

Janusz Fijałkowski

Politechnika Warszawska

Wybrane zagadnienia projektowania centrów logistycznych w Polsce (Cz. 2)

Podstawy wymiarowania i oceny efektywności rozwiązań projektowych centrów logistycznych

Wymiarowanie

Wymiarowanie centrum logistycznego powinno być dokonane głównie ze względu na:

- przestrzeń
- czas
- liczbę potrzebnych pracowników i liczbę urządzeń
- nakłady i koszty.

Wymiarowanie centrum logistycznego ze względu na przestrzeń polega głównie na wyznaczeniu potrzebnych przestrzeni buforowych i transportowych.

Przestrzeń buforową magazynów rozumie się dwójako:

- jako powierzchnię magazynową F_M [m^2] – gdy składowanie i kompletowanie odbywa się na poziomie posadzki (składowanie bezregatowe) lub jako powierzchnię placu kontenerowego F_P [m^2]
- jako kubaturę magazynu V_M [m^3] – gdy składowanie odbywa się w kilku poziomach (składowanie regatowe), zależnie od wysokości magazynu H_M [m], w świetle konstrukcji lub instalacji.

Dla tych trzech parametrów budynku magazynowego można zapisać zależność:

$$V_M = F_M \cdot H_M \quad [m^3]$$

Innymi czynnikami wpływającymi na wyznaczenie potrzebnych przestrzeni buforów magazynowych są:

- pojemność magazynu (maksymalny zapas) Z_P lub pojemność placu kontenerowego Z_K
- współczynnik wykorzystania powierzchni magazynowej α_M [m^2 /jednostkę ładunkową] lub α_P [m^2 /kontener]

- współczynnik wykorzystania kubatury magazynu β_M [m^3 /jednostkę ładunkową].

Związki zachodzące między powyższymi czynnikami są następujące:

$$F_M = \alpha_M \cdot Z_P, \quad V_M = \beta_M \cdot Z_P,$$

$$F_M = \frac{\beta_M \cdot Z_P}{H_M}, \quad F_P = \alpha_P \cdot Z_K$$

Związki te pozwalają wyznaczyć przestrzeń buforową dla znanego zapasu (potrzebnej pojemności) Z_P , gdy dysponuje bankiem danych o wskaźnikach α_M , α_P i β_M dla poszczególnych typów magazynów oraz dla stosowanych technologii składowania i kompletowania.

Przestrzeń transportowa wyznaczana jest według zasad ustalonych do projektowania dróg wewnętrzzakładowych.

Wymiarowanie centrum logistycznego ze względu na czas polega na ustaleniu harmonogramu realizacji poszczególnych czynności (przekształceń) w procesach przepływu materiałów i informacji. W harmonogramie ustala się tzw. czas dysponowany netto t_{zN} , dla realizacji grup jednorodnych² czynności, dla których jest obliczana pracochołtność procesów przepływu ładunków i informacji.

Wymiarowanie centrum logistycznego ze względu na liczbę potrzebnych pracowników i liczbę urządzeń obejmuje:

- obliczenie dobowej pracochołtności (RD) procesów przekształceń strumieni informacji (N) i strumieni materiałów, ze względu na pracę ludzi (L) i pracę urządzeń, w tym i środków transportowych (U)
- obliczenie, na podstawie pracochołtności i przyjętych czasów dys-

ponowanych, potrzebnej liczby pracowników (nL) i urządzeń (nU).

Dobową pracochołtność przekształceń – ze względu na j -tą kategorię pracy ludzi λ_{Li}^{Dj} – oblicza się za pomocą wzoru:

$$R_L^{Dj} = \sum_{i=1}^{n_p} \frac{\lambda_{Li}^{Dj} \cdot t_{Li}^j}{60 \cdot m_{Li}^j} \quad [\text{robotczogodzin/dobę}]$$

gdzie:

$j = 1, 2, \dots, p$ – liczba kategorii pracy ludzkiej,

$i = 1, 2, \dots, n_p$ – liczba rodzajów czynności ręcznych,

λ_{Li}^{Dj} liczba czynności (przekształceń) i -tego rodzaju, wykonywanych w ciągu doby przez pracowników j -tej kategorii pracy,

t_{Li}^j czas trwania i -tej czynności (przekształcenia), wykonywanej przez pracowników j -tej kategorii pracy [min./czynność],

m_{Li}^j liczba jednostek informacji lub ładunków w jednym przekształceniu i -tego rodzaju, dokonywanym przez pracownika j -tej kategorii pracy (aktualnie tylko wtedy, gdy λ_{Li}^{Dj} jest podawane w jednostkach informacji lub ładunków).

Dobową pracochołtność procesu przekształcania – ze względu na j -ty typ urządzeń lub środka transportowego R_U^{Dj} – oblicza się na podstawie wzoru:

$$R_U^{Dj} = \sum_{i=1}^{n_r} \frac{\lambda_{Ui}^{Dj} \cdot t_{Ui}^j}{60 \cdot m_{Ui}^j} \quad [\text{urządzeniogodzin/dobę}]$$

gdzie:

$j = 1, 2, \dots, r$ – liczba typów urządzeń i środków transportowych,

$i = 1, 2, \dots, n_r$ – liczba rodzajów

λ_{Ui}^{Dj} czynności mechanicznych, liczba czynności (przekształceń)

i-tego rodzaju, wykonywanych w ciągu doby przez urzędnika *j*-tego typu,

t_{Ui}^j czas trwania *i*-tej czynności (przekształcenia), wykonywanej przez *j*-ty typ urzędnika [min./czynność],

m_{Ui}^j liczba jednostek informacji lub ładunków w *i*-tym przekształceniu, wykonywanym przez *j*-ty typ urzędnika.

Liczbę potrzebnych do realizacji przekształceń pracowników *j*-tej kategorii pracy oblicza się korzystając ze wzoru:

$$n_L^j = \frac{R_{zN}^{Dj}}{t_{zN}} \quad [\text{pracowników} / \text{zmianę}]$$

gdzie:

t_{zN} czas dysponowany netto.

Liczbę potrzebnych do realizacji przekształceń urzędników *j*-tego typu oblicza się korzystając ze wzoru:

$$n_U^j = \frac{R_U^{Dj}}{t_{zjN}} \quad [\text{urzędników}]$$

Podane wyżej zasady mogą być z powodzeniem stosowane do obliczenia dobowej pracochłonności procedur przekształceniowych dla strumieni informacji (R_N^D) i strumieni materiałów w transporcie wewnętrznym (R_T^D) i w transporcie zewnętrznym (R_{TZ}^D), w poszczególnych obszarach i całym obszarze centrum logistycznego. Jeżeli założy się, że:

- czasy czynności liczone są w godzinach
 - w jednej czynności przekształcana jest jedna jednostka informacji lub ładunku, czyli $m_{Li}^j=1$ i $m_{Ui}^j=1$,
- to wzór na obliczenie pracochłonności uprości się i przyjmie postać:

$$R_{L,U}^{Dj} = \sum_{i=1}^{n(i,j)} \lambda_{i(L,U)}^{Dj} \cdot t_{i(L,U)}^j$$

Do wyznaczania wartości liczbowych, λ_{Ni}^{Dj} , λ_{Ti}^{Dj} , λ_{TZi}^{Dj} , potrzebna jest znajomość natężenia przepływu strumieni informacji i strumieni materiałów w ciągu doby miarodajnej do obliczeń. Podstawowe dane do obliczenia tych natężeń powinny być ustalone w zadaniu logistycznym dla CL.

Najważniejszymi czynnikami wpływającymi na wartość λ^D są:

- liczba odbiorców
- liczba dostawców
- asortyment towarów
- wielkość obrotów rocznych oraz strategie transportowe i magazynowe

- rozwiązania technologiczne i organizacyjne w centrum logistycznym, itp.

Wymiarowanie systemu logistycznego ze względu na nakłady i koszty

Nakłady (N) i roczne koszty (K^R) realizacji ustalonych w projekcie przekształceń strumieni informacji i strumieni materiałów, można obliczać zgodnie z ogólnymi zasadami. Według tych zasad ustala się nakłady na centrum logistyczne (N), oblicza się roczne koszty utrzymania infrastruktury i urzędzeń (K_U^R) oraz roczne koszty pracy ludzkiej (K_L^R). Suma tych kosztów daje tzw. roczne koszty eksploatacyjne (K_E^R), czyli:

$$K_{Li}^{0j} = k_L^{0j} \cdot t_{Li}^j$$

Niekiedy, zwłaszcza dla porównania (ze względu na koszty) wariantów projektowych całego centrum logistycznego lub tylko jego wybranych obszarów, czy realizacji poszczególnych rodzajów czynności, można obliczać koszty realizacji przekształceń strumieni informacji i materiałów.

Koszty te oblicza się korzystając z następujących wzorów:

a) dla pracy ludzkiej

$$K_L^j = \sum_{i=1}^{n_p} k_L^{0j} \cdot t_{Li}^j$$

[zł/jedną czynność *i*-tego ($i=1,2,\dots,n_p$) rodzaju, wykonywaną przez pracowników *j*-tej kategorii pracy ($j=1,2,\dots,p$)]
lub

$$K_L^j = \sum_{i=1}^{n_p} k_L^{0j} \cdot t_{Li}^j$$

[zł/np czynności wykonywanych przez pracowników *j*-tej kategorii pracy],
gdzie:

- K_{Li}^{0j} koszt realizacji jednej czynności *i*-tego rodzaju, wykonywanej przez pracownika *j*-tej kategorii pracy,
- k_L^{0j} koszt godziny pracy pracownika *j*-tej kategorii pracy,
- t_{Li}^{0j} czas trwania czynności *i*-tego rodzaju realizowanej przez pracownika *j*-tej kategorii pracy,

K_L^j koszt realizacji np czynności wykonywanych przez pracowników *j*-tej kategorii pracy;

b) dla pracy urzędzeń

$$K_{Ui}^{0j} = k_U^{0j} \cdot t_{Ui}^j$$

[zł/jedną czynność *i*-tego ($i=1,2,\dots,n_r$) rodzaju, wykonywaną przez urządzenie *j*-tego typu]

lub

$$K_L^j = \sum_{i=1}^{n_p} k_L^{0j} \cdot t_{Li}^j$$

[zł/nr czynności wykonywanych przez urządzenie *j*-tego typu],

gdzie:

- K_{Li}^{0j} koszt realizacji jednej czynności *i*-tego rodzaju, wykonywanej przez urządzenie *j*-tego typu,
- k_L^{0j} koszt godziny pracy urządzenia *j*-tego typu,
- t_{Li}^{0j} czas trwania czynności *i*-tego rodzaju, realizowanej przez urządzenie *j*-tego typu,
- K_L^j koszt realizacji nr czynności, wykonywanych przez urządzenie *j*-tego typu.

Przy obliczaniu kosztów trzeba pamiętać, że:

- dla przekształceń ręcznych, $K_L^{0j} > 0$, $K_U^{0j} = 0$
- dla przekształceń mechanicznych, $K_L^{0j} > 0$, $K_U^{0j} > 0$
- dla przekształceń automatycznych, $K_L^{0j} = 0$, $K_U^{0j} > 0$

Na podstawie powyższych wzorów można również obliczyć koszt przekształceń w ciągu doby (D) lub roku (R). Na przykład, koszty dobowe przekształceń strumieni materiałów w transporcie zewnętrznym (TZ), ze względu na pracę urzędzeń *j*-tego typu będą następujące:

$$K_{UTZ}^{Dj} = \sum_{i=1}^{n_r} \lambda_{UTZi}^{Dj} \cdot t_{UTZi}^j \cdot k_U^{0j} \quad [\text{zł/dobę}]$$

a) roczne koszty robocizny w centrum logistycznym:

$$K_L^R = \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^{n_p} \lambda_{Li}^{Rj} \cdot t_{Li}^j \cdot k_L^{0j} \quad [\text{zł/rok}]$$

gdzie:

λ_{Ui}^{Dj} liczba przekształceń *i*-tego rodzaju, wykonywanych w ciągu roku przez pracowników *j*-tej kategorii pracy.

W celu obliczenia kosztów pracy ludzkiej, kategoria pracy pracownika jest wyrażana kosztem godziny tej pracy – k_L^{0j} .

Bardzo często, w dużych centrach logistycznych oblicza się koszty w wybranych przekrojach przepływu strumieni informacji i strumieni materiałów. Przekroje te dotyczą zarówno „prze-strzeni”, jak i „stanu strumienia” w centrum logistycznym. Na przykład, w procesie kompletowania, w trakcie którego ponosi się znaczne koszty, przekroje w sensie przestrzennym nie ulegają

zmianie, ale stan strumienia zmienia się znacząco, gdyż jednostki ładunkowe jednorodne są przekształcane na różnorodne. Przekroje liczenia kosztów ustala się tak, aby stwarzały motywację do efektywnego działania poszczególnych obszarów, bloków i stanowisk pracy centrum logistycznego.

Ocena efektywności

Obserwując rozwój CL, nasuwa się pytanie: dlaczego podejmuje się próby centralizacji zaopatrzenia i dystrybucji w gospodarce rynkowej?

Dobłą odpowiedź na to pytanie dał dr Timm Gudehus¹, w swym referacie pt.: „Optymalne struktury logistyczne warunkiem osiągnięcia zdolności konkurencyjnych”, wygłoszonym na III Międzynarodowej Konferencji Logistycznej LOGISTICS’96 w Warszawie²). Oto wypunktowane główne źródła efektów tej centralizacji według w/w referatu:

- łączenie operacji zaopatrzenia
- łączenie przesyłek towarowych
- łączenie zapasów
- łączenie funkcji
- łączenie operacji dystrybucyjnych.

Rozwiązania projektowe CL nastawione są na uzyskaniu efektów – dzięki tym operacjom.

Ocena efektywności rozwiązań projektowych CL może być przeprowadzona ze względu na:

- a) walory użytkowe mierzone stopniem obciążenia pracą μ oraz poziomem zainwestowanego potencjału przeładunkowo – magazynowego w otoczeniu gospodarczym i transportowym,
- b) wskaźniki kosztowe mierzone jednostkowymi nakładami γ_N i jednostkowymi kosztami γ_{KP} , które są wynikiem jakości rozwiązań przestrzennych, technologicznych i organizacyjnych,
- c) ceny usług logistycznych, świadczonych przez oceniane CL KCL_(g+1) na wejściu do klienta oraz KCL_(q+1) na wyjściu od klienta (ryc. S-9), które są efektem a) i b) oraz decydują o konkurencyjności usług w relacji do tradycyjnej zakładowej obsługi logistycznej klienta.

Ocena użytkowa CL

Pod pojęciem oceny użytkowej CL rozumie się tu:

- ocenę wyboru “miejsca” - ze względu na otoczenie transportowe, gospodarcze, geograficzne i inne

- ocenę wyboru rodzaju i wielkości CL - ze względu na funkcje, powierzchnię, zabudowę, wyposażenie, zatrudnienie, zarządzanie i inne.

Oceny użytkowej lokalizacji CL, ze względu na wyważony zbiór ww. kryteriów, mogą być dokonywane tylko dla określonego popytu na usługi logistyczne - świadczone przez CL oraz osiągnany zysk.

Można zatem sformułować następującą tezę.

Ocena użytkowa lokalizacji CL w danym miejscu i o określonych parametrach infrastruktury, wyposażenia, zarządzania i zatrudnienia, które decydują o zakresie i koszcie przekształceń strumieni ładunków, może być dokonana dla danego otoczenia gospodarczego F_i, F_j, F_k, F_l , generującego i odbierającego strumienie ładunków oraz dla danego otoczenia transportowego T_i, T_j, T_k, T_l , umożliwiającego racjonalne przepływy strumieni ładunków pomiędzy CL a otoczeniem F, jak to zilustrowano na ryc. S-8, opublikowanej - ze względu na dużą ilość szczegółów - tylko w wersji internetowej.

Syntetycznym miernikiem użytkowym - dla oceny lokalizacji CL - może być przewidywany stopień obciążenia (wykorzystania) zaangażowanych w CL środków μ ($0 < \mu \leq 1$). Dla modelu otoczenia F (z ryc. S-8), wartości μ_1 i μ_2 można wyznaczyć z zależności:

$$\mu_1 = \frac{\Delta_{Q-q}}{W_{Q-q}} \quad \mu_2 = \frac{\Delta_{q'-Q'}}{W_{q'-Q'}}$$

gdzie:

Δ_{Q-q} - wymagany programem zakres przekształceń strumieni ładunków typu Q_i w strumienie ładunków typu q_j ,

$\Delta_{q'-Q'}$ - wymagany programem zakres przekształceń strumieni ładunków typu q'_k w strumieniu ładunków typu Q'_l ,

W_{Q-q} - maksymalne wydajności procesów przekształcających strumienie ładunków typu Q_i w strumienie ładunków q_j ,

$W_{q'-Q'}$ - maksymalne wydajności procesów przekształcających strumienie ładunków typu q'_k w strumienie ładunków typu Q'_l .

Interpretacja wartości miernika μ

Dla $\mu = 0$ przekształcenia, a tym sa-

mym i CL nie są potrzebne, a strumienie ładunków w ciągach (korytarzach) transportowych $T_{(Q+L)}$ przechodzą w strumienie ładunków w ciągach transportowych $T_{(q+1)}$, natomiast strumienie ładunków w ciągach transportowych $T_{(q'+1)}$ przechodzą w strumienie ładunków w ciągach transportowych $T_{(Q'+L)}$, gdyż są takie same.

Dla $\mu = 1$ CL systemy przekształcające CL pracują na pełnej wydajności. Jak wiadomo, praca przy stopniu obciążenia $\mu = 1$ jest ryzykowna, gdyż przy każdym wzroście zakresu przekształcenia będą tworzyć się kolejki w strumieniach wewnętrznych CL oraz w strumieniach wejściowych Q_i i q'_k , co uniemożliwi realizację zamówień od klientów.

Analiza rozkładów w czasie strumieni wchodzących (Q_i, q'_k) i wychodzących (q_j i Q'_l) oraz zakresów przekształceń Δ_{Q-q} i $\Delta_{q'-Q'}$, umożliwi określenie tzw. bezpiecznej wartości stopnia obciążenia $\mu_{\text{bezpiecz.}}$, która pozwoli zachowywać właściwe dla funkcjonowania CL relacje pomiędzy Δ_{Q-q} a W_{Q-q} oraz $\Delta_{q'-Q'}$ a $W_{q'-Q'}$.

Najlepszą ocenę, ze względów użytkowych, uzyska ten wariant lokalizacji CL, którego wartość liczbowa μ_w będzie najbliższa wartości $\mu_{\text{bezpiecz.}}$.

Zakres przekształceń Δ oraz maksymalną wydajność procesów przekształcających W , można wyrazić w postaci tzw. pracochłonności, sprawdzonej do procesu przepływu ładunków (informacji), co zostało omówione w rozdziale o kryteriach.

Ocena kosztowa CL

Wskaźnik statyczny γ_N oblicza się ze wzoru:

$$\gamma_N = \frac{N_{CL}}{Z_P} \quad (\text{Zł/miejsce składowania jednostki ładunku})$$

gdzie:

N_{CL} - całkowite nakłady poniesione na zaprojektowanie, zrealizowanie i uruchomienie CL,

Z_P - całkowita liczba miejsc składowania, liczona w jednostkach masy towarowej, np. w paletach.

Wskaźnik kosztów (dynamiczny) γ_{KP} oblicza się ze wzoru:

$$\gamma_{KP} = \frac{K_E^R}{Q^R(q^R) + q'^R(Q'^R)}$$

(Zł/miejsce składowania jednostki ładunku)

gdzie:

$Q^R(q^R)$ - liczba jmt w rocznym przepływie na wejściu (na wyjściu),

$q^R(Q^R)$ - liczba jmt w rocznym przepływie na wejściu (na wyjściu) - według ryc. S-8 i S-9.

K_E^R - roczne koszty eksploatacyjne CL.

Ocena ze względu na konkurencyjność

Ocena lokalizacji CL ze względu na mierniki kosztowe, jest ściśle związana z popytem na usługi logistyczne. Dla określenia uwarunkowań tego popytu, naszkicowano model sytuacji logistycznej klienta, który jest potencjalnym odbiorcą strumieni ładunków i informacji q+l oraz nadawcą strumieni ładunków i informacji typu q'+l' (ryc. S-9 - tylko w wersji internetowej). Model ten obejmuje:

- obszar produkcji lub dystrybucji, który określa tzw. wymagania produkcyjne na wejściu WPPWE - w postaci strumieni ładunków i informacji q+l oraz na wyjściu WPPWY - w postaci strumieni ładunków i informacji q'+l'
- obszar zakładowego zadania logistycznego na wejściu, opisującego zakres przekształceń strumieni ładunków i informacji Q+L (opisanych strukturą dostaw SD) w strumieniu ła-

dunków i informacji q+l

- obszar zakładowego zadania logistycznego na wyjściu, opisującego zakres przekształceń strumieni ładunków i informacji q'+l' (opisanych wymaganiami produkcyjnymi na wyjściu) w strumieniu ładunków i informacji Q'+L', opisane strukturą wysyłek SW
 - obszar podsystemu logistycznego na wejściu SLWE, obejmujący przeładunki (PWE), magazynowanie (MWE), transport wewnętrzny (TWWE) i sterowanie (PSIWE) oraz procedurę powstawania kosztów logistycznych na wejściu ΔKD
 - obszar podsystemu logistycznego na wyjściu SLWY, obejmujący przeładunki (P), magazynowanie (MWY), transport wewnętrzny (TWWY) i sterowanie (PSIWWY) oraz procedurę powstawania kosztów logistycznych na wyjściu (KW)
 - obszar wejścia alternatywnego strumienia (q+l) alt. z CL, o koszcie jednostkowym KCL(q+l)
 - obszar wyjścia alternatywnego strumienia (q'+l') alt. do CL o koszcie jednostkowym KCL(q'+l').
- Korzystając z ustalonych w modelu obszarów i procedur powstawania kosztów, zapisano kosztowe uwarunkowania popytu i podaży w regionie

obsługi logistycznej CL, w sposób następujący:

- na wejściu: koszt jednostkowy dostawy z CL w strumieniu (q+l)alt. musi być mniejszy od sumy kosztów dostawy bezpośredniej KD i kosztów logistycznych na wejściu

$$\Delta KD, \text{ czyli } K_{CL(q+l)alt.} \leq KD + \Delta KD$$

- na wyjściu: cena jednostki wysyłki w strumieniu (q'+l')alt. uzyskana od CL musi być większa (lub równa) od kosztu jednostki wysyłki bezpośredniej KW, pomniejszonej o koszty logistyczne na wyjściu ΔKW, czyli $K_{CL(q'+l')alt.} \geq KW - \Delta KW$.

Próba oceny ekonomicznej zlokalizowanych CL

Oceny dokonano w ujęciu tabelarycznym (tabl. S-2), w odniesieniu do koncepcji lokalizacyjnej 2 regionalnych CL, opracowanych przez autora. Tylko w tych dwóch przypadkach udało się uzyskać pierwsze wskaźniki dla tego typu obiektów w Polsce. Są one przybliżone, gdyż oparto je na szacunkowych obliczeniach nakładów i kosztów.

Można jednak wykorzystać pierwsze dane o tzw. koszcie przejścia jednostki ładunkowej paletowej przez CL, do szacowania cen usług logistycznych i analizy konkurencyjności tych usług.

Tab. S-2 Próba oceny ekonomicznej dwóch regionalnych centrów logistycznych

Centra Logistyczne	Powierzchnia F_{CL} [ha]	Strumień ładunków na wejściu $Q + q'$ [pal./rok]	Zakres przekształceń strumieni ładunków mierzony pracochłonnością sprowadzoną RS_{CL}^1 [robotoczo-urządzeniowego dzin/rok]	Pojemność magazynu i placów składowych Z_p [miejsc pal.]	Nakłady na CL $N_{CL}^{2)}$ [zł]	Koszty utrzymania na rok K_U^R [zł/rok]	Koszty pracy ludzkiej na rok K_L^R [zł/rok]	Koszty eksploatacyjne na rok K_E^R [zł/rok]	Wskaźnik nakładów γ_N [zł/miej-sce pal.] 6:5	Wskaźnik kosztu przejścia γ_{KP} [zł/pal.] 9:3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CL Regionu Centralnego CL-C 5.3.1.	102 ³⁾	2 800 000	w stadium koncepcji nie policzono	177 700	460 000 000	49 166 000	36 392 000 700 prac.	85 558 000	2 590	30,60
CL Regionu Wschodniego CL-WS 5.3.4.	120	2 480 000	w stadium koncepcji nie policzono	159 050	600 000 000	64 969 000	50 718 000 942 prac.	115 687 000	3 772	46,70

1) Roczna pracochłonność procesu przekształceń strumieni ładunków w obszarze CL, ze względu na pracę urzędów i ludzi, wynika z rozwiązań projektowych przestrzennych, technologicznych i organizacyjnych, których w stadium. Pracochłonność tę bardzo łatwo jest przeliczyć na koszty.
 2) Bez VAT oraz opłat celnych i granicznych za urządzenia z importu.
 3) Wraz z 37% rezerwą powierzchni CL.

PRZYPISY

¹ Od lat 70., jeden z najlepszych teoretyków i praktyków w zakresie logistyki stosowanej w Niemczech.
² Materiały konferencyjne wydane przez Instytut Logistyki i Magazynowania w Poznaniu, s. 206-230.

Ryciny S-8 i S-9 ze względu na dużą ilość szczegółów publikowane są tylko w wersji internetowej na stronie www.czasopismologistyka.pl lub na życzenie zainteresowanego Czytelnika redakcja czasopisma dostarczy kserokopie.