

Arkadiusz Kostrzewski¹

Politechnika Warszawska, Wydział Transportu

Miroslaw Nader²

Politechnika Warszawska, Wydział Transportu, Zakład Podstaw Budowy Urządzeń Transportowych

Podstawowe zależności opisujące usytuowanie kontenerów na placu manipulacyjno – składowym

WSTĘP

Jednym z podstawowych kryterium analizy efektywności pracy kolejowo – drogowej bazy przeładunkowej jest określenie sposobu ustawienia jednostek ładunkowych na placu manipulacyjno – składowym. Jest ono uzależnione m.in.: zastosowanych urządzeń ładunkowych, wymiarów zewnętrznych placu przeznaczonego na składowanie jednostek transportu intermodalnego oraz liczby i konieczności uwzględnienia w danym rozwiązaniu, centralnych dróg manewrowych, w różnych konfiguracjach. Ustawienie jednostek ładunkowych ma bezpośredni wpływ na proces technologiczny pracy stacji, wykorzystanie powierzchni składowania na placu czy czas dokonywania czynności ładunkowych.

W niniejszym artykule przedstawione zostały podstawowe wzory, które mogą być zastosowane do określenia liczby kontenerów, przy założeniu wymiarów zewnętrznych placu składowego, układu ustawienia kontenerów, zastosowanych urządzeń ładunkowych czy liczby i szerokości centralnych dróg manewrowych. Odnoszą się one do pierwszej warstwy składowania jednostek ładunkowych lub do wyznaczenia odpowiedniej liczby miejsc składowych na placu. Ponadto wyprowadzony został również ogólny wzór na liczbę jednostek ładunkowych, który uwzględnia ich ustawienie pod kątem α w stosunku do osi poziomej, którą stanowi długość placu składowego. Należy jednak nadmienić, iż zastosowanie podanych w artykule wzorów jest możliwe jedynie przy cyklicznym sposobie ustawiania kontenerów oraz przy założeniu, że plac zostanie skonstruowany na bazie prostokąta. W innym przypadku, gdy na placu składowym są różne warianty ustawienia jednostek ładunkowych, należy je pogrupować oraz dla każdej z uzyskanych grup zastosować odrębny wzór. Dla uzyskania całkowitej liczby kontenerów na placu całość należy zsumować, [2, 4].

1. WSPÓŁCZYNNIK WYKORZYSTANIA POWIERZCHNI SKŁADOWANIA

Jednym z podstawowych kryteriów dla analizy efektywności pracy kolejowo – samochodowej bazy przeładunkowej dla transportu intermodalnego stanowi współczynnik wykorzystania powierzchni składowania. Obliczyć go można za pomocą wzoru, [1, 2, 5]:

$$\alpha_S = \frac{F_K \cdot \rho_S}{F_S} \quad (1)$$

gdzie:

α_S – współczynnik wykorzystania powierzchni składowania placu [-];

F_S – całkowita powierzchnia przeznaczona na składowanie jednostek ładunkowych wraz z w drogami manewrowymi w obrębie danej jednostki oraz centralnymi drogami manewrowymi [m²]

F_K – całkowita powierzchnia składowania zajmowana tylko przez jednostki ładunkowe, [m²];

ρ_S – współczynnik uwzględniający spiętrzenie kolejnych warstw jednostek ładunkowych, może przyjmować wartości od 1 do 6, w zależności od rodzaju jednostki ładunkowej [-].

¹ a.kostrzewski@poczta.fm

² mna@wt.pw.edu.pl

W tabeli 1 przedstawione zostały podstawowe wymiary zewnętrzne dla trzech podstawowych typów kontenerów oraz pole powierzchni niezbędne do ich składowania.

Tabela. 1. Podstawowe wymiary zewnętrzne kontenerów oraz powierzchnia niezbędna do ich składowania

| Typ jednostki ładunkowej | Długość zewnętrzna [m] | Szerokość zewnętrzna [m] | Powierzchnia składowania [m ²] |
|--------------------------|------------------------|--------------------------|--|
| Kontener 1A | 12,192 | 2,438 | 29,724 |
| Kontener 1B | 9,125 | 2,438 | 22,247 |
| Kontener 1C | 6,058 | 2,438 | 14,769 |

Zródło: opracowanie własne na podstawie [4].

2. WYZNACZENIE SZEROKOŚCI CENTRALNEJ DROGI MANEWROWEJ

W przypadku wykorzystania do obsługi jednostek ładunkowych, samojezdnych urządzeń ładunkowych, należy wyznaczyć liczbę centralnych dróg manewrowych o odpowiednich szerokościach. Uwzględnia się przy tym nie tylko wymiary zewnętrzne danych urządzeń, lecz również ich zwrotność oraz możliwość dokonywania czynności technologicznych o charakterze bezkolizyjnym. Na szerokości centralnej drogi manewrowej, samojezdne urządzenia ładunkowe powinny mieć możliwość dokonania obrotu wraz z przewożonym ładunkiem o kąt 90°, z uwzględnieniem dodatkowych luzów manipulacyjnych.

Do wyznaczenia minimalnej szerokości centralnej drogi manewrowej można wykorzystać wzór, [2]:

$$S_{min} = R_w + R_p + e \cdot i \quad [m] \quad (2)$$

gdzie:

S_{min} – minimalna szerokość drogi manewrowej dla pomocniczego ładunkowego pojazdu samojezdnego [m];

R_w – największy zewnętrzny promień zawracania dla pomocniczego ładunkowego pojazdu samojezdnego bez ładunku; mierzony jest od środka obrotu pojazdu, do jego najbardziej wysuniętej krawędzi zewnętrznej w chwili, gdy koła kierowane skrócone są w jedno z bocznych położenia maksymalnych, [m];

R_p – największy zewnętrzny promień zawracania dla pomocniczego ładunkowego pojazdu przewożącego jednostkę ładunkową; mierzony jest od środka obrotu pojazdu, do najbardziej wysuniętej krawędzi jednostki ładunkowej w chwili, gdy koła kierowane skrócone są w jedno z bocznych położenia maksymalnych, [m];

e – minimalne luzy manipulacyjne pomiędzy krawędzią zewnętrzną pojazdu lub ładunku, a stojącymi jednostkami ładunkowymi. Do obliczeń przyjmuje się $e = \langle 0,1 \text{ do } 0,2 \rangle$;

i – liczba stron, w których należy uwzględnić minimalne luzy manipulacyjne. Do obliczeń przyjmuje się $i = 1, 2, 3, 4$:

$i=1$ – dla dróg manewrowych ograniczonych jedynie z jednej strony jednostkami ładunkowymi;

$i=2$ – dla dróg manewrowych ograniczonych z dwóch stron jednostkami ładunkowymi;

$i=3$ – dla dróg manewrowych w kształcie litery T;

$i=4$ – dla dróg manewrowych w kształcie litery „X” lub „+”, tzn. otoczonych z czterech stron jednostkami ładunkowymi.

W tabeli 2 przedstawione zostały podstawowe parametry niezbędne do określenia minimalnej szerokości centralnej drogi manewrowej.

Tabela. 2. Podstawowe wymiary zewnętrzne kontenerów oraz powierzchnia niezbędna do ich składowania

| Parametr/nazwa | Samojezdny wóz wysięgnikowy RS-9977R Reach Stacker | Wóz bramowy Straddle Carrier CSC 340 |
|----------------|--|--------------------------------------|
| R_w | 9,5 | 9,55 |
| R_p | 9,76 | 10,95 |
| e | 0,2 | 0,2 |

Zródło: opracowanie własne na podstawie [2, 8, 9].

W wyniku obliczeń przyjęto, iż minimalna szerokość centralnej drogi manewrowej, zarówno dla samojezdnego wozu wysięgnikowego jak również wozu podsiębiernego wynosi 20 [m]. Dany parametr zostanie uwzględniony przy analitycznym przykładzie dla poszczególnych ustawień kontenerów, w dalszej części artykułu.

3. OPRACOWANIE PODSTAWOWYCH ZALEŻNOŚCI NA LICZBĘ KONTENERÓW USYTUOWANYCH NA PLACU MANIPULACYJNO – SKŁADOWYM

W zależności od zastosowanych urządzeń ładunkowych, kontenery mogą być ustawiane na placach manipulacyjno – składowych w układzie pasmowym, blokowym lub ukośnym. Każdy z nich może posiadać również jedną lub więcej centralnych dróg manewrowych, po których poruszają się samojezdne urządzenia ładunkowe. Służą one również do oddzielenia kolejnych bloków kontenerów.

W rozdziale przedstawione zostały podstawowe sposoby składowania kontenerów na placach manipulacyjno - składowych. Ponadto wyprowadzono również wzory na wyznaczenie liczby kontenerów, w zależności od przyjętego sposobu składowania, długości i szerokości placu, przerw uwzględniających niedokładne ustawienia kontenerów oraz przyjętej liczby centralnych dróg manewrowych. Należy przy tym nadmienić, iż podane zależności mają zastosowanie jedynie w przypadku cyklicznego sposobu ustawienia jednostek ładunkowych na placu. Ponadto po podstawieniu konkretnych danych liczbowych, uzyskaną wartość należy zawsze zaokrąglić w dół do najbliższej liczby całkowitej, zanim przystąpi się do ich przemnażania przez siebie, [1, 2, 5] według wzorów (3) lub (4) wyprowadzonych na podstawie [2], odnoszących się do zależności przedstawionych w dalszej części rozdziału 3.

$$C_k = [n] \cdot [m] \quad (3)$$

$$C_k = [n_{stos}] \cdot [m_{stos}] \quad (4)$$

Oznaczenia użyte we wzorach w artykule:

- C_k – całkowita liczba kontenerów na placu manipulacyjno - składowym, [-];
- B_S – szerokość placu składowego, [m];
- L_S – długość placu składowego, [m];
- b_k – szerokość kontenera, [m];
- l_k – długość kontenera, [m];
- n – liczba kontenerów na szerokości placu składowania, [-];
- m – liczba kontenerów na długości placu składowania, [-];
- n_{stos} – liczba kontenerów ułożonych w stos, na szerokości placu składowania, [-];
- m_{stos} – liczba kontenerów ułożonych w stos, na długości placu składowania, [-];
- i_{ps} – liczba przerw między kontenerami na szerokości placu, [-];
- i_{pl} – liczba przerw między kontenerami na długości placu, [-];
- $l_{ks/stos}$ – założona liczba kontenerów w jednym stosie, na szerokości placu składowego, [-];
- $l_{kl/stos}$ – założona liczba kontenerów w jednym stosie, na długości placu składowego, [-];
- S_{CS} – szerokość drogi centralnej, na szerokości placu składowego, [m]
- S_{CL} – szerokość drogi centralnej, na długości placu składowego, [m]
- o_{lk} – szerokość przerw (wewnętrznych dróg manewrowych) pomiędzy kontenerami na długości placu składowego, [m];
- o_{bk} – szerokość przerw (wewnętrznych dróg manewrowych) pomiędzy kontenerami na szerokości placu składowego, [m];
- x_1 – zastępczy parametr do opisu długości pola zajętości pod kontener, nachylonym pod kąt α do osi poziomek placu składowego, [m];
- y_1 – zastępczy parametr do opisu szerokości pola zajętości pod kontener, nachylonym pod kąt α do osi poziomek placu składowego, [m];

$$m = \left\lfloor \frac{L_S + o_{lk}}{l_k + o_{lk}} \right\rfloor \quad (12)$$

Ogólna postać wzoru na całkowitą liczbę kontenerów na szerokości oraz długości placu, bez centralnej drogi manewrowej, przyjmuj wtedy postać:

$$C_k = \left\lfloor \frac{B_S + o_{bk}}{b_k + o_{bk}} \right\rfloor \cdot \left\lfloor \frac{L_S + o_{lk}}{l_k + o_{lk}} \right\rfloor \quad (13)$$

– liczba kontenerów na szerokości placu składowego, w jednej warstwie, z uwzględnieniem jednej centralnej drogi manewrowej

$$n = \left\lfloor \frac{B_S + o_{bk} - S_{CS}}{b_k + o_{bk}} \right\rfloor \quad (14)$$

– liczba kontenerów na długość placu składowego, w jednej warstwie, z uwzględnieniem jednej centralnej drogi manewrowej:

$$m = \left\lfloor \frac{L_S + o_{lk} - S_{CD}}{l_k + o_{lk}} \right\rfloor \quad (15)$$

Ogólny wzór na całkowitą liczbę kontenerów z uwzględnieniem jednej centralnej drogi manewrowej zarówno na szerokości jak i długości placu manipulacyjno – składowego przyjmuje następującą postać:

$$C_k = \left\lfloor \frac{B_S + o_{bk} - S_{CS}}{b_k + o_{bk}} \right\rfloor \cdot \left\lfloor \frac{L_S + o_{lk} - S_{CD}}{l_k + o_{lk}} \right\rfloor \quad (16)$$

3.2. Układ blokowy ustawienia kontenerów na placu manipulacyjno - składowym

Układ blokowy stosowany jest na placach manipulacyjno – składowych obsługiwanych najczęściej przez samojezdne wozy wysięgnikowe. Kontenery grupowane są w poszczególnych blokach. W układzie tym należy uwzględnić pewną liczbę centralnych grup manewrowych, na szerokości i/ oraz długości placu (w zależności od ustawienia jednostek ładunkowych, w taki sposób aby dostęp urządzenia ładunkowego do kontenerów był jak najbardziej efektywny. Na rys. 2 Przedstawiony został podstawowy schemat układu pasmowego, [2, 3, 6, 7].

Na podstawie literatury [1, 2, 5], wyprowadzone zostały wzory do określenia liczby kontenerów dla układu blokowego. Przy wyznaczaniu liczby kontenerów należy założyć liczbę kontenerów umieszczonych w jednym stosie $l_{k/stos}$. Przed wyznaczeniem liczby kontenerów, wyznaczana jest liczba danych stosów, n_{stos} . Dla uzyskania całkowitej liczby kontenerów uzyskany wynik przemnażany jest przez założoną wcześniej liczbę kontenerów w danym stosie.

– liczba kontenerów na szerokości placu składowego, w jednej warstwie, z jedną centralną drogą manewrową

$$B_S = n_{stos} \cdot b_k \cdot l_{ks/stos} + o_{bk} \cdot (l_{ks/stos} - 1) \cdot n_{stos} + S_{CS} \quad (17)$$

$$n_{stos} = \left\lfloor \frac{B_S - S_{CS}}{b_k \cdot l_{ks/stos} + l_{ks/stos} \cdot o_{bk} - o_{bk}} \right\rfloor \quad (18)$$

– liczba kontenerów na długość placu składowego, w jednej warstwie, z jedną centralną drogą manewrową

$$L_S = m_{stos} \cdot l_k \cdot l_{kl/stos} + o_{lk} \cdot (l_{kl/stos} - 1) \cdot m_{stos} + S_{CL} \quad (19)$$

$$m_{stos} = \left\lfloor \frac{L_S - S_{CL}}{l_k \cdot l_{kl/stos} + l_{kl/stos} \cdot o_{lk} - o_{lk}} \right\rfloor \quad (20)$$

– liczba kontenerów na szerokości placu składowego, w jednej warstwie, z wieloma centralnymi drogami manewrowymi

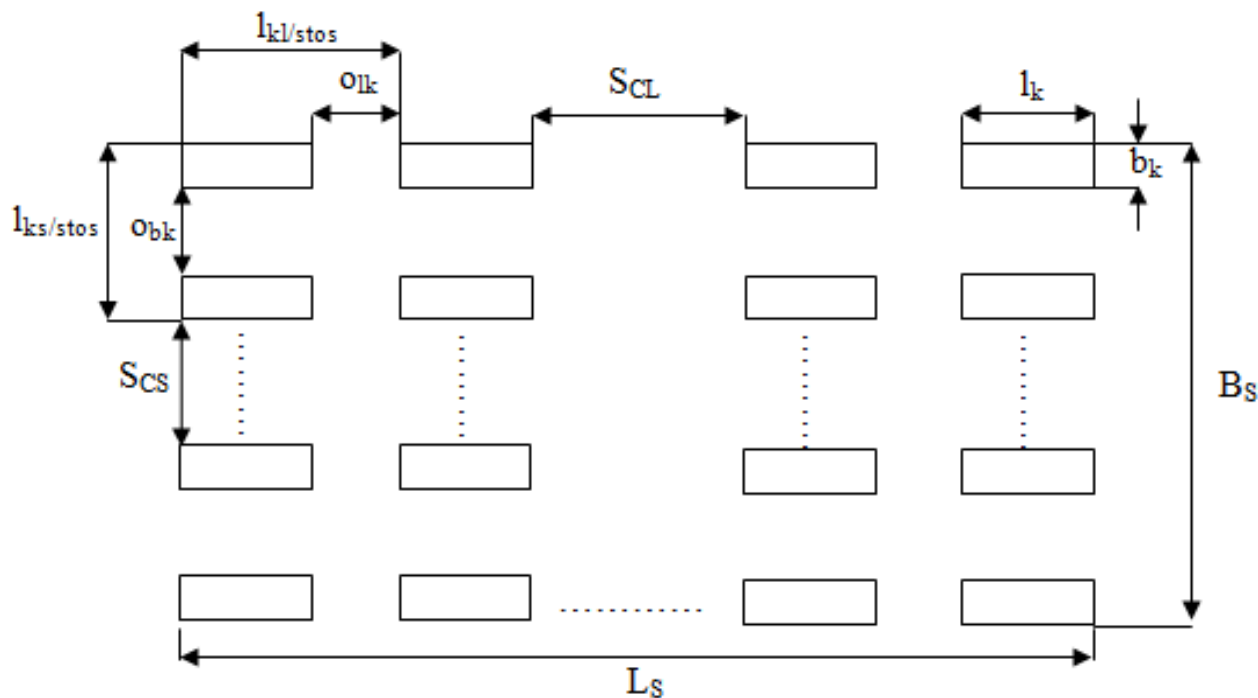
$$B_S = n_{stos} \cdot b_k \cdot l_{ks/stos} + o_{bk} \cdot (l_{ks/stos} - 1) \cdot n_{stos} + S_{CS} \cdot (n_{stos} - 1) \quad (21)$$

$$n_{stos} = \left\lfloor \frac{B_S + S_{CS}}{b_k \cdot l_{ks/stos} + l_{ks/stos} \cdot o_{bk} - o_{bk} + S_{CS}} \right\rfloor \quad (22)$$

– liczba kontenerów na długość placu składowego, w jednej warstwie, z wieloma centralnymi drogami manewrowymi

$$L_S = m_{stos} \cdot l \times l_{kl/stos} + o_{lk} \cdot (l_{kl/stos} - 1) \cdot m_{stos} + S_{CL} \cdot (m_{stos} - 1) \quad (23)$$

$$m_{stos} = \left\lfloor \frac{L_S + S_{CL}}{l_k \cdot l_{kl/stos} + l_{kl/stos} \cdot o_{lk} - o_{lk} + S_{CL}} \right\rfloor \quad (24)$$

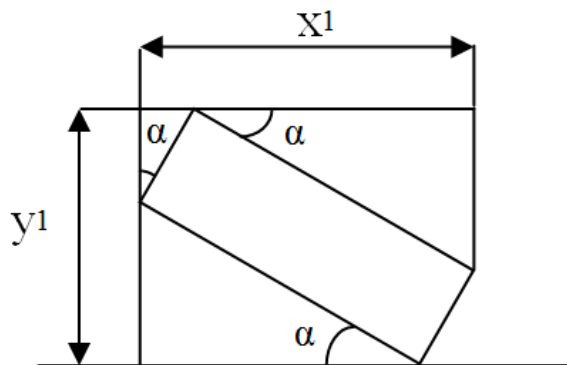


Rys. 2. Ogólny schemat układu blokowego ustawienia kontenerów na placu, z uwzględnieniem jednej lub kilku centralnych dróg manewrowych

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1, 2, 5].

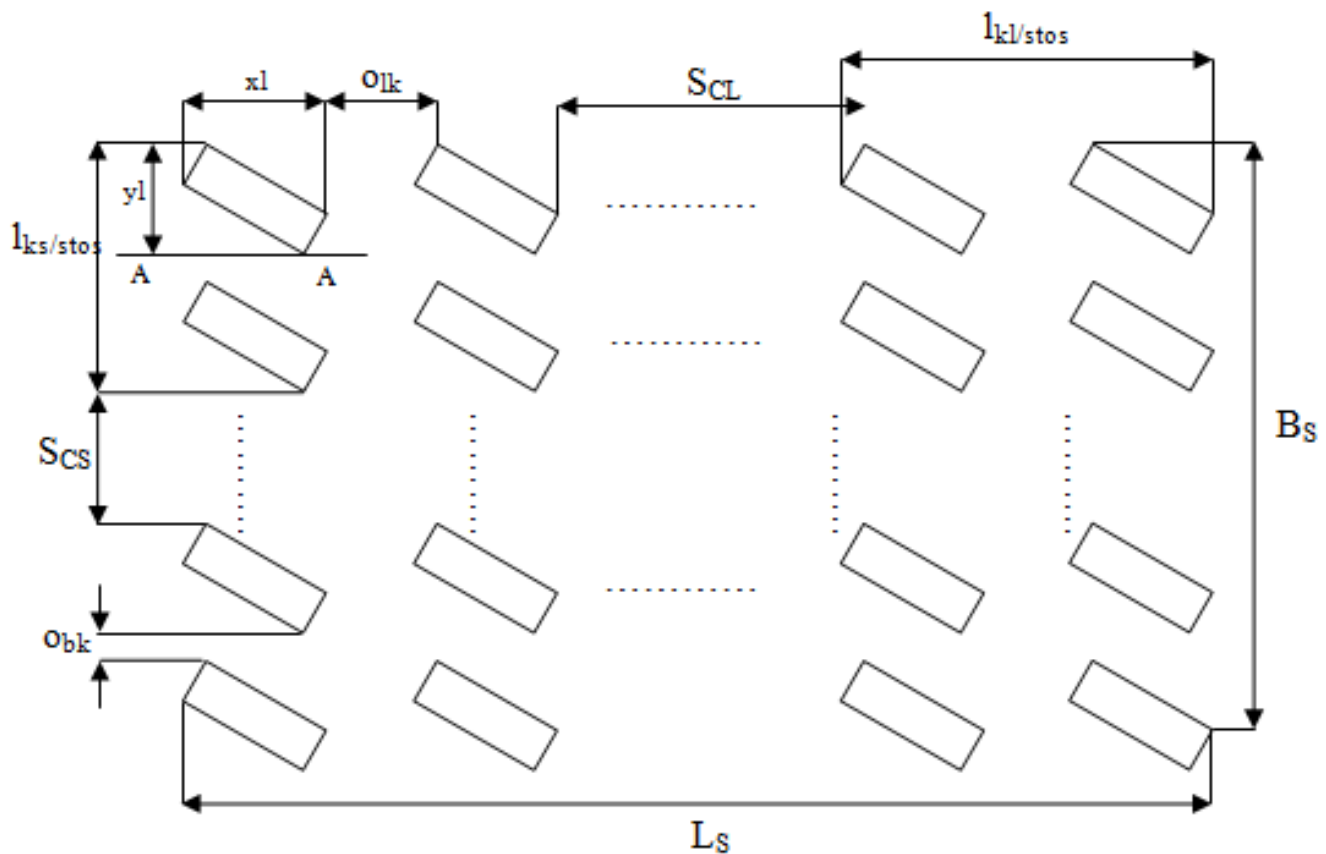
3.3. Układ ukośny ustawienia kontenerów na placu manipulacyjno - składowym

Układ ukośny stosowany jest na placach manipulacyjno – składowych obsługiwanych przez samojezdne wozy wysięgnikowe. Jednostki ładunkowe umieszcza się na placu pod odpowiednim kątem pochylenia do osi poziomej, którą stanowi bok placu składowego. W praktyce dany kąt α może wynosić od 15° do 60° , a w wyjątkowych przypadkach można przyjąć nawet 75° , [2, 3, 6, 7]. Wzory w niniejszym podrozdziale wprowadzone zostały na podstawie literatury [1, 2, 5].



Rys. 2. Ogólny schemat ukośnego położenia jednostki ładunkowej w stosunku do osi poziomej placu

Źródło: opracowanie własne na podstawie [2].



Rys. 3. Ogólny schemat układu ukośnego ustawienia kontenerów na placu, z uwzględnieniem jednej lub kilku centralnych dróg manewrowych

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1, 2, 5].

- liczba kontenerów na szerokości placu składowego, w jednej warstwie, dla ukośnego ustawienia kontenerów z wieloma centralnymi drogami manewrowymi

$$y_1 = b_k \cdot \cos \alpha + l_k \cdot \sin \alpha \quad (25)$$

$$B_S = n_{stos} \cdot y_1 \cdot l_{ks/stos} + o_{bk} \cdot (l_{ks/stos} - 1) \cdot n_{stos} + S_{CS} \cdot (n_{stos} - 1) \quad (26)$$

$$n_{stos} = \left\lfloor \frac{B_S + S_{CS}}{b_k \cdot \cos \alpha \cdot l_{ks/stos} + l_k \cdot \sin \alpha \cdot l_{ks/stos} + l_{ks/stos} \cdot o_{bk} - o_{bk} + S_{CS}} \right\rfloor \quad (27)$$

- liczba kontenerów na długości placu składowego, w jednej warstwie, dla ukośnego ustawienia kontenerów z wieloma centralnymi drogami manewrowymi

$$x_1 = l_k \cdot \cos \alpha + b_k \cdot \sin \alpha \quad (28)$$

$$L_S = n_{stos} \cdot x_1 \cdot l_{kl/stos} + o_{lk} \cdot (l_{kl/stos} - 1) \cdot n_{stos} + S_{CS} \cdot (n_{stos} - 1) \quad (29)$$

$$n_{stos} = \left\lfloor \frac{L_S + S_{CL}}{l_k \cdot \cos \alpha \cdot l_{kl/stos} + b_k \cdot \sin \alpha \cdot l_{kl/stos} + l_{kl/stos} \cdot o_{lk} - o_{lk} + S_{CL}} \right\rfloor \quad (30)$$

4. PORÓWNANIE EFEKTYWNOŚCI USTAWIENIA KONTENERÓW DLA POSZCZEGÓLNYCH ROZWIĄZAŃ ORAZ POPRAWNOŚCI WYPROWADZONYCH ZALEŻNOŚCI

Porównanie efektywności ustawienia kontenerów na placu składowym przedstawione zostało w tabeli 3. Wewnętrzna przerwa pomiędzy kontenerami zarówno na szerokości jak i długości placu składowego wynosi, $o_{lk} = 0,2$ [m]; $o_{bk} = 0,2$ [m]. Wyjątek stanowi wariant 2 dla którego należy zwiększyć szerokość

przerwy pomiędzy pasmami kontenerów, ze względu na umożliwienie bezkolizyjnej obsługi jednostek ładunkowych przez wóz podsiębierny. Dla tego wariantu 2 oraz wariantu 3 wartość $o_{bk} = 1,5$ [m].

Jest to związane z zastosowaniem do obsługi kontenerów wozu podsiębiernego. Szerokość zewnętrznych dróg manewrowych dla wszystkich rozpatrywanych wariantów wynosi odpowiednio: $S_{CS} = 20$ [m] oraz $S_{CL} = 20$ [m]. Liczba kontenerów s stosach wynosi odpowiednio: $l_{ks/stos} = 2$ oraz $l_{kl/stos} = 3$. Kąt α dla wariantu 5 przyjmuje wartości $\alpha = 30^\circ$.

Wariant 1 – ustawienie pasmowe kontenerów obsługiwanych przez suwnicę bramową, bez uwzględnienia centralnej drogi manewrowej;

Wariant 2 – ustawienie pasmowe kontenerów obsługiwanych przez wóz podsiębierny, z uwzględnieniem jednej centralnej drogi manewrowej na długości placu;

Wariant 3 – ustawienie pasmowe kontenerów obsługiwanych przez wóz podsiębierny, z uwzględnieniem jednej centralnej drogi manewrowej na szerokości i długości placu;

Wariant 4 - ustawienie pasmowe kontenerów obsługiwanych przez samojezdny wóz wysięgnikowy, z uwzględnieniem jednej centralnej drogi manewrowej na szerokości placu składowego;

Wariant 5 - ustawienie pasmowe kontenerów obsługiwanych przez samojezdny wóz wysięgnikowy, z uwzględnieniem dwóch centralnych dróg manewrowych;

Wariant 6 – ustawienie blokowe kontenerów, obsługiwanych przez samojezdny wóz wysięgnikowy, z uwzględnieniem jednej centralnej drogi manewrowej na szerokości i długości placu ($l_{ks/stos} = 2$ oraz $l_{kl/stos} = 3$);

Wariant 7 - ustawienie ukośne kontenerów obsługiwanych przez samojezdny wóz wysięgnikowy, z uwzględnieniem jednej centralnej drogi manewrowej na szerokości i długości placu (kąt $\alpha = 30^\circ$, $l_{ks/stos} = 2$ oraz $l_{kl/stos} = 3$)

Największa efektywności wykorzystania powierzchni placu składowego przedstawiona została w wariantcie 1. Ma to związek z obsługą jednostek ładunkowych przez suwnice bramową. Nie trzeba wtedy stosować centralnej drogi manewrowej o zadanej szerokości. Najmniej efektywny pod tym względem okazał się wariant 7. Jest to związane z ustawieniem ukośnym kontenerów. Poza tym im więcej uwzględnianych jest w rozwiązaniu centralnych dróg manewrowych, tym mniej pola powierzchni pozostaje na usytuowanie kontenerów na placu składowym. Czasem jednak jest to niezbędne, aby zwiększyć wydajność pracy stacji przy jednoczesnym ograniczeniu pola powierzchni przeznaczonego na składowanie jednostek ładunkowych. Wynika to również z zastosowanej technologii ładunkowej. Gdy do obsługi jednostek transportu intermodalnego stosowane są samojezdne wozy wysięgnikowe lub wozy podsiębierny, należy przy rozwiązaniu wziąć pod uwagę jedną lub kilka centralnych dróg manewrowych na długości i/lub na szerokości placu manipulacyjno- składowego. Ponadto bardzo istotny wpływ na liczbę kontenerów na określonej wielkości placu składowego, ma również zastosowany układ ustawienia kontenerów. Dlatego bardzo ważne jest zastosowanie kilku wariantów rozwiązań przed uwzględnieniem realizacyjnego.

Tabela 3. Porównanie ustawienia kontenerów na placu składowym dla poszczególnych wariantów

| Rozpatrywany wariant | Wymiary zewnętrzne placu składowego | | Liczba kontenerów typu A | | | Efektywność wykorzystania powierzchni placu składowego |
|----------------------|-------------------------------------|---------|--------------------------|-------------------|------------------|--|
| | Szerokość | Długość | Na szerokości placu | Na długości placu | Całkowita liczba | |
| [-] | [m] | [m] | [-] | [-] | [-] | [%] |
| Wariant 1 | 20 | 100 | 7 | 8 | 56 | 83,23 |
| Wariant 2 | 40 | 100 | 10 | 6 | 60 | 44,59 |
| Wariant 3 | 40 | 100 | 5 | 6 | 30 | 22,25 |
| Wariant 4 | 40 | 100 | 7 | 8 | 56 | 41,61 |
| Wariant 5 | 40 | 100 | 7 | 6 | 42 | 31,21 |
| Wariant 6 | 40 | 100 | 6 | 6 | 36 | 26,75 |
| Wariant 7 | 40 | 100 | 2 | 12 | 24 | 17,83 |

Źródło: opracowanie własne.

WNIOSKI

Celem artykułu było przedstawienie podstawowych zależności w postaci określonych wzorów, które mogą być użyte do określenia liczby kontenerów w jednej warstwie lub liczby miejsc składowych dla określonego układu ustawienia kontenerów, przy zadanych parametrach początkowych placu składowego oraz technologii ładunkowych. Szczególnie godny uwagi są wzory (27, 30), które nie tylko mają zastosowanie przy układzie ukośnym lecz również mogą służyć do obliczenia liczby kontenerów lub miejsc składowych dla układów pasmowego oraz blokowego. Jest to jednak możliwe w przypadku zastosowania kąta $\alpha = 0$ lub $\alpha=90^0$ w stosunku do osi poziomej placu składowego. Określenie podstawowych zależności opisujących usytuowanie jednostek ładunkowych na placu manipulacyjno – składowym, jest pomocne przy przeprowadzaniu symulacji w ramach projektowania kolejowo – drogowej bazy przeładunkowej dla transportu intermodalnego. Umożliwia zastosowanie wielowariantowości rozwiązań przy uwzględnieniu technologii przeładunkowej, a spośród nich, wybór realizacyjnego.

Streszczenie

W artykule przedstawione zostały podstawowe zależności opisujące usytuowanie kontenerów w jednej warstwie lub miejsc składowych dla jednostek ładunkowych transportu intermodalnego, na placu manipulacyjno – składowym. Wyprowadzono ogólne wzory na określenie liczby jednostek transportu intermodalnego składowych na placu przy uwzględnieniu ustalonych wielkości, m.in.: szerokość oraz długość powierzchni przeznaczonej na składowanie, liczbę oraz szerokość wewnętrznych i zewnętrznych dróg manewrowych i innych. Dokonano ogólnej charakterystyki podstawowych układów ustawienia jednostek transportu intermodalnego na placach składowych, wzbogaconych o podstawowe schematy. Ponadto przedstawiano również porównanie analityczne dla poszczególnych ustawień kontenerów w oparciu o wyprowadzone wzory.

Słowa kluczowe: kontener, jednostka transportu intermodalnego, plac manipulacyjno – składowy, terminal kontenerowy.

Elementary formulas describing containers allocation in a storage-yard terminal

Abstract

The paper presents the elementary formulas connected to describing containers or intermodal loading units allocation in storage yard terminal. It is assumed to consider containers or intermodal loading units handling in a single layer in storage yard containers terminal, that means loading units are handled on the ground. General mathematical formulas to determinate a quantity of intermodal transport units storage on a storage-yard were introduced, taking into account parameters such as for example: width and length of the space dedicated to storage of intermodal loading units, the number and width of the internal and external aisles and cross-aisles, etc. The general characteristics of elementary settings systems of intermodal transport units in storage yards were described. In addition, a comparison of analytical allocation settings for each container, based on the proposed formulas, were also presented.

Keywords: container, intermodal transport unit, storage-yard, container terminal.

LITERATURA

- [1] Fijałkowski, J.: „Technologia magazynowania. Wybrane zagadnienia.”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 83-86569-33-6, Warszawa, 1995.
- [2] Gęsiarz, Z.: „Mechanizacja prac ładunkowych w procesie transportowym”, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Wydanie Pierwsze, Warszawa, 1973.
- [3] Gęsiarz, Z.: „Konteneryzacja”, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 1974.
- [4] Jakubowski, L.: „Technologia prac ładunkowych”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej,
- [5] ISBN 83-7207-394-5, Warszawa, 2003.
- [6] Kostrzewski, M.: „Metoda projektowania obiektów logistycznych z uwzględnieniem suboptymalizacji stref funkcjonalno – przestrzennych”, Rozprawa Doktorska, Politechnika Warszawska, Wydział Transportu, Warszawa, 2011.
- [7] Pod. red. Jakubowski, L.: „Punkty kontenerowe w transporcie lądowym”, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1978.

- [8] Kemme, N.: „Design and operation of automated container storage systems”, Wydawnictwo Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg, 2013, ISBN 978-3-7908-2884-9.
- [9] www.taylormachineworks.com, (dostęp do materiałów – maj 2014).
- [10] <http://www.cargotec.com>, (dostęp do materiałów – maj 2014).