

Izabela Kotowska
Akademia Morska w Szczecinie

ZDOLNOŚĆ PRZEPUSTOWA JAKO ELEMENT KONKURENCYJNOŚCI PORTU MORSKIEGO

Streszczenie: Po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej polskie porty morskie stanęły przed szansą niespotykanego do tej pory rozwoju. Dostęp do funduszy unijnych, które mogą być wykorzystane na rozwój infrastruktury transportowej, może przyczynić się do podniesienia pozycji konkurencyjnej portów. Głównym miernikiem konkurencyjności portu jest wielkość jego przeładunków, która to jest ograniczona zdolnością przepustową portów. Jako miernik rezultatu inwestycji infrastrukturalnych realizowanych z funduszy unijnych podawany jest często wzrost zdolności przeładunkowej portu. Wpływ nowych inwestycji na pozycję konkurencyjną portu można zatem ocenić znając aktualną zdolność przepustową portu. W artykule scharakteryzowano główne czynniki decydujące o przepustowości portu morskiego, przedstawiono metody oceny zdolności przepustowej portu oraz wskazano problemy, jakie mogą pojawić się podczas obliczeń.

Słowa kluczowe: port morski, zdolność przepustowa portu morskiego, konkurencyjność portu

1. ZDOLNOŚĆ PRZEPUSTOWA PORTU MORSKIEGO

Zdolność przepustową portu morskiego można zdefiniować jako tę ilość i jakość usług różnych typów i rodzajów, jakie port jest w stanie wykonać w danym czasie za pomocą aktualnego potencjału produkcyjnego (technicznego i roboczego) oraz aktualnie stosowanej technologii i organizacji produkcji.¹ Port morski jest organizmem złożonym, w którym realizowane są usługi na rzecz ładunku, statku i środków transportu zaplecza. Do podstawowych czynników wpływających na zdolność przepustową portu morskiego zaliczyć można:

- stopień wyposażenia portu w potencjał przeładunkowy: urządzenia przeładunkowe i sprzęt zmechanizowany oraz ich stan techniczny
- powierzchnię składową
- stan i poziom kwalifikacji zawodowych pracowników
- stosowaną technologię usług portowych

¹ L. Kuźma (red.), *Ekonomia portów morskich i polityka portowa*, Gdańsk 2003, s. 71.

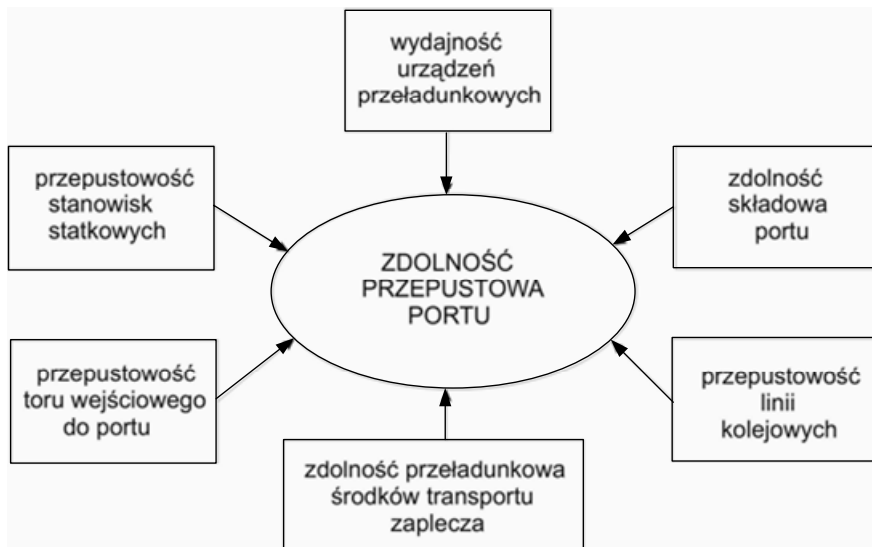
- organizację pracy zmianowość pracy portu
- zwyczaje i przepisy portowe.²

Jedną ze stosowanych metod oceny zdolności przepustowej stanowiska statkowego jest metoda V.E. Ljachnickiego i N.A. Smorodinskiego. Autorzy przyjmują, że roczna zdolność przeładunkowa stanowiska statkowego jest funkcją liczby urządzeń znajdujących się przy nabrzeżu, ich wydajności technicznej oraz budżetu czasu pracy nabrzeża. Metoda Z. Pełczyńskiego oparta jest na średniej ładowności statków obsługiwanych przy nabrzeżu i czasie postoju statków przy nabrzeżu. W tej metodzie autor uwzględnił tzw. czas martwy nabrzeża podczas którego nie wykonuje się przeładunków. Wadą jej jest określenie czasu postoju statku podczas przeładunku na podstawie wydajności technicznych urządzeń przeładunkowych. Metoda A. J. Dukielskiego zakłada, że zdolność przepustowa portu jest sumą zdolności przepustowych stanowisk statkowych, które to są wprost proporcjonalne do średniej nośności statków obsługiwanych przy danym stanowisku i odwrotnie proporcjonalne do czasu postoju statku przy nabrzeżu. Metoda ta ma tę zaletę, że nie opiera się na wydajności technicznej urządzeń lecz na faktycznie osiąganym poziomie przeładunkowej stanowiska statkowego, natomiast główną wadą jest bazowanie na nośności statków a nie faktycznej masie obsługiwanych ładunków.³

W ciągu ostatnich piętnastu lat nastąpił szereg zmian zarówno w otoczeniu portowym, jak i sposobie organizacji przewozów. Nastąpiła zmiana struktury ładunków występujących w transporcie. Wzrósł udział w przewozach ładunków drobnicowych, szczególnie ładunków zjednostkowanych, kosztem ładunków masowych. Port, który do niedawna spełniał głównie rolę transportową, obecnie zaczyna funkcjonować, jako ogniwo w łańcuchu logistycznym, w którym poza przeładunkiem odbywa się szereg usług manipulacyjnych. To sprawia, że wyznaczenie zdolności przepustowej portu tylko na podstawie wydajności urządzeń przeładunkowych staje się niewystarczające. Mając na uwadze powyższe czynniki, zdolność przepustowa portu powinna uwzględniać zdolność wynikającą z wydajności urządzeń przeładunkowych, zdolność przepustową stanowisk statkowych, zdolność składową portu, zdolność przepustową linii kolejowych prowadzących do rejonów przeładunkowych, zdolność przeładunkową wagonów kolejowych i samochodów w rejonach przeładunkowych oraz przepustowość toru wejściowego do portu (rys. 1).

² L. Kuźma (red.), *Ekonomika portów ... op. cit.*, s. 74.

³ L. Kuźma (red.), *Ekonomika portów morskich i polityka portowa*, Gdańsk 1993, s. 68.



Rys. 1. Czynniki determinujące zdolność przepustową portu morskiego
Źródło: Opracowanie własne.

2. WYDAJNOŚĆ URZĄDZEŃ PRZEŁADUNKOWYCH

Wspomniane wcześniej metody oceny zdolności przepustowej portu bazują na wydajności technicznej urządzeń przeładunkowych lub/i na średniej ładowności i średnim czasie postoju statku przy nabrzeżu. Metody te odnoszą się do jedyne go czynnika determinującego zdolność przepustową portów mianowicie do wyposażenia technicznego nabrzeża, nie uwzględniają natomiast pozostałych czynników tj.: zdolność składową portu, przepustowość dróg i torów kolejowych. Niemniej jednak tak obliczona zdolność przepustowa nabrzeża jest podstawowym parametrem decydującym o zdolności przepustowej portu. Określenie zdolności przepustowej portu w oparciu o zarówno o wydajność techniczną urządzeń, jak i przepustowość frontu nabrzeża wymaga pewnej modyfikacji, która wynika z braku odpowiednich danych.

Przede wszystkim w portach nie gromadzi się informacji na temat:

- nośności statków, można natomiast określić średnią masę ładunków wyładowanych i załadowanych na statek na podstawie masy ładunków i liczby statków obsługiwanych przy nabrzeżu w badanym roku
- czasu postoju statku przy danym nabrzeżu.

Trudno jest też przewidzieć liczbę awarii i planowanych remontów urządzeń przeładunkowych oraz niekorzystnych warunków atmosferycznych. Pomocną w obliczeniach staje się zbiorcza *Taśma czasu* opracowywana przez Zarząd Portu, która zawiera m.in.:

- liczbę zawinięć statków (L_{zs})
- czas postoju przy nabrzeżu przeładunkowym (TN_c)
- całkowity czas przeładunku (TP_c)
- czas przerw w przeładunkach wynikłych z winy portu (P_p)
- czas przerw w przeładunkach wynikłych nie z winy portu (P_{nw}).

Informacje te są gromadzone z podziałem na poszczególne grupy ładunkowe, a w przypadku drobnicy również na te, które przewożone są w kontenerach, obsługiwane liniami regularnymi i trampami.

Mając na uwadze fakt, że większość nabrzeży specjalizuje się obsłudze jednej grupy ładunkowej⁴, *Taśmę czasu* można wykorzystać do określenia czasu postoju statku przy nabrzeżu. Zatem zdolność przepustową portu w oparciu o wydajność techniczną urządzeń można określić na podstawie poniższych zależności.

Roczna zdolność przepustowa portu jest sumą zdolności przepustowych stanowisk statkowych zlokalizowanych na nabrzeżach:

$$ZP = \sum_{i=0}^m ZP_{ssi} \quad (1)$$

gdzie:

ZP- roczna zdolność przepustowa portu

m- liczba stanowisk statkowych przy nabrzeżach⁵

ZP_{ssi}- roczna zdolność przepustowa stanowiska statkowego *i*

oraz:

$$ZP_{ssi} = WE_{ss} B_{pu} \quad (2)$$

gdzie:

B_{pu}- roczny budżet czasu pracy urządzeń

WE_{ss}- wydajność eksploatacyjna stanowiska statkowego (t/h)

$$B_{pu} = B \frac{TP_c}{TN_c} \quad (3)$$

gdzie:

B- roczny budżet czasu pracy nabrzeża (godz.) – uzależniony od liczby dni pracy w roku i liczby zmian:

$B = (365 - d) * 24$ praca w soboty i niedziele na trzy zmiany

$B = 250 * 16$ praca bez sobót i niedziel na dwie zmiany

d- liczba dni ustawowo wolnych od pracy w roku

TP_c– całkowity czas przeładunku ładunku dominującego na danym nabrzeżu w badanym roku (godz.)

TN_c- całkowity czas postoju statków przy nabrzeżu przeładunkowym z ładunkiem w badanym roku (godz.)

Wydajność eksploatacyjna statku wynosi:

⁴ Problem pojawia się w przypadku nabrzeży uniwersalnych obsługujących różne grupy ładunkowe, jednakże w większości nabrzeży można określić dominującą grupę ładunkową, co wynika przede wszystkim z przeznaczenia powierzchni składowej znajdującej się na zapleczu.

⁵ Wprawdzie w metodzie tej pojawia się pojęcie „stanowiska statkowego”, jednakże faktyczna zdolność przeładunkowa portu oparta jest na całkowitej wydajności eksploatacyjnej urządzeń przeładunkowych, niezależnie od tego, do którego stanowiska statkowego poszczególne urządzenia zostały one przypisane.

$$WE_{SS} = \frac{WT_{SS} k_{nl} (1 - u_{nw})}{k_{ns}} \quad (4)$$

gdzie:

WT_{SS} - wydajność techniczna stanowiska statkowego

k_{nl} - współczynnik nierównomierności pracy luków

u_{nw} - udział przerw nie z winy portu (np. warunki hydrometeorologiczne) w całkowitym czasie przeładunku

k_{ns} - współczynnik nierównomierności podejść statków

$$k_{nl} = 0,9^{(n-1)} \quad (5)$$

$$u_{nw} = \frac{P_{nw}}{TP_c} \quad (6)$$

$$k_{ns} = \frac{L_{s \max}}{L_{s \text{ śred}}} = \frac{L_{s \max}}{\frac{L_s}{12}} \quad (7)$$

gdzie:

n - liczba urządzeń obsługujących jedno stanowisko statkowe

P_{nw} - całkowity czas przerw w pracy przeładunkowej nie wynikający z winy portu

$L_{s \max}$ - najwyższa liczba statków obsługanych przy nabrzeżu przeładunkowym w ciągu jednego miesiąca w badanym roku

L_s - liczba statków obsługanych przy nabrzeżu w badanym roku

Wydajność techniczną stanowiska statkowego można określić na podstawie zależności:

$$WT_{SS} = \sum_{i=0}^n WT_i k_{gt} \quad (8)$$

gdzie:

WT_i - wydajność techniczna urządzenia

k_{gt} - wskaźnik gotowości technicznej

$k_{gt} = 0,8$ dla urządzeń o dostatecznym stanie technicznym

$k_{gt} = 0,9$ dla urządzeń o dobrym i bardzo dobrym stanie technicznym

Metoda ta uwzględnia:

- liczbę i rodzaj oraz wydajność urządzeń przeładunkowych
- faktyczny czas pracy portu
- przerwy z winy portu wynikające np. z braku odpowiedniej liczby brygad przeładunkowych, awarii urządzeń i sprzętu, przeglądów technicznych
- przerwy, które nie powstały z winy portu spowodowane np. brakiem ładunku, nieodpowiednimi warunkami meteorologicznymi
- nierównomierność pracy luków, w przypadku wykorzystywania kilku urządzeń przeładunkowych do obsługi jednego statku.

O ile w ten sposób określona wydajność eksploatacyjna urządzeń jest zbliżona do realnej o tyle suma wydajności eksploatacyjnych urządzeń przeładunkowych nie daje całkowitej zdolności przepustowej portu. Wynik ten zniekształcają następujące czynniki:

1. Obliczona zdolność przepustowa portu nie uwzględnia zdolności przepustowej nabrzeży wyposażonych w rampy ro-ro (w tym nabrzeży promowych).
2. Zdolność tę mogą zawyżać wydajności urządzeń znajdujących się na nabrzeżach pierwotnie projektowanych do obsługi jednej relacji przeładunkowej (np. węgla w eksporcie) a następnie doposażonych w dodatkowe urządzenia w celu np. zmiany kierunku obsługi ładunków. Działanie obu grup urządzeń wzajemnie się wyklucza. Rzetelna ocena zdolności przepustowej nabrzeża wymaga określenia udziału poszczególnych relacji przeładunkowych realizowanych na danym nabrzeżu w całkowitym budżecie czasu pracy nabrzeża. Udział ten może znacznie wpłynąć na wynik końcowy.
3. Część urządzeń przeładunkowych zlokalizowanych na nabrzeżach, mimo że są zewidencjonowane, nie jest eksploatowanych ze względu na ich zużycie moralne lub techniczne.
4. W przypadku urządzeń przeładunkowych zlokalizowanych na nabrzeżach uniwersalnych obsługujących zarówno ładunki masowe, jak i drobnicowe trudno jest rzetelnie określić wydajność techniczną urządzenia ze względu na różny czas cyklu przeładunkowego w zależności od rodzaju ładunku. Czas ten może wahać się od kilku do kilkunastu minut.

Mając na uwadze powyższe punkty zdolność przepustową portu opartą na wydajności technicznej urządzeń można traktować jedynie poglądowo. Konieczna jest jej weryfikacja inną metodą. W przeprowadzonych badaniach zdolność przepustowa portu (obliczona na podstawie całkowitej wydajności technicznej urządzeń przeładunkowych) była o 30% wyższa niż ostatecznie określona zdolność przepustowa portu, a bez uwzględniania nierównomierności podejść statków do nabrzeży – ponad dwukrotnie wyższa.

3. PRZEPUSTOWOŚĆ STANOWISK STATKOWYCH

Wydajność przeładunkowa urządzeń w porcie daje ogólny pogląd na możliwości portu i poszczególnych nabrzeży, nie przedstawia natomiast realnej zdolności przepustowej portu, ze względu chociażby na fakt, że ponad 90% ładunków obsługiwanych jest w relacji pośredniej. W przypadku ładunków masowych przeładunek w relacjach plac-wagon i plac-samochód odbywa się najczęściej za pomocą nabrzeżnych urządzeń przeładunkowych wyłączając je w tym czasie z obsługi statków.

Lepszym zatem miernikiem jest zdolność przepustowa stanowisk statkowych oparta na realnym czasie pracy nabrzeża i średniej racie przeładunkowej osiąganey przy danym nabrzeżu w obsłudze określonego ładunku.

Przedstawiona w niniejszym artykule metoda oparta jest w znacznym stopniu na metodzie zaproponowanej przez Z. Pełczyńskiego.⁶ Nie uwzględnia jednak wydajności technicznej urządzeń przeładunkowych lecz realne raty przeładunkowe osiąganey przy poszcze-

⁶ K. Kreft, A. Salomon, Narzędzia informatyczne w projektowaniu działalności portów morskich, Wyd. UG, Gdańsk 1998, s. 23

gólnych nabrzeżach. W zaproponowanej metodzie uwzględniono faktyczny czas przerw w pracy przeładunkowej wynikły zarówno z jak i bez winy portu, określony, podobnie jak w przypadku wcześniej omówionej metody, na podstawie *Taśmy czasu*.

Zdolność przepustową nabrzeża obliczyć można na podstawie wzoru:

$$ZP = mZP_{ss} \quad (9)$$

gdzie:

ZP- zdolność przepustowa nabrzeża (t/rok)

m- liczba stanowisk statkowych przy nabrzeżu

ZP_{ss}- zdolność przepustowa stanowiska statkowego (t/rok)

$$ZP_{ss} = \frac{M_c B}{L_s (TP+TM)} \quad (10)$$

gdzie:

M_c- całkowita masa przeładowana na nabrzeżu w badanym roku

L_s- liczba statków obsługiwanych przy nabrzeżu w badanym roku

B- roczny budżet czasu pracy nabrzeża (godz.)

TP - średni czas przeładunku statku

TM- średni czas postoju statku przy nabrzeżu poza przeładunkiem

Średni czas przeładunku statku oraz średni czas postoju statku przy nabrzeżu poza przeładunkiem można określić na podstawie *Taśmy czasu*.

$$TP = \frac{TP_c}{L_{zs}} \quad (11)$$

$$TM = \frac{TN_c}{L_{zs}} - TP \quad (12)$$

TP_c- całkowity czas przeładunku danego ładunku w porcie w badanym roku

TN_c- całkowity czas postoju statków przy nabrzeżu przeładunkowym z danym ładunkiem w badanym roku

L_{zs}- liczba zawinięć statków z danym ładunkiem do portu w badanym roku

Metoda ta ma znaczną przewagę nad poprzednią ponieważ uwzględnia faktycznie osiągnięte przez przedsiębiorstwa raty przeładunkowe, które ograniczone są nie tylko wydajnością urządzeń przeładunkowych ale również liczbą i kwalifikacjami pracowników, zapleczem technicznym, dostępnością powierzchni składowej itp. Istotną zaletą jest również fakt, że metodę tę można zastosować do określenia zdolności przepustowej nabrzeży nie wyposażonych w urządzenia przeładunkowe np. nabrzeży promowych.

Wadą zaproponowanej metody jest określenie całkowitej zdolności przepustowej portu jako sumy zdolności przepustowej poszczególnych stanowisk statkowych. Liczbę tę trudno jest określić dla nabrzeży wielostanowiskowych, gdyż jest uzależniona od wielkości obsługiwanych statków. Należy zatem liczbę stanowisk statkowych określić w oparciu o długość stanowiska statkowego dla średniego statku obsługiwanego przy danym nabrzeżu pamiętając, że powinna być o około 10 % większa niż długość całkowita statku (loa). Me-

tody tej nie można również zastosować w stosunku do nabrzeży, przy których były obsługiwane statki znacznie mniejsze niż przy pozostałych nabrzeżach obsługujących tę samą grupę ładunkową. Należy również pamiętać, że metoda ta oparta jest na danych historycznych (najczęściej obejmujących dane za rok poprzedzający badanie) w związku z czym nie uwzględnia wzrostu przepustowości nabrzeża powstałej w wyniku zainstalowania nowych urządzeń przeładunkowych w roku, w którym przeprowadzono badanie.

4. PODSUMOWANIE

Przedstawione w artykule metody oceny zdolności przepustowej stanowisk statkowych i całych nabrzeży stanowią tylko część badań potrzebnych do określenia całkowitej zdolności przepustowej portu morskiego. Jednym z ważniejszych czynników decydujących o przepustowości portu jest zdolność składowa w poszczególnych rejonach przeładunkowych. Obecnie zdecydowana większość ładunków obsługiwana jest w relacjach pośrednich, dlatego zdolność składowa portu powinna przewyższać lub co najmniej być równa zdolności przepustowej nabrzeży. Zdolność składowa portu uzależniona jest od średniego czasu składowania ładunku w porcie a ten często zbliżony jest do czasu wolnego od opłat składowych. W krytycznych sytuacjach przedsiębiorstwa przeładunkowe mają możliwość zwiększenia rocznej zdolności składowej poprzez skrócenie czasu wolnego od opłat składowych. Warto jednak zaznaczyć, że jest to czynnik konkurencyjności portu, dlatego jego zmniejszenie znacznie osłabia pozycję konkurencyjną przedsiębiorstwa portowego.

Należy również pamiętać, że w porcie, jako węźle transportowym, obsługiwane są nie tylko ładunki i statki, ale również środki transportu zaplecza. Duża wydajność frontu nabrzeża, bez odpowiedniej przepustowości infrastruktury transportu zaplecza, nigdy nie będzie w pełni wykorzystana i może prowadzić do powstawania kongestii zarówno w samym porcie, jak i na drogach dojazdowych do portu. Całkowita zdolność przepustowa portu powinna uwzględniać również zdolność przepustową dróg i torów kolejowych. Na zdolność przepustową torów kolejowych wpływ ma ich długość oraz średni czas postoju wagonu w danym rejonie przeładunkowym. O przepustowości dróg decydują „wąskie gardła”, jakimi są bramy wjazdowe do portu, gdzie następuje sprawdzanie dokumentów samochodu i ładunku oraz ważenie pojazdu.

Kolejnym czynnikiem, który należy uwzględnić oceniając zdolność przepustową portu morskiego jest wydajność obsługi środków transportu lądowego: wagonów i samochodów w rejonach przeładunkowych. Wydajność tę determinuje wyposażenie rejonów przeładunkowych w urządzenia przeładunkowe i sprzęt zmechanizowany. Ostatecznie zdolność przeładunkową limituje zatrudnienie, które często jest niewystarczające do jednoczesnej obsługi wszystkich stanowisk statkowych w porcie.

Bibliografia

1. K. Kreft, A. Salomon, Narzędzia informatyczne w projektowaniu działalności portów morskich, Wyd. UG, Gdańsk 1998.
2. L. Kuźma (red.), *Ekonomika portów morskich i polityka portowa*, Gdańsk 2003.
3. L. Kuźma (red.), *Ekonomika portów morskich i polityka portowa*, Gdańsk 1993.

CARGO HANDLING CAPACITY AS AN ELEMENT OF SEA PORT COMPETITIVENESS

Abstract: After Poland's accession of to the European Union, Polish sea ports faced the unprecedented opportunity of development. Access to EU funds can contribute to improving the competitive position of ports. The main measure of the competitiveness of the port is cargo turnover, which is limited by cargo handling capacity. This paper describes the main factors determining the cargo handling capacity of the port, the methods of capacity assessment and identifies problems that may occur during calculations.

Keywords: sea port, cargo handling capacity, port competitiveness