

Wiśnicki B., Nowik A.: *Kontrola nad multimodalną jednostką ładunkową w łańcuchu logistycznym*, [w:] *Logistyka i zarządzanie w systemach transportowych – Modelowanie, finansowanie i funkcjonowanie centrów logistycznych*, praca zbiorowa pod redakcją naukową Czesławy Christowej, prace monograficzne Akademii Morskiej w Szczecinie, Szczecin 2004, s. 295-306. ISBN 83-89260-59-X.

Bogusz Wiśnicki
Artur Nowik
Instytut Inżynierii Transportu
Akademia Morska w Szczecinie

Kontrola nad multimodalną jednostką ładunkową w łańcuchu logistycznym

Wstęp

Centrum logistyczne z definicji jest obiektem „w którym realizowane są usługi logistyczne związane z przyjmowaniem, magazynowaniem, rozdziałem i wydawaniem towarów”¹. Przedmiotem tych usług są przede wszystkim multimodalne jednostki ładunkowe: kontenery, nadwozia wymienne i pojazdy drogowe. Dla tych jednostek centrum logistyczne jest przystankiem w łańcuchu logistycznym od nadawcy do odbiorcy. Łańcuch ten jest w wysokim stopniu zintegrowany, a jednym z przejawów tej integracji jest proces ciągłej kontroli nad jednostkami na całej trasie przewozu. Kontrola pozwala osiągnąć wiele cząstkowych celów²:

- 1) poprawę ciągłości procesu transportowego,
- 2) zmniejszenie zaangażowania pracy ludzkiej w procesie transportowym,
- 3) podniesienie wydajności pracy w transporcie,
- 4) obniżanie społecznych kosztów transportu,
- 5) zmniejszenie szkód transportowych.

Współczesne rodzaje kontroli nad jednostką ładunkową

Proces kontroli nad multimodalną jednostką ładunkową zaczyna się już podczas podróży ładunku od nadawcy do terminalu załadunkowego, trwa przez cały okres przewozu różnymi środkami transportu włącznie z pobytem na terminalach pośrednich, aż po moment dostarczenia do odbiorcy. Obecnie do tego celu używa się wysoko zawansowanych technicznie urządzeń, nadawczych, odbiorczych, przetwarzających danych oraz systemów informatycznych wspomagających ten proces.

Kontrola nad multimodalną jednostką ładunkową w łańcuchu logistycznym obejmuje poniższe cztery zadania.

1. Identyfikacja

Identyfikacja jednostek ładunkowych odbywa się podczas rozładunku i załadunku środków transportu, podczas manipulacji na placach składowych i w magazynach oraz przy wjeździe oraz wyjeździe z terminalu. Identyfikacja polega na rozpoznaniu jednostki i odszukaniu informacji o niej w posiadanej bazie danych oraz bieżącym uaktualnianiu bazy danych. Systemy identyfikujące w dużym stopniu wspomagają przepływ jednostek ładunkowych przez terminal multimodalny.

2. Pozycjonowanie

Pozycjonowanie polega na dokładnym określeniu pozycji jednostki ładunkowej na trasie przewozu oraz na placu składowym lub dużym środku transportu, np. kontenerowcu. Urządzenia do pozycjonowania wykorzystują przede wszystkim systemy radiowe i satelitarne pozwalające na bardzo dokładne określenie pozycji obiektu.

¹ Fechner I., *Centra logistyczne cel–realizacja–przyszłość*, Biblioteka Logistyka, Poznań 2004, s. 14.

² Szwanowski S., *Współzależności funkcjonowania składników lądowo-morskich łańcuchów transportowych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 1994, s. 14.

3. Komunikacja i wymiana informacji

Przy tak dużym nasileniu przepływu jednostek ładunkowych różnymi środkami transportu powstaje ogromna ilość informacji, która musi być przekazywana pomiędzy zainteresowanymi firmami lub osobami. Z pomocą przychodzą sieci informatyczne oparte na technologii cyfrowej, umożliwiające dużą prędkość przepływu danych przy zachowaniu bezpieczeństwa i redukcji błędów przekazu.

4. Monitoring

Poprzez monitoring należy rozumieć ciągłą kontrolę stanu jednostki ładunkowej przewożonej będącej w ruchu (podczas przewozu) lub spoczynku (podczas składowania). Kontrola dotyczy przede wszystkim stanu ładunku wymagającego określonych warunków transportu tj. temperatury i wilgotności. Jednostka ładunkowa może być monitorowana na całej trasie przewozu od nadawcy do odbiorcy w czasie rzeczywistym. Dzisiejsza technika pozwala na wgląd w parametry mikroklimatu panującego w kontenerze, który znajduje się na drugim końcu świata. Właściciel ładunku może na bieżąco sprawdzać, w jakim stanie znajduje się jego ładunek.

Multimodalny system transportowy rozwija się bardzo szybko, a systemy kontroli mają za cel ułatwienie i przyspieszenie przepływ coraz to większej liczby jednostek ładunkowych. Najwięcej systemów kontroli wdrażanych jest w miejscach gdzie znajduje się największa ładunków. Przepływ kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu tysięcy multimodalnych jednostek ładunkowych wymusza konieczność kontroli opartej o najnowsze osiągnięcia techniczne oszczędzające czas i eliminujące błędy. Na terminalu multimodalnym będącym elementem centrum logistycznego stosuje się wiele systemów i urządzeń, które wspomagają pracujące tam osoby przy kontrolowaniu przepływu jednostek ładunkowych.

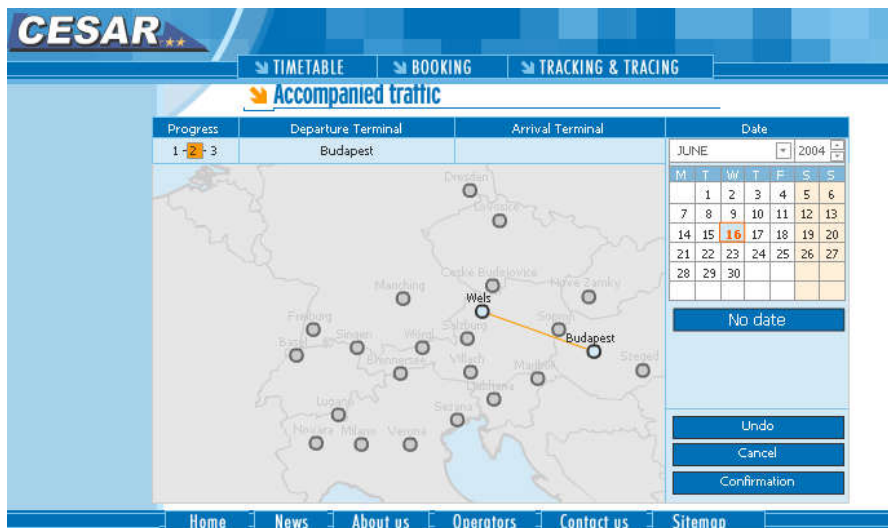
Kontrola nad multimodalną jednostką ładunkową podczas przewozu lądem

Transport multimodalny na lądzie odbywa się transportem drogowym i kolejowym. Dodatkowo na niektórych trasach możliwy jest transport jednostek żegluga śródlądową. Lądowa kontrola nad kontenerową jednostką ładunkową skupia się głównie na szybkim i skutecznym przepływie informacji odnośnie aktualnej pozycji i stanu ładunku. Do tego celu wykorzystuje w Europie się kilka systemów, które umożliwiają pozycjonowanie i monitoring jednostek w czasie rzeczywistym.

Jednym z takich systemów jest CESAR (*Co-operative European System for Advanced Information Redistribution*). CESAR jest swego rodzaju platformą wymiany informacji pomiędzy operatorami transportu multimodalnego i ich klientami. System ten umożliwia współdziałanie kilku niezależnych systemów wymiany danych, w taki sposób by odpowiadało to żądaniom dużej ilości międzynarodowych użytkowników¹. Możemy mówić zatem o jednym wirtualnym operatorze multimodalnym łączącym potencjał informacyjny kilku europejskich operatorów tak aby ułatwić klientowi dostęp do potrzebnych mu informacji. System umożliwia swoim klientom:

- 1) określenie możliwości przewozu pomiędzy interesującymi ją miejscami w Europie w oparciu o aktualne rozkłady jazdy różnych operatorów,
- 2) rezerwację miejsca w środku transportu (wagon kolejowy lub barka) na określony dzień i datę przewozu,
- 3) określenie pozycji kontenera podczas przewozu pomiędzy terminalami lądowymi.
- 4) określenie statusu kontenera podczas przewozu, m.in. ewentualne uszkodzenia, braki w dokumentacji,

¹ Źródło: <http://www.cesar-online.com>

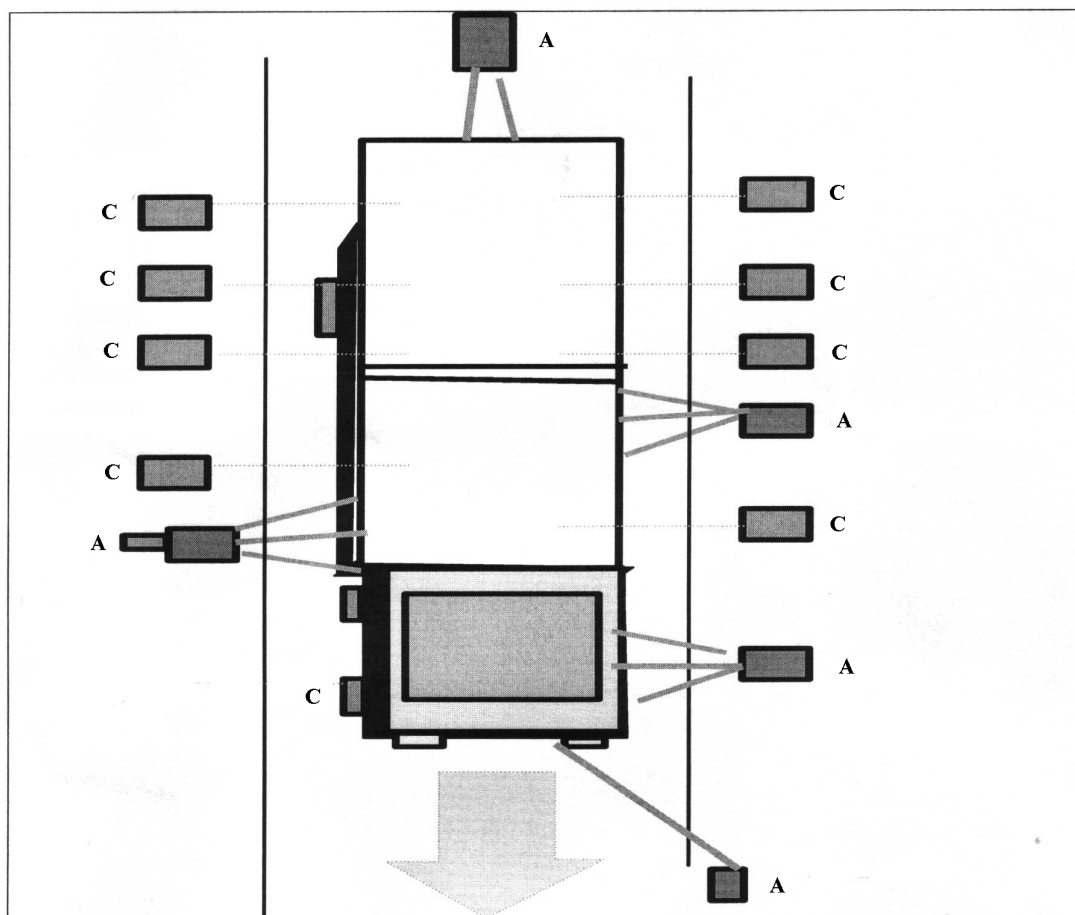


Rysunek 1. Obraz ze strony internetowej systemu przedstawiający mapę połączeń
 Źródło: <http://www.cesar-online.com>

System CEZAR dostarcza informacje klientom poprzez stronę internetową www.cesar-online.com. Dane o charakterze handlowym są chronione poprzez odpowiednie kodowanie tak, że dostęp do nich ma wyłącznie osoba uprawniona. Informacje, jakie otrzymuje właściciel lub gestor ładunku są zwięzłe i podane w sposób przystępny, np. „kontener dostarczono do terminalu przeznaczenia” lub „kontener gotowy do odebrania”. Pozwalają one przedsiębiorcy na sprawne zarządzanie strumieniem dostaw i dystrybucję swoich produktów bez odchodzenia od monitora komputera. Jest to duże ułatwienie oraz duża oszczędność czasu i pieniędzy. CESAR nie jest jedynym systemem działającym obecnie na rynku, istnieją inne podobne systemy, ale idea ich jest taka sama. Operatorzy dążą do maksymalnego ułatwienia klientowi dostępu do informacji dotyczących transportu jednostek ładunkowych.

Identyfikacja jednostek na terminalu multimodalnym

Ostatnie doświadczenia pokazały, że automatyczne systemy kontroli systematycznie wypierają czynnik ludzki. Przykładem może być optyczny system kontroli OCR (Optical Character Recognition) stosowany na bramach terminali. Zasada działania systemu jest stosunkowo prosta. Pierwszym krokiem jest wykrycie przez czujniki systemu zbliżającego się do bramy pojazdu, Drugi krok to zrobienie zdjęcia pojazdu i jednostce ładunkowej (rys. 2). Oprogramowanie OCR, zastosowane w tym systemie, w trzecim kroku identyfikuje jednostkę i pojazd (dzięki oznaczeniom identyfikacyjnym jednostki i numerze rejestracyjnym pojazdu). W kroku czwartym, odpowiednie dane zostają wprowadzone do terminalowej bazy danych.



A – aparat fotograficzny
C – czujnik położenia pojazdu i jednostki ładunkowej

Rysunek 2. System identyfikacji stosowany w bramach terminali multimodalnych

Źródło: Yahalom S., *Intermodal Productivity and Goods Movement*,
Project of University Transportation Research Center, New York 2002, s. 59

Do identyfikacji zdjęć fotograficznych potrzeba jest zaawansowana technologia cyfrowa. Dużą przeszkodą jest często zła jakość oznaczeń identyfikacyjnych jednostek i pojazdów. Pofalowana konstrukcja ściany kontenera czy nadwozia wymiennego, zabrudzenia i zarysowana obudowa oraz niestandardowe miejsce, w których umieszczone jest oznaczenie identyfikacyjne nie może stać się barierą uniemożliwiającą właściwą identyfikację. Technologia musi być odporna na wszelkiego rodzaju zakłócenia i być niezwykle szybka. Systemy bramowe OCR, obecnie znajdujące się na rynku rejestrują pojazdy i jednostki ładunkowe w czasie mniejszym od sekundy. Oznacza to, że w tak krótkim czasie system potrafi zrobić zdjęcie i zidentyfikować kontener. Co ważne, możliwe jest wykonywanie zdjęć wysokiej jakości także pojazdom w ruchu. Dokładność identyfikacji wynosi prawie 100%.

Wysoka jakość fotografii, które zostały wykonane przez systemy, oznacza, że technologia robienia takich zdjęć może być wykorzystywana również do innych celów. Możliwe jest przykładowo określanie stanu technicznego kontenerów na podstawie fotografii. Specjalizujące się w produkcji urządzeń bramowych firmy, połączyły system identyfikacji z systemem określającym stan techniczny kontenerów. System taki ułatwia rozpatrywanie roszczeń odnoszących się do uszkodzeń kontenera na terminalu. Operator terminalu może sprawdzić, w jakim stanie był kontener przybył na terminal i jednoznacznie rozstrzygnąć czy ewentualne uszkodzenie powstało z jego winy. Diametralnie skraca się czas trwania rozpatrywania tego typu roszczeń.

Systemy identyfikacji OCR wykorzystywane są również podczas załadunku z użyciem suwnic bramowych. Zdjęcia przeładowywanych jednostek wykonywane z różnych kątów, z różnych aparatów umieszczonych na konstrukcji suwnicy. Czujniki wykrywają gdzie znajduje

się kontener, umożliwiając systemowi identyfikację numeru jednostki ładunkowej zanim dźwignica skończy operację ładowania lub wyładowania.

Identyfikacja nie musi się opierać na numerze identyfikacyjnym jednostki ładunkowej, lecz możliwe jest stosowanie np. kodów kreskowych. Przy wjeździe jednostki na terminal, w dostępnym miejscu montowana jest tabliczka z kodem kreskowym zawierająca zaszyfrowane informacje o tej jednostce. Kierowcy wozów bramowych zajmujący się manipulacją kontenerami na terminalu wyposażeni są w czytniki takiego kodu, oraz bezprzewodowy komputer przemysłowy. Poprzez komputer kierowca dostaje instrukcje odnośnie danego kontenera, identyfikuje go poprzez czytnik i wykonuje powierzona mu operację.

Pozycjonowanie jednostek ładunkowych na terminalu multimodalnym

Dokładne i szybkie określenie pozycji jednostki ładunkowej na terminalu multimodalnym stanowi klucz do przyspieszenia jej obsługi. Stosowanie takiego systemu pociąga za sobą zmiany w systemie zarządzania pracą terminali. Automatyczne określanie pozycji wpływa na poprawę jakości i szybkości operacji przeładunkach i składowych, a przez to rośnie zdolność przeładunkowa terminali. System pozycjonowania opiera się na zainstalowaniu do urządzeń jezdnych przewożących jednostki na terminalu, najczęściej wozów bramowych, urządzeń automatycznie znajdujących właściwe pozycje jednostek. Urządzenia te z reguły określają pozycję z wykorzystaniem różnicowego systemu satelitarnego DGPS (Differential Global Positioning System). System ten jest dokładniejszy od klasycznego systemu GPS i pozwala na określenie położenia obiektu z dokładnością 1 metra. Jednak nie zawsze wszystkie wymagane do określenia pozycji satelity są widoczne dla odbiornika, np. momencie gdy wóz bramowy znajduje się pod suwnicą. Z tego powodu często stosuje się dodatkowy system bazującym na radarze laserowym – LADAR. Wirujące lasery zainstalowane są na wozach bramowych, natomiast ponumerowane reflektory montują się na wybranych masztach oświetleniowych na terenie terminalu (rys. 3). Kąty i odległości pochodzące z różnych odbitych wiązek laserowych są przetwarzane przez komputer, dając dokładną pozycję wozu bramowego. Dokładność wyznaczania pozycji tego typu dwóch systemów sprzężonych wynosi od 30 do 50 cm.

W pełni automatyczny system określania pozycji łączy w sobie składniki DGPS, LADAR oraz komputerowy system przetwarzania danych stanowiący wyposażenie wozu bramowego. Oprogramowanie analizuje sygnały satelitarne i laserowe, przetwarza je w czytelne kody określające pozycję wozu i porównuje ją z pozycją docelową na placu składowym. Informacje dotyczące trasy, po jakiej powinien poruszać się wóz bramowy są natychmiast wyświetlone na ekranie monitora kierowcy bez żadnych opóźnień. Systemy, które używają zewnętrznych komputerów (serwerów) do transformacji współrzędnych składowania, posiadają pewnego rodzaju wadę, ponieważ połączenie i odczyt z bazy danych może zająć kilka sekund zanim informacja zostanie z powrotem odesłana do kierowcy.

System pozycjonowania pozwala na zoptymalizowanie procesu składowania ładunków na terminalu. Łatwość, z jaką można bezbłędnie określać pozycję jednostek powoduje to, że jednostki przeznaczone dla określonego odbiorcy lub przeznaczone pod załadunek określonego środka transportu nie muszą być składowane obok siebie. Miejsca składowania mogą być wybierane przez system komputerowy w ten sposób, aby możliwie najlepiej wykorzystać pojemność składową terminalu. Nowoczesny system planowania uwzględnia kolejne manipulacje kontenerów tak, aby wyeliminować konieczność przesztatuowania jednostek w trakcie składowania. Co więcej system oblicza optymalne trasy dla wozów bramowych, by zminimalizować przeloty bezładunkowe i automatycznie wskazuje urządzenia najlepiej nadające się do wykonania określonego zadania.



Rysunek 3. Sposób określania pozycji wozu bramowego
Źródło: <http://www.hhla.de>

Wymiana danych na terminalu multimodalnym

Terminale multimodalne są miejscem gdzie odbywa się wymiana towarów pomiędzy różnymi podmiotami łańcucha transportowego. Terminale stanowią podstawowe elementy centrów logistycznych oferujących wiele usług związanych z przeładunkiem i przemieszczaniem się towarów. W wyniku tego powstaje duża ilość różnorodnych informacji, która wymaga przekazywania i przetwarzania pomiędzy tymi firmami zaangażowanymi w proces transportowy. Operatorzy terminali cały czas szukają sposobów zwiększenia wydajności systemów komunikacji, automatycznej wymiany, zbierania i manipulacji informacją.

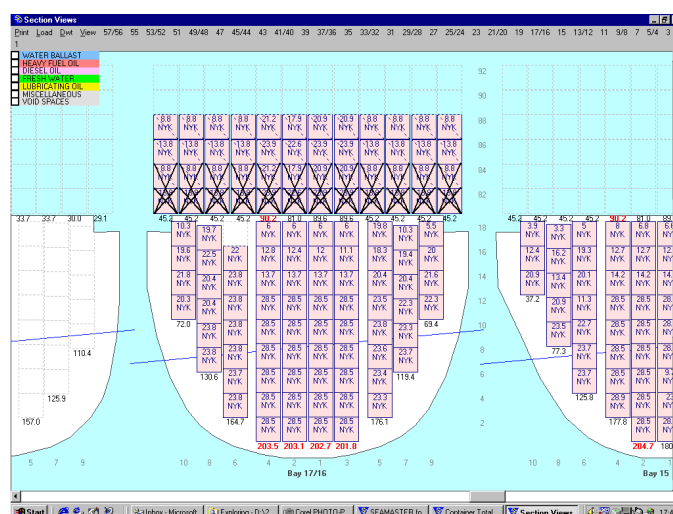
System elektronicznej wymiany danych EDI (Electronic Data Interchange) eliminuje konieczność używania żmudnych, tradycyjnych form wymiany informacji, zastępując je formułami elektronicznymi. Platformą wymiany informacji na terminalu jest sieć komputerowa. Dostęp do tych danych umożliwiany jest poprzez bezprzewodowe łącza pomiędzy wszystkimi użytkownikami systemu. Ale EDI swoim zasięgiem nie ogranicza się tylko do terenu terminalu. Poprzez Internet dane udostępniane są również innym osobom zainteresowanym „losem” określonej jednostki ładunkowej. Bieżące i aktualne informacje o jednostce ładunkowej są niezwykle użyteczne dla wszystkim stron zaangażowanym w przepływ towarów przez terminal. Operator terminalu może zwiększyć zdolność przeładunkową bez konieczności zwiększenia potencjału przeładunkowo-składowego. Nadawcy odbiorcy, przewoźnicy i spedytorzy mają pełną informację o ładunku, który zarówno przed, po jak i w trakcie przewozu. Warto również podkreślić stabilizującą rolę informacji o pozycji i stanie jednostek ładunkowych w odniesieniu do zarządzania procesem produkcyjnym i zarządzania potencjałem przewozowym.

Kontrola nad jednostką ładunkową na statku

Transportem morskim przewożone są przede wszystkim kontenerowe jednostki ładunkowe. A specjalistyczne statki noszą nazwę kontenerowców komorowych i są zdolne do przewozu setek, a nawet tysięcy kontenerów. Kontrola nad ładunkiem kontenerowca obejmuje pozycjonowanie i monitoring jednostek kontenerowych.

Pozycjonowanie kontenerów jest oparte o system oznaczania pozycji sztauerskiej pozwalający na zakodowanie pozycji każdego kontenera. Pozycje wszystkich kontenerów są przedstawiane na planie sztauerskim, który jest wykonywany za pomocą narzędzi informatycznych. Oprogramowanie komputerowe automatycznie wylicza optymalne pozycje wszystkich kontenerów biorąc pod uwagę takie czynniki jak: kolejność portów wyładunkowych, masę kontenerów, wymiary kontenerów, konieczność zasilania agregatów

chłodniczych, separację materiałów niebezpiecznych. Co więcej obliczenia wykonywane przez komputer pozwalają statkowi spełniać odpowiednie kryteria stateczności w trakcie operacji załadunkowych jak i po ich zakończeniu.



Rysunek 4. Przykładowe oprogramowanie do sporządzania planu ładunkowego kontenerowca
 Źródło: <http://www.tmcmarine.co.uk>



Rysunek 4. Moduł kontrolujący warunki panujące w kontenerze izotermicznym
 Źródło: <http://www.containerhandbuch.de>

Podczas podróży morskiej na szczególnej uwadze wymagają kontener chłodzone. W tym celu montowane są urządzenia monitorujące i rejestrujące warunki panujące wewnątrz kontenera (rys. 4). Dodatkowo instalowane są w każdym kontenerze małe czujników, wielkości zegarka na rękę, które automatycznie i w sposób ciągły wysyłają dane takie jak temperatura i wilgotność powietrza do czytnika sprzężonego z centralnym komputerem na statku. Czujniki połączone są z komputerem poprzez sieć zainstalowaną na statku. Podłączenie kontenera do sieci nie wymaga włączania żadnych dodatkowych wtyczek poza zasilającą. Wraz z podłączeniem go do zasilania system automatycznie wykrywa kontener i centralny komputer rejestruje dane odnośnie każdego podłączonego kontenera.

Dane odnośnie każdego kontenera znajdującego się na statku importowane są z komputera ładunkowego wysyłane są drogą satelitarną do serwera, który udostępnia je

upoważnionym klientom. Dodatkowo, klienci mają podawane na bieżąco dane o pozycji statku i aktualnym przewidywanym czasie wejścia do portu docelowego.

Wnioski

Wdrożenie nowoczesnych systemów kontroli kontenerowej jednostki ładunkowej jest przedsięwzięciem opłacalnym. Systemy identyfikacji, pozycjonowania, monitoringu oraz wymiany danych pozwalają na uzyskanie większej przepustowości i jakości całego łańcucha logistycznego. Nowoczesne systemy kontroli są szczególnie istotne dla efektywności pracy terminalu multimodalnego. Doświadczenia dużych centrów logistycznych, głównie portowych, dowiodły m.in. to że:

- 1) systemy pozycjonowania zmniejszają liczbę manipulacji na placach składowych i na frontach przeładunkowych, a przez to pozwalają na znaczne oszczędności kosztów sprzętu zmechanizowanego oraz wydajności ok 5%,
- 2) udział błędnie określonych pozycji jednostek ładunkowych, która pierwotnie wynosiła od 2 do 5%, głównie z powodu błędu niepoprawnie wpisanej pozycji, przy automatycznym pozycjonowaniu spada do zera,
- 3) automatyczna identyfikacja pozwala na zmniejszenie zatrudnienia na terminalu, a archiwum zdjęć jednostek i pojazdów ma charakter niepodważalnych dowodów w sprawach spornych,
- 4) sieci informatyczne i komputery pozwalają nie tylko na przekazywanie ogromnej ilości danych w czasie rzeczywistym ale również pozwalają na podejmowanie szybkich decyzji kadrze kierowniczej która wykorzystując to narzędzie może osiągnąć większą efektywność zarządzania terminalem.

Korzyści z wprowadzenia nowoczesnych systemów kontroli są bezsporne. Zasadniczy problem polega na konieczności poniesienia znacznych nakładów finansowych na wdrożenie tych systemów. W pierwszej kolejności nowoczesna technologia trafia do czołowych centrów logistycznych a one zmuszają innych do dostosowania się do tych standardów. Prawdą jest, że o konieczności tego typu przedsięwzięć najczęściej decydują klienci centrów logistycznych, którzy bardzo szybko przyzwyczajają się do wysokiej jakości usług i potrafią zapłacić za nie wyższą cenę.

Literatura

1. Yahalom S., *Intermodal Productivity and Goods Movement*, Project of University Transportation Research Center, New York 2002
2. <http://www.cesar-online.com>
3. <http://www.tmcmarine.co.uk>
4. <http://www.containerhandbuch.de>
5. <http://www.hhla.de>