

Wiśnicki B., Czarnecki M.: *Procesy logistyczne portowego terminalu kontenerowego*, [w:] *Systemy zarządzania logistycznego w transporcie morskim*, praca zbiorowa pod redakcją Henryka Salmonowicza, Wydawnictwo Zapol, Szczecin 2013, s. 233-240. ISBN 978-83-7518-557-7.

Bogusz Wiśnicki
Akademia Morska w Szczecinie

Maksymilian Czarnecki
Akademia Morska w Szczecinie

PROCESY LOGISTYCZNE PORTOWEGO TERMINALU KONTENEROWEGO

Streszczenie: Analiza dotyczy procesów logistycznych portowego terminalu kontenerowego i obejmuje: charakterystykę usług portowych, technologii przeładunkowo-składowych oraz przedstawienie algorytmów decyzyjnych najważniejszych procesów. Algorytmy decyzyjne mają charakter uniwersalny i dyskusja oraz wnioski podkreślają rolę jaką pełnią w procesie zarządzania pracą terminalu.

Słowa kluczowe: portowy terminal kontenerowy, procesy logistyczne.

1. WSTĘP

Działalność portowego terminalu kontenerowego obejmuje liczne procesy logistyczne, które tworzą portowy system transportowo-logistyczny. Zgodnie z teorią modelowania system transportowo-logistyczny można określić jako układ elementów składowych i relacji pomiędzy a procesy logistyczne to relacje przekształceń czynników wejścia do systemu na czynniki wyjścia z systemu [1]. Portowe procesy logistyczne mają swoją specyfikę ze względu na swój charakter stochastyczny i niematerialny. Efektem procesów są zrealizowane usługi portowe.

Usługi portowego terminalu kontenerowego można podzielić na dyspozycyjne oraz techniczno-wykonawcze. Usługi dyspozycyjne to procesy, które polegają na planowaniu, nadzorze i organizacji przewozu oraz przeładunku kontenerów, zaś usługi techniczno-wykonawcze to pozostałe procesy realizowane na rzecz ładunków i statków. Usługi dyspozycyjne są pierwotne w stosunku do usług techniczno-wykonawczych. Oznacza to, że wyprzedzają one usługi techniczno-wykonawcze i określają je pod względem jakościowym i ilościowym.

Usługi dyspozycyjne świadczone są przez spedytorów, agentów i maklerów okrętowych bez wykorzystywania infrastruktury i suprastruktury terminalu kontenerowego. Usługi techniczno-wykonawcze są realizowane po otrzymaniu zlecenia, które wydawane jest przedsiębiorstwom wykonawczym (operatorom terminali) przez spedytorów, którzy reprezentują właściciela ładunku oraz przez maklerów, którzy reprezentują interesy armatorów. Najważniejsze usługi techniczno-wykonawcze terminali kontenerowych obejmują [2]:

- 1) przeładunek,
- 2) składowanie,
- 3) formowanie i rozformowywanie kontenerów,
- 4) znakowanie, etykietowanie kontenerów,
- 5) naprawa kontenerów,
- 6) mycie kontenerów,
- 7) podłączanie i odłączanie kontenerów chłodzonych od źródeł zasilania,
- 8) kontrola weterynaryjna i fitosanitarna,
- 9) kontrola celna.
- 10) zaopatrzenie statków,
- 11) mocowanie kontenerów na statku.

Bardzo ważnym elementem w funkcjonowaniu każdego terminalu kontenerowego jest proces zarządzania procesami logistycznymi. Zazwyczaj terminale kontenerowe korzystają z dedykowanych systemów informatycznych typu TOS (terminal operating system). Większość systemów TOS podzielonych jest na określone moduły (podsystemy). Obejmują one: zarządzanie przepływem kontenerów na terminalu poprzez ich relokowanie odpowiednie miejsca, planowanie wyładunku i załadunku statku, alokacja nabrzeża, planowanie operacji na placach przeładunkowo-składowych, na frontach ładunkowych, a także integrowanie wszystkich podmiotów zaangażowanych w przewóz kontenerów, co obejmuje zarządzanie informacją, dokumentacją oraz finansami. System TOS wykorzystuje nowoczesne technologie komunikacyjne takie jak RFID, GPS, EDI i sieci bezprzewodowe. Głównym celem działania systemu jest zarządzanie procesami przy zachowaniu odpowiednich założonych wcześniej parametrów eksploatacyjnych, z których najważniejsze to wydajność, jakość wykonywanych usług, a także ich bezpieczeństwo.

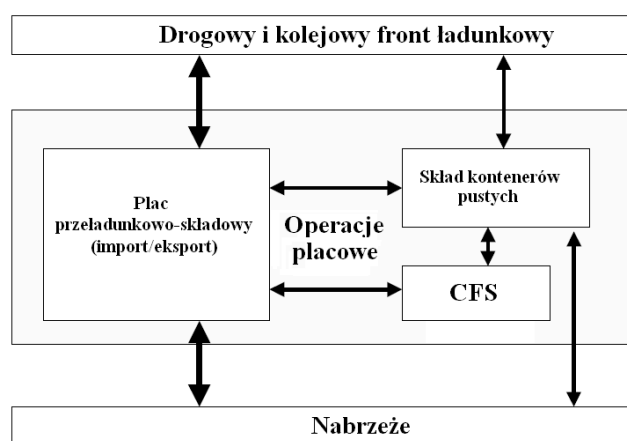
Dalsza analiza poświęcona będzie identyfikacji procesów logistycznych terminalu kontenerowego i przedstawienie ich za pomocą algorytmów decyzyjnych. Algorytmy są wstępnym etapem modelowania i symulacji które są podstawowymi narzędziami zarządzania logistycznego terminalu. Algorytmy muszą uwzględniać specyfikę technologiczną terminalu więc ich powstanie będzie poprzedzone krótką charakterystyką współczesnych technologii przeładunkowo-składowych terminali kontenerowych.

2. WSPÓŁCZESNE TECHNOLOGIE PORTOWYCH TERMINALI KONTENROWYCH

Portowe terminale kontenerowe są przeważnie częścią portu morskiego, w dużym porcie może znajdować się nawet kilka terminali kontenerowych. Ich charakterystyczną

cechą jest to, że są punktem styku transportu morskiego i lądowego. Podstawowe elementy infrastruktury obejmują nabrzeże, plac kontenerowy, kompleks bramowy oraz parkingi (rys. 1). Dodatkowo na plac kontenerowy składają się place przeładunkowo-składowe, pierwsza linia nabrzeża, samochodowy i kolejowy front ładunkowy oraz sieć dróg kołowych. Suprastrukturę stanowią urządzenia przeładunkowe i transportowe oraz obiekty towarzyszące.

Ze względu na kompleksowość terminali kontenerowych istnieje praktycznie nieskończona ilość koncepcji zagospodarowania przestrzennego. Terminale różnią się od siebie nie tylko zagospodarowaniem terenu, ale także wielkością, wachlarzem wykonywanych usług, stopniem zautomatyzowania oraz wyposażeniem. Obecnie coraz więcej terminali wyposażonych jest tylko w podstawowe elementy infrastruktury, a elementy takie jak magazyn konsolidacyjny CFS czy skład dla kontenerów pustych znajdują się poza terminalem.



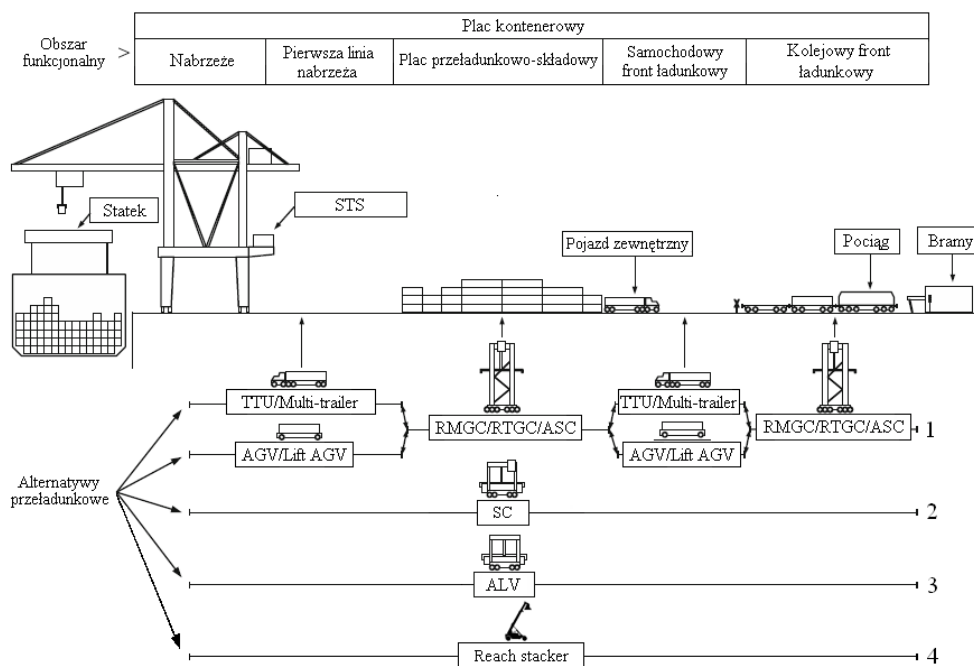
Rys. 1. Zagospodarowanie przestrzenne portowego terminalu kontenerowego

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Container Terminals And Automated...*, s. 6.

Technologia przeładunku kontenerów w relacji statek-nabrzeże realizowana jest z użyciem suwnic nabrzeżnych STS. Znacznie więcej alternatywnych rozwiązań technologicznych może być zastosowanych podczas obsługi kontenerów na placach składowych i w obsłudze lądowych środków transportu (rys. 2). Najczęściej spotykane rozwiązania obejmują:

- 1) Kontenery między nabrzeżem, a placem przeładunkowo-składowym transportowane są przez pojazdy typu TTU/Multi-trailer lub AGV/Lift-AGV. Na placu przeładunkowo-składowym i kolejowym froncie ładunkowym funkcjonują suwnice RMGC/RTGC/ASC. Technologia ta stosowana jest na wysoko zautomatyzowanych portowych terminalach kontenerowych.
- 2) Wozy podsiębierne SC mogą być używane na całym terminalu kontenerowym bez zaangażowania innych urządzeń przeładunkowych. Mogą one wykonywać wszystkie operacje związane z przeładunkiem kontenerów.
- 3) Pojazdy ALV mogą zapewnić przeładunek na całym terminalu kontenerowym. Różnica w stosunku do SC polega na tym, że pojazdy ALV sterowane są automatycznie z centrum dyspozycyjno-kontrolnego.

- 4) Wozy wysięgnikowe RS obsługują kontenery na całym terminalu. Technologia ta jest stosowana na niewielkich terminalach, ze względu na niezbyt wysoką wydajność tych urządzeń.



Rys. 2. Technologie przeładunkowe

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Meisel F., *Seaside Operations Planning...*, s. 10.

Omówione poniżej procesy logistyczne odnoszą się do uniwersalnego modelu portowego terminalu kontenerowego. Analiza dotyczy trzech złożonych procesów logistycznych realizowanych na terminalu:

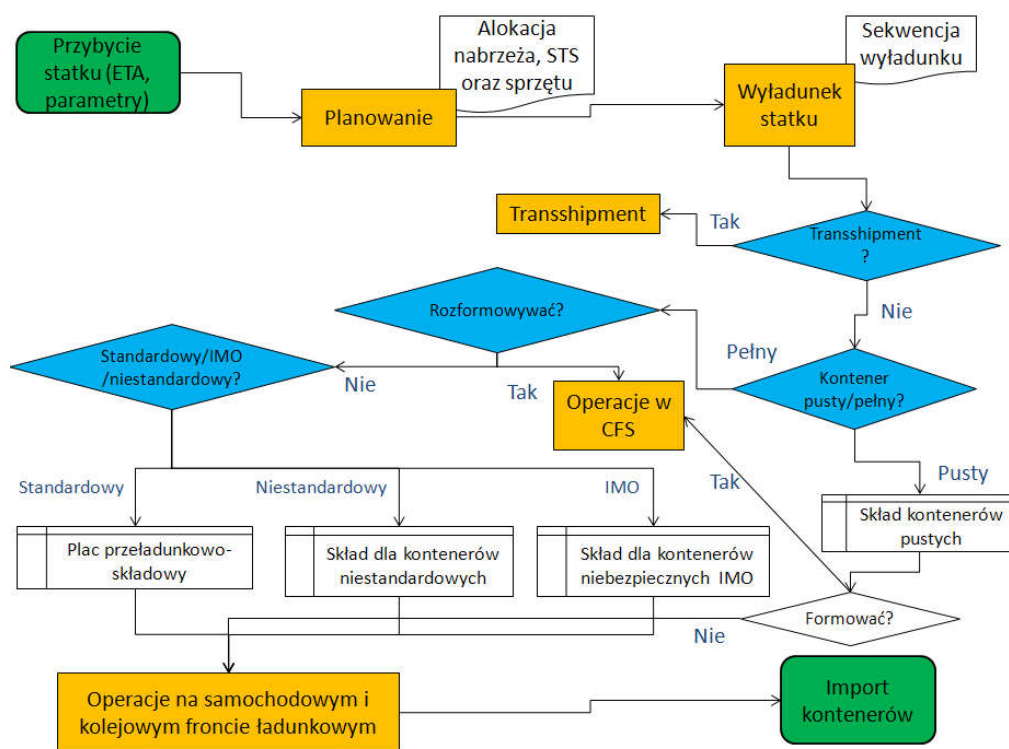
- 1) przeładunek kontenerów w relacjach importowych,
- 2) przeładunek kontenerów w relacjach eksportowych,
- 3) transshipment.

3. PROCES PRZEŁADUNKU KONTENERÓW W RELACJACH IMPORTOWYCH I EKSPORTOWYCH

Przez relację importową i eksportową należy rozumieć przeładunek kontenerów ze statku na środki transportu lądowego i odwrotnie. Kontenery w imporcie są wyładowywane ze statku i przechodzą przez poszczególne strefy terminalu aby na końcu wpuścić go samochodem lub koleją. W eksporcie kierunek przemieszczania kontenerów jest odwrotny. Można to przyrównać do zamkniętego systemu transportowego który posiada trzy punkty wejścia/wyjścia i obejmuje szereg procesów składowych. W

kluczowych etapach procesów zapadają decyzje, które można w uproszczeniu przedstawić za pomocą algorytmu decyzyjnego.

Algorytm decyzyjny obsługi kontenerów w relacji importowej obejmuje następujące etapy (rys. 3). Przed przybyciem statku terminal kontenerowy otrzymuje informacje na temat parametrów statku (w tym plan sztauerski statku), przewidywanego czasu przybycia ETA (estimated time of arrival) oraz wymaganego czasu wypłynięcia statku ETD (estimated time of departure). Terminal w tym czasie zajmuje się planowaniem operacji jakie będą wykonywane po jego przybyciu. Ustalane jest nabrzeże, do którego zacumuje statek, wybierany jest sprzęt do rozładunku kontenerów oraz przydzielana jest określona ilość i rozmieszczenie suwnic typu STS (ship-to-shore). Po przycumowaniu statku do nabrzeża kontenery rozładowywane są ze statku w odpowiedniej kolejności na nabrzeże. Kontenery puste transferowane są na skład kontenerów pustych, po czym kierowane są do magazynu konsolidacyjnego CFS (container freight station) lub trafiają na samochodowy lub kolejowy front ładunkowy w celu załadunku ich na naczepę lub wagon. Kontenery pełne są przewożone na odpowiednie place przeładunkowo-składowe lub są rozformowywane w magazynie CFS. Później trafiają na samochodowy lub kolejowy front ładunkowy i są importowane na zaplecze portowe.

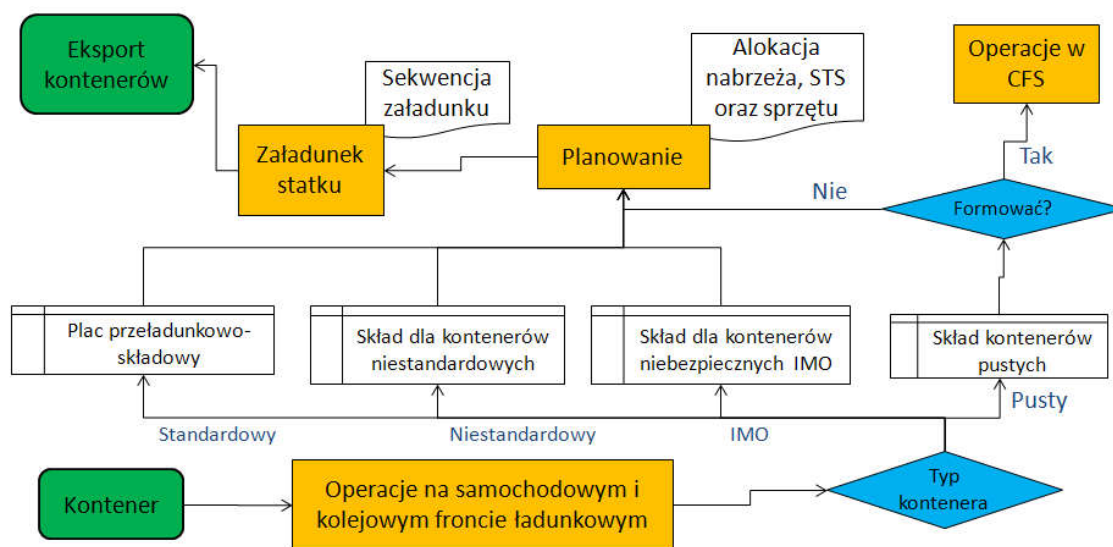


Rys. 3. Algorytm decyzyjny w relacji importowej kontenerów

Źródło: opracowanie własne.

Algorytm decyzyjny obsługi kontenerów w relacji eksportowej obejmuje następujące etapy (rys. 4).. Kontenery przeznaczone do eksportu przywożone są transportem drogowym lub kolejowym. Kontenery przywożone transportem drogowym przejeżdżają przez kompleks bramowy, a następnie przechodzą inspekcję z opcją ważenie kontenera w przypadku gdy jest on pełny. Transportem kolejowym kontenery dowożone są na bocznice

rozładunkową na zapleczu nabrzeża portowego. Po rozładunku ciągnika siodłowego lub po rozformowaniu pociągu w zależności od rodzaju kontenerów trafiają one na odpowiednie place przeładunkowo-składowe. W przypadku kontenerów pustych mogą one trafić do magazynu konsolidacyjnego CFS w celu ich sformowania. Kolejnym etapem jest planowanie operacji przeładunkowo-sztauerskich statku. Następnie statek kontenerowy jest załadowywany zgodnie z planem sztauerskim statku i kontenery są przewożone transportem morskim do innych portów.



Rys. 4. Algorytm decyzyjny w relacji eksportowej kontenerów

Źródło: opracowanie własne.

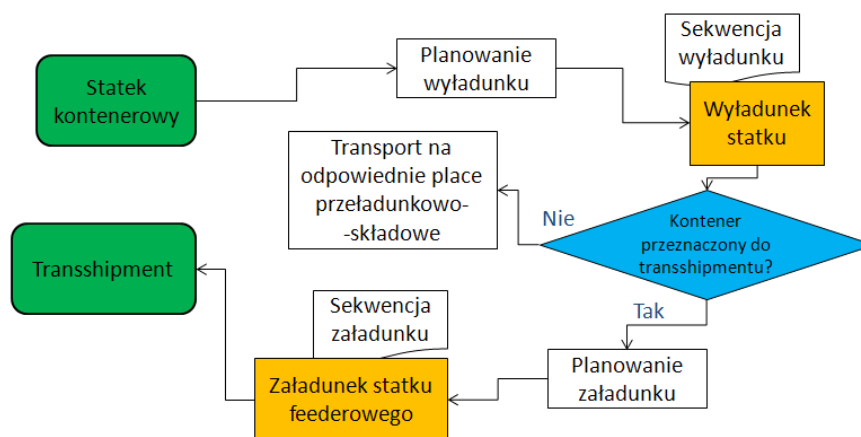
Przedstawiony system transportowy i jego wizualizacja w postaci algorytmu decyzyjnego ma liczne ograniczenia. M.in. nie uwzględniono w modelu specyfiki kontenerów chłodzonych i kontenerów zawierających materiały niebezpieczne. Nie ujęto wszystkich procesów inspekcji kontenerów i obsługi technicznej środków transportu. Nie wymieniono czynności związanych z dodatkowymi usługami logistycznymi oferowanymi przez terminal, w szczególności w ramach CFS. Usprawiedliwieniem jest to, że przedstawiony model ma charakter uniwersalny a nie wszystkie terminale oferuje wspomniane wcześniej usługi

4. PROCES TRANSSHIPMENTU

Transshipment, czyli przeładunek w relacji statek-statek jest realizowany w dużych terminalach portowych charakteryzujących się lokalizacją na przecięciu szlaków morskich. Terminale transshipmentowe nie muszą mieć rozbudowanego zaplecza lądowego i oferowane procesy obsługi kontenerów zaczynają się i kończą na linii nabrzeża.

Algorytm decyzyjny obsługi kontenerów w transshipmentie, przy założeniu że kontenery przeładowywane są bezpośrednio ze statku na statek, obejmuje następujące etapy.. Transshipment może odbywać się w dwóch kierunkach, z oceanicznego statku

kontenerowego na statek feederowy lub odwrotnie. Transportem kontenerów między odpowiednimi miejscami na nabrzeżu, gdzie znajdują się dwa lub więcej statków (mogą być np. przy nabrzeżu jednocześnie dwa statki feederowe i jeden statek oceaniczny) zajmują się pojazdy TTU (terminal tractor unit) oraz Multi-trailer.



Rys. 5. Algorytm decyzyjny dotyczący transshipmentu

Źródło: opracowanie własne.

Ograniczeniem przedstawionego modelu procesu logistycznego jest załadunek statków feederowych z pominięciem placów przeładunkowo-składowych. Taka procedura, co prawda, znacznie skraca czas obsługi kontenerów, ale wymaga odpowiedniej koordynacji zawinięć statków oceanicznych i feederowych.

5. WNIOSKI

Terminale często przedstawiane są jako wąskie gardło w łańcuchu dostaw, ponieważ następuje ciągły wzrost obrotu kontenerami, a nie wszystkie terminale zdają się sprostać tym wymaganiom. Z tego powodu operatorzy terminali kontenerowych muszą optymalizować procesy logistyczne poprzez planowanie i kontrolowanie wszystkich operacji wykonywanych na terminalu. Budowa algorytmów decyzyjnych procesów logistycznych oraz ich wielokryterialna analiza mogą przyczynić się do poprawy efektywności pracy terminalu. Ze względu na to, że algorytmy decyzyjne dotyczą muszą uwzględniać specyfikę terminalu, muszą być dostosowane do uwarunkowań stosowanych technologii transportowych i przeładunkowych oraz wachlarza wykonywanych usług. Każdy terminal funkcjonuje na nieco innych zasadach i planowanie operacji powinno być dokonywane dla każdego z nich indywidualnie. Nie ma uniwersalnego modelu, który mógłby być stosowany na wszystkich terminalach, a zatem przedstawione w pracy algorytmy mają teoretyczny a nie praktyczny wymiar.

Algorytmy decyzyjne mogą one stanowić podstawę do stworzenia systemu zarządzania terminalem. Po rozbudowie i dostosowaniu modelu terminalu opartego na algorytmach należałoby go przetestować z wykorzystaniem oprogramowania umożliwiającego

symulację. Proces ten prowadzi to automatyzacji pracy portowych terminali kontenerowych, i całkowitego wyeliminowania pracy fizycznej pracowników portowych.

Bibliografia

1. Durlik I., *Inżynieria Zarządzania: Strategia i projektowanie systemów produkcyjnych*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 1998.
2. Klimek H., *Wartość dodana w procesie produkcji usług portowych*, Studia Gdańskie: Tom VI, Wydawnictwo Gdańskiej Wyższej Szkoły Humanistycznej, Gdańsk 2009
3. Hans Otto Günther, Kap Hwan Kim, *Container Terminals and Automated Transport Systems*, Springer, Berlin 2005.
4. Meisel F., *Seaside Operations Planning in Container Terminals*, Physica-Verlag, Berlin 2009.

LOGISTICS PROCESSES OF THE SEA CONTAINER TERMINAL

Abstract: The analysis concerns the logistics processes of the sea container terminal and includes: the characteristics of the port services, technology and decision-making algorithms of the most important processes. The algorithms have a universal character and conclusions emphasize their role in the container terminal management.

Keywords: sea container terminal, logistics processes.