

## EWOLUCJA PORTOWYCH TERMINALI DROBNICOWYCH

*Na skutek rozwoju technologii przeładunku, składowania i przewozu w latach 70. XX wieku na obszarach terminali drobnicowych konwencjonalnych zaczęły wyodrębniać się strefy przeładunkowe dedykowane odpowiednio kontenerom, ładunkom obsługiwanym w systemie poziomym oraz ładunkom spaletyzowanym. Powstały więc terminale wielozadaniowe. Stopniowo, wraz ze wzrastającą efektywnością technologii obsługi ładunków oraz zwiększającą się masą towarową transportowaną w jednostkach zunifikowanych, wyodrębniły się specjalistyczne terminale kontenerowe, ro-ro i ostatnio zautomatyzowane terminale obsługi ładunków spaletyzowanych. Obiekty te wciąż podlegają bardzo intensywnym przeobrażeniom w zakresie ich wyposażenia i organizacji. W pracy opisano zmieniające się parametry geometryczne i eksploatacyjne, a także systemy pracy terminali drobnicowych. Szczególną uwagę poświęcono zautomatyzowanym terminalom obsługi ładunków spaletyzowanych.*

**Słowa kluczowe:** drobnica, terminale drobnicowe, zautomatyzowane terminale obsługi ładunków spaletyzowanych.

### 1. DEFINICJA I TYPY PORTOWYCH TERMINALI DROBNICOWYCH

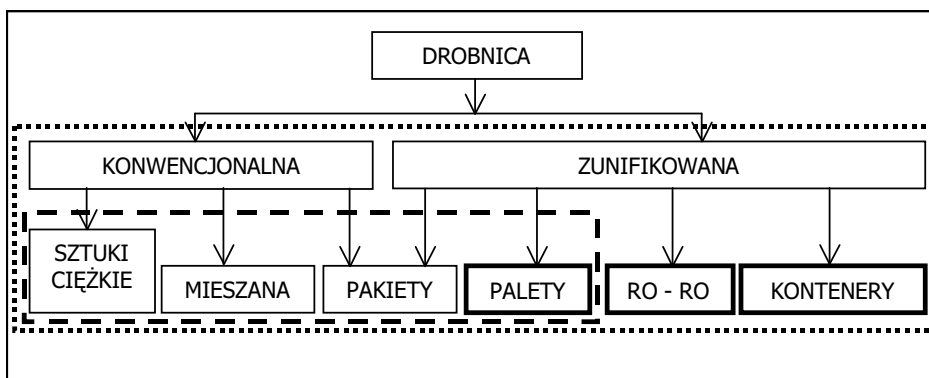
Terminale drobnicowe obsługują wszystkie ładunki zjednostkowane, tzn. przewożone w sztukach, niezależnie od wielkości ładunku i rodzaju jego opakowania. Ładunki te są popularnie nazwane drobnicą. Wyróżnia się drobnicę konwencjonalną i zunifikowaną (tab.1).

Drobnica konwencjonalna (tradycyjna) obejmuje ładunki zjednostkowane, które w relacji statek – nabrzeże obsługiwane są w systemie pionowym żurawiami portowymi, wyposażonymi zwykle w haki lub też specjalne zawiesia służące do przeładunku towarów w postaci tzw. unosów. Drobnicę konwencjonalną dzieli się na tzw. sztuki ciężkie i drobnicę mieszaną. Wspomniane „sztuki ciężkie” to ładunki zjednostkowane o ponadnormowych gabarytach masowych lub geometrycznych, wymagające zastosowania specjalnych technologii przeładunkowych (np. użycia kilku współpracujących ze sobą żurawi nabrzeżowych, dźwigu mobilnego lub pływającego itp.). Wśród ładunków tych wyróżnić można np. elementy konstrukcji przemysłowych, maszyny przemysłowe i rolnicze, pojazdy, tj. lokomotywy, tramwaje itp. Do ładunków należących do drugiej grupy zaliczyć należy towary w opakowaniach transportowych, w tym m.in. w: rolach, beczkach, butlach, kanistrach, workach,

workach typu *big-bag*<sup>1</sup>, skrzyniach, różnego rodzaju pojemnikach i kartonach. Większość z wymienionych opakowań przewozi się jednak obecnie zbiorczo jako jednostki ładunkowe, które formowane są na zestandaryzowanych wymiarowo paletach<sup>2</sup>, albo w postaci pakietów<sup>3</sup>, tworzonych przy użyciu środków wiążących, takich jak: jarzma, taśmy stalowe lub taśmy z tworzyw sztucznych. Wymienione ładunki obsługiwane są przede wszystkim w **terminalach drobnicowych konwencjonalnych** (fot. 1).

**Tabela 1.** Rodzaje ładunków drobnicowych w transporcie

**Table 1.** Types of general cargo handled in transportation



Legenda: linia przerywana obejmuje ładunki obsługiwane w terminalach drobnicowych konwencjonalnych, linia kropkowana – ładunki obsługiwane w terminalach wielozadaniowych, linią pogrubioną zaznaczono ładunki obsługiwane odpowiednio w terminalach kontenerowych, ro-ro i wyspecjalizowanych w obsłudze ładunków spaletyzowanych.

Źródło: opracowanie własne.

**Terminale wielozadaniowe** (ang. *multipurpose terminals*) wykształciły się w latach 70. XX wieku, kiedy to w obrocie portowo-morskim zaczęły się powszechnie pojawiać kontenery i ładunki toczne (tzw. ro-ro). Terminale te oprócz przeładunku drobnicy konwencjonalnej mają dodatkowo możliwość obsługi niewielkich partii kontenerów czy jednostek ładunkowych typu ro-ro, a niekiedy nawet niewielkich partii ładunków masowych. Zwykle więc, oprócz standardowego dla terminali drobnicowych konwencjonalnego wyposażenia w żurawie hakowe,

<sup>1</sup> *Big-bag* – wielkowymiarowe worki o nośności rzędu 500 kg lub 1000 kg, w których przewozi się ładunki suche luzem, np. kruszywo, zboże itd.

<sup>2</sup> Podstawowe parametry palet płaskich określone są w normie PN-EN 13382:2004.

<sup>3</sup> Wymiary i masa pakietów są dość zróżnicowane i wynikają z rodzaju transportowanego ładunku oraz sposobu jego ułożenia w jednostkę pakietową. Masa pakietu może wahać się od pół tony do kilku ton. Stąd problem z jednoznacznym zaklasyfikowaniem pakietu jako ładunku zunifikowanego. Pakiet można zaklasyfikować jako drobnicę zunifikowaną w przypadku dużej powtarzalności występowania określonego typu pakietów w danym terminalu. Z tym faktem wiąże się konieczność wysokiego stopnia wyspecjalizowania terminalu lub statków do niego zawijających, przejawiającego się m.in. w wyposażeniu urządzeń przeładunkowych w specjalne chwytaki (ang. *lifting frames*). Takie rozwiązanie stosowane jest np. na statkach typu *open-hatch gantry craned vessels* i *open-hatch jib craned vessels* norweskiego operatora Gearbulk.

dysponują przynajmniej jedną rampą ro-ro i jednym żurawiem kontenerowym. Współcześnie terminale wielozadaniowe funkcjonują głównie w portach charakteryzujących się stosunkowo niskimi obrotami rocznymi i dość zróżnicowanym spektrum ładunkowym.



Fot. K.A. Krośnicka.

**Fot. 1.** Przykład terminalu obsługi drobnicy konwencjonalnej – Bałtycki Terminal Drobnicowy w Gdyni

**Fig. 1.** An example of a conventional general cargo terminal – the Baltic General Cargo Terminal Gdynia Ltd.

W obrębie drobnicy zunifikowanej wyróżnia się: kontenery, ładunki przewożone w systemie poziomym oraz ładunki spaletyzowane i pakiety. Powszechne dziś w każdej gałęzi transportu kontenery mogą służyć do przewozu właściwie dowolnego rodzaju ładunku (drobnicy, ale także ładunków płynnych, niebezpiecznych itd.). Przeładunek kontenerów przy nabrzeżu portowym odbywa się w systemie pionowym (tzw. lo-lo), najczęściej za pomocą suwnic STS (ang. *ship to shore cranes*) lub ewentualnie żurawi kontenerowych, składowanie zaś na otwartych placach. Technologia ro-ro z kolei polega na przeprowadzaniu prac przeładunkowych przy wykorzystaniu platform tocznych lub podwozi własnych pojazdów. Dotyczy więc ona przeładunku m.in. samochodów ciężarowych, samochodów osobowych, naczep, przyczep, lub specjalnych niskich platform terminalowych, zwanych roll-trailerami. Platformy te przemieszczane są przy użyciu ciągników terminalowych, a do wnętrza statku wprowadza się je przez rampy nabrzeżowe. Kontenery oraz jednostki frachtowe obsługiwane w systemie ro-ro wymagają jednak zastosowania zupełnie innych technologii przeładunku, transportu oraz składowania niż ładunki drobnicy konwencjonalnej. Dlatego też, jeśli występują w większych partiach, obsługiwane są w odrębnych **terminalach** specjalistycznych: **kontenerowych** lub **ro-ro**. Terminale kontenerowe wydzieliły się przestrzennie z terminali drobnicowych konwencjonalnych lub terminali wielozadaniowych już w latach 70. XX wieku. Terminale ro-ro wyodrębniły się z nich nieco później, bo na przełomie lat 80. i 90. XX wieku. Opóźnienie to było wynikiem m.in. możliwości wykorzystania magazynów terminali drobnicowych konwencjonalnych jako powierzchni składowych dla ładunków przewożonych w systemie poziomym.

Bardzo interesującą grupą terminali drobnicowych, która wyewoluowała w przeciągu ostatnich kilkunastu lat z terminali drobnicowych konwencjonalnych, są **zautomatyzowane terminale obsługi ładunków paletyzowanych** (fot. 2).



Fot. K.A. Krośnicka.

**Fot. 2.** Przykład terminalu obsługi drobnicy spaletyzowanej – terminal HHLA w Hamburgu (stara część terminalu obsługująca palety rozformowywane do postaci kartonów)

**Fig. 2.** An example of a general cargo terminal dedicated to palletized cargo – the HHLA Frucht- und Kühl-Zentrum in Hamburg (the old part of the terminal, where the cartons demolded from the pallets are served)

Na zapleczu lądowym tego typu terminale służą do obsługi właściwie każdego typu drobnicy. W portach obiekty te są przeznaczane na razie głównie do obsługi ładunków wymagających utrzymywania ustalonej temperatury np. owoców, żywności. W terminalach takich jednostka ładunkowa w postaci palety pobierana jest ze statku w systemie pionowym (żurawiem lub elewateorem), po czym transportowana jest na palecie (standardowej lub specjalnej palecie terminalowej) wózkiem widłowym do strefy operacyjnej magazynu. Stamtąd dostarczana jest zautomatyzowanym przenośnikiem (najczęściej rolkowym) do komór magazynu wysokiego, zamykanych indywidualnie drzwiami segmentowymi. Część z komór działa zwykle na zasadzie magazynu-chłodni. Ze ściśle określonego stanowiska na regale wysokim ładunek na palecie transportowany jest dalej do hali operacyjnej położonej po odlądowej stronie magazynu, skąd trafia na samochód. Urządzenia pozwalające na załadunek na samochód stanowią specjalne doki zabezpieczone fartuchami, żaluzjami lub kurtynami, wpływającymi na utrzymanie stałej temperatury i wilgotności w czasie przeładunku. W przypadku obsługi wagonów kolejowych tory wprowadza się pod wiaty lub niekiedy do wnętrza magazynu, przy czym wjazdy do budynku chronione są podobnie jak w przypadku samochodów specjalnymi kurtynami i fartuchami [13].

Szerzej funkcjonowanie i zmiany zachodzące w układzie przestrzennym wymienionych terminali opisano w dalszej części pracy. Pominięto charakterystykę ukształtowania i organizacji terminali kontenerowych oraz ro-ro, których obszerny opis wykraczałby znacznie poza ramy wyznaczone dopuszczalną pojemnością jednego artykułu.

## 2. ELEMENTY PRZESTRZENNE TERMINALI DROBNICOWYCH

W strukturze terminali portowych wyróżnia się: akwatorium, strefę operacyjno-przeładunkową, strefę składową oraz strefę wjazdowo-wyjazdową.

Terminale obsługujące drobnicę niezunifikowaną, ze względu na stosunkowo niedużą wielkość zawijających do nich statków<sup>4</sup> i dużą czasochłonność prac przeładunkowych lokalizowane są raczej w głębi portu. Ze względu na porównywalnie małą efektywność przeładunku żurawiami hakowymi układ przestrzenny terminali drobnicowych konwencjonalnych wymaga stosunkowo dużej liczby stanowisk przeładunkowych (niekiedy nawet kilkunastu). W związku z tym, aby skoncentrować strukturę przestrzenną zaplecza lądowego terminalu i uzyskać możliwie długą linię cumowniczą, **akwatoria** w tych terminalach przyjmują zwykle układ basenowo-pirsowy<sup>5</sup>. Szerokość basenów, przeznaczonych do jednoczesnego cumowania kilku jednostek na ich długości, musi odpowiadać w przybliżeniu czterem szerokościom zawijających do basenu statków, natomiast głębokość wynosi obecnie zwykle około 7,7–12 m [6, s. 30], [1, s. 59]. Na skutek znacznego zmniejszenia wolumenu obrotów drobnicą konwencjonalną w portach w latach 80. XX wieku, liczba stanowisk cumowniczych uległa redukcji do zaledwie kilku, w związku z czym linia cumownicza terminali jest obecnie raczej stosunkowo krótkim, prostym odcińkiem nabrzeża.

W **strefie operacyjno-przeładunkowej** realizowane są różne relacje przeładunku. Większość ładunków rozładowywana jest ze statków w relacji pośredniej: statek – hangar, statek – magazyn, statek – wiata lub statek – plac składowy. Relacja bezpośrednia (statek – wagon, ewentualnie statek – samochód) stosowana jest obecnie zdecydowanie rzadziej.

Modele pracy terminali drobnicy konwencjonalnej wynikają bezpośrednio z przyjętego systemu obsługi urządzeniami transportu wewnętrznego. Odcinek między płytą nabrzeża, na której zwykle żuraw kładzie ładunek po zdjęciu go ze statku, a docelowym miejscem składowania ładunku pokonywany jest najczęściej przy użyciu środków transportu wewnętrznego terminalu – głównie wozów widłowych różnego typu. Zdarza się jednak, że żuraw przenosi unos (partię ładunku na palecie) wprost na rampę hangaru lub balkon wielokondygnacyjnego magazynu, skąd dalej na miejsce składowania przewożony jest wózkami widłowymi lub zautomatyzowanym systemem przenośników. Większe partie jednolitych ładunków, np. profile stalowe, blachy lub tzw. sztuki ciężkie, obsługuje się najczęściej w relacji bezpośredniej.

Masa przeładowywanych ładunków drobnicowych bywa bardzo zróżnicowana – waga pojedynczej sztuki ładunku może wahać się od kilkudziesięciu kilogramów do kilkudziesięciu ton. Ze względu jednak na to, że zdecydowana większość ładunków charakteryzuje się masą rzędu kilku ton, przeciętna nośność żurawi

<sup>4</sup> Większość drobnicowców to jednostki o nośności poniżej 25 000 DWT, przy czym najliczniejszą grupę stanowią jednostki o nośnościach między 10 000 a 20 000 DWT [1, s. 58, 59], [5, s. 25].

<sup>5</sup> W niektórych portach pływowych baseny lub grupy basenów zamyka się śluzami, tworząc tzw. doki. W takim przypadku układ akwatorium nazywa się dokowym.

drobnicowych jest stosunkowo niska. W końcu lat 50. i także później (lata 60. i 70. XX w.) wynosiła ona od 1 do 5 ton. Wielkość ta w zasadzie nie uległa poważniejszym zmianom do dziś. W przypadku obsługi ładunków o większym ciężarze stosowano np. dźwigi pracujące w tandemie lub dźwigi mobilne i pływające. Obecnie często wyposaża się jedno ze stanowisk cumowniczych w terminalach drobnicowych w zwykle pojedynczy dźwig o dużym udźwigu. Współcześnie, według Ager-schou [1, s. 272] i Memos [6, s. 35], wydajności terminali obsługi drobnicy konwencjonalnej kształtują się na poziomie 10–30 ton/dźwig/godzinę. Szerokość strefy przeładunkowej na płycie nabrzeża powinna wynosić 20–30 m.

Na obszarze terminali ładunki składowane są na otwartych placach składowych lub w obiektach zadaszonych, np. wiatach, hangarach czy magazynach. **Otwarte place składowe** najczęściej lokalizuje się w pierwszej linii, bezpośrednio przy strefie nabrzeża. Trudno wyznaczyć optymalne parametry geometryczne otwartych przestrzeni składowych, gdy nie jest znana z góry wielkość potencjalnych ładunków. W związku z tym wyznacza się je na podstawie szacunków niezbędnej powierzchni składowej oraz powierzchni infrastruktury transportowej, w tym przede wszystkim kolejowej, samochodowej i żurawi nabrzeżowych. Często otwarte place składowe sytuowane są pomiędzy budynkami hangarów, co pozwala dodatkowo zagospodarować przestrzeń niezbędną na wykonanie rozjazdów kolejowych między frontami przeładunkowymi towarzyszącymi poszczególnym magazynom. Stosunek pojemności zadaszonych obiektów składowych i otwartych placów składowych należy przyjmować jako 70–95% do 30–5%. Przy czym, ze względu na konieczność zapewnienia sprawnego transportu, minimalna szerokość otwartego placu składowego bezwzględnie nie powinna być mniejsza niż 40–50 m.

Najistotniejsze z punktu widzenia funkcjonowania terminali obsługujących drobnicę konwencjonalną są **zamknięte powierzchnie składowe**. Część z nich (hangary) lokalizowana jest bezpośrednio przy nabrzeżu i służy składowaniu krótkotrwałemu (zwykle przez okres od 10 do 20 dni). W większym oddaleniu od linii cumowniczej (w tzw. drugiej linii) sytuowane są magazyny, często wielokondygnacyjne, przeznaczone do składowania długoterminowego (przez okres około 30 dni). W piętrowych magazynach transport pionowy ładunku realizowany jest przy użyciu wyciągów i żurawi przyściennych, grawitacyjnych urządzeń ześlizgowych, wciągników elektrycznych, przenośników kubelkowych. Magazyny drugiej linii są często także obiektami konfekcjonowania ładunków, np. przepakowywania, sortowania, dojrzewania owoców, palenia kawy, łuszczenia ryżu itp.

Obecnie najczęściej funkcje obiektów składowych pierwszej i drugiej linii łączone są w nowoczesnych jednokondygnacyjnych magazynach. Zasadniczo występują trzy rodzaje takich magazynów:

- obiekty składowania podłogowego z możliwością przejazdu samochodów ciężarowych i ich rozładunku wewnątrz budynku przy użyciu różnego typu wózków magazynowych (ręczne wózki widłowe, popularne wózki podnośnikowe niskiego i wysokiego składowania [12]). Tego typu magazyny bywają też wyposażone w bezrampowe ładunkowe tory kolejowe;

- nieprzejazdowe obiekty składowania podłogowego wyposażone w tzw. doki samochodowe, umożliwiające prowadzenie przeładunku wózkami widłowymi niezależnie od warunków atmosferycznych panujących na otwartym powietrzu. Podłoga magazynu musi być wówczas usytuowana na poziomie odpowiadającym wysokości platformy samochodowej, czyli w przybliżeniu na wysokości 1,1 m powyżej poziomu gruntu;
- w pełni lub częściowo zautomatyzowane magazyny wysokiego składowania, wyposażone w różnego typu podnośniki (np. układnice słupowe), przenośniki (rolkowe, taśmowe) i regały (np. przesuwne, przepływowe, rządowe, wspornikowe, paletowe itp.), do których najczęściej ładunek dostarczany jest poprzez doki samochodowe<sup>6</sup>. Niektóre z magazynów mają także możliwość obsługi kolejowej przez zadaszoną rampę zewnętrzną lub niekiedy poprzez rozładunek odsprzęgu wagonów we wnętrzu obiektu (fot. 3).

Wielkość zamkniętych przestrzeni składowych określona jest przez szereg uwarunkowań. Wymienić wśród nich można:

- rozmiary ładunków i ich opakowań;
- dopuszczalne obciążenia podłóg (oba wymienione parametry limitują wysokość obiektów);
- zdolności manewrowe wózków widłowych (szerokości przejazdów między powierzchniami składowymi);
- wielkość wjeżdżających samochodów ciężarowych (wysokości bram i szerokości przejazdów w obrębie magazynu);
- długość cumujących jednostek (rzutująca na długość budynku);
- dostępne technologie budowlane (definiujące rozpiętość budynku).

**Hangary**, jako obiekty usytuowane bezpośrednio przy linii przeładunkowej, uzależnione są od parametrów geometrycznych statków. Długość hangaru przyjmuje się jako równą długości statku obliczeniowego lub jako podwojoną długość statku obliczeniowego [11, s. 51]. W latach 70. XX wieku długość statku obliczeniowego wynosiła około 130–160 m, więc długość magazynów projektowano na około 150 lub 300–400 m [11, s. 52]. Pomiędzy hangarami niezbędne jest zachowanie przejazdów samochodowych, przelotów dla wozów straży pożarnej oraz odległości mieszczących rozjazdy kolejowe, co sprawia, że sumaryczna długość hangarów w ciągu linii cumowniczej zajmuje około 65–85% tejsze linii.

---

<sup>6</sup> Doki samochodowe, zwykle poprzedzone rampą, muszą uwzględniać zróżnicowane wysokości obsługiwanych pojazdów, co wiąże się z koniecznością użycia platform regulowanych hydraulicznie [1, s. 468], [10, s. 268].



Fot. K.A. Krośnicka.

**Fot. 3.** Przykład zautomatyzowanego terminalu obsługi drobnicy spaletyzowanej – terminal HHLA w Hamburgu (nowa część wyposażona w komory składowania wysokiego oraz doki samochodowe)

**Fig. 3.** An example of automated palletized cargo handling terminal s – HHLA Frucht-und Kühl-Zentrum in Hamburg (the new part of the terminal, equipped with high storage chambers and with trucks loading docks)

Długości **magazynów drugiej linii** nie są zależne od długości statków, jednakże z reguły w celu klarowności układu drogowego terminalu powtarza się w drugiej linii długości budynków hangarów. Szerokości magazynów nie mogą być zbyt małe z uwagi na konieczność ruchu transportu wewnętrznego. Z tego względu powinny być one większe niż 24 m, a zwykle mieszczą się między 40 a 60 m [6, s. 35], [11, s. 52]. Szerokości projektowanych magazynów w połowie lat 70. XX wieku wynosiły według Szichijewa [8, s. 120, 121] od 48 do 60 i więcej m, przy czym były to głównie magazyny trójnawowe. Obecnie jednoprzestrzenne magazyny mogą mieć rozpiętość ponad 60 m, natomiast magazyny wielonawowe osiągają szerokości powyżej 100 m.

Wysokość piętrzenia ładunku w magazynach zależna jest od DOR<sup>7</sup> stropów oraz od wysokości budynku, typu urządzeń transportu wewnętrznego i wysokości pojazdów wjeżdżających do magazynu, a także od wytrzymałości ładunku na

<sup>7</sup> DOR – dopuszczalne obciążenie robocze, czyli maksymalne dopuszczalne obciążenie przypadające na powierzchnię, podawane w kN/m<sup>2</sup> lub ewentualnie w t/m<sup>2</sup>.



zgniatanie, które to cechy ograniczają możliwość piętrzenia ładunków. Szychijew [8, s. 122, 123] w końcu lat 70. XX wieku jako minimalną wysokość magazynów jednokondygnacyjnych i parterów magazynów zalecał 6 m, a kolejnych kondygnacji – 4,5 m. W tym samym czasie Wasiliewskij [11, s. 52] podaje, iż wartości wysokości magazynów wynoszą 6,7–7,3 m, a w najbliższej perspektywie miały wzrosnąć do 8,5–9,7 m. Obecnie jednoprzestrzenne magazyny wysokiego składowania charakteryzują się wysokościami rzędu 20 i więcej metrów.

Niektóre magazyny wyposażone są w rampy kolejowe. Minimalne szerokości ramp powinno przyjmować się jako 7 m [11, s. 53]. Rampy zaleca się przykryć zadaszeniem o szerokości nie mniejszej niż  $\frac{5}{8}$  szerokości rampy [11, s. 53]. W magazynach piętrowych stosuje się niekiedy tarasy (balkony), które funkcjonują na zasadzie ramp i powinny mieć szerokość rzędu 3,5 m [11, s. 53, 54]. Aby nawierzchnia rampy znalazła się w poziomie podłogi wagonu, wysokość ramp nad poziom główki szyny powinna wynosić 1,1 m, oraz 0,9 m nad nawierzchnię drogi samochodowej [9, s. 76]. Obecnie ze względu na dominację transportu samochodowego coraz częściej likwiduje się stałe rampy kolejowe, utrudniające funkcjonowanie w poziomie parteru hangaru. W takim przypadku wagony kolejowe obsługiwane są z poziomu terenu wózkami widłowymi lub za pomocą mobilnych ramp ładunkowych [6, s. 35]. Niekiedy dochodzi nawet do całkowitej likwidacji nabrzeżowych torów ładunkowych. W sytuacji, gdy lądowy łańcuch transportowy realizowany jest przy użyciu samochodów, w ściany magazynów lub hangarów wbudowuje się doki samochodowe, co ma szczególne uzasadnienie w przypadku ładunków chłodzonych.

### 3. GENERACJE TERMINALI DROBNICY KONWENCJONALNEJ

W procesie ewolucji terminali drobnicowych wyróżnić można cztery zasadnicze generacje, różniące się poziomem rozwoju i zastosowanymi rozwiązaniami funkcjonalno-przestrzennymi. W dalszej części artykułu opisano kolejne generacje terminali drobnicowych, posługując się przy tym m.in. materiałami, które ze względu na ich wartość historyczną można uznać za źródłowe. Strukturę i wydajność terminali portowych opisać można za pomocą parametrów przestrzennych, wyposażenia oraz efektywności [7, s. 235]. W niniejszej pracy, analizując rozwój terminali drobnicowych, odniesiono się przede wszystkim do wyznaczników przestrzennych, takich jak: długość linii cumowniczej, powierzchnia całkowita terminalu oraz powierzchnia składowa.

We wstępnej fazie rozwoju (**przed rokiem 1900**) terminale portowe funkcjonowały jako uniwersalne obszary obsługi zarówno ładunków zjednostkowanych, jak i półmasowych oraz mniejszych partii ładunków masowych<sup>8</sup>. Takie rozwiąza-

<sup>8</sup> Jedynie uciążliwe ładunki takie jak np. węgiel, węgiel drzewny, smoła, potaż, dziegieć, wapień itp. oraz ładunki przechodzące przez port w większej ilości, tj. zboża, czy też nieprzeznaczone do obrotu detalicznego, np. ołów, miedź miały wyraźnie wyodrębnione miejsca przeładunkowe i składowe w portach.

nie było możliwe ze względu na stosunkowo niewielką jeszcze w tamtym czasie masę ładunkową przechodzącą przez porty i umożliwiało elastyczne dopasowanie się do każdego w zasadzie typu zawijających jednostek. Ładunki ze statków wyładowywane były ręcznie lub ewentualnie za pomocą żurawi portowych (wówczas najczęściej parowych). W strefie operacyjnej niezbędne były przede wszystkim powierzchnie otwarte, na których realizowano składowanie krótkoterminowe. W drugiej linii znajdowały się bardzo różnej konstrukcji magazyny (głównie murowane, niekiedy drewniane). Duża część ładunku składowana była w magazynach położonych wewnątrz miasta (część budynków mieszkalnych wyposażona była w komory składowe).

Stopniowo, wraz z rozwojem technologii przeładunku (**lata 1900–1945**), następowała specjalizacja obsługi ładunku i wyodrębnienie się terminali masowych. W wyniku tego w terminalach obsługujących ładunki zjednostkowane zredukowane zostały powierzchnie otwartych placów składowych, a rozbudowaniu uległy budynki składowe. Powstały dwie linie zabudowy: pierwszą stanowiły hangary, będące obiektami składowania krótkoterminowego, drugą linię budowały najczęściej kilkukondygnacyjne, murowane magazyny. Prace przeładunkowe były wciąż stosunkowo słabo zmechanizowane. Ze względu na niedużą wielkość ówczesnych statków linia cumownicza terminali drobnicowych była dość długa.

**Trzecia generacja terminali drobnicowych** przypada na lata **1945 – 80./90. XX wieku**. Po 1945 roku wyraźnie wzrósł poziom mechanizacji prac przeładunkowych, dzięki czemu możliwe stało się grupowanie ładunków. W 1956 roku rozpoczęły się na szerszą skalę eksperymenty w żegludze w zastosowaniu palet i wózków widłowych, które doprowadziły do upowszechnienia tego systemu pracy w latach 60. XX wieku. Zastosowanie wózków widłowych pozwoliło na znaczne poszerzenie zaplecza. Istotny wpływ na terminale drobnicowe miało także wprowadzenie dźwigów o większym unosie i zasięgu operowania. Duży udział bomów statkowych w pracach przeładunkowych do połowy lat 70. XX wieku. sprawiał, że hangary lokalizowane były w miarę możliwości jak najbliżej linii cumowniczej (odległość budynku od linii cumowniczej ograniczona była wysięgiem bomu statkowego i wynosiła zaledwie kilka metrów). W takim przypadku ładunek trafiał bezpośrednio do hangaru. W momencie wprowadzenia bramowych dźwigów nabrzeżowych o wysięgu rzędu 25–30 m z możliwością obsługi relacji statek – wagon i statek – samochód nastąpiło odsunięcie hangaru od linii przeładunkowej i utworzenie dość szerokiego frontu przeładunkowego na płycie nabrzeża [8, s. 120, 123]. W takim przypadku wzdłuż linii cumowniczej mogła rozciągać się jedna linia (magazyny ogólne dla jednoczesnego składowania krótko- i długoterminowego), lub dwie linie magazynów (hangary i magazyny długoterminowego składowania). Schemat przekroju poprzecznego strefy przeładunkowej w terminalach drobnicowych (łącznie z budynkami i układem drogowym) zmienił się więc od początku XX wieku do lat 70. XX wieku z szerokości około 40 m do 150–300 m w przypadku obsługi drobnicy konwencjonalnej i 250–600 m dla kontenerów [8, s. 68], [11, s. 41, 42].

Do lat 70. XX wieku w terminalach drobnicowych zatrudniano stosunkowo dużą liczbę pracowników, dlatego też rozbudowany był układ budynków pomocni-

czych [8, s. 71], w tym socjalnych, stołówka pracownicza, punkt ochrony zdrowia, administracyjny itd.

Współcześnie (**lata 80. XX w. – obecnie**) mamy do czynienia z **czwartą generacją terminali drobnicowych**, kiedy to na skutek rozwoju konteneryzacji i technologii ro-ro udział drobnicy tradycyjnej w obrotach portowo-morskich istotnie zmalał. W związku z tym zmniejszyła się stopniowo liczba potrzebnych stanowisk cumowniczych w terminalach drobnicy konwencjonalnej, skróciła się długość linii cumowniczej, a część basenów została załadowana w celu zwiększenia powierzchni składowej. W tym czasie tradycyjne terminale drobnicowe były zamykane, restrukturyzowane, redukowano ich powierzchnię, zmieniano profil ich działalności na ro-ro i kontenerowy, a niekiedy także na masowy.

Na skutek rozwoju drogowej sieci samochodowej i możliwości transportu w relacji dom-dom, oraz w przypadku Polski także znacznego rozdrobnienia odbiorców i dostawców ładunku, zmniejsza się udział ruchu kolejowego w obsłudze terminali. W związku z tym w wielu terminalach drobnicowych zrezygnowano z ramp kolejowych, a zamiast nich wprowadzono doki samochodowe w układzie ścian prostym lub piłokształnym. Ze względu na użycie nowych technologii budowlanych (w tym m.in. kratownicowych konstrukcji stalowych belek dachu, nowych metod fundamentowania) nastąpiło zwiększenie rozpiętości magazynów i hangarów oraz pojawiła się możliwość budowy magazynów przejazdowych. Co ciekawe, jeszcze w końcu lat 50. XX wieku Szwanowski [9, s. 88] twierdził, iż: „wjeżdżanie samochodem do środka magazynu nie jest jednak korzystne z uwagi na konieczność uwzględnienia bardzo szerokich dróg transportowych” oraz „możliwość zaproszenia ognia”.

Płyta nabrzeża w większości przypadków przestała pełnić funkcję obsługi transportu kolejowo-samochodowego w układzie podłużnym. Stała się ona obszarem krótkoterminowego składowania przy wyładunku ze statku i przed załadunkiem oraz przestrzenią transportu poprzecznego w relacji płyta – hangar, obsługiwanego wózkami widłowymi lub zestawami ciągnik terminalowy – naczepa<sup>9</sup>. Aby nie krzyżować transportu poprzecznego z podłużnym, zrezygnowano w wielu terminalach z obsługi relacji statek – wagon i zlikwidowano tory kolejowe na nabrzeżu [1, s. 266]. Obsługa kolejowa hangarów i magazynów, jeśli zachodzi taka potrzeba, realizowana jest zwykle po ich odlądowej stronie. Obsługę samochodów ciężarowych prowadzi się również od strony odlądowej hangarów (przy użyciu ramp hangarowych, doków samochodowych) lub w hangarach (przy obsłudze wózkami widłowymi). Dopuszcza się także relację bezpośrednią statek – samochód, zwykle z dojazdem w układzie poprzecznym. Aby skrócić czas przejazdu środków wewnątrzterminalowego transportu poziomego, dystans między statkiem a ścianą hangaru powinien być ponownie możliwie najmniejszy – najczęściej obecnie przyjmowany zakres szerokości płyty mieści się w przedziale od 20 do 40 m [1, s. 266]. Przyjmuje się, że do szerokości płyty nabrzeża rzędu 100 m efektywne

<sup>9</sup> Transport tymi urządzeniami stał się wyraźnie tańszy wraz z rozpoczęciem paletyzowania ładunku.

są wózki widłowe<sup>10</sup>. Powyżej tej wartości zaleca się raczej transport za pomocą zestawów: terminalowy ciągnik siodłowy i naczepa<sup>11</sup>. Szerokość otwartych placów składowych za płytą nabrzeża lub budynków hangarów wynosi obecnie około 60 m, natomiast szerokość znajdującej się po stronie odlądowej hangaru strefy obsługi samochodów i wagonów towarowych waha się w zakresie od 10 do 20 m. Coraz częściej stosuje się także mobilne dźwigi na kołach ogumionych, które oprócz prowadzenia prac przeładunkowych na nabrzeżu mogą być wykorzystywane do prac na otwartych placach składowych<sup>12</sup>.

W fazie rozwoju klasycznych terminali drobnicowych idealny kształt terminalu zbliżał się do prostokąta, którego dłuższy bok rozciągał się wzdłuż nabrzeża. Powierzchnia takiego typowego terminalu zbudowanego w latach 60. XX wieku wynosiła w przybliżeniu 6 ha, długość nabrzeża – około 600 m, głębokość zaplecza – 100 m [1, s. 263, 264]. W fazie pojawiania się terminali wyspecjalizowanych (m.in. kontenerowych, ro-ro) optymalny kształt działki terminali drobnicowych konwencjonalnych zbliżony był do kwadratu (przykładowo, jeden z terminali zbudowanych w latach 70. XX w. zajmował powierzchnię 30 ha, przy długości nabrzeża rzędu 600 m i głębokości zaplecza 500 m) [1, s. 263, 264]. Obecnie istnieje tendencja do sytuowania działki terminali obsługi drobnicy konwencjonalnej bardziej w głąb zaplecza, kształt terminalu to zatem ponownie prostokąt, przy czym tym razem, dzięki wykorzystaniu bardzo efektywnego transportu poprzecznego, wydłuża się dystans nabrzeże – powierzchnia składowa, stąd krótszy bok terminalu rozciąga się wzdłuż nabrzeża [1, s. 263, 264].

W terminalach drobnicowych konwencjonalnych czwartej generacji zmniejszeniu uległa liczba stanowisk cumowniczych wzdłuż pirsu oraz zwiększyła się szerokość pirsów. Najbardziej efektywnym układem według Szchijewa [8, s. 70] jest sytuacja, gdy na długości pirsu znajdują się cztery stanowiska cumownicze. Wzrosła też szerokość pirsu. Do lat 70. szerokość pirsu wynosiła 240–260 m. W późniejszym okresie wzrosła do 300–400 m. Długość pirsów uzależniona jest od długości statków, ale również od układu kolejowego [8, s. 70]. Eliminacja transportu kolejowego z obszaru pirsów (wyprowadzenie go w strefę zaplecza lub całkowita likwidacja) pozwoliła na zmianę układu przestrzennego pirsów z ukośnego, uwzględniającego łuk torów kolejowych, na prosty.

Jak stwierdza Gołębska [4, s. 63]: „(...) w zarządzaniu zapasami dąży się do optymalizacji poziomu zapasów, albo do ich minimalizacji (...)” poprzez zastosowanie technologii „Just in Time”. W związku z tym coraz częściej w portowych magazynach drobnicowych zastosowanie mają nowoczesne technologie organizacji pracy, w tym m.in. automatyczna identyfikacja dóbr za pomocą czytników kodów (kreskowych, dwuwymiarowych lub hybrydowych) oraz innowacyjne technologie elektronicznego zarządzania magazynami.

<sup>10</sup> Unos wózków widłowych jest zróżnicowany i kształtuje się na poziomie od 2 do 45 ton [1, s. 468], [10, s. 272].

<sup>11</sup> Udźwig ciągników siodłowych z naczepą wynosi od 10 do 100 ton [1, s. 468], [10, s. 272].

<sup>12</sup> Unos takich dźwigów wynosi zwykle od 2 do 40 ton [1, s. 468], [10, s. 273].

Tereny portowe, przez wzgląd na wysokie koszty budowy i utrzymania nabrzeży portowych, są rzadko wykorzystywane do celów składowania długoterminowego. Czas przebywania ładunków w magazynach terminali portowych obsługujących ładunki drobnicowe jest więc stosunkowo krótki, a rotacja w nich – wysoka. Z tego powodu udział magazynów długoterminowego składowania w portach zawsze był ograniczany na rzecz parterowych hangarów z możliwością szybkiej obsługi ładunku i zwykle bez wyposażenia w postaci specjalistycznych regałów wysokiego składowania (wyjątkiem mogą tu być chłodnie i dojrzewalnie owoców). Co więcej, portowe terminale drobnicowe są zwykle związane nie tylko z dalekim zapleczem portów, ale także z logistyką miejską aglomeracji, w których się znajdują. Dlatego też często magazyny długoterminowego składowania wraz z obiektami przemysłowymi lokalizowane są na obrzeżach aglomeracji portowych, przyjmując formę centrów dystrybucyjnych, logistycznych, kompleksów przemysłowych itp.

## PODSUMOWANIE

Obecnie właściwie nie buduje się nowych terminali przystosowanych do obsługi klasycznej drobnicy konwencjonalnej. Tworzone są natomiast nowoczesne terminale kontenerowe ro-ro oraz zautomatyzowane terminale obsługi ładunków spaletyzowanych, dedykowanych określonej grupie ładunków. W wielu portach terminale drobnicowe konwencjonalne świadczą rolę służebną wobec terminali kontenerowych, dokonując procesu formowania (pakowania) kontenerów [3, s. 185]. Zastanowić się można, czy konwencjonalne terminale drobnicowe skazane są na całkowitą likwidację i czy ich funkcje przeładunkowe zostaną stopniowo zupełnie przejęte przez terminale kontenerowe, ro-ro i zautomatyzowane terminale obsługi ładunków paletyzowanych, a funkcje konfekcjonowania realizowane będą przez centra logistyczne położone na ich zapleczu? Wydaje się, że przez wzgląd na elastyczność przeładunku, jaką oferuje tradycyjna technologia używana w terminalach konwencjonalnych, w tym zwłaszcza możliwość obsługi „sztuk ciężkich” oraz ładunków spakietyzowanych, wskazane będzie zachowanie takich terminali, choć zapewne w układzie przestrzennym ograniczonym do kilku (2–3) stanowisk cumowniczych. W skali portu taka reorganizacja musi być jednak połączona ze staranną inwentaryzacją oraz zrewidowaniem potencjalnych potrzeb ładunkowych. W przypadku małych portów, w których okazyjnie mogą wystąpić ładunki skonteneryzowane lub ro-ro, warto rozważyć zastosowanie terminali wielofunkcyjnych.

## LITERATURA

1. Agerschou H., Dand I., Ernst T., *Planning and design of ports and marine terminals*, wyd. II, Thomas Telford Ltd, London 2004.
2. Gaythwaite J.W., *Design of maritime facilities for the berthing, mooring and repair of vessels*, wyd. II, ASCE Press, Reston, Virginia 2004.
3. Grzybowski L., Łączyński B., Narodzonek A., Puchalski J., *Kontenery w transporcie morskim*, Trademar, Gdynia 1997.
4. *Kompendium wiedzy o logistyce*, red., E. Gołomska, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Poznań 1999.
5. *Morskie budowle hydrotechniczne. Zalecenia do projektowania i wykonywania Z1 – Z45*, red. B. Mazurkiewicz, Fundacja Promocji Przemysłu Okrętowego i Gospodarki Morskiej, wyd. IV, Gdańsk 2006.
6. *Port engineering. Planning. Construction. Maintenance and security*, red. G.P. Tsinker, Wiley and Sons, New York 2004.
7. Ricci S., Marinacci C., *Modelling Support for Maritime Terminals Planning and Operation* [w:] International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Transnav, Vol. 4, No. 2, 2010, [http://www.transnav.eu/Article\\_Modelling\\_Support\\_for\\_Maritime\\_Ricci,14,227.html](http://www.transnav.eu/Article_Modelling_Support_for_Maritime_Ricci,14,227.html).
8. Szichijew F., Gorjunow B., *Ustrojstwo morskich portow*, Transport, Moskwa 1978.
9. Szwankowski S., *Budowa i wyposażenie magazynów portowych*, Wydawnictwa Komunikacyjne, Warszawa 1954.
10. Thoresen C.A., *Port designer handbook. Recommendations and guidelines*, Thomas Telford Ltd., London 2003.
11. Wasiljewskij J., Poluchin W., Jakowlenko W., *Portowyje bieregowyje sooruzhenia i ich eksploatacja*, Transport, Moskwa 1978.
12. <http://www.still.pl/> z dn. 24.10.2012.
13. [www.hhla.de](http://www.hhla.de) z dn. 14.06.2013.

## THE EVOLUTION OF GENERAL CARGO TERMINALS IN SEAPORTS

### Summary

*In the 1970s, as a result of development of handling, storage and transport technologies in the area of traditional general cargo terminals, the process of extraction of handling zones dedicated to particular cargo began, respectively for containers, ro-ro and palletized cargo. So, firstly the multipurpose terminals appeared. Gradually, with the increasing efficiency of cargo handling technology, and the growing stream of goods transported as unified units, the specialized container terminals, ro-ro terminals, and recently the automated palletized cargo handling terminals were created. These objects are still a subject to a very intense transformation in terms of their equipment and organization. This paper describes the changes in spatial and operating parameters, as well as in the terminal operating systems. Particular attention was paid to the automated palletized cargo terminals.*

**Keywords:** *maritime terminals, maritime terminals operations, general cargo terminals, automated palletized cargo handling terminals.*