewozów się rozwija, a przez nasz kraj przechodzą aż cztery paneuropejskie korytarze transportowe oraz trzy kolejowe korytarze transportowe UE: 5, 8 oraz 11, ten segment ma duże szanse dalszego rozwoju, jednak potrzebna jest odpowiednio przygotowana infrastruktura liniowa i punktowa. Bez odpowiednio przygotowanej infrastruktury ten duży potok ładunku obciążą nasze drogi.

Proces przygotowania i realizacji terminali intermodalnych – wybrane zagadnienia.

W Polsce obecnie funkcjonuje 36 terminali intermodalnych różnej wielkości i stanie technicznym. Wiele z nich to

prowizoryczne, adaptowane do tego celu ogólnodostępne palce za i wyładunkowe. Nie zapewniają one pełnego serwisu i odpowiedniej jakości świadczonych usług. Większość terminali intermodalnych spełniających standardy europejskie wykonanych zostało przy wsparciu środkami pomocowymi w perspektywie finansowej 2004-2006 oraz 2007-2013. W obecnej perspektywie finansowe wsparcie uzyskało 6 projektów: jeden dotyczący budowy nowego terminala oraz 5 związanych z rozbudową terminali już istniejących. Zasadnicze kierunki potoków ładunków i obecny układ rozmieszczenia terminali intermodalnych oraz generatorów ładunków jakimi są specjalne strefy ekonomiczne, parki technologiczne oraz centra magazynowe powstające wokół większych miast pozwalają na wytypowanie lokalizacji, w których powinny powstać nowe terminale intermodalne lub terminale typu railport. Kryteria wyboru lokalizacji pod terminal intermodalny możemy podzielić na kilka obszarów, jednak do najważniejszych będziemy zaliczać organizacyjno-prawny, techniczny, społeczno-środowiskowy oraz najważniejszy jakim jest rynkowy.

Wysokie koszty oraz długotrwały okres budowy infrastruktury terminalowej począwszy od wyboru lokalizacji do zakończenia realizacji inwestycji wymagają, aby proces ten poprzedzić szeregiem przygotowań - działaniami przed projektowymi i fazą przygotowania inwestycji. Poniższy schemat przedstawia przebieg procesu inwestycyjnego.

Każdy etap procesu jest istotny i w ostateczności ma wpływ na wybór charakteru oraz technologii pracy, wielkości i parametrów planowanego obiektu. Koncepcja sieci infrastruktury logistycznej w Polsce powinna dla dużego operatora stanowić dokument planistyczny, ukazujący zarówno lokalizacje tzw. Optymalne, jak również potencjalne miejsca tworzenia infrastruktury logistycznej, dla których konieczne jest przeprowadzenie dokładniejszych badań analitycznych. Obrazować powinna ona wstępne założenia techniczne i przeznaczenie planowanej infrastruktury wynikające z potrzeb rynkowych i uwarunkowań komunikacyjnych. Koncepcja wybranej

lokalizacji przedstawia pomysł na zagospodarowanie danego terenu, często wielowariantowe z dokładniejszymi analizami rynku i uwarunkowań technicznych oraz prawno-organizacyjnych lokalizacji. Wybór docelowego i optymalnego modelu budowy, a następnie pracy terminala, odbywa się zwykle na etapie tworzenia biznesplanu bądź studium wykonalności, a także programu funkcjonalno-użytkowego (PFU). Są to dokumenty, na podstawie których jest podejmowana decyzja o realizacji procesu inwestycyjnego, dlatego wykazują nie tylko kształt docelowej infrastruktury, ale przede wszystkim aspekty ekonomiczno-finansowe jej utworzenia.

Opracowując koncepcję funkcjonowania terminala intermodalnego uwzględniamy jego aspekty techniczne i organizacyjne, które powinny być dostosowane do prognozowanych potoków ładunku. Na wybór wielkości placów składowych, rodzaju nawierzchni, długości i ilości torów, rodzaju urządzeń przeładunkowych, wreszcie sposobu rejonizacji części placów z ich obszarem wg przeznaczenia (niebezpieczne, depo, celne, kontrolowanie temperatury) i układu wewnętrznych dróg, a także parkingów, mają wpływ nie tylko uwarunkowania techniczne i układ otoczenia, ale przede wszystkim wielkość i rodzaj prognozowanych potoków ładunków, a także opłacalność ich obsługi, a więc warunki handlowe. Elementami wspierającymi ocenę relacji wielkości potoku w stosunku do koncepcji zagospodarowania terminala są wyliczane wskaźniki możliwości przeładunkowych UTI oraz możliwości składowych obiektu. Ponieważ na zdolności przeładunkowe terminala wpływa również przyjęta organizacja i uwarunkowania handlowe zawarte z klientami, wyliczając pojemności i zdolności przeładunkowe przyszłej infrastruktury należy wziąć pod uwagę nie tylko prognozowane natężenie potoków ładunków, ale przede wszystkim przewidywany średni czas składowania jednostek oraz ich strukturę rodzajową (20', 40', o kontrolowanej temperaturze, naczepy) wpływającą na zajętość placu. Należy brać również pod uwagę rozmieszczenie kontenerów na placu z uwagi na rodzaj ładunku np. izotermiczne, chemiczne, z ładunkiem szczególnie niebezpiecznym, itp.

Na zdolność przeładunkową terminala wpływ ma bardzo wiele czynników m.in. jego wyposażenie oraz rozwiązania techniczne, współzależnych i odrębnie wyliczanych algorytmem opracowanym z wykorzystaniem programu Excel. Do nich można zaliczyć uwarunkowania wewnętrzne tj. ilość i rodzaj urządzeń przeładunkowych, szybkość ich pracy, specyfikę pracy terminala, wielkość powierzchni składowych (wg przeznaczenia), długość i ilość torów przeładunkowych, czas pracy terminala oraz czynniki zewnętrzne prognozowane tj. ilość poszczególnych rodzajów kontenerów (niebezpieczne, o kontrolowanej temperaturze, naczepy, 20', 40') i wynikającą z nich zajętość placu oraz sposób składowania, rodzaj, ilość i struktura zapotrzebowanych usług ze średnim czasem ich wykonywania (przeładunek wagon – wagon, wagon – samochód, wagon – plac – samochód), czas składowania jednostek, a także bliskość i rodzaj obsługującej terminal stacji towarowej oraz jej wielkość. Nie bez znaczenia jest też układ dróg kołowych dochodzących do terminala.

Wyliczenie zdolności przeładunkowych projektowanego obiektu wiąże się przeważnie z ustaleniem jego modułu, który ma najmniejszą przepustowość tzw. wąskiego gardła lub zgodnie z teorią Adamieckiego – „walca” o najmniejszej zdolności przerobczej w ciągu walcowniczym, przy którym terminal nie jest w stanie więcej przeładować. Moduł ten ogranicza możliwości przeładunkowe pozostałych elementów. Oszacowana liczba stanowi najczęściej maksymalne możliwości przeładunkowe terminala i chcąc je zwiększyć trzeba zniwelować określoną przeszkodę np. poprzez założenie pracy większej liczby urządzeń przeładunkowych, zwiększenie długości frontu przeładunkowego, czy ilości torów za i wyładunkowych. Parametry projektowanego terminala przy danej prognozie przeładunkowej (do 10 lat) powinny zapewniać minimum 10-20% bufor zdolności każdego z elementów wpływających na możliwości przeładunkowe terminala. Planując urządzenia przeładunkowe należy uwzględnić jaki charakter będzie miał terminal, czy jest to terminal portowy, wewnątrz kraju, czy też na naszej granicy wschodniej. Wybierając pomiędzy suwnicą

oraz urządzeniami typu „reach stacker” należy uwzględnić przede wszystkim planowaną technologię przeładunku i rozmiary oraz ukształtowanie placów. W przypadku realizacji przeładunków wagon – wagon i wagon – plac, przy wąskich placach, najekonomiczniej jest wybrać suwnice, natomiast im szerszy plac, tym bardziej opłacalny staje się zakup „reach stackerów”. Głównym powodem takiego podejścia jest cena i koszty eksploatacji obu rodzajów urządzeń. Koszty użytkowania suwnic są o wiele niższe od kosztów eksploatacji reach stackerów”, ale to przekłada się jednocześnie na cenę ich zakupu, która jest kilkakrotnie wyższa, a dodatkowo w miarę wzrostu rozpiętości pomiędzy podporami oraz konieczności wyposażenia w dodatkowy wysięgnik, cena zakupu jeszcze znacznie wzrasta. Konstrukcje urządzeń przeładunkowych są unowocześniane - pojawiają się nowe, lepsze i wydajniejsze rozwiązania konstrukcyjne. Coraz częściej na terminalach wykorzystuje się suwnice na kołach ogumionych RTG, której rozpiętość pomiędzy podporami obecnie dochodzi do 33 metrów. Suwnica taka porusza się po betonowych pasach jezdnych o odpowiedniej nośności. Jest ona dostosowana do możliwości zmiany pasa jezdny, a więc może obsługiwać szerszy obszar. Zastępuje ona w rozwiązaniach suwnice klasyczne typu RMG poruszające się po tokach szyn podsuwnicowych. Jednak takie rozwiązanie jest znacznie droższe. Suwnice tego typu mogą mieć znacznie większe rozpiętości pomiędzy podporami dochodzące do 50 metrów oraz dodatkowo wysięgniki boczne o długości do 1/3 rozpiętości między podporami. Koszty budowy suwnicy i toków szynowych z uwagi na występujące obciążenia są jednak wysokie. Przy rozległych terminalach rozwiązaniem pozwalającym na optymalizację nakładów i kosztów późniejszej eksploatacji może być zakup oprócz suwnic i „reach stackerów” ciągników umożliwiających rozwóz jednostek intermodalnych w różne rejony placów. Dla obsługi pustych kontenerów najlepszym urządzeniem jest lekki „reach stacker lub” tzw. sztaplarka, której cena zakupu jest o połowę niższa, a i w eksploatacji jest ona o wiele tańsza od „reach stackerów”.

Bardzo ważnym elementem projek-

towania terminali jest wybór rodzaju jego nawierzchni. Przykładowym rozwiązaniem mogą być zbrojone nawierzchnie betonowe. Dobór rodzaju, jak również grubości, a co za tym idzie określonej wytrzymałości nawierzchni (wynikającej z ilości możliwych osi obliczeniowych na dobę), zależy przede wszystkim od planowanego natężenia ruchu urządzeń po placu, co z kolei jest współzależne z prognozowanym potokiem ładunków przepływających przez obiekt, jak również, co ważne, zastosowanymi urządzeniami przeładunkowymi.

Planując użytkowanie tylko suwnic torowych, możliwe jest zastosowanie cieńszej podbudowy i nawierzchni betonowej o mniejszej wytrzymałości, natomiast stosując "reach stackery" lub suwnice bramowe na kołach ogumionych RTG konieczny jest wybór mocniejszej nawierzchni placów. Obecnie, coraz częściej zamiast tradycyjnego zbrojenia płyty terminalowej wykonanego z prętów stali zbrojeniowej, stosuje się zbrojenie rozproszone z włókien stalowych lub polimerowych.

Należy mieć jednak na uwadze, iż im mniejsza grubość ostatniej górnej warstwy płyty terminala, tym grubsza musi być podbudowa z kruszywa. Podbudowa z kruszywa odpowiada za przyjmowanie zasadniczego obciążenia. Innym rozwiązaniem może być wykorzystanie prefabrykowanych płyt betonowych. Ich cechami charakterystycznymi są niskie koszty oraz możliwość szybkiego montażu i użytkowania, jednak wytrzymałość powstałych placów jest mała, dlatego rozwiązanie to stosowane jest przy tymczasowych terminalach bądź w miejscach odstawczych i depach.

Bardzo ciekawą i tanią technologię wykonania placów składowych zastosowano na terminalu we Wrocławiu przy ulicy Krakowskiej. Place składowe są wykonane z klinkera, natomiast drogi po których poruszają się samojezdne urządzenia ładunkowe typu „reach stacker”, wykonano z modyfikowanego asfaltu utwardzanego powierzchniowo. Terminal ten w chwili obecnej jest nieeksploatowany.

Przykładem poprawnego tworzenia infrastruktury logistycznej jest terminal w Małaszewiczach. Już na etapie koncepcji sieci infrastruktury logistycznej stanowił on jedną z najważniejszych

lokalizacji, w której należy rozpocząć proces inwestycyjny w pierwszej kolejności. W 2009 roku PKP Cargo S.A. zakończyło I etap modernizacji i rozbudowy terminala intermodalnego w Małaszewiczach współfinansowanego ze środków Sektorowego Programu Operacyjnego Transport, w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego. W wyniku wdrożenia dwóch faz tego projektu uzyskano nowoczesny terminal intermodalny dysponujący placami składowymi i manipulacyjnymi wraz drogami o powierzchni 19100 m² oraz czterema torami przeładunkowymi o łącznej długości 2472 m. Możliwości przeładunkowe wynoszą obecnie ok. 190 000 TEU rocznie, natomiast powierzchnie placów umożliwiają składowe ok. 1310 TEU. W obecnej perspektywie finansowej terminal uzyskał dofinansowanie na dalszą jego rozbudowę.

Konstrukcja płyty terminalowej

Ważnym elementem projektowania terminali jest wybór odpowiedniej lokalizacji i dobór rodzaju nawierzchni placu manipulacyjno-składowego. Musimy mieć na uwadze, iż jest to najbardziej kosztownym elementem projektu i wykonany powinien być w odpowiedniej technologii. Obecnie najczęściej stosowaną technologią jego wykonania jest płyta betonowa. Dobór rodzaju, jak również grubości, a co za tym idzie określonej wytrzymałości nawierzchni (wynikającej z wielkości obciążenia pracą i nacisków piętrzonych warstw kontenerów), zależy od planowanego natężenia ruchu urządzeń po placu, co z kolei jest współzależne z prognozowanym potokiem ładunków przepływających przez obiekt, jak również co ważne - zastosowanymi urządzeniami przeładunkowymi. Innymi parametrami powinna cechować się nawierzchnia placu, na którym pracują samojezdne urządzenia przeładunkowe typu reach stacker a innymi place, na których zatrudnione są tylko suwnice, jeszcze innymi place pod składowanie pustych kontenerów.

Rozwiązaniem spełniającym wymogi dla pracy wszystkich wymienionych urządzeń i uniwersalności samej płyty przeładunkowej jest płyta przenosząca obciążenia według klasy E600, a w przypadku dróg dojazdowych, dróg

wewnętrznych, parkingów nawierzchnia odpowiadająca klasie KR-5 i KR-3. Niestety ta technologia nie należy do najtańszych.

Przykładowe przekroje konstrukcyjne nawierzchni placów:

- beton cementowy nawierzchniowy B-40 dyblowany – zbrojony w strefie dolnej siatką z prętów ϕ 16 mm o oczkach 12x12 o grubości od 25 - 32 cm,
- geowłóknina o gramaturze 400 g/m²,
- podbudowa betonowa z betonu B20 o grubości od 10 - 20 cm,
- warstwa z chudego betonu o $R_m=6-9$ Mpa o grubości od 10 - 20 cm,
- podbudowa pomocnicza z kruszywa łamanego 0/63 mm stabilizowanego mechanicznie o grubości 20 – 40 cm,

Razem około 92 cm.

Jest to rozwiązanie w technologii najbardziej wytrzymałej lecz jednocześnie kosztownej.

Nawierzchnia KR-5:

- w-wa ściernalna z SMA o uz. 0/12,8 mm o grubości około 4 cm,
- w-wa wiążąca z BA o uz. 0/20 mm o grubości około 9 cm,
- w-wa podbudowy zasadniczej z BA o uz. 0/25 mm o grubości około 18 cm,
- podbudowa pomocnicza z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie o uz. 0/63 20 cm,
- w-wa mrozoodporna o grubości około 20 cm,
- grunt stabilizowany cementem $R_m=2,50-5,0$ MPa o grubości około 15 cm,
- podłoże doprowadzić do klasy nośności G-1.

Razem około 91 cm.

Nawierzchnia KR-3:

- w-wa ściernalna z SMA o uz. 0/12,8 mm o grubości około 4 cm,
- w-wa wiążąca z BA o uz. 0/20 mm o grubości około 7 cm,
- w-wa podbudowy zasadniczej z BA o uz. 0/25 mm o grubości około 7 cm,
- podbudowa pomocnicza z kruszywa łamanego stabilizowanego me-

chanicznie o uz. 0/63 20 cm,

- w-wa mrozoodporna o grubości około 20 cm,
- grunt stabilizowany cementem $R_m = 2,50-5,0$ MPa o grubości około 15 cm,
- podłoże doprowadzić do klasy nośności G-1.

Razem około 73 cm.

Na grubość poszczególnych warstw płyty terminala istotne znaczenie ma rodzaj i struktura terenu, na którym jest ona budowana, dlatego przed przystąpieniem do jej budowy wskazane jest przeprowadzenie badań geologicznych. Istotnym elementem przy budowie płyty terminalowej jest wykonanie właściwego odwodnienia spełniającego wymogi w zakresie samej eksploatacji terminala (spadki podłużne i poprzeczne, zbieracze wody, itp.), jak również ochrony środowiska poprzez zabudowę urządzeń przechwytyjących typu osadniki i separatory z wkładem koalescencyjnym. W zależności od technologii przeładunku wody opadowe mogą być odprowadzane poprzez wpusty deszczowe uliczne oraz/lub odwodnienia liniowe. Sieć wodociągowa pożarowa powinna spełniać wymogi w zakresie ochrony p.poż dla tego typu obiektów i o wydajności 30 l/s.

Przy projektowaniu a następnie realizacji inwestycji niezbędne jest wydzielenie placów składowo-manipulacyjnych przeznaczonych dla kontenerów z materiałami niebezpiecznymi stanowiących I, II, i III- cią klasę niebezpieczeństwa pożarowego. Sposób magazynowania powinien uwzględniać również podział na obszary o niedopuszczeniu wody jako środka gaśniczego i określenie zasięgu stosowania piany gaśniczej. Z uwagi na fakt, że kontenery mogą zawierać także ciecze wysoce łatwopalne, będące jednocześnie materiałami trującymi i żrącymi, konieczne staje się określenie kategorii ryzyka wystąpienia poważnej awarii przemysłowej, wobec czego należy zgłosić klasyfikację zakładu do Komendy Wojewódzkiej PSP opracowując:

- pełny raport o bezpieczeństwie,
- wewnętrzny plan operacyjno – ratowniczy,

a także wdrożyć system bezpieczeństwa jako integralną część zarządzania terminalem.

Tak jak wcześniej zaznaczono, planując użytkowanie tylko suwnic torowych, możliwe jest zastosowanie cieńszej podbudowy i nawierzchni betonowej o mniejszej wytrzymałości, natomiast stosując samojezdne urządzenia przeładunkowe konieczny jest wybór mocniejszej nawierzchni placów. Innym rozwiązaniem może być wykorzystanie dedykowanych prefabrykowanych płyt betonowych. Ich cechami charakterystycznymi są niskie koszty oraz możliwość szybkiego montażu i użytkowania, jednak wytrzymałość powstałych placów jest mała, dlatego rozwiązanie to stosowane jest przy tymczasowych terminalach, bądź w miejscach odstawczych i depach. Technologia ta zdaje egzamin w przypadku stosowania suwnicy, natomiast w przypadku ciężkich samojezdnych urządzeń przeładunkowych (70-80 ton) dodając ciężar ładunkowego kontenera uzyskujemy łączny ciężar około 120 ton okres wytrzymałości placu jest znacznie skrócony. Przykładową technologią wykonania płyt jest wykonanie jej z prasowanego betonu B-52 o grubości 15 – 20 cm zbrojonego siatką o przekroju prętów 8 mm lub 10 mm. Dla uniknięcia korozji, płyty są szlifowane powierzchniowo. Na każdej ścianie bocznej wykonane są szczeliny, w których umieszczane są kłamy łączące. Płyty mogą być demontowane - ocenia się, że podczas demontażu około 10 - 15% płyt może ulec uszkodzeniu. Jednak umożliwia to odzyskanie znacznej ich części i wykorzystanie do budowy nowego terminala. Taką technologię zastosowano na terminalu intermodalnym w Sławkowie oraz w nieczynnym już terminalu w Sosnowcu.

Do budowy terminala wykorzystywana jest też kostka cementowa o grubości 10 cm wykonana z betonu B-40. W takiej technologii wykonana jest np. płyta terminala w Wels w Austrii lecz z uwagi na częste przypadki uderzeń ciężkimi kontenerami na kostce można zauważyć liczne pęknięcia.

Należy mieć jednak na uwadze, iż im mniejsza grubość ostatniej górnej warstwy płyty terminala, tym grubsza musi być podbudowa z kruszywa.

Zakończenie

Wszelkie działania zmierzające do rozwoju infrastruktury terminalowej pracującej w układzie sieciowym, oraz w zakresie promocji mającej wpływ na technologiczny rozwój przewozów intermodalnych są elementami niezbędnymi do utrzymania tempa wzrostu w najbliższych latach. Intermodalny łańcuch dostaw związany jest ze współudziałem kilku uczestników rynkowych, dlatego zwiększanie atrakcyjności rynkowej całości powinno wiązać się z działaniami umożliwiającymi lepszy przepływ informacji czy efektywną współpracę w procesach transportowych jednostki ładunkowej. Modernizacja infrastruktury liniowej, która obecnie prowadzona jest na bardzo szeroką skalę, bez infrastruktury punktowej jaką są również terminale intermodalne spełniające rolę generatorów ruchu nie przyniesie spodziewanych efektów w postaci przeniesienia modalnego ładunków z dróg na kolej. Ważnym kierunkiem działań jest ciągle zwiększanie świadomości społecznej w zakresie atutów tej gałęzi transportowej związanych z aspektami ekologicznymi, bezpieczeństwa przewożonych towarów czy też ekonomicznej opłacalności łańcuchów logistycznych z dominującym udziałem kolejowych przewozów.

W rozwoju przewozów intermodalnych istotne znaczenie ma polityka transportowa Państwa. Obszarów wsparcia tej formy przewozów jest wiele, ale jednym z kierunków jest konieczności wyrównywania szans kurowania transportu kolejowego i drogowego poprzez zrównoważenie kosztów dostępu do infrastruktury oraz tworzenie przepisów zmniejszających koszty dowozu jednostek intermodalnych do i z terminala na zasadach ostatniej mili. Tworzenie optymalnych łańcuchów logistycznych a zarazem opłacalnych dla firm branży logistycznej, w których dominującą rolę pełnić będzie ekologiczna kolej jest ważnym kierunkiem w zakresie zmniejszenia niekorzystnego oddziaływania na środowisko procesów transportowych w dynamicznie rozwijającej się gospodarce. ◀