

Bohdan Pac

Wyższa Szkoła Bankowa w Gdańsku
e-mail: bpac@wsb.gda.pl

ZASTOSOWANIE METOD OCENY AGREGATOWEJ DO POMIARU POTENCJAŁU LOGISTYCZNEGO PORTÓW MORSKICH

THE USE OF AGGREGATION ASSESSMENT METHODS TO MEASURE LOGISTIC CAPABILITIES OF SEA PORTS

DOI: 10.15611/pn.2018.505.29

JEL Classification: Z

Streszczenie: Potencjał logistyczny portów morskich to wielkość, która wpływa na ich konkurencyjność w lądowo-morskich łańcuchach dostaw. Pomiar potencjału może być realizowany za pomocą metod wykorzystywanych chociażby do oceny efektywności projektów ekonomicznych i organizacyjnych. Artykuł prezentuje możliwość zastosowania metod oceny agregatowej do oceny potencjału logistycznego portów morskich, wyrażonego za pomocą wielokryterialnego modelu hierarchicznego. Efektem badań jest klasyfikacja polskich portów morskich o kluczowym znaczeniu dla gospodarki według kryterium potencjału logistycznego, dzięki której można zdefiniować zalety i niedobory badanych instalacji oraz ich udział w sumarycznym potencjale logistycznym polskich portów morskich.

Słowa kluczowe: porty morskie, potencjał logistyczny, model wielokryterialny, metody oceny agregatowej.

Summary: The sea ports logistic capabilities are closely related to the sea port competitiveness status. The assessment of the logistic capabilities can be executed with the use of the multi criteria methods which are implemented to assess the economics and organisational projects. The paper presents the use of the aggregation assessment method to estimate the level of sea port logistic capabilities. The key Polish sea ports have been under research. As the result of the research process, the classification of the sea ports has been produced from the logistic capabilities perspective. It allowed to identify both strengths and weaknesses of sea port under consideration and its contribution within the whole logistic capabilities of the key Polish sea ports.

Keywords: sea ports, logistic capabilities, multi criteria model, aggregation assessment methods.

1. Wstęp

Transport morski zajmuje kluczową pozycję w obsłudze międzynarodowej wymiany towarowej. Pozycja konkurencyjna państw w tym zakresie jest uzależniona od dostępu zarówno do sieci transportowej, jak i portów morskich, które stanowią skupisko terminali przeładunkowych i innych przedsiębiorstw branży TSL.

Operacje logistyczne realizowane w portach morskich decydują o sprawności i efektywności łądowo-morskich łańcuchów dostaw. Dlatego też potencjał logistyczny portu morskiego decyduje o jego pozycji i atrakcyjności dla spektrum potencjalnych i rzeczywistych klientów. Port morski odgrywa szczególną rolę w integracji międzygałęziowej transportu. Świadczy szeroki zakres usług zarówno na rzecz ładunków, jak i statków morskich. Można oceniać jego potencjał w podobny sposób, jak się to czyni w przypadku każdego ogniwa pośredniego chociażby w kanale dystrybucji czy łańcuchu transportowym.

Takie podejście wymagało zbudowania wielokryterialnego modelu hierarchicznego potencjału logistycznego portu morskiego, gdzie mógł on być badany całościowo oraz na poszczególnych stopniach dekompozycji modelu, czyli ustalonych kryteriów i przydzielonych im subkryteriów.

Do oceny potencjału wybrano jedną z metod oceny agregatowej, stosowanych w projektowaniu i diagnozowaniu obiektów lub zjawisk, która umożliwia oszacowanie wartości danego obiektu, polegające na połączeniu w całość pojedynczych kryteriów oceny [Stabryła 2006].

Zastosowanie takiej metody umożliwia wielokryterialną kwalifikację obiektu, w tym wypadku portu morskiego w aspekcie potencjału logistycznego, prezentując stan faktyczny w sposób bardziej wszechstronny. Scalenie pojedynczych kryteriów pozwala udzielić odpowiedzi na pytanie, jaka jest wartość obiektu w badanym obszarze. Proponowane rozwiązanie oparte jest na metodzie wskaźnikowo-punktowej i odnosi się do potencjału portu w zakresie pięciu zdefiniowanych kryteriów.

Celem opracowania jest zaproponowanie sposobu oceny potencjału logistycznego polskich portów morskich o podstawowym znaczeniu dla gospodarki narodowej, tj. Portu Morskiego Gdańsk, Portu Morskiego Gdynia oraz Zespołu Portów Morskich Szczecin – Świnoujście, a także kwantyfikacja udziału potencjału poszczególnych portów w całym badanym zbiorze. Ponadto przedstawiono rozkład potencjału logistycznego portu morskiego według ustalonych kryteriów dla każdego badanego podmiotu.

Problem badawczy, jaki podlegał rozwiązaniu w poniższym opracowaniu, polegał na udzieleniu odpowiedzi na pytanie: W jaki sposób można przedstawić potencjał logistyczny portu morskiego jako pewną determinantę jego konkurencyjności oraz jak dokonać jego oceny w sensie ilościowym?

Hipoteza robocza, jaką należało udowodnić, aby rozwiązać powyższy problem badawczy, została sformułowana następująco: zastosowanie modelu wielokryterialnego do pomiaru potencjału logistycznego portów morskich może stanowić skuteczne narzędzie do klasyfikacji tych podmiotów z punktu widzenia konkurencyjności w badanym zbiorze portów.

Osiągnięcie celu, rozwiązanie problemu badawczego oraz udowodnienie hipotezy roboczej wymagało wykonania takich zadań badawczych, jak:

- przegląd literatury przedmiotu oraz periodyków branżowych w celu zdefiniowania kryteriów oraz odpowiadających im subkryteriów, które wpływają na potencjał logistyczny portu morskiego, a przez to na konkurencyjność tego podmiotu na rynku usług transportowych;
- zbudowanie wielokryterialnego modelu hierarchicznego potencjału logistycznego portu morskiego;
- zdefiniowanie poziomu istotności badanych subkryteriów w oparciu o badanie eksperckie;
- obliczenie, zgodnie z przyjętą metodyką, wartości potencjałów logistycznych portów morskich na poszczególnych szczeblach dekompozycji modelu, a także ich wartości sumarycznych;
- określenie udziału potencjału logistycznego poszczególnych portów w sumarycznym potencjale polskich portów o podstawowym znaczeniu dla gospodarki. W przedstawionym rozwiązaniu przyjęto następujące ograniczenia:
- wykorzystano dane z badania ankietowego prowadzonego przez Bałtycki Ośrodek Logistyki Stosowanej Wyższej Szkoły Bankowej w Gdańsku w ramach pracy statutowej pt. *Analiza pozycji strategicznej i potencjału konkurencyjności podmiotów branży TSL (ogniw morsko-lądowych łańcuchów logistycznych) w regionie Bałtyku Południowego (Vornpommern, Zachodniopomorskie, Pomorskie) we współpracy z Fachhochschule ze Stralsundu – Budowa i weryfikacja oryginalnego modelu potencjału logistycznego Morskiego Portu Handlowego jako narzędzia do oceny konkurencyjności portów w basenie Bałtyku Południowego z wykorzystaniem analitycznego procesu hierarchicznego (metoda AHP)*;
- dane statystyczne z periodyków branżowych wykorzystane w opracowaniu odnoszą się do 2012 roku.

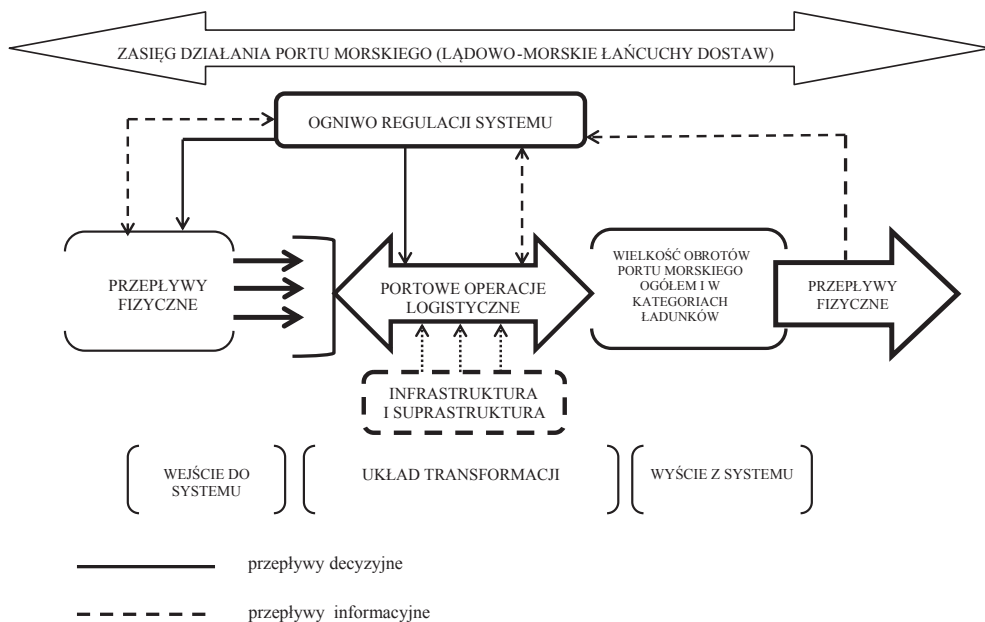
2. Potencjał logistyczny a konkurencyjność portu morskiego

Przed zdefiniowaniem pojęcia potencjału logistycznego portu morskiego należy przywołać klasyczną definicję potencjału, która mówi, iż jest to zasób możliwości, mocy, zdolności wytwórczych, tkwiący w czymś, sprawność, wydajność, możliwość [Słownik... 1979]. Natomiast potencjał logistyczny to określony zasób możliwości (zdolności) zaopatrzeniowych i usługowych (bądź wytwórczych), które służą do realizacji określonych działań produkcyjnych, handlowych, usługowych lub publicznych. Potencjał logistyczny wpływa w sposób zasadniczy na efektywność i skuteczność systemu logistycznego, który można zdefiniować w dwóch płaszczyznach, tj. [Jacyna (red.) 2012]:

- jako zbiór podsystemów, takich jak zaopatrzenie, produkcja, transport, magazynowanie i zbyt, wraz z relacjami między nimi oraz między ich własnościami, ze stałym dążeniem do wzrostu zorganizowania systemu;

- jako celowo zorganizowany i połączony w obrębie określonego układu gospodarczego, fizyczny przepływ strumieni towarów, któremu towarzyszy przepływ środków finansowych i informacji.

Z drugiej zaś strony, system logistyczny służy do podtrzymania i wspomagania potencjału logistycznego we wszystkich aspektach wsparcia logistycznego [Ficoń 2004]. W przypadku portu morskiego, który posiada własny system logistyczny konieczny do realizacji usług portowych i logistycznych, potencjał logistyczny jest miarą zdolności tego systemu do realizacji wspomnianych usług. Biorąc pod uwagę strategiczne cele działalności logistycznej, która ukierunkowana jest na zwiększanie wartości dodanej, redukcję kosztów własnych przedsiębiorstwa oraz utrzymanie wysokiego poziomu obsługi klienta, można stwierdzić, że wielkość potencjału logistycznego danego podmiotu gospodarczego wpływa wprost proporcjonalnie na jego konkurencyjność na rynku. Tak też jest w przypadku portu morskiego. Działanie portu morskiego opiera się na realizacji poszczególnych procesów dotyczących ładunków i jednostek pływających przy wykorzystaniu jego systemu logistycznego (rys. 1).



Rys. 1. Funkcjonowanie systemu logistycznego portu morskiego

Źródło: opracowanie własne.

Sprawne działanie systemu logistycznego portu, dzięki posiadaniu odpowiedniego potencjału w tym względzie, wpływa na konkurencyjność tej instalacji na danym akwenu. Konkurencyjność portów morskich jest jednym z najważniejszych czynników warunkujących rozwój gospodarki morskiej w wymiarze globalnym,

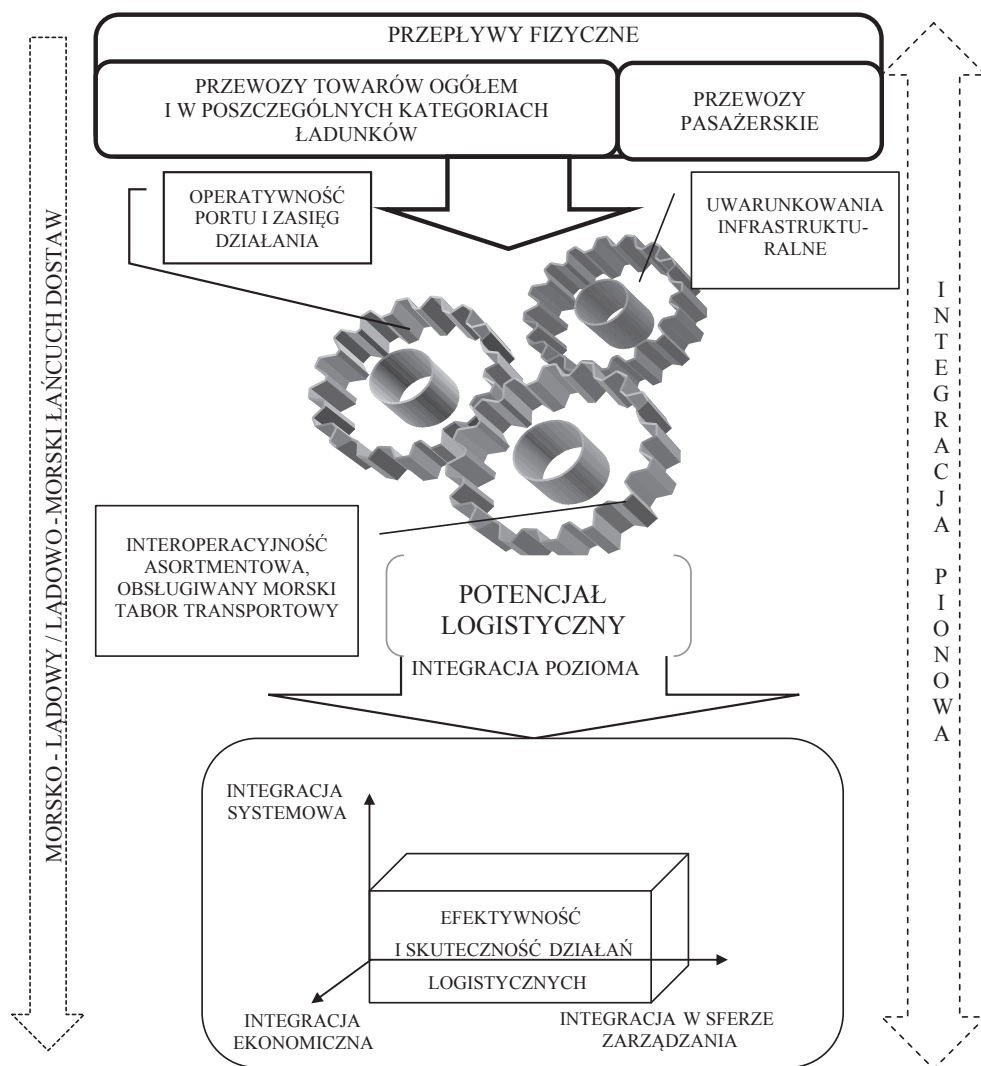
kontynentalnym i krajowym. W działalności gospodarczej pojęcie konkurencyjności odgrywa szczególną rolę, gdyż jest wyznacznikiem sukcesu przedsiębiorstwa na rynku, możliwości dalszego rozwoju oraz osiągnięcia satysfakcjonujących wyników finansowych w zadowalającej perspektywie czasowej. Jednym z czynników decydujących o sile przedsiębiorstwa jest zdolność do budowania relacji z innymi podmiotami w procesie tworzenia wartości dodanej. Rezultatem powyższego powinno być stworzenie trwałych możliwości do efektywnej współpracy w celu zapewnienia wzajemnego dostępu m.in. do usług logistycznych, umożliwiających jak najszybsze przemieszczanie oraz obsługę ładunków i towarów w sieciach oraz łańcuchach dostaw między producentem a nabywcą finalnym.

W przypadku portu morskiego zdolność do współpracy, oparta na stosowaniu standardów logistycznych w wymiarze technicznym, administracyjnym i proceduralnym, umożliwi osiągnięcie jak najwyższego poziomu obsługi klienta, redukcję kosztów logistycznych w całym łańcuchu, co wpływa na poziom cen, jak też minimalizację czasu realizacji zamówień. Jest ona uwarunkowana funkcjonowaniem lądowo-morskich łańcuchów dostaw, rozumianych jako łańcuchy magazynowo-transportowe, stanowiące technologiczne połączenie punktów magazynowo-przeładunkowych, w tym portów morskich, morskimi i lądowymi drogami przewozu towarów, oraz jako organizacyjne i finansowe skoordynowanie operacji i procesów zamówień, a także polityki zapasów wszystkich ogniw tego łańcucha [Kotowska, Mańkowska, Pluciński 2016]. Łańcuchy dostaw składają się z łańcuchów transportowych, które są efektem procesów integracyjnych zachodzących w transporcie. Integracja w łańcuchu transportowym jest najważniejsza z perspektywy użytkownika transportu, ze względu na oczekiwaną niezawodność, kompleksowość i elastyczność realizowanych procesów i świadczonych usług oraz właściwy przekaz informacji. Z punktu widzenia usługodawcy integracja decyduje o jakości usług, konkurencyjności oraz kreowaniu popytu na świadczone usługi.

Jeżeli konkurencyjność zdefiniujemy jako pewną cechę, atrybut, wynik czy rezultat rywalizacji uczestników życia gospodarczego między sobą, której celem jest zapewnienie sukcesu związanego z możliwością rozwoju, ekspansji na rynku i osiągnięciem pozytywnego wyniku ekonomicznego w zadowalającej perspektywie czasowej, to integracja w płaszczyźnie pionowej i poziomej jest doskonałym narzędziem do osiągnięcia tych celów. Ta wzajemna relacja ma bezpośrednie przełożenie na rynek usług portowych będących elementem logistyki morskiej, gdzie zdolność do współpracy między poszczególnymi elementami tej logistyki warunkuje efektywne oraz skuteczne przemieszczanie towarów i ładunków.

Logistykę morską można określić jako pewien rodzaj logistyki branżowej, która funkcjonuje w wyniku zbieżności dwóch obszarów działalności gospodarczej, jaką jest transport morski i logistyka. Powyższa zbieżność związana jest z integracją poszczególnych gałęzi transportu na terenie portów morskich w ramach specjalistycznych oraz uniwersalnych morskich terminali przeładunkowych. Integracja związana jest z interoperacyjnością logistyczną terminali, które łączą morski i lądowy łańcuch

dostaw w jeden morsko-ładowy łańcuch dostaw w celu obniżenia kosztów przepływów fizycznych, poprawy ich niezawodności i efektywności, tworzenia wartości dodanej, zapewnienia terminowości dostaw, aby zaspokoić zgłaszany popyt na towary. Przez integrację, w kategoriach ogólnych, należy rozumieć poszukiwanie oraz implementację rozwiązań, które umożliwiają osiągnięcie celu nadrzędnego poprzez odpowiednią realizację i konfigurację celów cząstkowych osiągniętych przez elementy składowe danego systemu, zaangażowane w dany proces. Integracja w logistyce morskiej jest



Rys. 2. Integracja pionowa i pozioma w morsko-ładowym łańcuchu dostaw

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Pac, Miler 2016a].

pojęciem dwuwymiarowym (w sensie pionowym i poziomym) i wieloaspektowym (rys. 2). Jeśli chodzi o wymiar pionowy, dotyczy on pewnego stylu kontrolowania procesu zarządzania poprzez odpowiednie technologiczne i proceduralne łączenie kolejnych ogniw w obrębie działania jednej wspólnej organizacji, jaką jest morsko-ładowy łańcuch dostaw [Pac, Miler 2015]. Każde z ogniw realizuje właściwy dla siebie proces, który ma umożliwić osiągnięcie wspólnego celu lub zaspokojenie wspólnych potrzeb. Wymiar poziomy ukierunkowany jest na zapewnienie dostępności produktu, tj. towaru lub usługi, dla jak najszerszej rzeszy uczestników oraz klientów łańcucha dostaw, wykorzystując różnego rodzaju rozwiązania proceduralne i techniczne [Pac, Miler 2015].

Jeżeli chodzi o wymiar wieloaspektowy, to można wyróżnić trzy zasadnicze elementy [Pac, Miler 2015]:

- aspekt zarządczy, zorientowany na zjednoczenie mających odmienne cele elementów (ogniw) w rozwiązaniu wspólnego problemu poprzez szukanie optymalnych i racjonalnych rozwiązań na zasadzie konsensusu i wspólnych korzyści;
- aspekt ekonomiczny, polegający w tym wypadku na osiągnięciu korzyści związanych z redukcją kosztów logistycznych i zaangażowanego w działania logistyczne kapitału, wynikającą z wykorzystania standardów logistycznych oraz efektu skali, będących rezultatem wspólnego stosowania określonych rozwiązań w zakresie usług logistycznych, przez jak najszersze gremium uczestników łańcucha dostaw;
- aspekt systemowy, polegający na możliwie najszerszym współdziałaniu systemów informatycznych i administracyjnych w taki sposób, aby korzystać nawzajem ze swoich zasobów, np. baz danych, dzięki stosowaniu tych samych rozwiązań w obszarze wymiany informacji logistycznej, automatycznej identyfikacji danych itp.

3. Przebieg postępowania badawczego

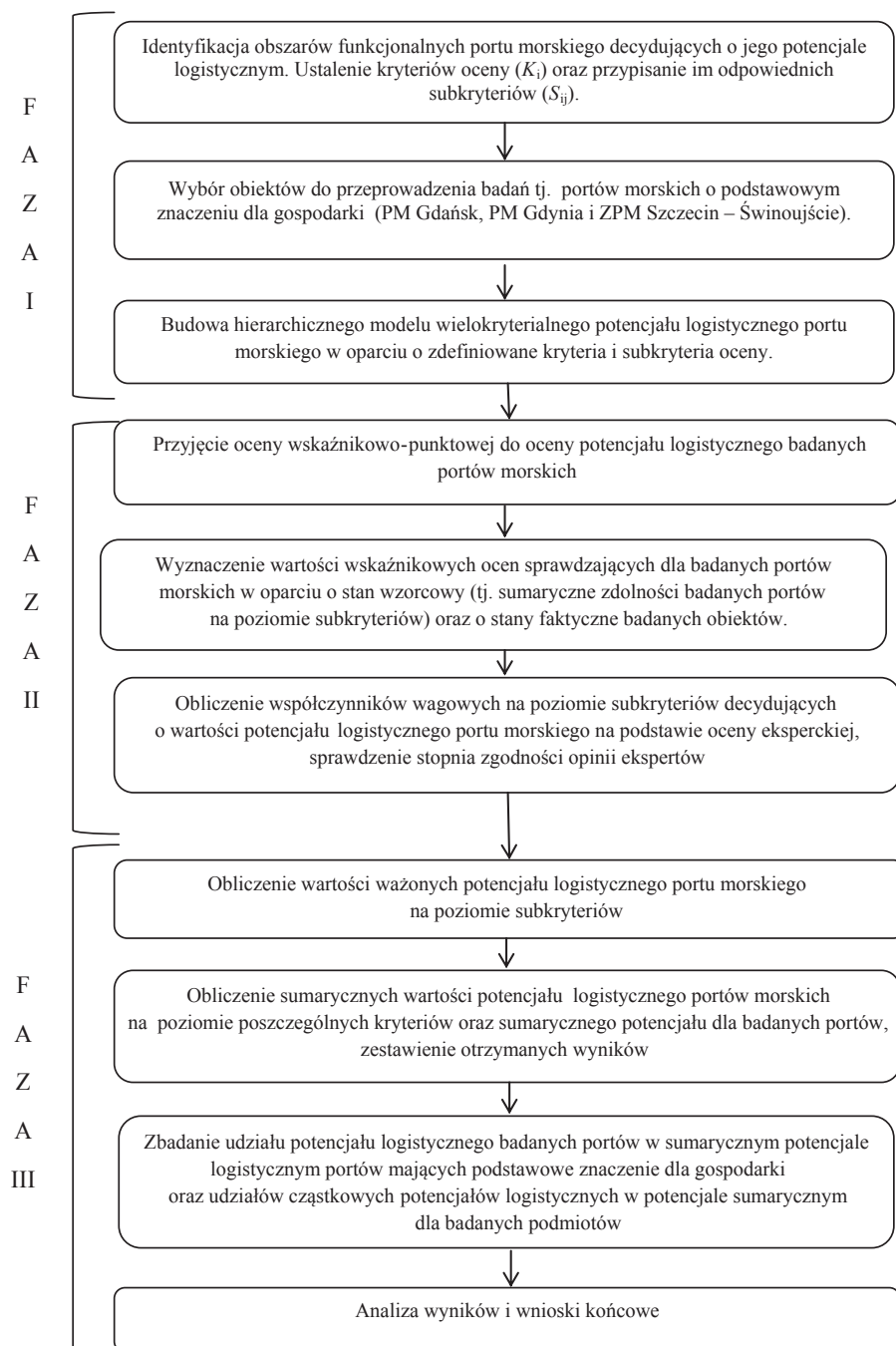
Ocena potencjału logistycznego portu morskiego wymagała przeprowadzenia postępowania badawczego (rys. 3) podzielonego na trzy następujące fazy:

Faza I, w ramach której:

1) Dokonano analizy wybranych pozycji literatury przedmiotu oraz periodyków branżowych, w wyniku czego zdefiniowano pięć kryteriów, według których możliwa jest ocena badanego potencjału. Zaliczono do nich:

K_1 – operatywność portu morskiego, która decyduje o wielkości obrotów i jego pozycji na akwenie;

K_2 – interoperacyjność asortymentową, odzwierciedlającą możliwości badanej instalacji w zakresie obsługi określonych kategorii ładunków oraz przewozów pasażerskich;



Rys. 3. Schemat postępowania badawczego

Źródło: opracowanie własne.

K_3 – obsługiwany morski tabor transportowy, informujący o nośności (DWT)¹ obsługiwanych przez port morski typów statków morskich;

K_4 – zasięg działania obejmujący przedpole², zaplecze portu morskiego³ oraz stopień integracji gałęzi transportu w ramach portu morskiego;

K_5 – uwarunkowania infrastrukturalne, wspierające operatywność portu morskiego.

Potencjał logistyczny portu morskiego według zdefiniowanych kryteriów można więc zapisać w następującej formie:

$$\Pi_{PM}^{Log} = \{K_i; i = \overline{1,5}\}, \quad (1)$$

gdzie: $i = 5$ – liczba zdefiniowanych kryteriów, według których dokonano oceny potencjału logistycznego portu morskiego (Π_{PM}^{Log}).

2) Wybrano porty morskie podlegające ocenie pod kątem potencjału logistycznego. Do badania zakwalifikowano polskie porty morskie o podstawowym znaczeniu dla gospodarki, tj. Port Morski Gdynia, Port Morski Gdańsk i Zespół Portów Morskich Szczecin – Świnoujście.

3) Na podstawie analizy literatury przedmiotu i periodyków branżowych zdefiniowano subkryteria oceny i przydzielono je do ustalonych kryteriów oceny. Zbudowano wielokryterialny hierarchiczny model potencjału logistycznego portu morskiego (rys. 4).

Faza II, w ramach której:

1) Przyjęto metodę wskaźnikowo-punktową do oceny potencjału logistycznego portu morskiego.

2) Zgodnie z przyjętą metodą ustalono stany wzorcowe i stany faktyczne dla badanych obiektów według subkryteriów oceny zgodnie z tabelą 1.

3) Obliczono wartości wskaźnikowych ocen sprawdzających według badanych subkryteriów z zależności:

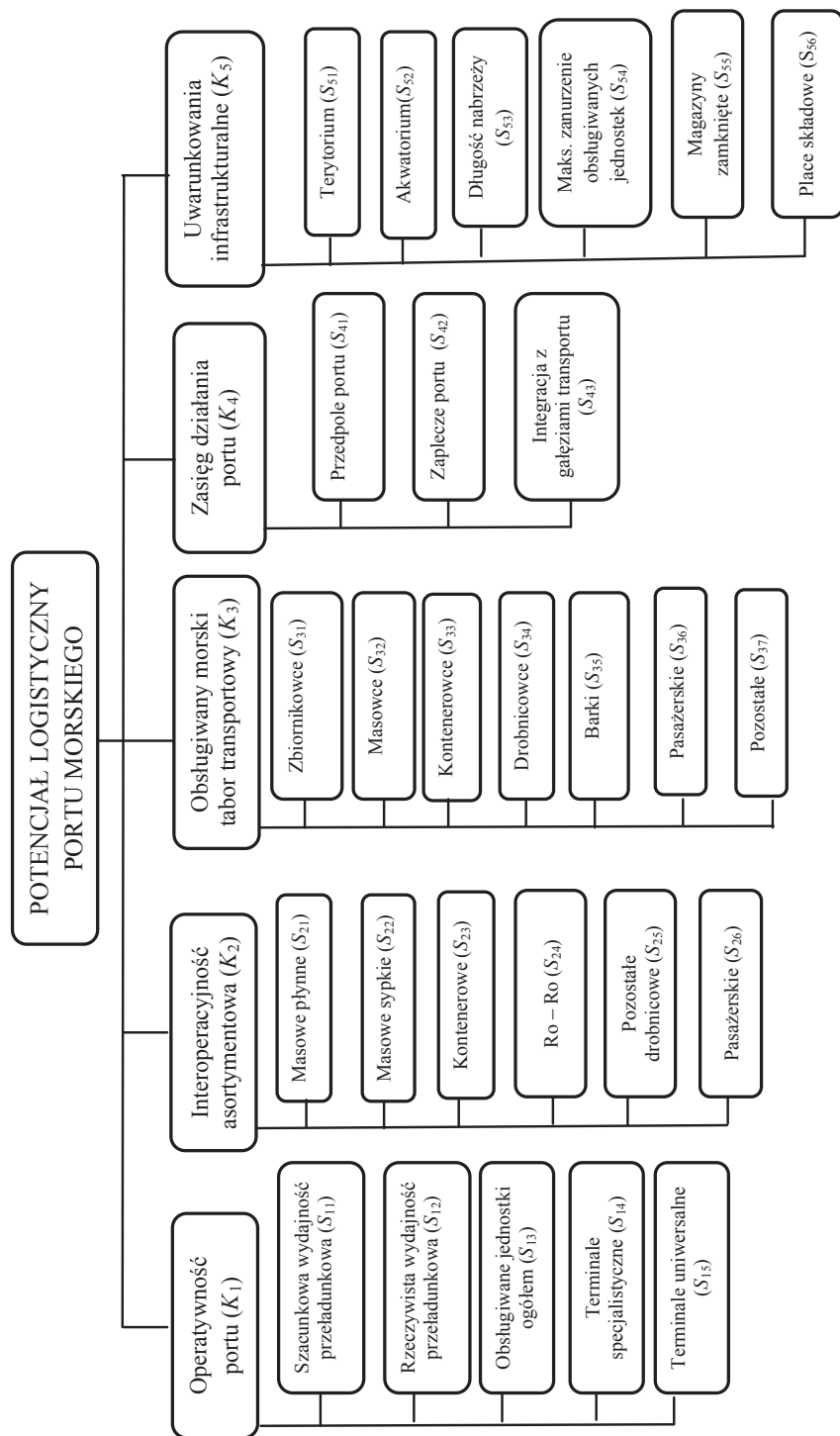
$$W_{ij}^{PM} = \frac{PS_{ij}^{PM}}{PS_{ij}^{WZ}}, \quad (2)$$

gdzie: W_{ij}^{PM} – wskaźnikowa ocena sprawdzająca według kolejnego subkryterium dla badanego portu morskiego;

¹ Nośność DWT – zdolność przyjęcia na statek ciężaru określonego w tonach (metrycznych lub angielskich) powodującego zanurzenie do letniej linii ładunkowej. Nośność stanowi wartość określającą zdolność przewozową statku handlowego [Chuchla 2009].

² Przedpole portu morskiego – obszar zamorski, z którym port ma w danym okresie (np. rocznym) regularne połączenia żeglugowe [Neider 2008].

³ Zaplecze portu morskiego – obszar lądowo-gospodarczy ciągnący do danego portu, z którego ładunki są wywożone przez dany port lub też przez niego przewożone na potrzeby tego obszaru [Neider 2008].



Rys. 4. Wielokryterialny model potencjału logistycznego portu morskiego

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 1. Zestawienie stanów wzorcowych, faktycznych i wskaźnikowych ocen sprawdzających

Kryteria oceny	Jednostka miary	Stan wzorcowy PS_{ij}^{WZ}	Stan faktyczny PS_{ij}^{PM}	$W_{ij}^{PM} = \frac{PS_{ij}^{PM}}{PS_{ij}^{WZ}}$
1	2	3	4	5
K_1				
S_{11}	tys. ton	Sumaryczna szacunkowa wydajność przeładunkowa dla wszystkich badanych portów	Szacunkowa wydajność przeładunkowa dla badanego portu	
S_{12}	tys. ton	Sumaryczna rzeczywista wydajność przeładunkowa dla wszystkich badanych portów	Rzeczywista wydajność przeładunkowa dla badanego portu	
S_{13}	tys. DWT	Obsługiwane jednostki ogółem we wszystkich badanych portach	Obsługiwane jednostki ogółem w badanym porcie	
S_{14}	szt.	Sumaryczna liczba terminali specjalistycznych we wszystkich badanych portach	Liczba terminali specjalistycznych w badanym porcie	
S_{15}	szt.	Sumaryczna liczba terminali uniwersalnych we wszystkich badanych portach	Liczba terminali uniwersalnych w badanym porcie	
K_2				
S_{21}	tys. ton	Sumaryczne obroty ładunków masowych płynnych we wszystkich badanych portach	Obroty ładunków masowych płynnych w badanym porcie	
S_{22}	tys. ton	Sumaryczne obroty ładunków masowych sypkich w badanych portach	Obroty ładunków masowych sypkich w badanym porcie	
S_{23}	tys. ton	Sumaryczne obroty ładunków skonteneryzowanych w badanych portach	Obroty ładunków skonteneryzowanych w badanym porcie	
S_{24}	tys. ton	Sumaryczne obroty ładunków Ro – Ro w badanych portach	Obroty ładunków Ro – Ro w badanym porcie	
S_{25}	tys. ton	Sumaryczne obroty pozostałych ładunków drobnicowych w badanych portach	Obroty pozostałych ładunków drobnicowych w badanym porcie	
S_{26}	tys. osób	Sumaryczna liczba przewożonych pasażerów w badanych portach	Liczba przewożonych pasażerów w badanym porcie	
K_3				
S_{31}	tys. DWT	Obsługiwane zbiornikowce we wszystkich badanych portach	Obsługiwane zbiornikowce w badanym porcie	
S_{32}	tys. DWT	Obsługiwane masowce we wszystkich badanych portach	Obsługiwane masowce w badanym porcie	

Tabela 1, cd.

1	2	3	4	5
S_{33}	tys. DWT	Obsługiwane kontenerowce we wszystkich badanych portach	Obsługiwane kontenerowce w badanym porcie	
S_{34}	tys. DWT	Obsługiwane drobnicowce we wszystkich badanych portach	Obsługiwane drobnicowce w badanym porcie	
S_{35}	tys. DWT	Obsługiwane barki we wszystkich badanych portach	Obsługiwane barki w badanym porcie	
S_{36}	tys. DWT	Obsługiwane pozostałe jednostki we wszystkich badanych portach	Obsługiwane pozostałe jednostki w badanym porcie	
S_{37}	tys. DWT	Obsługiwane jednostki pasażerskie we wszystkich badanych portach	Obsługiwane jednostki pasażerskie w badanym porcie	
K_4				
S_{41}	km ²	Powierzchnia zaplecza wszystkich portów objętych badaniem	Powierzchnia zaplecza badanego portu	
S_{42}	szt.	Sumaryczna liczba stałych połączeń kontynentalnych i międzykontynentalnych dla wszystkich badanych portów	Liczba stałych połączeń kontynentalnych i międzykontynentalnych dla badanego portu	
S_{43}	bm.	tr. morski – tr. drogowy; tr. morski – tr. kolejowy; tr. morski – tr. wodny śródlądowy tr. morski – tr. rurociągowy; tr. morski – tr. lotniczy	Integracja transportu morskiego z innymi gałęziami transportu dla badanego portu	
K_5				
S_{51}	km ²	Sumaryczna powierzchnia terytorium badanych portów	Powierzchnia terytorium badanego portu	
S_{52}	km ²	Sumaryczna powierzchnia akwatoriów badanych portów	Powierzchnia akwatorium badanego portu	
S_{53}	mb.	Sumaryczna długość nabrzeży badanych portów	Długość nabrzeży badanego portu	
S_{54}	m	Maksymalne zanurzenie obsługiwanych jednostek występujące w badanym zbiorze portów	Maksymalne zanurzenie obsługiwanych jednostek w badanym porcie	
S_{55}	m ²	Sumaryczna powierzchnia magazynów portowych w badanych portach	Powierzchnia magazynów w badanym porcie	
S_{56}	m ²	Sumaryczna powierzchnia placów składowych w badanych portach	Powierzchnia placów składowych w badanym porcie	

Źródło: opracowanie własne.

PS_{ij}^{PM} – stan faktyczny według danego subkryterium dla badanego portu morskiego wyrażony w odpowiednich jednostkach miary;

PS_{ij}^{WZ} – stan wzorcowy (do którego porównujemy stan faktyczny) według danego subkryterium wyrażony w odpowiednich jednostkach miary.

4) Wyznaczono współczynniki wagowe odnoszące się do istotności na poziomie subkryteriów oceny wg metody wskaźnikowo-punktowej na podstawie opinii 10 ekspertów oraz zweryfikowano podane przez nich wartości za pomocą klasycznego współczynnika zmienności (tabela 2)

$$\overline{WS}_{ij} = \frac{\sum_{y=1}^{10} WS_{ijy}}{10}, \quad (3)$$

gdzie: \overline{WS}_{ij} – współczynnik wagowy;

WS_{ijy} – ocena kolejnego eksperta, gdzie $y = 10$ – liczba ekspertów wybranych do oceny.

$$v_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\overline{WS}_{ij}}, \quad (4)$$

gdzie: v_{ij} – klasyczny współczynnik zmienności (obliczony dla poszczególnych subkryteriów);

σ_{ij} – średnie odchylenie standardowe dla każdego badanego subkryterium.

Tabela 2. Zakres preferencji klasycznych współczynników zmienności

v_{ij}	Zakres preferencji
$v_{ij} \leq 0,2$	Zróźnicowanie współczynnika słabe (poziom zadowolający)
$0,2 < v_{ij} \leq 0,4$	Zróźnicowanie współczynnika umiarkowane (poziom akceptowalny)
$0,4 < v_{ij} \leq 0,6$	Zróźnicowanie współczynnika silne (poziom nieakceptowalny)
$v_{ij} > 0,6$	Zróźnicowanie współczynnika bardzo silne (poziom nieakceptowalny)

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Wasilewska 2011].

Faza III:

1) Obliczono ważone wartości potencjału logistycznego na poziomie subkryteriów z zależności:

$$WW_{ij}^{Log} = \overline{WS}_{ij} \times W_{ij}^{PM}. \quad (5)$$

2) Obliczono sumaryczne wartości potencjału logistycznego na poziomie ustalonych kryteriów w badanych portach morskich według zależności

$$PWW_i^{Log} = \sum WW_{ij}^{int}, \quad (6)$$

gdzie: PWW_i^{Log} – potencjał logistyczny portu morskiego na poziomie kolejnego kryterium oceny.

3) Obliczono sumaryczne wartości potencjałów logistycznych badanych portów morskich według zależności:

$$\Pi_{PM}^{Log} = \sum PWW_i^{Log}, \quad (7)$$

gdzie: Π_{PM}^{Log} – wartość sumaryczna potencjału logistycznego portu morskiego.

4) Dokonano graficznej interpretacji udziałów potencjałów logistycznych (wykres radarowy) dla portów morskich w sumarycznym potencjale logistycznym polskich portów o podstawowym znaczeniu dla gospodarki według badanych kryteriów oceny.

$$WM_i^{PM} = \frac{PWW_i^{PM}}{PWW_i^{SUM}}, \quad (8)$$

gdzie: WM_i^{PM} – udział potencjału logistycznego badanego portu morskiego według kolejnego kryterium oceny;

PWW_i^{SUM} – sumaryczny potencjał logistyczny polskich portów o podstawowym znaczeniu dla gospodarki dla kolejnego kryterium oceny.

5) Obliczono udział potencjałów logistycznych według ocenianych kryteriów w sumarycznym potencjale logistycznym każdego badanego portu morskiego według zależności:

$$WZ_i^{PM} = \frac{PWW_i^{PM}}{\Pi_{PM}^{LOG}} \quad (9)$$

gdzie: WZ_i^{PM} – udział potencjału logistycznego według kolejnego kryterium w potencjale sumarycznym badanego portu morskiego.

4. Zestawienie wyników badań

Wyznaczenie wartości potencjałów logistycznych portów morskich według ocenianych subkryteriów wymagało obliczenia współczynników wagowych istotności ocenianych subkryteriów alokowanych do zidentyfikowanych kryteriów oceny oraz sprawdzenia zgodności ocen ekspertów. Zestawienie ww. wartości przedstawiają tabele 3–7.

Na podstawie wartości wyliczonych i zweryfikowanych współczynników wagowych, określających istotność kolejnych subkryteriów w ramach zidentyfikowanych kryteriów oceny potencjału logistycznego portu morskiego, a także w oparciu

Tabela 3. Współczynniki wagowe według subkryteriów dla kryterium K_1

Eksperci	K_1 – Operatywność portu morskiego				
	S_{11}	S_{12}	S_{13}	S_{14}	S_{15}
	Wagi dla subkryteriów podane przez ekspertów				
	W_{11}	W_{12}	W_{13}	W_{14}	W_{15}
E_1	8	10	5	7	5
E_2	7	8	6	8	6
E_3	8	8	7	9	6
E_4	8	9	6	8	6
E_5	9	10	8	7	5
E_6	7	10	6	9	8
E_7	8	8	7	8	5
E_8	8	9	8	7	6
E_9	7	8	8	7	4
E_{10}	9	8	7	8	5
Obliczenia					
1. $\sum WS_{ij}$	79	88	68	78	56
2. \overline{WS}_{ij}	7,9	8,8	6,8	7,8	5,6
3. σ_{ij}	0,7	0,87	0,98	0,75	1,02
4. v_{ij}	0,092	0,099	0,144	0,096	0,182
Wagi zweryfikowane	7,9	8,8	6,8	7,8	5,6

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4. Współczynniki wagowe według subkryteriów dla kryterium K_2

Eksperci	K_2 – Interoperacyjność asortymentowa					
	S_{21}	S_{22}	S_{23}	S_{24}	S_{25}	S_{26}
	Wagi dla subkryteriów podane przez ekspertów					
	W_{21}	W_{22}	W_{23}	W_{24}	W_{25}	W_{26}
1	2	3	4	5	6	7
E_2	8	7	10	9	4	4
E_2	8	6	9	8	4	5
E_3	9	7	10	8	3	4
E_4	7	6	9	7	3	5
E_5	9	6	10	8	2	4
E_6	8	7	9	7	4	3
E_7	9	8	10	8	3	4

Tabela 4, cd.

1	2	3	4	5	6	7
E_8	7	5	9	9	3	4
E_9	8	7	9	8	4	3
E_{20}	9	7	10	8	2	3
<i>Obliczenia</i>						
1. $\sum WS_{ij}$	82	66	95	80	32	39
2. $\overline{WS_{ij}}$	8,2	6,6	9,5	8,0	3,2	3,9
3. σ_{ij}	0,75	0,8	0,5	0,63	0,68	0,86
4. v_{ij}	0,091	0,121	0,052	0,079	0,158	0,179
Wagi zweryfikowane	8,2	6,6	9,5	8,0	3,2	3,9

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5. Współczynniki wagowe według subkryteriów dla kryterium K_3

Eksperti	K_3 – Obsługiwany morski tabor transportowy						
	S_{31}	S_{32}	S_{33}	S_{34}	S_{35}	S_{36}	S_{37}
	<i>Wagi subkryteriów podane przez ekspertów</i>						
	W_{31}	W_{32}	W_{33}	W_{34}	W_{35}	W_{36}	W_{37}
E_2	9	7	10	7	2	5	4
E_2	8	6	9	6	3	6	5
E_3	9	7	9	7	2	4	3
E_4	9	8	10	8	4	5	3
E_5	7	8	9	7	3	4	4
E_6	8	7	9	8	2	5	2
E_7	8	6	10	9	4	6	5
E_8	9	8	10	7	2	7	4
E_9	8	6	9	6	2	6	5
E_{20}	8	7	9	8	2	7	4
<i>Obliczenia</i>							
1. $\sum WS_{ij}$	83	70	94	73	26	55	39
2. $\overline{WS_{ij}}$	8,3	7,0	9,4	7,3	2,6	5,5	3,9
3. σ_{ij}	0,64	0,77	0,49	0,9	0,8	1,02	0,94
4. v_{ij}	0,077	0,11	0,052	0,123	0,308	0,185	0,241
Wagi zweryfikowane	8,3	7,0	9,4	7,3	2,6	5,5	3,9

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 6. Współczynniki wagowe według subkryteriów dla kryterium K_4

Eksperci	K_4 – Zasięg działania portu		
	S_{41}	S_{42}	S_{43}
	Wagi dla subkryteriów podane przez ekspertów		
	W_{41}	W_{42}	W_{43}
E_2	8	7	9
E_2	7	6	10
E_3	8	5	8
E_4	6	8	9
E_5	9	7	6
E_6	7	8	7
E_7	6	6	8
E_8	9	6	9
E_9	8	7	7
E_{20}	8	9	8
Obliczenia			
1. $\sum WS_{ij}$	76	69	81
2. \overline{WS}_{ij}	7,6	6,9	8,1
3. σ_{ij}	1,02	1,14	1,14
4. v_{ij}	0,134	0,165	0,14
Wagi zweryfikowane	7,6	6,9	8,1

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 7. Współczynniki wagowe według subkryteriów dla kryterium K_5

Eksperci	K_5 – Uwarunkowania infrastrukturalne					
	S_{51}	S_{52}	S_{53}	S_{54}	S_{55}	S_{56}
	Wagi dla subkryteriów podane przez ekspertów					
	W_{51}	W_{52}	W_{53}	W_{54}	W_{55}	W_{56}
1	2	3	4	5	6	7
E_2	8	6	9	10	8	5
E_2	7	7	8	8	7	5
E_3	7	6	7	10	9	7
E_4	8	5	8	9	8	6
E_5	6	8	9	8	8	5
E_6	8	6	7	8	6	4
E_7	8	7	6	7	8	6

Tabela 7, cd.

1	2	3	4	5	6	7
E_8	7	6	8	8	9	7
E_9	7	6	8	9	8	5
E_{20}	6	5	7	8	7	6
<i>Obliczenia</i>						
1. $\sum WS_{ij}$	72	62	75	85	80	56
2. \overline{WS}_{ij}	7,2	6,2	7,5	8,5	8,0	5,6
3. σ_{ij}	0,75	1,04	0,92	0,92	0,89	0,92
4. v_{ij}	0,104	0,168	0,123	0,108	0,111	0,164
Wagi zweryfikowane	7,2	6,2	7,5	8,5	8,0	5,6

Źródło: opracowanie własne.

o wartości wskaźnikowych ocen sprawdzających poszczególnych kryteriów dla badanych portów morskich obliczono następujące parametry zestawione w tabeli 8:

- ważone wartości cząstkowego potencjału logistycznego według kolejnych subkryteriów (WW_{ij}^{Log}) dla badanych portów morskich;
- wartości cząstkowych potencjałów logistycznych według zdefiniowanych kryteriów (PWW_i^{Log}) dla badanych portów morskich;
- wartości sumarycznych potencjałów logistycznych dla badanych portów (Π_{PM}^{Log});
- udziały potencjałów logistycznych badanego portu morskiego według kolejnego kryterium oceny (WZ_i^{PM}) w sumarycznym potencjale badanego portu morskiego;
- wartości WM_i^{PM} dla każdego badanego portu morskiego.

Tabela 8. Zestawienie parametrów definiujących potencjał logistyczny portów morskich

Kryteria oceny	\overline{WS}_{ij}	PM Gdańsk		PM Gdynia		ZPM Szczecin – Świnoujście	
		W_{ij}^{PM}	WW_{ij}^{Log}	W_{ij}^{PM}	WW_{ij}^{Log}	W_{ij}^{PM}	WW_{ij}^{Log}
1	2	3	4	5	6	7	8
K_1							
S_{11}	7,9	0,528	4,17	0,223	1,77	0,249	1,96
S_{12}	8,8	0,432	3,79	0,234	2,07	0,334	2,93
S_{13}	6,8	0,393	2,66	0,273	1,87	0,334	2,27
S_{14}	7,8	0,357	2,78	0,25	1,96	0,393	3,06
S_{15}	5,6	0,35	1,96	0,3	1,69	0,35	1,96
PWW_1^{SUM}	36,9	PWW_1^{Log}	15,36		9,36		12,18
		WM_1^{PM}	0,416		0,254		0,33
		WZ_1^{PM}	0,189		0,149		0,185
K_2							

1	2	3	4	5	6	7	8
S_{21}	8,2	0,791	6,48	0,052	0,42	0,157	1,30
S_{22}	6,6	0,315	2,08	0,255	1,73	0,43	2,79
S_{23}	9,5	0,519	4,93	0,441	4,18	0,04	0,39
S_{24}	8,0	0,05	0,4	0,246	1,97	0,704	5,63
S_{25}	3,2	0,157	0,50	0,173	0,56	0,67	2,14
S_{26}	3,9	0,096	0,38	0,329	1,28	0,575	2,24
PWW_2^{SUM}	39,4	PWW_2^{Log}	14,77		10,14		14,49
		WM_2^{PM}	0,375		0,257		0,368
		WZ_2^{PM}	0,181		0,162		0,220
K_3							
S_{31}	8,3	0,753	6,25	0,081	0,67	0,166	1,38
S_{32}	7,0	0,32	2,24	0,3	2,1	0,38	2,66
S_{33}	9,4	0,539	5,07	0,383	3,6	0,078	0,73
S_{34}	7,3	0,122	0,89	0,298	2,17	0,58	4,24
S_{35}	2,6	0,153	0,4	0,053	0,14	0,794	2,06
S_{36}	5,5	0,153	0,84	0,648	3,56	0,199	1,1
S_{37}	3,9	0,693	2,7	0,085	0,33	0,22	0,87
PWW_1^{SUM}	44	PWW_3^{Log}	18,39		12,57		13,04
		WM_3^{PM}	0,418		0,286		0,296
		WZ_3^{PM}	0,226		0,201		0,198
K_4							
S_{31}	7,6	0,28	2,13	0,5	3,8	0,22	1,67
S_{32}	6,9	0,5	3,45	0,5	3,45	0,5	3,45
S_{33}	9,1	0,8	7,28	0,6	5,46	0,6	5,46
PWW_1^{SUM}	23,6	PWW_4^{Log}	12,86		12,71		10,58
		WM_4^{PM}	0,54		0,54		0,44
		WZ_4^{PM}	0,158		0,203		0,161
K_5							
S_{51}	7,2	0,48	3,46	0,074	0,54	0,446	3,2
S_{52}	6,2	0,51	3,16	0,32	1,98	0,17	1,09
S_{53}	7,5	0,265	1,99	0,277	2,08	0,458	3,43
S_{54}	8,5	1,0	8,5	0,87	7,4	0,6	5,1
S_{55}	8,0	0,21	1,68	0,45	3,6	0,34	2,72
S_{56}	5,6	0,297	1,66	0,406	2,28	0,297	1,66
PWW_1^{SUM}	41,8	PWW_5^{Log}	20,03		17,88		15,54
		WM_5^{PM}	0,49		0,40		0,37
		WZ_5^{PM}	0,246		0,285		0,236
		Π_{PM}^{Log}	81,41		62,66		65,83

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie tabeli 8 dokonano graficznej interpretacji następujących parametrów:

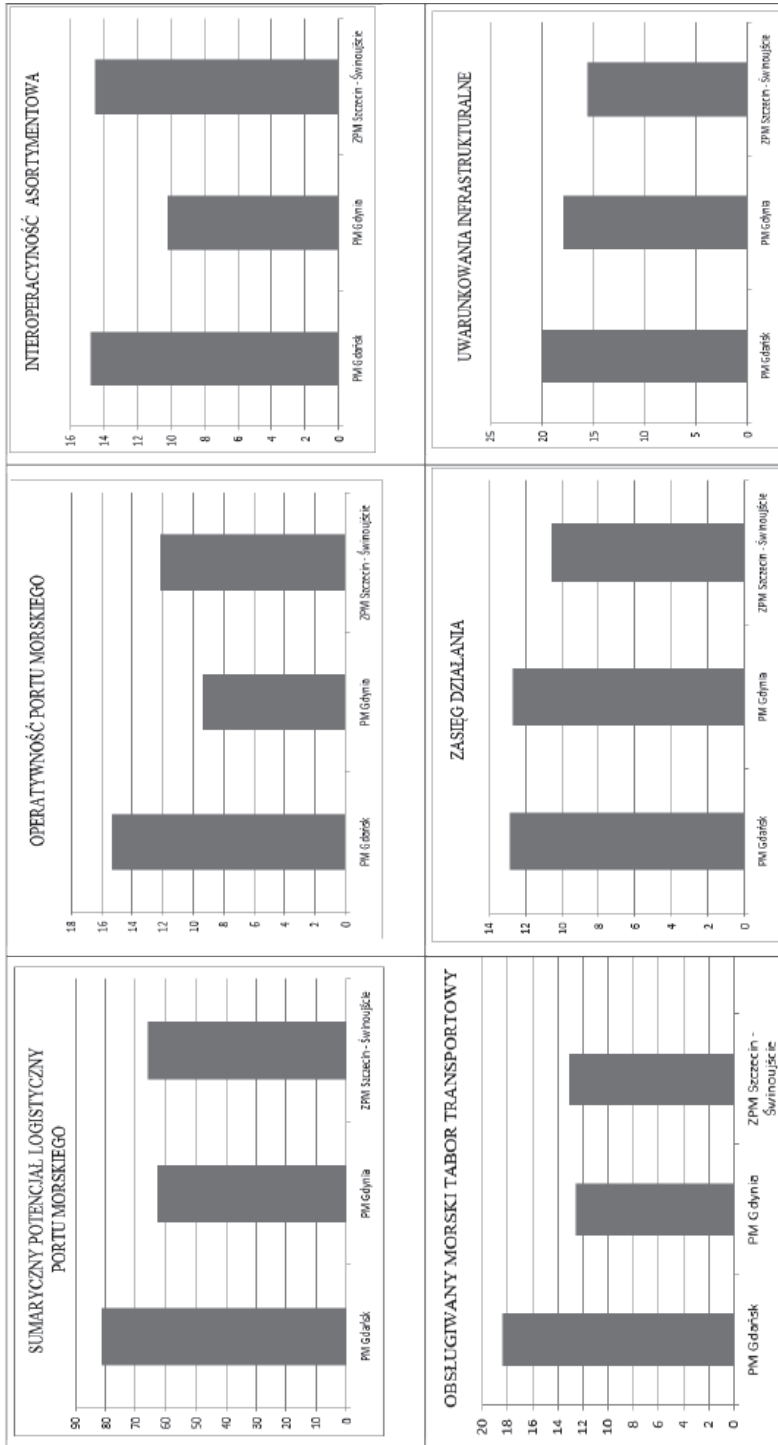
- zestawienia sumarycznych i częściowych (odnoszących się do kryteriów oceny) wartości potencjałów logistycznych badanych portów morskich (rys. 5) – Π_{PM}^{LOG} i PWW_i^{LOG} ;
- zestawienia udziałów częściowych potencjałów logistycznych według zidentyfikowanych kryteriów dla badanych instalacji w potencjale sumarycznym portu morskiego (rys. 6) – $WZ_i^{PM} = \frac{PWW_i^{PM}}{\Pi_{PM}^{LOG}}$;
- zestawienia udziałów potencjałów poszczególnych portów według zidentyfikowanych kryteriów w sumarycznym potencjale logistycznym portów morskich o podstawowym znaczeniu dla gospodarki według zidentyfikowanych kryteriów (rys. 7).

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań można wyciągnąć następujące wnioski:

- dominującym portem morskim pod względem sumarycznej wartości potencjału logistycznego oraz potencjałów częściowych jest port morski w Gdańsku, co wynika z rozmiaru inwestycji realizowanych w okresie PRL oraz III RP, takich jak Port Północny, Rafineria Gdańsk (dzisiejszy LOTOS), Głębokowodny Terminal Kontenerowy DCT;
- PM Gdańsk posiada również największy udział w sumarycznym potencjale badanych portów morskich o podstawowym znaczeniu dla gospodarki;
- sumaryczne potencjały logistyczne portu morskiego w Gdyni oraz ZPM Szczecin – Świnoujście przyjmują podobne wartości;
- mocnym punktem w potencjale logistycznym PM Gdynia w stosunku do ZPM Szczecin – Świnoujście jest zasięg działania portu oraz uwarunkowania infrastrukturalne;
- podstawowym mankamentem PM Gdynia jest jego ograniczone terytorium, a przez to skromne możliwości rozwoju przestrzennego;
- ZPM Szczecin – Świnoujście ma przewagę nad PM Gdynia w zakresie operatywności i interoperacyjności asortymentowej;
- istotnym mankamentem portu w Szczecinie są obecne ograniczenia dotyczące zanurzenia wchodzących jednostek (do 9 m).

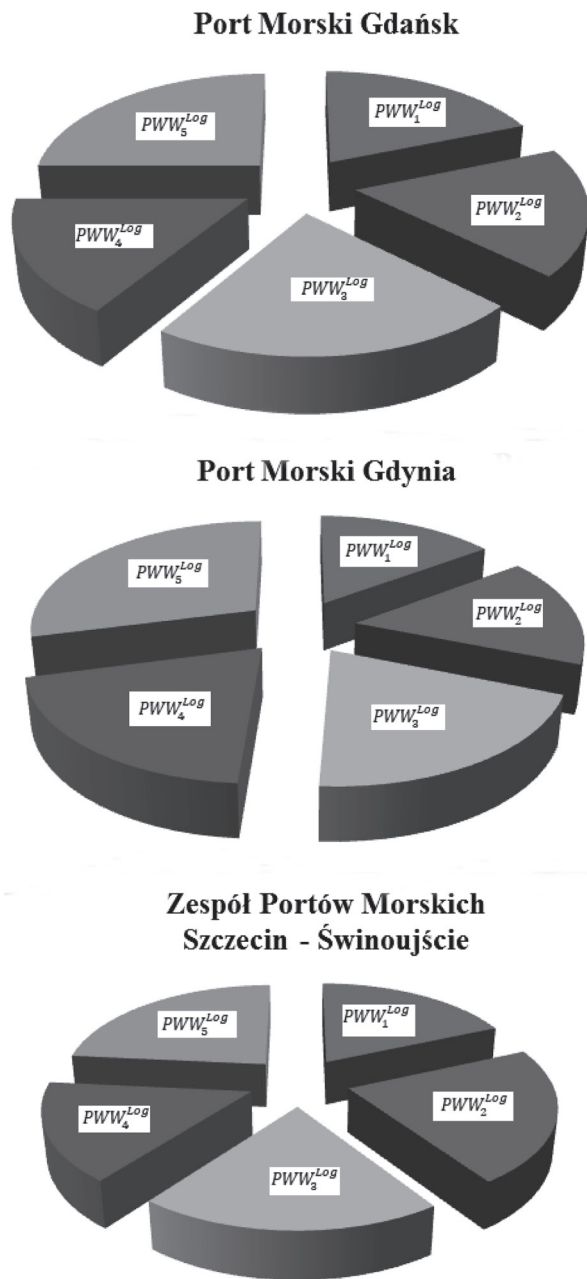
Należy zwrócić uwagę na duże możliwości rozwojowe Portu Morskiego Gdańsk ze względu na możliwość rozbudowy portu zewnętrznego i możliwość uruchomienia w przyszłości tzw. Portu Wschodniego.

Jeżeli chodzi o Zespół Portów Morskich Szczecin – Świnoujście, to prowadzone są przygotowania do rozpoczęcia prac, mających na celu pogłębienie szlaku wodnego między Świnoujściem a Szczecinem w celu poprawy dostępności Szczecina od strony morza dla jednostek o zanurzeniu do 12 m oraz nośności 50 tys. DWT i 2500 TEU.



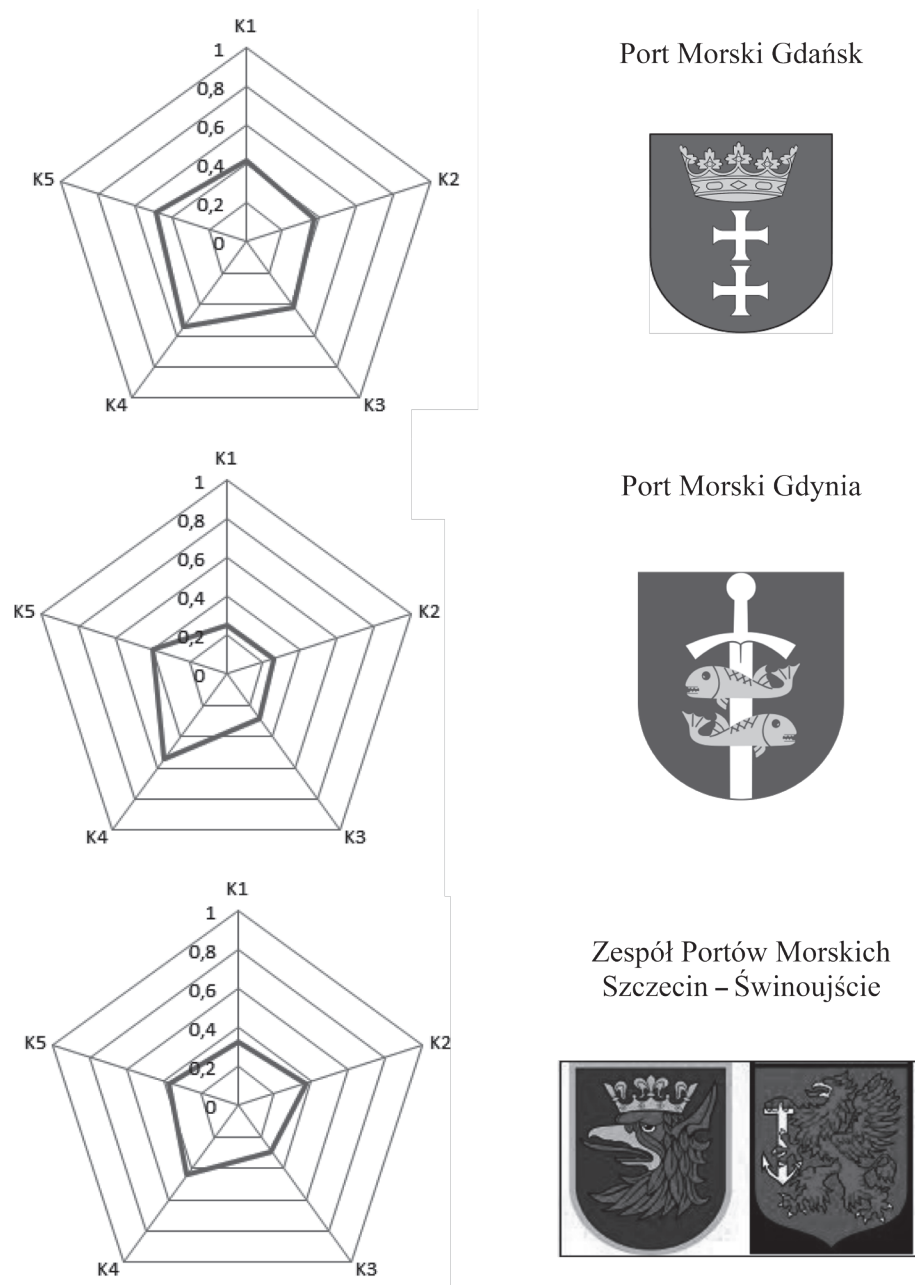
Rys. 5. Zestawienie sumarycznych i cząstkowych wartości potencjału logistycznego badanych portów morskich

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 6. Zestawienie udziału cząstkowych potencjałów logistycznych według kryteriów oceny w sumarycznym potencjale portu morskiego dla badanych obiektów

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 7. Wartości potencjałów cząstkowych poszczególnych badanych portów w sumarycznym potencjale logistycznym portów morskich o podstawowym znaczeniu dla gospodarki na poziomie kryteriów oceny

Źródło: opracowanie własne.

5. Zakończenie

Podsumowując przeprowadzone rozważania, należy stwierdzić, iż zastosowana metoda i przyjęty model wielokryterialny pozwoliły na dokonanie stosunkowo precyzyjnej oceny potencjału logistycznego wybranych portów morskich w badanym zakresie. Wyniki badań mogą być wykorzystane do oceny poziomu konkurencyjności badanych portów morskich między sobą z perspektywy ich potencjału logistycznego. Jest to więc tylko częściowa jej ocena.

Otrzymane rezultaty dotyczące sumarycznego poziomu potencjału logistycznego badanych portów są generalnie zbieżne z wynikami, jakie uzyskano podczas realizacji projektu polegającego na ocenie konkurencyjności portów w oparciu o ich potencjał logistyczny, wykorzystując analityczny proces hierarchiczny (AHP). Jakkolwiek model zbudowany na potrzeby tamtego badania różnił się pod względem zidentyfikowanych kryteriów i subkryteriów. Dodatkowo wprowadzono w nim jeszcze jeden szczebel dekompozycji, czyli cechy diagnostyczne przypisane subkryteriom.

Prezentowane rozwiązanie jest nieco prostsze, niemniej można je śmiało zastosować do oceny wszystkich liczących się portów na Bałtyku Południowym, pod warunkiem posiadania dostępu do wymaganych danych.

Wykorzystanie wykresów radarowych pozwala na interpretację, jaką część potencjału logistycznego danej populacji portów stanowią badane obiekty w zakresie kolejnych zidentyfikowanych kryteriów. Umożliwia to dodatkową klasyfikację portów w zakresie ich mocnych i słabych stron, jeżeli chodzi o narodowy wymiar gospodarki morskiej. Ocena udziałów potencjałów logistycznych według zidentyfikowanych kryteriów dla danego portu w sumarycznych jego potencjale umożliwia zidentyfikowanie zalet i mankamentów dotyczących poszczególnych obiektów. Można więc stwierdzić, iż proponowane rozwiązanie umożliwia dokonanie zdywersyfikowanej oceny potencjału logistycznego danego portu, jak też jego konkurencyjności z perspektywy logistyki morskiej.

Literatura

- Christowa-Dobrowolska M., 2007, *Konkurencyjność portów morskich basenu Morza Bałtyckiego*, Akademia Morska, Szczecin.
- Chuchla Z., 2009, *Morski statek transportowy. Eksploatacja i elementy zarządzania*, Akademia Morska w Gdyni.
- Ficoń K., 2004, *Logistyka operacyjna*, Bel Studio, Warszawa.
- Ficoń K., 2010, *Logistyka morska. Statki, porty, spedycja*, Bel Studio, Warszawa.
- Gronau W., Miler R., Pac B., 2015, *Maritime Logistics – Competitiveness versus Sustainability*, Studies on Mobility and Transport Research, vol. 5, FH Stralsund, Mannheim.
- GUS, 2013, *Rocznik statystyczny gospodarki morskiej 2013*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Huber M., Zawolek L., Wojdała M., 2013, *Polish Ports Handbook 2013*, Link, Szczecin.
- Informator Gospodarki Morskiej 2013/2014*, PROMARE, Gdynia.

- Jacyna M. (red.), 2012, *System logistyczny Polski, uwarunkowania techniczno-technologiczne komodalności transportu*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Kotowska I., Mańkowska M., Pluciński M., 2016, *Morsko-lądowe łańcuchy transportowe*, Difin, Warszawa.
- Miształ K. (red.), 2010, *Organizacja i funkcjonowanie portów morskich*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
- Neider J., 2008, *Polskie porty morskie*, Uniwersytet Gdański, Gdańsk.
- Neider J., 2013, *Rozwój polskich portów morskich*, Uniwersytet Gdański, Gdańsk.
- Pac B., 2014, *Koncepcja wielokryterialnej oceny potencjału logistycznego jako narzędzia do badania konkurencyjności morskich portów handlowych*, [w:] *Porty morskie i żegluga w systemach transportowych*, red. T. Nowosielski, J. Dąbrowski, Instytut Transportu i Handlu Morskiego Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, s. 53–70.
- Pac B., Miler R., 2015, *Interoperacyjność morskich terminali przeładunkowych jako kluczowa determinanta konkurencyjności polskich portów morskich*, *Logistyka*, nr 3, s. 5780.
- Pac B., Miler R., 2016a, *Competitiveness of the Selected Southern Baltic Seaports Based on Their Logistic Capabilities (The Final Report on the Research Project Carried out by the Baltic Centre of Applied Logistics)*, Metagis Systems, Mannheim, Germany.
- Pac B., Miler R., 2016b, *Ocena parametryczna konkurencyjności wybranych portów morskich na Bałtyku Południowym*, *Gospodarka Materiałowa Logistyka*, nr 9, s. 681–700.
- Pac B., Miler R., Gronau W., Breslin J., 2014, *Feasibility study on the logistic competitiveness of Commercial Seaports in Southern Baltic Sea Region*, *Economic Alternatives*, no. 4, UNWE Publishing Complex, Sofia.
- Pluciński M., 2013, *Polskie porty morskie w zmieniającym się otoczeniu zewnętrznym*, CeDeWu, Warszawa.
- Słownik języka polskiego*, t. 2, PWN, Warszawa 1979.
- Stabryła A., 2006, *Zarządzanie projektami ekonomicznymi i organizacyjnymi*, PWN, Warszawa.
- Starzyńska B., Hamrol A., Grabowska M., 2010, *Poradnik menedżera jakości*, Politechnika Poznańska, Poznań.
- Wasilewska E., 2011, *Statystyka opisowa od podstaw*, SGGW, Warszawa.
- Zebrucki Z., 2012, *Badania form partnerstwa logistycznego między przedsiębiorstwami*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.