

Bogusz Wiśnicki
Instytut Eksploatacji Portów i Floty
Wyższa Szkoła Morska w Szczecinie

Wyznaczanie lokalizacji logistycznego centrum dystrybucji w węźle transportowym

Wstęp

Budowa logistycznych centrów dystrybucji (LCD) stanowi jeden z priorytetów dostosowania polskiego systemu transportowego do standardów obowiązujących w Unii Europejskiej. Od dłuższego czasu trwają dyskusje polityków i naukowców na temat ilości oraz lokalizacji LCD w naszym kraju. Analizując położenie podobnych centrów działających w Europie Zachodniej można sformułować następujące wnioski lokalizacyjne:

- 1) LCD powinny dysponować odpowiednią powierzchnią gwarantującą ich prawidłową eksploatację i rozwój wynoszącą od 50 do 150 hektarów,
- 2) LCD powinny być usytuowane na obrzeżach dużych miast, w znacznej odległości od zabudowań mieszkalnych,
- 3) priorytetowe znaczenie ma dostęp do infrastruktury transportowej, LCD powinny znajdować się w pobliżu głównych szlaków komunikacyjnych o znaczeniu międzynarodowym,
- 4) w miastach portowych dużą część obrotów LCD stanowią ładunki transportu morskiego, stąd ich lokalizacja powinna być możliwie blisko obszaru portu,
- 5) wielkie aglomeracje miejskie mogą dysponować kilkoma centrami logistycznymi i/lub siecią sub-centrów dystrybucyjnych zlokalizowanych bliżej końcowych odbiorców towarów.

Bezsporne jest, zatem, że LCD powinno być zlokalizowane w pobliżu dużego węzła transportowego. Najczęściej jest to węzeł związany z dużą aglomeracją miejską, np. Warszawy, Poznania, Trójmiasta czy Górnego Śląska. Dla każdego z tych węzłów można wyznaczyć obszar wewnątrz którego powinno być zlokalizowane LCD. Nazwijmy go obszarem węzła transportowego. Drugi obszar istotny dla dalszych rozważań to zaplecze dowozowo-odwozowe czyli region który będzie obsługiwać LCD. Zaplecze to można też nazwać zapleczem bliższym w odróżnieniu od zaplecza dalszego, będącego obszarem kraju oraz zagranicy powiązany transportowo z omawianym LCD. Przewozy pomiędzy LCD a zapleczem bliższym powinny być realizowane przede wszystkim z użyciem transportu drogowego, natomiast przewozy do i z zaplecza dalszego powinny być obsługiwane koleją.

Proponowana metoda wyznaczenia racjonalnej lokalizacji LCD w określonym węźle transportowym ma zastosowanie we wstępnym etapie realizacji inwestycji w sytuacji, gdy mamy do czynienia jedynie z koncepcją budowy LCD. Opiera się ona o analizę szeregu kryteriów badawczych decydujących o efektywności lokalizacji. Podstawowym narzędziem jest analiza porównawcza wybranych wariantów lokalizacji z użyciem kryteriów różnicujących. Analiza dotyczy przede wszystkim powiązań transportowych LCD z jego bliższym i dalszym zapleczem. Aby łatwiej można było zrozumieć omawianą metodę, przeanalizujemy przykład jej praktycznego zastosowania poprzez dokonanie wyboru racjonalnej lokalizacji LCD w węźle szczecińskim¹.

¹ Na podstawie Wiśnicki B. - Wielokryterialna analiza lokalizacji terminalu międzynarodowych przewozów multimodalnych ...

Podział kryteriów wyboru lokalizacji LCD

Kryteria można podzielić na te, które stanowią warunek racjonalnej eksploatacji LCD oraz te, które różnicują możliwe warianty lokalizacji. Procedura wyboru polega na wyznaczeniu określonej liczby wariantów lokalizacji za pomocą kryteriów warunkujących, a następnie ich uszeregowaniu, od najbardziej do najmniej efektywnego, za pomocą kryteriów różnicujących.

Kryteria warunkujące decydują o tym czy dany teren może być brany pod uwagę jako lokalizacja LCD. Czy pozwala on na realizację podstawowych zadań eksploatacyjnych jakie centrum logistyczne ma do spełnienia. W przypadku LCD położonego w węźle szczecińskim kryteria te obejmują:

- 1) kryterium węzła szczecińskiego – teren musi być położony w obrębie wcześniej zdefiniowanego węzła szczecińskiego,
- 2) kryterium dostępności infrastruktury transportowej - teren musi posiadać dogodny dostęp do infrastruktury drogowej i kolejowej (lokalizacja w pobliżu głównych szlaków transportowych),
- 3) kryterium wielkości powierzchni - powierzchnia terenu musi być większa od 50 ha,
- 4) kryterium neutralności wobec otoczenia - teren musi być usytuowany z dala od obszarów mieszkalnych (na obrzeżach miasta lub w dzielnicach przemysłowych),
- 5) kryterium powiązań z portami - muszą istnieć sprawne powiązania transportowe pomiędzy terenem LCD i portami w Szczecinie i Świnoujściu.

Wybór wariantów lokalizacji LCD na podstawie kryteriów warunkujących musi być dodatkowo zgodny z planami zagospodarowania przestrzennego obszaru węzła szczecińskiego. Trzeba uwzględnić kierunki rozwoju systemu transportowego Szczecina i okolic, własność poszczególnych terenów, ich obecne oraz planowane przeznaczenie oraz podatność terenów pod budowę LCD.

Autor nie uważa za celowe wyznaczenie wszystkich możliwych wariantów lokalizacji spełniających powyższe kryteria warunkujące. Dla celów dalszej analizy wskazane byłoby wybranie najwyżej kilku lokalizacji, które byłyby reprezentatywne dla całego obszaru węzła szczecińskiego. To znaczy, każda następna propozycja byłaby bardzo zbliżona swoim położeniem do którejś z wybranych lokalizacji ale od niej mniej korzystna. Na przykład, wybrana lokalizacja miałaby większy zapas powierzchni ponad wyznaczone w kryterium 50 ha, czy też byłaby położona w większej odległości od obszarów mieszkalnych w porównaniu z lokalizacją odrzuconą.

W drugim etapie analizy brane są pod uwagę **kryteria różnicujące**. Uzasadniony jest wybór spośród wszystkich potencjalnych kryteriów tych, które pozwalają na zróżnicowanie wariantów lokalizacji. I co ważne, są możliwe do sprawdzenia na etapie wyboru lokalizacji poprzedzającym zasadnicze stadium projektowe. Należy wziąć pod uwagę te kryteria, które są ściśle związane z lokalizacją LCD. Wynika to z założenia, że we wszystkich wariantach lokalizacji rozważa się budowę identycznego LCD, który w przyszłości byłby w identyczny sposób eksploatowany.

Analiza potencjalnych kryteriów pozwala na wybranie następujących dwóch kryteriów różnicujących:

- 1) kryterium nakładów inwestycyjnych,
- 2) kryterium kosztów eksploatacyjnych.

Wielkość nakładów inwestycyjnych związanych z budową LCD stanowi sumę wydatków na realizację poszczególnych elementów infrastruktury i suprastruktury LCD. Zakładając, że LCD w węźle szczecińskim będą charakteryzowały te same parametry techniczno-eksploatacyjne bez względu na jego lokalizację, większa część powyższych wydatków nie zależy od wyboru terenu pod budowę LCD. Jedynie wybrane składowe nakładów inwestycyjnych są ściśle związane z warunkami lokalizacji LCD. Różnice w wydatkach między poszczególnymi wariantami lokalizacji dotyczyć mogą:

- 1) kosztów przygotowania dokumentacji projektowej,
- 2) kosztów pozyskania terenu pod budowę (od ich prawnych właścicieli),
- 3) kosztów wyrównania i utwardzenia gruntów,
- 4) kosztów doprowadzenia podstawowych mediów (tj. wody i energii elektrycznej),

5) kosztów budowy nowej lub modernizacji istniejącej infrastruktury transportowej łączącej LCD z siecią dróg kołowych i kolejowych.

Kryteria kosztów eksploatacyjnych dotyczą wybranych pozycji kosztów. Są to te pozycje kosztów eksploatacyjnych, w których badane warianty lokalizacji LCD będą się różniły. Analiza tych kosztów pozwoli na rozróżnienie i odpowiednie uszeregowanie wariantów lokalizacji. Do kosztów tych zaliczamy:

- 1) koszty dowozu i odwozu ładunków do i z centrum logistycznego w relacjach LCD – klienci położeni w obrębie regionu szczecińskiego (zaplecze dowozowo-odwozowe lub zaplecze bliższe),
- 2) koszty przewozu ładunków w relacji z zapleczem krajowym i zagranicznym (zaplecze dalsze),
- 3) koszty lokalnych podatków od nieruchomości.

Oszacowanie dwóch pierwszych pozycji kosztów dla wszystkich badanych wariantów lokalizacji wydaje się być szczególnie trudnym zadaniem. Pomocna w szacunkach może być zamiana jednostek pieniężnych na jednostki czasu. Analizy ekonomiczne w transporcie mogą opierać się na porównaniu czasów przejazdu zamiast porównania kosztów przejazdu. Możliwe jest dokonanie szacunkowych obliczeń kosztów czasu potrzebnego na pokonanie określonej odległości przez samochód lub pociąg towarowy wykonujący pracę przewozową w relacji LCD z zapleczem. Koszt jednostki czasu będzie sumą:

- 1) kosztów ładunku, czyli koszty zamrożenia środków pieniężnych odpowiadających wartości zamrożonego ładunku przypadających na jednostkę czasu,
- 2) kosztów eksploatacji pojazdu samochodowego przypadających na jednostkę czasu,
- 3) kosztów zewnętrznych, które są skutkiem eksploatacji pojazdu samochodowego przypadających na jednostkę czasu.

Roczne koszty eksploatacyjne LCD w odniesieniu do przewozów ładunków do i z bliższego i dalszego zaplecza stanowią sumę kosztów przejazdu w tych relacjach zrealizowanych w danym roku. Lokalizacja LCD będzie tym lepsza im sumaryczne koszty transportu będą mniejsze. To zaś wiąże się z krótszą średnią odległością przejazdu oraz krótszym średnim czasem przejazdu. Dla wszystkich wariantów lokalizacji można obliczyć, a następnie porównać średnie koszty transportu w relacjach z bliższym i dalszym zapleczem. Takie same wyniki uzyskamy jeżeli jednostki pieniężne zastąpimy jednostkami czasu. Można, zatem przyjąć, że miarą opłacalności lokalizacji LCD są średnie czasy przejazdu w relacjach z bliższym i dalszym zapleczem.

Biorąc pod uwagę podział klientów położonych na zapleczu LCD, można sformułować następujące kryteria kosztów eksploatacyjnych:

- 1) kryteria dostępności zaplecza dowozowo-odwozowego:
 - kryterium dostępności zaplecza w obszarze regionu szczecińskiego,
 - kryterium dostępności zaplecza w obszarze węzła szczecińskiego,
 - kryterium dostępności portów w Szczecinie i Świnoujściu,
- 2) kryterium dostępności zaplecza krajowego i zagranicznego,
- 3) kryterium lokalnych podatków od nieruchomości.

Szacunkowe współczynniki wagi kryteriów różnicujących podaje tabela nr 1.

Tabela nr 1.

Współczynniki wagi kryteriów różnicujących

1	Kryterium nakładów inwestycyjnych		0,30	
2	Kryteria kosztów eksploatacyjnych	Kryteria dostępności zaplecza dowozowo-odwozowego	w obrębie regionu szczecińskiego,	0,16
3			w obrębie węzła szczecińskiego	0,08
4			dla portów Szczecin I Świnoujście	0,16
5		Kryterium dostępności zaplecza krajowego I zagranicznego	0,20	
6	Kryterium lokalnych podatków od nieruchomości	0,10		
Razem			1,00	

Źródło: Opracowanie własne

Kryteria dostępności zaplecza dowozowo-odwozowego

Miarą **dostępności zaplecza w obszarze regionu szczecińskiego** w danym kierunku transportowym jest czas przejazdu od LCD do granicy obszaru węzła transportowego. Miarą dostępności całego zaplecza dowozowo-odwozowego jest średni czas przejazdu do granic węzła transportowego. Najlepsza dostępność zaplecza w obszarze regionu szczecińskiego będzie cechowała ten wariant lokalizacji, dla którego średni czas przejazdu do granic obszaru węzła będzie najkrótszy. Czas ten powinien być liczony jako średnia ważona czasów przejazdu do punktów granicznych położonych na wszystkich głównych kierunkach wyjazdowych. Współczynniki wagi poszczególnych kierunków odpowiadają szacunkowemu obciążeniu dróg wyjazdowych przewozami do i z LCD.

Biorąc pod uwagę sieć dróg kołowych istnieje siedem głównych kierunków wyjazdu z obszaru węzła szczecińskiego. Na każdej z dróg wyjazdowych wyznaczono punkt graniczny węzła szczecińskiego (rys. nr 1). Szacunkowe obciążenie poszczególnych dróg wyjazdowych dowozami i odwozami z LCD, pokazuje tabela nr 1². Podane wielkości zostały obliczone na podstawie ilorazu liczby podmiotów gospodarczych zlokalizowanych na danym kierunku transportowym do ogólnej liczby podmiotów w regionie³.

Tabela nr 1.

Struktura kierunkowa przewozów w obsłudze regionu szczecińskiego

Kierunek wyjazdu (pkt. graniczny)	Ilość podmiotów gospodarczych	[%]
A	47766	39,4
B	11 354	9,4
C	13522	11,1
D	6897	4,9
E	2686	2,2
F	10000	8,2
G	30000	24,7
H	124	0,1
Razem	121 349	100

Źródło: Opracowanie własne

Podstawowe znaczenie dla badania dostępności zaplecza w obrębie węzła szczecińskiego ma położenie stref koncentracji przemysłu i przebieg głównych ciągów komunikacyjnych węzła. Biorąc pod uwagę obecną sytuację i plany rozwojowe miasta Szczecina, można przyjąć następujące założenia:

- 1) podmioty gospodarcze, będące potencjalnymi klientami LCD, są rozproszone z jednakową gęstością w całym obszarze węzła,
- 2) ograniczona liczba połączeń drogowych wewnątrz węzła powoduje, że trasa przejazdu od LCD do klienta jest znacznie dłuższa w stosunku do odległości prostoliniowej.

Założenia powyższe eliminują wykorzystanie metod geometrycznych przy badaniu kryterium dostępności tego zaplecza. Miarą **dostępności zaplecza w obrębie węzła szczecińskiego** jest średni czas przejazdu do granic węzła transportowego. Czas ten powinien być liczony jako średnia arytmetyczna czasów przejazdu do punktów granicznych położonych na siedmiu głównych

² W obliczeniach uwzględniono obsługę 40000 podmiotów zlokalizowanych na terytorium Niemiec w obszarze zaplecza dowozowo-odwozowego LCD w Szczecinie

³ Dane dotyczące ilości podmiotów gospodarczych pochodzą z roczników statystycznych Urzędu Statystycznego w Szczecinie

kierunkach wyjazdowych. Najlepsza dostępność zaplecza w obrębie węzła szczecińskiego będzie cechowała ten wariant lokalizacji, dla którego średni czas przejazdu do granic obszaru węzła transportowego będzie najkrótszy.

Badanie **dostępności portów w Szczecinie i Świnoujściu** sprowadza się do porównania jakości połączeń kolejowych LCD - port w Szczecinie i LCD - port w Świnoujściu, dla poszczególnych wariantów lokalizacji. Najważniejszym miernikiem tej jakości jest średni czas przejazdu w tych relacjach. Bierze się przy tym pod uwagę transport kolejowy jako podstawową gałąź transportu obsługującą polskie porty. Średni czas przejazdu powinien być liczony jako średnia ważona, a współczynniki wagi powinny odpowiadać procentowemu udziałowi poszczególnych portów w obrotach ładunków ciężących do LCD. Obliczenia szacunkowe wykazały, że w 2010 roku 2/3 tego typu ładunków przypada na port szczeciński. Najlepszą dostępność portów będzie miał ten wariant lokalizacji, dla którego średni czas przejazdu do obu portów będzie najkrótszy.

Kryteria dostępności zaplecza krajowego i zagranicznego

Lokalizacja LCD powinna uwzględniać kierunki i wielkość przewozów w relacji LCD - zaplecze krajowe i zagraniczne. Na podstawie analizy struktury przewozów kolejowych, krajowych i zagranicznych, można oszacować obciążenie poszczególnych magistrali kolejowych łączących węzeł szczeciński z zapleczem. Biorąc pod uwagę kolejowe punkty graniczne węzła szczecińskiego, można przyjąć że 25% przewozów przechodzi przez stację Stargard Szczeciński, 63% przez stację Gryfino i 12% przez stację Szczecin-Gumieńce⁴. **Kryterium dostępności zaplecza krajowego i zagranicznego** można zbadać porównując średni czas przejazdu koleją z LCD do kolejowych punktów granicznych, dla poszczególnych wariantów lokalizacji. Czas ten powinien być liczony jako średnia ważona czasów przejazdu do trzech stacji granicznych: Stargard Szczeciński, Gryfino i Szczecin-Gumieńce. Współczynniki wagi powinny odpowiadać udziałowi poszczególnych kierunków transportowych w przewozach. Najlepszą dostępność zaplecza krajowego i zagranicznego będzie miał ten wariant lokalizacji, dla którego średni czas przejazdu od LCD do stacji granicznych będzie najkrótszy.

Kryterium lokalnych podatków od nieruchomości

Na etapie wyboru lokalizacji przyszłego LCD w węźle szczecińskim brak jest szczegółowych danych odnośnie infrastruktury LCD. Stąd, nie możliwe jest określenie pełnej stawki należnego podatku od nieruchomości, a jedynie jego części określanej jako podatek od gruntów. Informacja ta wydaje się być wystarczająca dla prawidłowego uszeregowania badanych wariantów lokalizacji, od najmniej do najbardziej opłacalnego.

Najbardziej opłacalny, z punktu widzenia kryterium lokalnych podatków i opłat z tytułu posiadania nieruchomości, będzie ten wariant lokalizacji, dla którego wartość należnego podatku od gruntu będzie najmniejsza.

Wielokryterialna analiza lokalizacji

Dla potrzeb analizy wyznaczono pięć wariantów lokalizacji LCD w węźle szczecińskim (rys. nr 1):

- 1) Goleniów,
- 2) Kluczewo k/Stargardu Szczecińskiego,
- 3) Wielgowo,
- 4) Ostrów Grabowski,
- 5) Kołbaskowo.

⁴ W szacunkach uwzględniono prognozowane po wejściu Polski do UE zwiększone przewozy w kierunku Niemiec

Powyższe lokalizacje spełniają wszystkie kryteria warunkujące: posiadają odpowiednio dużą powierzchnię, dostęp do infrastruktury lądowej i są położone z dala od dzielnic mieszkaniowych. Za wyjątkiem Ostrowia Grabowskiego, cztery warianty lokalizacji to tereny położone na obrzeżach aglomeracji szczecińskiej. Goleniów, Wielgowo, Kluczewo i Szczecin-Gumieńce są usytuowane odpowiednio na północny-wschód, wschód, południowy-wschód i południowy-zachód od centrum Szczecina. Warianty te są zatem reprezentatywne dla najważniejszych kierunków dystrybucji ładunków w obszarze regionu szczecińskiego. Ostrów Grabowski jest jedynym wariantem lokalizacji położonym centralnie w stosunku do obszaru miasta. Teren ten jest położony w portowej dzielnicy Międzyodrza.

Przyjmuje się założenie, że wszystkie wybrane lokalizacje są jednakowo podatne pod budowę LCD. Realizacja inwestycji o zakładanych parametrach techniczno-technologicznych będzie w każdym przypadku zgodna z miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego. Bez względu na to, który wariant lokalizacji zostanie wybrany, nowowytbudowane LCD będzie się charakteryzowało tym samym obciążeniem masą ładunkową. Takie same będą ekonomiczno-organizacyjne uwarunkowania jego eksploatacji. Różnice między poszczególnymi wariantami lokalizacji dotyczyć będą wybranych pozycji kosztów inwestycyjnych i kosztów eksploatacyjnych. O wyborze najlepszej lokalizacji zadecydują odpowiednio dobrane kryteria różnicujące.

Zestawienie otrzymanych wyników dla wszystkich badanych kryteriów różnicujących pokazuje tabela nr 2. Dla każdego wariantu lokalizacji przyporządkowano miejsca, które on zajmie w uszeregowaniach dokonanych przez kolejne kryteria różnicujące. Podane jest również wypadkowe miejsce wyliczone jako średnia ważona, przy uwzględnieniu współczynników wagi kryteriów. Wielokryterialna analiza pozwoliła na wytypowanie najkorzystniejszego wariantu - okazał się nim być wariant lokalizacji Wielgowo.

Tabela nr 2.

Zestawienie wyników wielokryterialnej analizy efektywności lokalizacji LCD

Warianty lokalizacji LCD	Kryterium nakładów inwestyc.	Kryteria kosztów eksploatacyjnych					Wyniki analizy wielokryterialnej
		Kryteria dostępności zaplecza dowozowo-odwozowego			Kryterium dostępności zaplecza kraj. i zagr.	Kryterium podatków od nieruchomości.	
		w obrębie regionu szcz.	w obrębie węzła szcz.	dla portów Szczecin i Świnoujście			
	0,30	0,16	0,08	0,16	0,20	0,10	
Wielgowo	2	1	1	2	1	4-5	1,76-1,86
Goleniów	1	2	4	3	4	2	2,42
Ostrów Grabowski	3-5	4	3	1	2	4-5	2,74-3,44
Kałbaskowo	4-5	3	2	4	3	3	3,38-3,68
Kluczewo	3-4	4	5	5	5	1	4,00-4,30

Źródło Opracowanie własne

Podsumowanie

W wyniku analizy wyznaczono racjonalną lokalizację LCD w węźle szczecińskim. O wyborze zadecydowało centralne położenie najlepszego wariantu względem obszaru węzła transportowego oraz jego dobre połączenia transportowe z całym zapleczem dowozowo-odwozowym. Zastosowana metoda okazała się skuteczna. Jest ona przy tym na tyle uniwersalna, że można ją zastosować do wyznaczania lokalizacji LCD w dowolnym węźle transportowym. Następnym etapem realizacji inwestycji powinno być wykonanie technicznego studium lokalizacji LCD. Pozwoli ono na zidentyfikowanie wszystkich techniczno-technologicznych uwarunkowań mających wpływ na budowę i przyszłą eksploatację LCD. Konieczna jest także ekonomiczna analiza efektywności przedsięwzięcia, która wyjaśni wszystkie

aspekty finansowe inwestycji. Wskazane byłoby wykonanie tych dokumentów dla wytypowanych dwóch-trzech pierwszych wariantów lokalizacji. Omówiona metoda ma zastosowanie jedynie we wstępnym etapie wyznaczania lokalizacji i jest obarczona błędami wynikającymi z szacowania określonych wartości. Błędy te jednak są rozłożone równomiernie pomiędzy wszystkie analizowane warianty lokalizacji. Żaden wariant nie jest faworyzowany. Można, więc mówić o obiektywizmie dokonywanego wyboru.

Artykuł napisano na podstawie:

Wiśnicki B. - Wielokryterialna analiza lokalizacji terminalu międzynarodowych przewozów multimodalnych w węźle szczecińskim, praca doktorska napisana na Wydziale Zarządzania i Ekonomiki Usług Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2001