

Wiśnicki B.: *Wybrane aspekty efektywności ekonomicznej centrum logistycznego*, [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. 161-171.

Bogusz Wiśnicki  
Instytut Inżynierii Transportu  
Akademia Morska w Szczecinie

## **Wybrane aspekty efektywności ekonomicznej centrum logistycznego**

### **Wstęp**

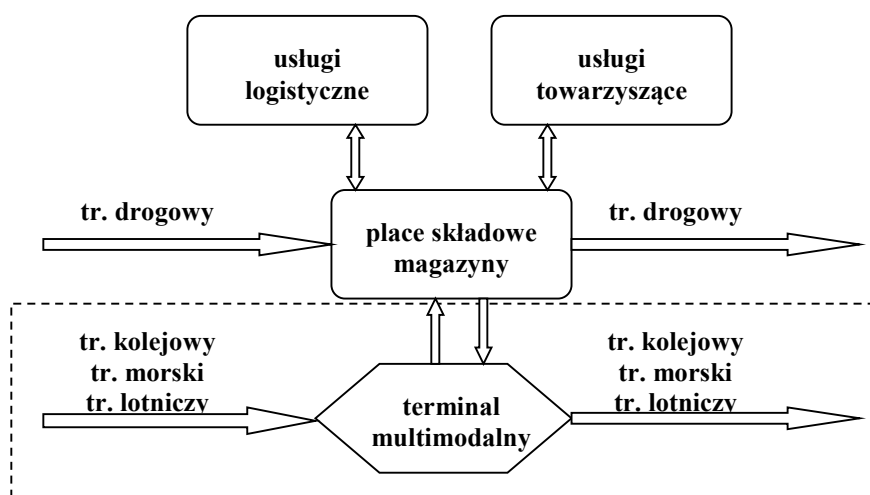
Budowa europejskiej sieci centrów logistycznych dostosowanej do przyszłych potrzeb transportowych naszego kontynentu natrafia na liczne bariery. Mają one różne podłoże: lokalne trudności z pozyskaniem terenów pod budowę infrastruktury centrum, spory dotyczące parametrów technicznych i technologicznych oraz lokalizacji centrum, brak wsparcia administracji samorządowej i rządowej. Najpoważniejszą barierą wydaje się być brak źródeł finansowania lub błędy popełniane podczas procesu inwestycyjnego. Projekty okazują się często zbyt drogie i charakteryzuje je kilkudziesięcioletni okres zwrotu poniesionych nakładów. Pasywna postawa inwestorów publicznych nie sprzyja zainteresowaniu prywatnych przedsiębiorców tego typu przedsięwzięciami.

Obserwuje się budowę licznych centrów logistycznych pozbawionych najbardziej kapitałochłonnych elementów infrastruktury, tj. terminali multimodalnych. W większości prywatni inwestorzy budują magazyny o dużej powierzchni położone w pobliżu dróg międzynarodowych lub rzadziej w pobliżu głównych linii kolejowych. Są to w większości branżowe centra dystrybucyjne o znaczeniu regionalnym krajowym lub międzynarodowym. Dostosowanie do potrzeb określonej branży lub dużego producenta powoduje, że centra te nie mają otwartego charakteru i nie pełnią roli usługowej dla całego regionu lub kraju w odniesieniu do wszystkich jednostek ładunkowych. Często nie posiadają odpowiedniego potencjału przeładunkowo-składowego do przeładunku kontenerów i nadwozi wymiennych. Bardzo często nie posiadają odpowiedniego wyposażonego frontu obsługi transportu kolejowego. Czyli w praktyce multimodalność tych centrów logistycznych pozostawia wiele do życzenia.

Tendencja do ograniczania kosztów budowy centrum logistycznego poprzez wyeliminowanie terminalu multimodalnego jest bardzo poważna w skutkach. Jest to działanie wbrew europejskiej polityce rozwoju transportu kolejowego jako głównej gałęzi transportu ładunków na dalsze odległości. Niestety nowopowstałe centra opierają się przede wszystkim na transporcie drogowym. Ładunki są przywożone i odwożone przede wszystkim transportem drogowym (rys. 1). Centra logistyczne nie stanowią punktów zmiany środka transportu z długodystansowego ekologicznego transportu kolejowego na dowozo-odwozowy transport drogowy.

Jedną ze skutecznych metod przeciwdziałania tej tendencji jest zwiększenie ekonomicznej atrakcyjności alternatywnych do transportu drogowego gałęzi transportu

oraz wprowadzenie rozwiązań mających na celu zwiększenie efektywności ekonomicznej terminalu multimodalnego jako wydzielonej części dużego centrum logistycznego. Obydwa zadania wymagają zaangażowania sektora publicznego zarówno na poziomie rządowym jak i systemowych rozwiązań europejskich. Dotychczasowa polityka transportowa mająca na celu powstrzymanie ekspansji transportu drogowego okazuje się być nieskuteczna. Słabymi ogniwami multimodalnego systemu transportowego wydają się być właśnie terminale.



**Rysunek 1** Schemat centrum logistycznego z wydzieloną częścią terminalu multimodalnego

*Źródło: Opracowanie własne*

Dalsza analiza dotyczyć będzie analizy kosztów lądowych i portowych terminali multimodalnych. Na tej podstawie zostaną wysunięte wnioski mające na celu zwiększenie ich efektywności ekonomicznej.

### **Koszty inwestycyjne terminalu**

Analiza kosztów inwestycyjnych terminalu multimodalnego jest o tyle utrudniona, że infrastruktura transportowa jest często własnością przewoźnika a nie operatora terminalu czy centrum logistycznego. Przykładowo, przewoźnik kolejowy, do którego należą bocznice i linie dojazdowe łączące terminal z liniami głównymi nie jest w stanie wydzielić kosztów inwestycyjnych terminalu spośród wszystkich kosztów poniesionych na infrastrukturę kolejową. Poszczególne elementy infrastruktury mogą być wykorzystywane również niezależnie od ruchu, jaki generuje terminal multimodalny. Przewoźnik kolejowy obciąża swoich klientów za cały przewóz od terminalu A do terminalu B bez wydzielenia kosztów użytkowania infrastruktury kolejowej terminali. Stąd, możemy mówić tylko o kosztach szacunkowych.

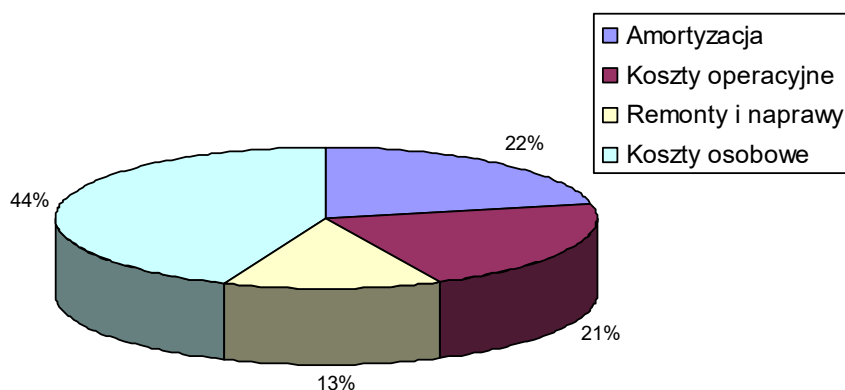
Średni koszt inwestycyjny nowego terminalu wynosi obecnie od 20 mln EUR w przypadku terminalu regionalnego (długość linii ładunkowych ok. 1000 m) do 80 mln EUR w przypadku terminalu międzynarodowego (długość linii ładunkowych ok. 3000 m). Przykłady zrealizowanych już projektów terminali multimodalnych pokazują, że koszty infrastruktury stanowią ponad 50% kosztów inwestycyjnych<sup>1</sup>. Resztę stanowią

<sup>1</sup> EU Project *Intermodal Quality*, Final report, 2000, s. 37

koszty suprastruktury i inne koszty zmienne, w tym głównie koszty osobowe. Koszty suprastruktury i zmienne są relatywnie większe w przypadku dużych terminali.

Tak duże nakłady bardzo trudno jest pokryć z bieżących wpływów operacyjnych, jakie generuje terminal nawet w perspektywie 20-30 lat. Obecne stawki za usługi terminali multimodalnych w Europie nie odzwierciedlają rzeczywistych kosztów poniesionych na ich budowę. Tylko początkowe dotacje zewnętrzne przeznaczone na pokrycie kosztów infrastruktury mogą uczynić te usługi zyskownymi. Analizy zakładają, że pokrycie minimum 50% kosztów infrastruktury jest konieczne do osiągnięcia pozytywnych wskaźników efektywności całej inwestycji ( $NPV > 0$ ). Oczywiście konieczne jest zapewnienie określonej masy ładunkowej, która będzie przeładowywana przez terminal. Przeładunki nie mogą być mniejsze od 20 000 multimodalnych jednostek ładunkowych w przypadku terminali regionalnych i 40 000 jednostek ładunkowych w przypadku terminali międzynarodowych<sup>2</sup>. Im większe obroty terminalu tym krótszy jest okres zwrotu poniesionych nakładów. Dla celów oceny efektywności przedsięwzięcia zawsze konieczna jest długoterminowa analiza przepływów pieniężnych terminalu z uwzględnieniem zmiany wartości pieniądza w czasie.

Alternatywnym rozwiązaniem do dotacji zewnętrznym pokrywających koszty infrastruktury jest podniesienie stawek za usługi terminali. Biorąc pod uwagę trudność w identyfikacji rzeczywistego kosztu przeładunku pojedynczej jednostki ładunkowej, można szacować, że koszt ten może być aż dwukrotnie większy w porównaniu do ceny pobieranej przez terminal za tą usługę. Różnica ta zmienia się w zależności od rodzaju przeładowywanej jednostki ładunkowej i stopnia zautomatyzowania operacji ładunkowych. Największe różnice występują w przypadku bardzo drogich przeinwestowanych terminali, które obsługują zbyt małą masę ładunkową w stosunku do pierwotnych założeń inwestycyjnych.



**Rysunek 2** Przykładowa struktura kosztów eksploatacyjnych terminalu

Źródło: Opracowanie własne na podstawie EU Project SAIL, Final report, 2002, s. 73-76

## Koszty eksploatacyjne terminalu

<sup>2</sup> Tamże

Pomijając koszty związane ze spłatą kredytów zaciągniętych na budowę terminalu bieżące koszty eksploatacyjne terminalu obejmują następujące pozycje:

- 1) koszty osobowe (wynagrodzenia pracowników),
- 2) koszty operacyjne (energia, paliwo, nietrwale narzędzia pracy),
- 3) koszty napraw i remontów,
- 4) amortyzacja (urządzeń przeładunkowych, dróg, budynków).

Koszty osobowe stanowią największą pozycję powyższych kosztów (rys. 2). Pozostałe pozycje kosztów stanowią około połowę ogólnych kosztów. Im bardziej zautomatyzowany jest terminal tym mniejsze są jego koszty osobowe. Procentowy udział kosztów osobowych zmniejsza się także wraz ze wzrostem rocznych obrotów terminalu.

### **Koszty zewnętrzne**

Bardzo rzadko uwzględnia się koszty zewnętrzne w kalkulacjach kosztów przypadających na jedną operację przeładunkową na terminalu multimodalnym. Pomimo, że tylko uwzględnianie wszystkich pozycji kosztowych pozwala na pełną ocenę efektywności terminalu. Problemem jest to, że koszty zewnętrzne są z reguły kojarzone z pracą przewozową realizowaną różnymi środkami transportu a nie z przeładunkami. W ramach europejskiej polityki internalizacji kosztów zewnętrznych transportu, terminal multimodalny powinien być także brany pod uwagę jako miejsce generujące tego typu koszty.

Operacje przeładunkowe na terminalu są źródłem zanieczyszczeń powietrza i mogą powodować pośrednio efekt cieplarniany. Obliczenia przeprowadzone w kilku europejskich krajach szacują koszty zewnętrzne terminalu w przeliczeniu na jedną operację przeładunkową w przedziale od 0,02 EUR do 0,36 EUR (tabl. 1). Poziom kosztów jest uzależniony przede wszystkim od źródeł energii, jaka jest zużywana przez urządzenia przeładunkowe stanowiące wyposażenie terminalu. W krajach wykorzystujących przestarzałe technologicznie elektrownie węglowe pozbawione urządzeń filtrujących, zmniejszających ilość emitowanych zanieczyszczeń lotnych, koszty zewnętrzne przeładunków są największe.

Biorąc pod uwagę nominalne koszty całkowite przeładunku jednostki ładunkowej wahające się od 30 do 160 EUR, w zależności od technologii i relacji przeładunkowej, koszty zewnętrzne stanowią maksymalnie 1% tych kosztów. W praktyce, uwzględnianie tych kosztów nie powinno wpłynąć na cenę usług terminalu.

**Tablica 3.**

Koszty zewnętrzne operacji przeładunkowej  
na terminalu [EUR/40' jedn. ładunk.]

Kraj	Zanieczyszczenie powietrza	Efekt cieplarniany	Razem
Anglia	0.08	0.07	<b>0.15</b>
Francja	0.04	0.01	<b>0.05</b>
Hiszpania	0.07	0.08	<b>0.15</b>
Niemcy	0.07	0.10	<b>0.17</b>
Polska	0.20	0.16	<b>0.36</b>
Węgry	0.19	0.07	<b>0.26</b>
Włochy	0.08	0.09	<b>0.16</b>
Szwajcaria	0.01	0.01	<b>0.02</b>
Szwecja	0.01	0.01	<b>0.02</b>

*Źródło: EU Project RECORDIT, Final report, 2003, s. 71*

### **Innowacje technologiczne**

Kluczowym czynnikiem mającym wpływ na koszty terminalu multimodalnego jest technologia operacji ładunkowych. Innowacje technologiczne dają szansę na zwiększenie efektywności terminalu poprzez zwiększenie jego produktywności przy jednoczesnym ograniczeniu kosztów eksploatacyjnych. Podstawowe kierunki rozwoju mają na celu ograniczenie pracy ludzkiej poprzez automatyzację i zastosowanie technik informatycznych. Wiele udało się osiągnąć w tym względzie, m. in.:

- 1) automatycznie sterowane pojazdy AGV (Automated Guided Vehicles) i automatyczne przenośniki poziome LMS (Linear Motor Conveyance System) pełniące rolę dowozowo-odwozową pomiędzy suwnicami a placami składowymi,
- 2) automatyczna identyfikacja pojazdów i jednostek ładunkowych z wykorzystaniem kodów kreskowych, sygnałów radiowych RFID (Radio Frequency Identification), identyfikacji optycznej OCR (Optical Character Recognition),
- 3) pozycjonowanie pojazdów i jednostek ładunkowych za pomocą systemów satelitarnych na czele z DGPS (Differential Global Positioning System),
- 4) elektroniczna wymiana danych EDI (Electronic Data Interchange) oraz komputerowe sterowanie pracą terminalu.



**Rysunek 3** Automatycznie sterowany pojazd AGV

*Źródło: Advanced Material Handling: Automatem Guided Vehicles In Gile Ports, Final Report, Centrefor CommercialDeployment of Transportation Technologies, Los Angeles 2000, s. 12*

Powyższe rozwiązania przyczyniają się do:

- zmniejszenia zatrudnienia na terminalu,
- przyśpieszenia operacji ładunkowych,
- zwiększenia przepustowości terminalu,
- zwiększenia niezawodności sprzętu przeładunkowego,
- zmniejszenia błędów,
- obniżenia kosztów przekazywania danych (komunikacji),
- wydłużenie czasu pracy terminalu,
- zmniejszenia powierzchni składowej terminalu.

Przedsięwzięcia te przyczyniają się do zmniejszenia kosztów jednostkowych terminalu pod warunkiem obsługi odpowiedniej ilości jednostek ładunkowych. Trudno jednoznacznie powiedzieć, jaka jest progowa ilość jednostek ładunkowych uzasadniająca inwestycje w poszczególne nowoczesne rozwiązania techniczne. Najodpowiedniejsze wydaje się przeanalizowanie wdrożenia każdej innowacji poprzez porównanie kosztów i zysków w kolejnych latach eksploatacji terminalu.

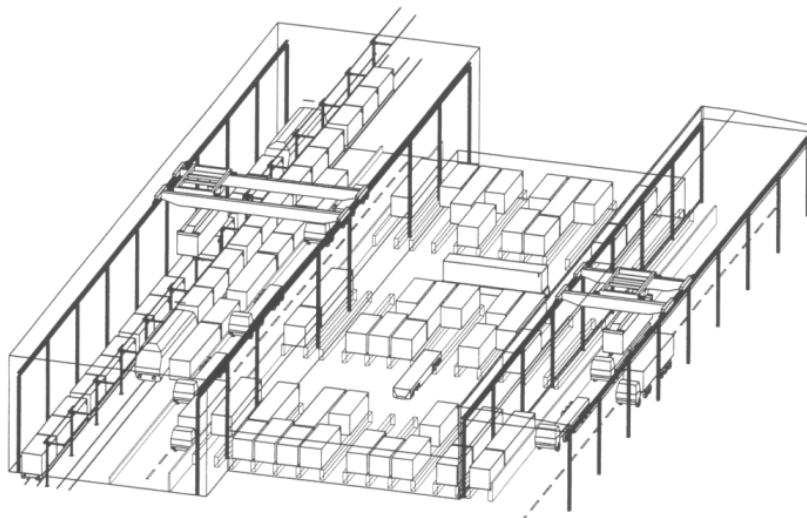
### **Modelowe rozwiązania**

Poniższe dwa modelowe terminale multimodalne charakteryzują się przełomowymi rozwiązaniami techniczno-organizacyjnymi, które w niedługiej przyszłości mogą być powszechnie stosowane.

Pierwsza koncepcja nosi nazwę Compact Terminal. Rozwiązanie to odnosi się do lądowych terminali szynowo-drogowych. W 2004 roku powstaje pierwszy terminal budowany w oparciu o tą koncepcję, noszący nazwę Cargodrome i zlokalizowany 35 km od Berna w Szwajcarii. Początkowo miał być zbudowany w tym miejscu konwencjonalny terminal multimodalny, lecz analiza projektowa dowiodła opłacalności zastosowania innowacyjnych technologii<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Cargodrome, [www.intermodallogistics.co.uk](http://www.intermodallogistics.co.uk)



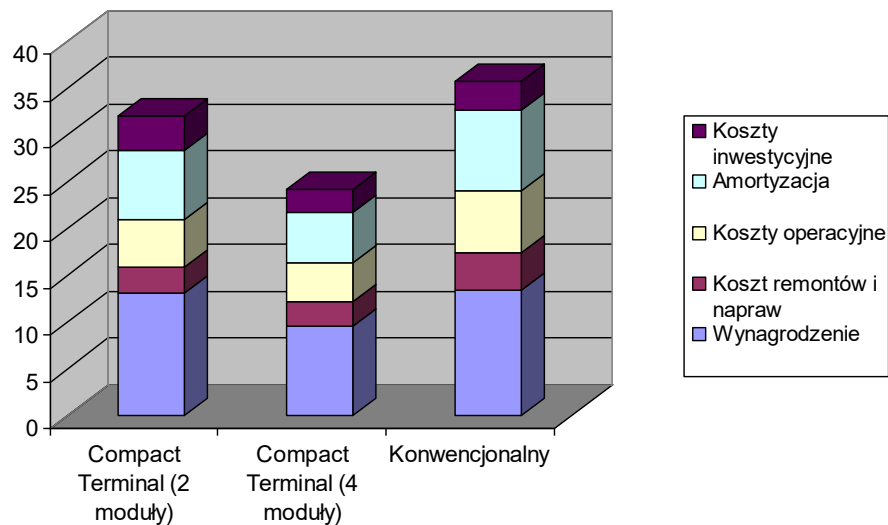
**Rysunek 4.** Compact Terminal obejmujący trzy moduły bez modułu logistycznego  
*Źródło: EU Project SAIL, Final report, 2002, s. 65*

Główną zaletą koncepcji terminalu jest jego modułowa budowa (rys. 4):

- 1) moduł kolejowego frontu przeładunkowego – wyposażony w pół-automatyczną suwnicę umożliwiającą bezpośredni przeładunek wagon-wagon, wagon-samochód oraz wagon – plac składowy z wykorzystaniem automatycznie sterowanych pojazdów AGV,
- 2) moduł placu składowego – wyposażony w automatycznie sterowane pojazdy AGV pozwala na krótko- i średnioterminowe składowanie jednostek ładunkowych znajduje się pomiędzy modułem kolejowym i samochodowym,
- 3) moduł samochodowego frontu przeładunkowego – wyposażony w suwnicę zbliżoną do tej w jaką wyposażony jest moduł kolejowy; umożliwia przeładunek pośredni samochód – plac składowy z wykorzystaniem automatycznie sterowanych pojazdów AGV,
- 4) moduł logistyczny – oferujący szereg usług logistycznych w odniesieniu do ładunku i środków transportu.

Moduły mogą być dowolnie zestawiane i dopasowywane do wymagań, jakie stawia określona lokalizacja terminalu. W przypadku niewielkiej masy ładunkowej ciężącej do terminalu wskazane jest zestawienie terminalu jedynie z modułów frontu kolejowego i placu składowego. W miarę wzrostu ilości obsługiwanych ładunków terminal może być powiększony o pozostałe moduły. Compact Terminal charakteryzuje się mniejszymi kosztami eksploatacyjnymi w stosunku do konwencjonalnego terminalu. Koszt przeładunku jednego kontenera może być dzięki temu skalkulowany na ok. 30 % niższym poziomie (rys. 5). Decyduje o tym:

- 1) mniejsze zatrudnienie,
- 2) mniejsze zapotrzebowanie na powierzchnię składową,
- 3) większa wydajność urządzeń przeładunkowych a co za tym idzie zdolność przeładunkowa terminalu,
- 4) mniejszy koszt napraw i remontów.

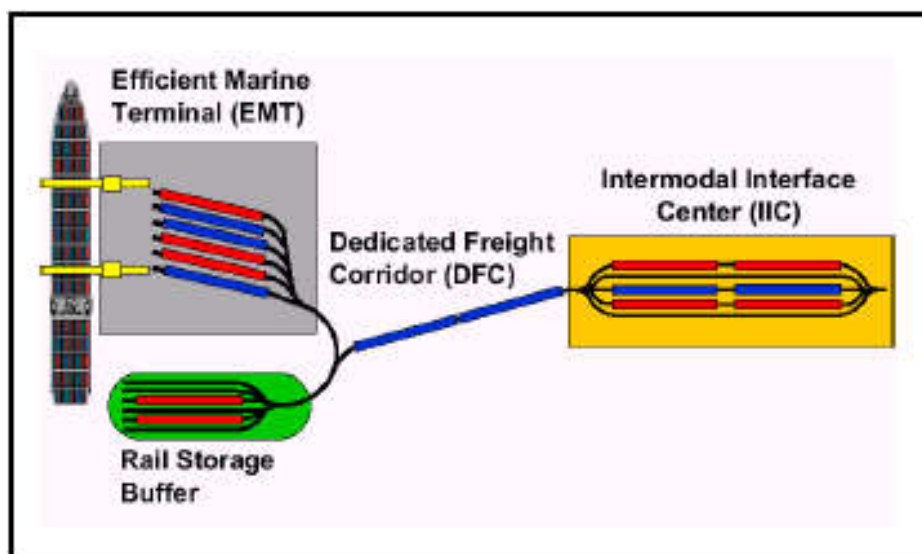


**Rysunek 5.** Comparison of costs of transshipment at four types of terminals  
*Source: Based on EU Project SAIL, Final report, 2002, p. 76*

Drugim interesującym rozwiązaniem wdrażanym na rynku amerykańskim jest rozwiązanie zwane efektywnym terminalem portowym EMT (Efficient Marine Terminal). Terminal ten charakteryzuje się minimalną powierzchnią placów składowych przylegających bezpośrednio do nabrzeża. Ładunek jest dostarczany z terminalu multimodalnego położonego na dalszym zapleczu z użyciem bezpośredniej „dedykowanej” linii kolejowej (rys. 2). Pociąg wahadłowy kursujący po tej linii przywozi jednorazowo tylko tyle kontenerów ile potrzebne jest do załadunku jednej do dwóch ładowni statku<sup>4</sup>. W powrotną stronę pociąg zabiera kontenery wyładowane ze statku. Taki system operacji ładunkowych, stanowiący praktyczne zastosowanie reguły logistycznej „właśnie na czas” pozwala na znaczne oszczędności dzięki ograniczeniu powierzchni terminalu. Ma to bardzo istotne znaczenie w sytuacji ograniczeń, jakie ma większość portów europejskich, jeśli chodzi o możliwość dalszego rozwoju przestrzennego.

<sup>4</sup> Avery P. Feng shui for ports, Cargo Systems Nr 12/2000, s. 31





Efficient Marine Terminal –portowy terminal kontenerowy  
 Rail Storage Buffer – bocznica kolejowa  
 Dedicated Freight Corridor – bezpośrednia linia kolejowa  
 Intermodal Interface Center – terminal multimodalny

**Rysunek 2.** Efektywny terminal portowy i system jego obsługi

Źródło: Pacific Northwest Agile Port System Analysis, Program Element FY 2000, TranSystem Corporation, <http://www.ccdott.org>, s. 14

## Wnioski

Analiza kosztów terminalu multimodalnego, podstawowego elementu centrum logistycznego, oraz nowoczesnych rozwiązań technologicznych mających za cel ograniczenie tychże kosztów pozwala na wyciągnięcie następujących wniosków:

- 1) Koszty inwestycyjne terminalu multimodalnego powinny być w przynajmniej 50% procentach dotowane ze środków publicznych. Obecny poziom stawek za usługi terminali multimodalnych nie pozwala na zwrot poniesionych nakładów na tego typu inwestycje. Dotacja powinna dotyczyć kosztów infrastruktury i nie powinna być kontynuowana w kolejnych latach eksploatacji terminalu.
- 2) Koszty zewnętrzne terminali nie przekraczają 1% kosztów ogólnych i ich uwzględnienie nie powinno wpłynąć na podniesienie cen za usługi terminali.
- 3) Wzrost stawek za usługi terminali niezależnie od innych kosztów transportu jest mało prawdopodobny stąd jedyną szansą na poprawę efektywności ekonomicznej terminali są zmiany wewnętrzne natury organizacyjno-technologicznej.
- 4) Nowoczesne rozwiązania technologiczne mają na celu ograniczenie pracy ludzkiej poprzez automatyzację i zastosowanie technik informatycznych.
- 5) Największą szansę na utrzymanie się na rynku mają nowoczesne terminale, do których cięży duża masa ładunkowa. Niedoinwestowanie terminale obsługujące zbyt małą ilość jednostek ładunkowych nie mogą stałe być dotowane i będą musiały być zlikwidowane.
- 6) Innowacyjne koncepcje terminali multimodalnych będące obecnie w fazie wdrożeń wyznaczają kierunki zmian w technologii i zarządzaniu, które w niedalekiej przyszłości mogą być obowiązujące.

## Literature

1. *Advanced Material Handling: Automatem Guided Vehicles In Gile Ports, Final Report*, Centrefor CommedialDeployment of Transportation Technologies, Los Angeles 2000
2. *Cargodrome*, press information on website: [www.intermodallogistics.co.uk](http://www.intermodallogistics.co.uk)
3. *EU Project IQ - Intermodal Quality*, Final report, 2000
4. *EU Project RECORDIT*, Final report, 2003
5. *EU Project SAIL*, Final report, 2002
6. Fechner I., *Centra logistyczne, Cel-realizacja-przyszłość*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2004
7. *Pacific Northwest Agile Port System Analisyis*, Program Element FY 2000, TranSystem Corporation, <http://www.ccdott.org>
8. Avery P. *Feng shui for ports*, Cargo Systems Nr 12/2000