

Janusz FIJAŁKOWSKI

Politechnika Warszawska, Wydział Transportu
00-662 Warszawa, ul. Koszykowa 75,
hsjf@poczta.onet.pl

WYBRANE KRYTERIA LOKALIZACJI ELEMENTÓW PUNKTOWYCH W PROJEKTOWANIU PODSYSTEMÓW DYSTRYBUCJI W RAMACH KRAJOWEGO SYSTEMU LOGISTYCZNEGO

Streszczenie:

W artykule zaprezentowano heurystyczne podejście do optymalizacji rozwiązań projektowych elementów punktowych w systemach dystrybucji, ze względu na ich lokalizację, konkurencyjność oraz koszty własne elementu punktowego. Kryterium lokalizacji sprawdzane jest ze względu na największy potencjalny popyt na usługi logistyczne ze strony bloków funkcjonalnych KSL. Kryterium konkurencyjności sprawdzane jest ze względu na relacje oferowanych przez E cen usług w stosunku do kosztów logistycznych realizowanych przez bloki funkcjonalne KSL. Kryterium kosztów własnych sprawdzane jest ze względu na koszt przejścia jednostki ładunkowej przez elementy punktowe, który zależy od rozwiązań przestrzennych, technologicznych i organizacyjnych elementu punktowego.

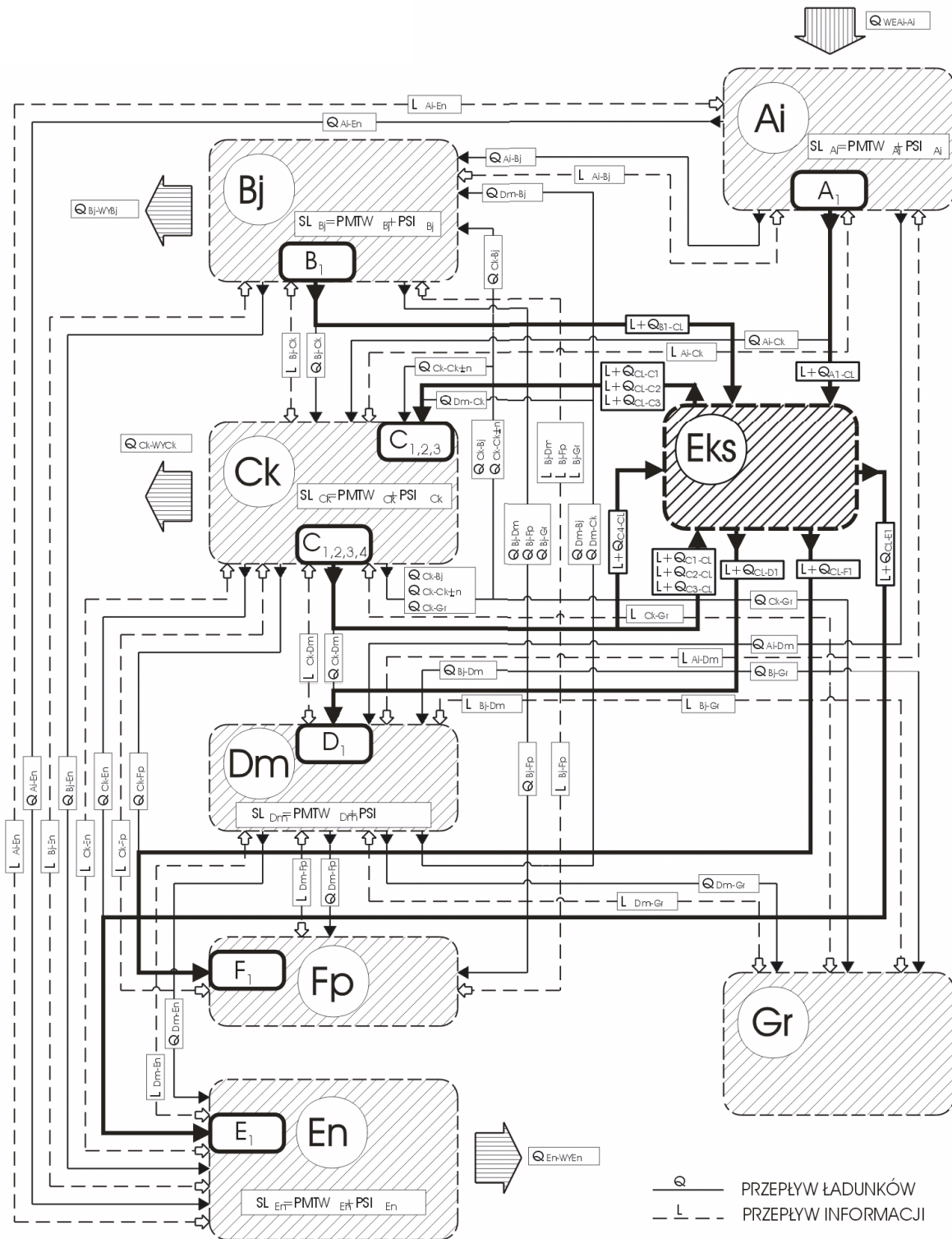
Słowa kluczowe: system dystrybucji, Krajowy System Logistyczny, koszty logistyczne.

1. ELEMENTY PUNKTOWE W SYSTEMACH DYSTRYBUCYJNYCH

Podsystem dystrybucji jest systemem usługowym realizującym sformułowane wcześniej zadanie logistyczne, które determinuje w pewnym zakresie jego projektowanie. Zadanie logistyczne określone jest jako zakres przekształcenia ustalonych strumieni ładunków P_{WY} wychodzących od dostawców pierwotnych D w strumienie ładunków P_{WE} dostarczanych odbiorcom finalnym F. Przekształcenia strumieni ładunków dokonywane są ze względu na:

- przestrzeń – realizowane przez transport (T), stanowiący elementy liniowe systemu dystrybucji,
- czas (składowanie) i postać (rozdział i kompletację) – realizowane w elementach punktowych systemu dystrybucji.

Element punktowy w systemach dystrybucyjnych nie został jeszcze zdefiniowany jednoznacznie. Najczęściej przypisuje mu się nazwę Centrum Logistyczne (CL). Jednak czym innym jest CL w sferze rozważań teoretycznych, czym innym dla inwestujących w infrastrukturę operatorów logistycznych, czym innym dla spedytorów i przewoźników, czym innym dla wielkich firm produkcyjnych czy dystrybucyjnych, które ze względów prestiżowych nazywają centrami logistycznymi swoje centralne magazyny wyrobów. Wreszcie, czym innym dla regionalnych działaczy samorządowych, którzy w celu aktywizacji regionu, miasta lub gminy chcą wykorzystać wolny teren, sąsiedztwo stacji kolejowej i planowanej w pobliżu autostrady na stworzenie Centrum Logistycznego, czyli punktowego elementu dla nieznanego jeszcze systemu dystrybucji. Przejścia strumieni ładunków przez elementy punktowe pochłaniają znacznie większe koszty niż przejścia przez tychże strumieni przez elementy liniowe tj. transport.



Ai - import; Bj - wydobywanie, rolnictwo, rybołówstwo; Ck - produkcja i usługi; Dm - dystrybucja hurtowa; Fp - dystrybucja detaliczna; Gr - konsumpcja zbiorowa; En - eksport; SL - zakładowy system logistyczny; PMTW - zakładowy podsystem przemieszczania i składowania ładunków; PSI - zakładowy podsystem informacyjny.

Rys. 1. Element punktowy E_{ks} systemów dystrybucji pośredniczący w przepływach ładunków pomiędzy blokami funkcjonalnymi Krajowego Systemu Logistycznego.

Źródło: opracowanie własne.

W dalszej części artykułu elementem punktowym (E) występującym w systemie dystrybucji będzie nazywany obiekt pełniący funkcje: gromadzenia, buforowania,

przekształcania, rozdziału, kompletacji i konsolidacji strumieni ładunków przepływających do dostawców pierwotnych do odbiorców finalnych.

Obiekt taki $E_{k_s,s}$ ($s = 0,1,2,\dots,S$ – liczba szczebli w strukturze systemu dystrybucji), ($k_s = 1,2,\dots,K_s$ – liczba obiektów punktowych w s -tym szczeblu), pośredniczący w przepływach ładunków pomiędzy blokami funkcjonalnych KSL pokazano na rys.1.

Elementy punktowe $E_{k_s,s}$ pośredniczące w systemach dystrybucyjnych realizujących przepływy ładunków pomiędzy dowolnymi dostawcami pierwotnymi $D_{k_1,1}$ ($k_1 = 1,2,\dots,K_1$), a dowolnymi odbiorcami finalnymi $F_{k,S}$ przedstawiono na rys. 2 w postaci pośredniego wieloszczeblowego ($s = 1,2,\dots,S$) system dystrybucji, składający się z wariantowych przepływów od $D_{k,1}$ poprzez kolejne elementy punktowe $E_{k,2}$, $E_{k,3}$, do $F_{k,S}$ po wariantowych drogach. Zadanie logistyczne dla wieloszczeblowego systemu dystrybucji można sformułować następująco: „zaprojektować system dystrybucji zapewniający realizację optymalnych (ze względu na ustalone kryteria) procesy przepływu zadanych strumieni ładunków wychodzących od dostawców pierwotnych $D_{k,1}$ i kierowanych do odbiorców finalnych $F_{k,S}$ (rys. 2)”.

Punktem wyjścia dla oceny efektów rozbudowanego o kolejne, wymagające nakładów i kosztów, szczeble pośrednich elementów punktowych jest zazwyczaj bezpośredni (dwuszczeblowy) system dystrybucji. Efekty te mogą być ilościowe (najczęściej jest to obniżenie kosztów, np. rocznych kosztów eksploatacyjnych) lub jakościowe, np. podniesienie jakości usług logistycznych.

W przypadku spełnienia w projektowanym systemie dystrybucji wszystkich wymagań jakościowych, można przyjąć jako kryterium wystarczające minimalizację kosztów eksploatacyjnych przejścia ustalonych strumieni ładunków od dostawców pierwotnych do odbiorców finalnych.

2. STRUKTURA KOSZTÓW W SYSTEMIE DYSTRYBUCYJNYM

Roczne koszty eksploatacyjne KR_w obsługi logistycznej dystrybucji wieloszczeblowej można obliczyć ze wzoru:

$$KR_w = \sum_{k=1}^{K_1} KR D_{k,1} + \sum_k \sum_s KRT_{k,s}^{s,s+1} + \sum_{s=2}^{S-1} \sum_{k=1}^{K_s} KRE_{k,s} + \sum_{k=1}^{K_S} KRF_{k,S} \quad (1)$$

gdzie: $KRD_{k,1}$ – roczny koszt wysyłki (przygotowanie i załadunek) k -tych strumieni ładunków wysyłanych z D_k ($s = 1$)

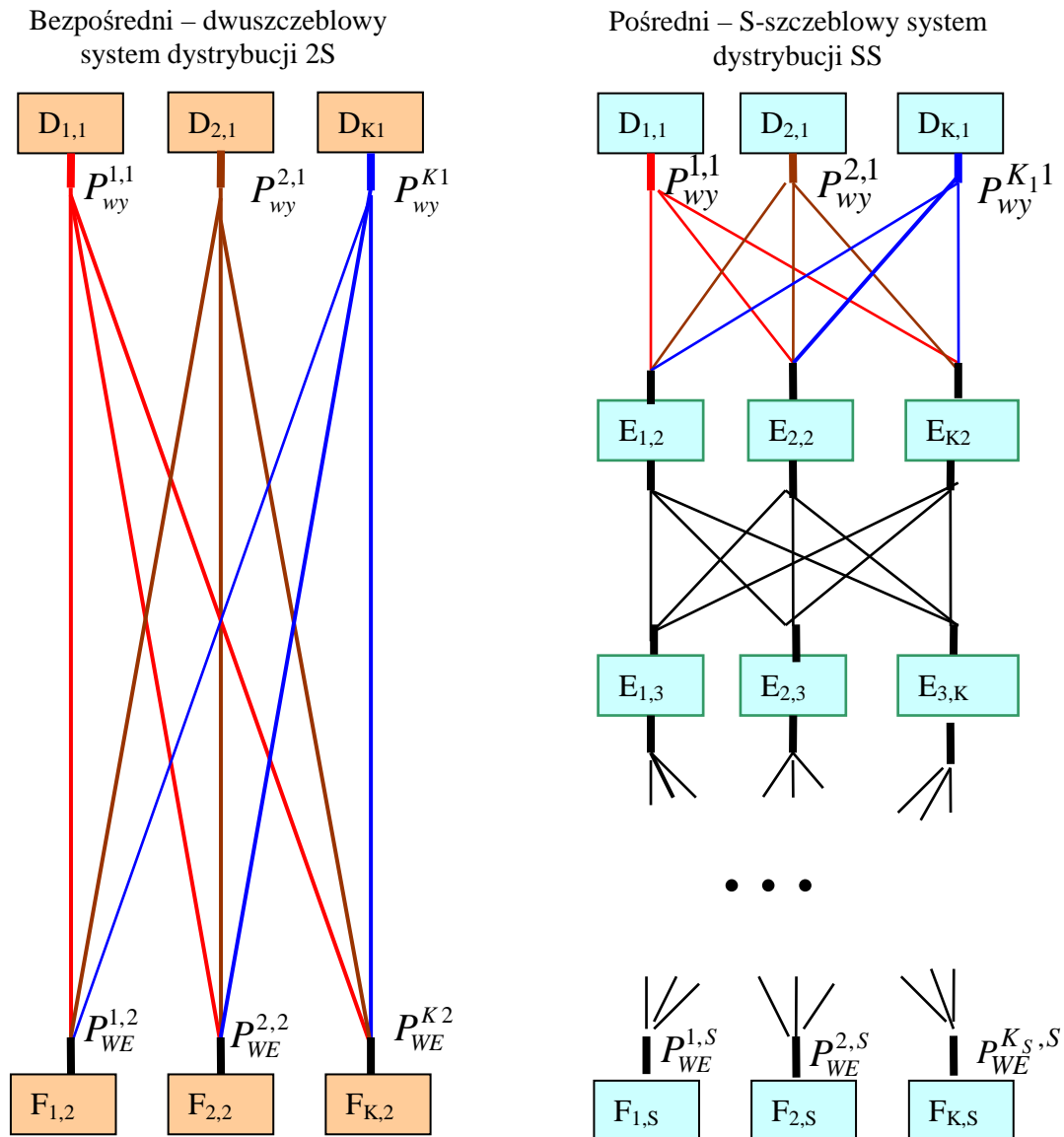
$KRT_{k,s}^{s,s+1}$ – roczny koszt k -tych transportów na trasach międzyszczeblowych ze szczebla s do szczebla $s+1$,

$KRE_{k,s}$ – roczny koszt przejścia (wyładunek, przyjęcie, składowanie, rozdział, kompletacja, konsolidacja, wydanie i załadunek) strumienia ładunków przez element punktowy $E_{k,s}$,

$KRF_{k,S}$ – roczny koszt przyjęcia (wyładowania i zgromadzenia) k -tych strumieni ładunków w $F_{k,S}$.

$D_{k,s}$ – dostawca pierwotny ($k = 1,2,\dots,K_s$); ($s = 1$);
 $E_{k,s}$ – element punktowy ($k = 1,2,\dots,K_s$); ($s = 2,3,\dots,S-1$)

Wartości $P_{wy}^{k,s}$ ($k = 1,2,\dots,K_s$); ($s = 1$) przepływu ładunków są stałe



Wartości $P_{WE}^{k,s}$ ($k = 1,2,\dots,K$); ($s = S$ - przepływu ładunków są stałe)

$F_{k,s}$ ($k = 1,2,\dots,K_s$); ($s = S$) – odbiorca finalny

Rys. 2. Relacje pomiędzy: $D_{k,1}$, $E_{k,s}$ i $F_{k,s}$ w dwóch rodzajach podsystemów dystrybucji w KSL. **D** – pierwotny dostawca; **E** – element punktowy systemu dystrybucji (pośredni odbiorca i dostawca); **F** – docelowy odbiorca.

Źródło: opracowanie własne.

Roczne koszty eksploatacyjne KR_{bezp} obsługi logistycznej dystrybucji bezpośredniej (dwuszczeblowej) można obliczyć ze wzoru:

$$KR_{bezp} = \sum_{k=1}^{K_1} KR D_{k,1} + \sum_{k=1}^{K_{(1-2)}} KRT_{k,(1-2)} + \sum_{k=1}^{K_2} KR F_{k,2} \quad (2)$$

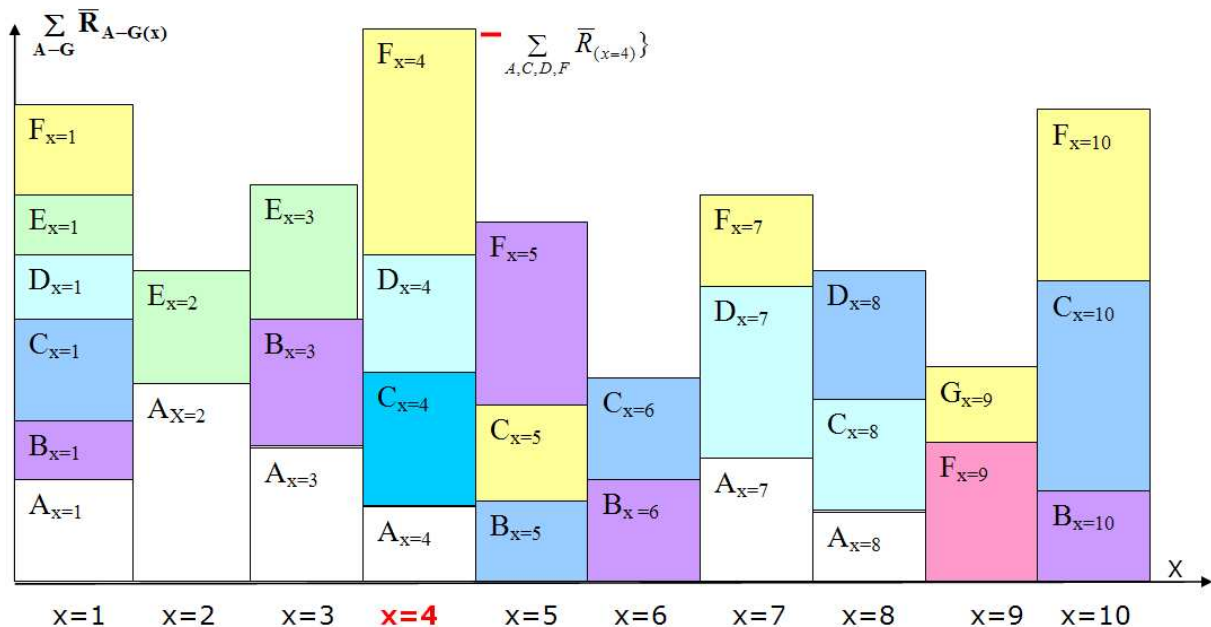
Kryterium minimalnego kosztu przejścia przez cały wieloszczeblowy system dystrybucyjny, wyrażony miernikiem:

$$\gamma_p^w = \frac{KR_w}{P_w} \text{ [zł/ładunek]} \quad (3)$$

gdzie: KR_w – roczne koszty eksploatacyjne wieloszczeblowego systemu dystrybucji,

P_w – liczba ładunków przepływająca przez system w ciągu roku, trzeba traktować jako kryterium syntetyczne, do którego dochodzić można stopniowo, poprzez kryteria cząstkowe, m.in. kryteria dla elementów punktowych.

W projektowaniu wieloszczeblowych systemów dystrybucji jednymi z ważniejszych kryteriów lokalizacyjnych dla elementów punktowych są: kryterium popytu, kryterium konkurencyjności, oraz kryterium kosztu przejścia strumienia ładunków przez element punktowy.



Rys. 3. Schemat poszukiwania optymalnej lokalizacji (x) elementu punktowego E_{ks} w systemie dystrybucji, ze względu na kryterium popytu

Źródło: opracowanie własne.

3. LOKALIZACYJNE KRYTERIUM POPYTU NA USŁUGI LOGISTYCZNE

Jeśli przyjąć, że element punktowy systemu dystrybucji $E_{k,s}$ to samodzielny¹ podmiot gospodarczy, świadczący usługi logistyczne firmom trzecim, to konieczne jest poszukiwanie optymalnej lokalizacji $E_{k,s}$ ze względu na kryterium popytu.

Poszukuje się zatem „najgęstszych” środowisk potencjalnego popytu „logistycznego” np. ze strony bloków funkcjonalnych KSL i tam lokalizuje się $E_{k,s}$ (rys. 1 i rys. 3). Innymi słowy w ramach tego kroku projektowego wybiera się taką lokalizację „x” elementu punktowego $E_{k,s}$, która daje największy potencjał zamówień, liczony w uogólnionej² rocznej

¹ Samodzielny w sensie na własnym rozrachunku, bez dotacji.

² Uogólnionych tzn. sprowadzonych do wspólnego mianownika pracochłonności wynikających z przekształceń ze względu na przestrzeń (transport), czas (magazynowanie) i postać (przeładunki, rozdział i kompletacja).

pracochłonności procesów przekształcających strumienie ładunków i towarzyszące im strumienie informacji, tzn. gdy suma: $\sum_{A-G} \bar{R}_{(A-G)x}^R$ ($x = 1, 2, \dots, X$) osiągnie wartość maksymalną.

Technikę poszukiwania lokalizacji o maksymalnej wartości $\bar{R}_{(x)}^R$ przedstawiono na rys. 3. Bloki w kolumnach od $x = 1$ do $x = 10$ odpowiadają blokom funkcjonalnym KSL z rys. 1. Z rysunku 3 wynika, że najwięcej „pracy logistycznej” można się spodziewać w lokalizacji $x = 4$.

Szacowanie wartości $\bar{R}_{(x)}^R$ wymaga dużej wiedzy, umiejętności i doświadczenia. Ponadto liczy się otwartość (dostęp do danych) rynku logistycznego.

4. LOKALIZACYJNE KRYTERIUM KONKURENCYJNOŚCI W USŁUGACH LOGISTYCZNYCH

W tym kroku projektowym sprawdza się czy obiekt $E_{k,s}$, zaprojektowany w wyznaczonej największym popycie lokalizacji, zrealizuje procesy przekształceń przepływów strumieni ładunków i informacji tak, aby:

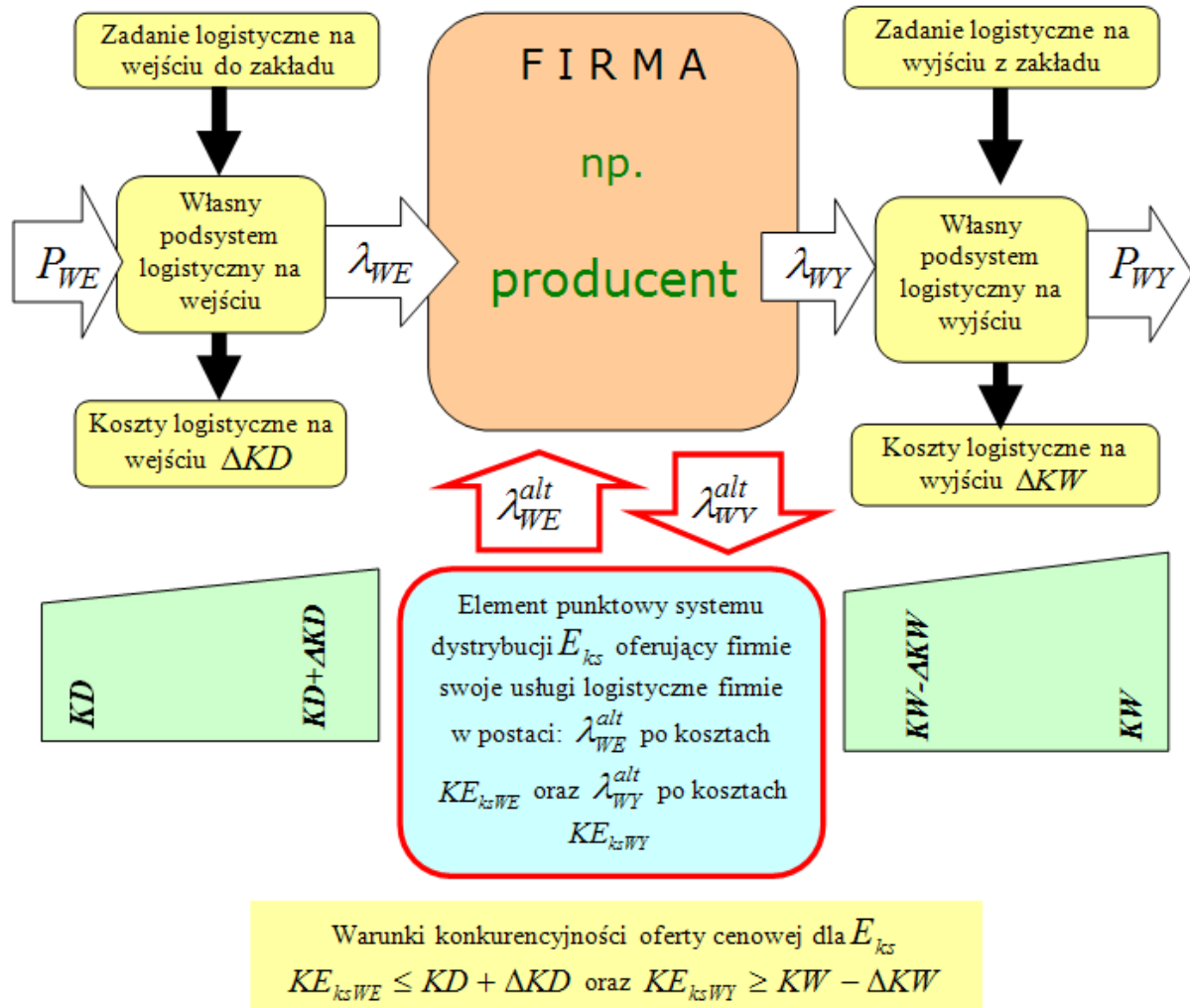
- osiągnąć cenę obsługi logistycznej klientów, konkurencyjną³ do kosztów logistycznych ich własnych podsystemów logistycznych na wejściu i wyjściu – taką sytuację zamodelowano graficznie i analitycznie na rys. 4 – jest ona charakterystyczna dla otoczenia logistycznego zmonopolizowanego przez jeden element punktowy $E_{k,s}$, np. regionalne CL,
- osiągnąć cenę obsługi logistycznej klientów konkurencyjną w stosunku do ofert składanych klientom przez inny element punktowy (np. $E_{k+1,s-1}$) – ma to miejsce w przypadku nasyconego otoczenia logistycznego. Sprawdzenie w tym kroku projektowym relacji kosztów daje dopiero odpowiedź na pytanie: czy jest realna szansa przekształcić potencjalny dla $E_{k,s}$ popyt w realne zamówienia.

Jeżeli dla lokalizacji „x” (w przypadku rys. 3 jest to $x = 4$) kryteria konkurencyjności nie są spełnione, sprawdza się je dla następnej co do wielkości $\sum \bar{R}$ (w przypadku rys. 3 jest to $x = 1$). Procedurę tę można powtarzać dla wybranej grupy lokalizacji o największych zadaniach.

5. LOKALIZACYJNE KRYTERIUM KOSZTU PRZEJŚCIA ŁADUNKÓW PRZEZ $E_{k,s}$

Trzecim kryterium odniesionym do projektowania elementów punktowych w systemach dystrybucji jest minimalizacja wskaźnika kosztu przejścia jednostki ładunku przez element, wyrażony miernikiem:

³ Najczęściej tańszy.



P_{WE} – roczne strumienie ładunków oferowane na rynku

P_{WY} – roczne strumienie ładunków potrzebne na rynku

λ_{WE} – dobowe strumienie ładunków potrzebne firmie

λ_{WY} – dobowe strumienie ładunków wytwarzane w firmie

KD – koszty rynkowe oferowane firmie na rynku

ΔKD – koszty logistyczne własne na wejściu

KW – koszty rynkowe możliwe do uzyskania przez firmę

ΔKW – koszty logistyczne własne na wyjściu

KE_{ksWE} – koszty oferowane przez EP dostawy strumieni potrzebnych firmie (alt)

KE_{ksWY} – koszty oferowane przez EP odbioru strumieni wytworzonych w firmie (alt)

Rys.4. Schemat identyfikacji kosztów własnej obsługi logistycznej klienta niezbędnych dla sprawdzenia kryterium konkurencyjności kosztowej w stosunku do alternatywnej obsługi logistycznej przez EP_{si}

Źródło: opracowanie własne.

$$\gamma_p^{E_{k,s}} = \frac{KRE_{k,s}}{P_{E_{k,s}}} \text{ [zł/jł]} \quad (4)$$

gdzie: $KRE_{k,s}$ – roczne koszty eksploatacyjne elementu punktowego $E_{k,s}$,

$P_{E_{k,s}}$ – roczny przepływ jednostek ładunkowych przez element punktowy $E_{k,s}$.

Wartości liczbowe tego miernika (wskaźniki) uzależnione są z jednej strony zadaniem logistycznym dla $E_{s,k}$, tj. natężeniem strumieni ładunków oraz zakresem ich przekształceń w obszarze $E_{k,s}$, z drugiej wariantowymi rozwiązaniami projektowymi obiektu, na które składają się:

- infrastruktura (np. magazyny, place, miejsca parkingowe, drogi itp.),
- środki przeładunkowe i transportowe (transport wewnętrzny),
- wyposażenie niemechaniczne (np. regały, palety itp.),
- urządzenia i programy do sterowania przepływem ładunków (komputery, specjalne oprogramowanie),
- wykwalifikowany personel.

6. UOGÓLNIENIA I WNIOSKI

Z samej istoty pośrednich systemów dystrybucji (zawierających elementy punktowe) wynika, że potencjalne efekty stosowania elementów punktowych wynikają z trzech przesłanek:

- pierwsza to zmniejszenie pustych przebiegów środków transportowych w cyklach pojedynczych, stosowanych w bezpośrednim systemie dystrybucji; ma to miejsce zwłaszcza w takich sytuacjach gdy E_{ks} obsługuje klienta, który jest zarówno odbiorcą (np. surowców) i nadawcą (np. wyrobów gotowych),
- druga to zmniejszenie gromadzonych przez wielu klientów zapasów tego samego materiału; zapas zbiorowy zawsze jest mniejszy od sumy zapasów indywidualnych,
- trzecia to skrócenie czasów realizacji zamówień, gdyż w przypadku wieloszczeblowego systemu dystrybucji elementy punktowe $E_{k,s}$ są bliżej dostawców i odbiorców.

Te trzy obszary racjonalizacji muszą dawać na tyle duże efekty aby pozwoliły na zwrot, w rozsądnym czasie, poniesionych nakładów na budowę elementów E_{ks} .

Wydaje się, że kryterium popytu na usługi logistyczne (którego sprawdzenie jest niezmiernie trudne w stadium projektowania systemu dystrybucji), jakkolwiek nie wystarczające, jest konieczne dla efektywnego zlokalizowania elementu punktowego systemu dystrybucji.

Wskaźniki kosztu przejścia strumieni ładunków przez elementy punktowe (wzór 4) powinien być zawsze brany pod uwagę w syntetycznym mierniku kosztu przejścia jednostkowego ładunku przez wieloszczeblowy system dystrybucji (wzór 3), który m.in. ocenia rozmieszczenia elementów punktowych w systemie.

Acknowledge: Artykuł jest efektem prac realizowanych w ramach grantu rozwojowego R10 002706/2009 nt. "Model systemu logistycznego Polski jako droga do komodalności transportu w Unii Europejskiej".

BIBLIOGRAFIA

- [1] Fijałkowski J, Ambroziak T, Jacyna M: „The shape of technical and economical conditioning of distribution centers in optimization problem of supply chain”, Proceedings of nineteenth international conference on systems engineering, 19-21 August 2008, Las Vegas, Nevada, str.448-452.

- [2] Fijałkowski J.: „Transport wewnętrzny w systemach Logistycznych”. Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2003, rozdział 6.
- [3] Fijałkowski J.: „Procedury i kryteria oceny wariantów projektowych systemów logistycznych”, Międzynarodowa Konferencja Naukowa TRANSPORT 21. Wieku, Stare Jabłonki, wrzesień 2007 t.
- [4] Fijałkowski J.: „Struktura kosztów w łańcuchach dystrybucyjnych krajowego systemu logistycznego”, Materiały Konferencyjne XIV KONFERENCJI LOGISTYKI STOSOWANEJ, Zakopane, 2-4 grudnia 2010 r.

SOME ASPECTS OF LOCALIZATION OF POINT ELEMENTS IN PROCEDURE OF DESIGNING DISTRIBUTIONAL SUB-SYSTEMS WITHIN A NATIONAL LOGISTICS SYSTEM

Abstract:

The paper presents a heuristic approach to optimization designing alternatives of point elements (E) of distributional systems according to their localization, competitiveness, and own costs of these elements. Criterion of localization is revised according to potential significant demand for logistics services from functional areas of KSL. Criterion of competitiveness is revised according to relation between services prices offered by E and logistics costs in functional areas of KSL. Criterion of own costs is revised according to the unit-cost of transforming material through E, which depends on spatial, technological and organizational solutions of point-wise element E.

Key words: distribution system, National Logistics System, logistics costs.