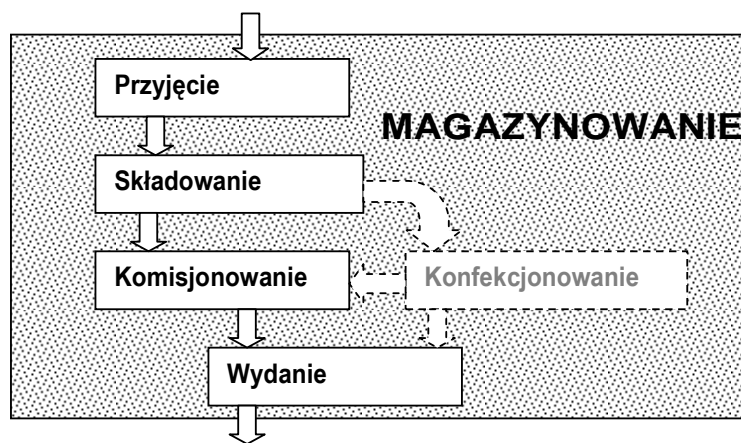


Andrzej Ratkiewicz¹
Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej

Procedura suboptymalizacji stref funkcjonalno–przestrzennych

1. WPROWADZENIE

Magazyn dystrybucyjny jest obiektem funkcjonalno – przestrzennym, realizującym proces magazynowania z uwzględnieniem specyfiki występującej po magazynowaniu dystrybucji. Magazynowanie jest złożonym procesem technologicznym (rys. 1) obejmującym przyjęcie, składowanie, komisjonowanie oraz wydanie ładunku (materiału, towaru) z zastosowaniem odpowiednich środków technicznych i operacji koniecznych do realizacji wymienionych czynności. W skład magazynowania może wchodzić również konfekcjonowanie.



Rys. 1. Schemat procesu magazynowania.

Źródło: opracowanie własne.

Przyjęcie jest to proces zwiększenia liczby jednostek składowanych w magazynie. Typowy proces przyjęcia składa się z awizacji dostawy, rozładunku dostawy, kontroli ilościowej i jakościowej dostarczonego ładunku oraz z wyznaczenia miejsc składowania dla przyjmowanego ładunku.

Składowanie jest to proces zapewnienia niezmienności cech ilościowych i jakościowych ładunku w określonym czasie.

Komisjonowanie jest to proces, w trakcie którego jednostki ładunkowe jednorodne są rozdzielane na zbiory opakowań jednostkowych lub zbiorczych, po czym opakowania te są zestawiane w jednostki ładunkowe różnorodne, skompletowane zgodnie z zamówieniami odbiorców z zastosowaniem niezbędnych operacji oraz środków.

Wydanie jest to proces zmniejszania stanu magazynowego na skutek realizacji zamówień klientów.

Konfekcjonowanie jest to zamiana opakowania towaru lub zamiana wybranych cech informacyjnych opakowania bez zmiany cech użytkowych towaru (np. etykietowanie, pakowanie w paczki świąteczne, łączenie w zestawy promocyjne) realizowana z zastosowaniem odpowiednich środków technicznych i operacji. Do grupy procesów konfekcjonowania zaliczyć można również procesy typowe dla ostatniego etapu produkcji, realizacja których przenoszona jest ostatnio coraz częściej do magazynu (np. montaż obudów telefonów komórkowych odbywający się w magazynie). Ze względu na mnogość potencjalnych

¹ ara@it.pw.edu.pl

celów oraz wariantów realizacji, proces konfekcjonowania nie będzie stanowił przedmiotu badań zawartych w niniejszym opracowaniu.

Każdy z wymienionych w definicji magazynowania składników stanowi skomplikowany proces technologiczny i może być realizowany na wiele sposobów (wariantów realizacji).

2. WYBRANE OBSZARY MORFOLOGII PROJEKTOWANIA

2.1. Rodzaje problemów projektowych

Podział problemów projektowych według składowych działania jest jednym z częściej spotykanych w literaturze przedmiotu sposobów klasyfikacji problemów projektowych. Istnieje kilka sposobów rozróżniania problemów projektowych według składowych działania. Na potrzeby niniejszego opracowania zaproponowano klasyfikację przedstawioną w [5], [6], [9]. Podział problemów projektowych wg tej klasyfikacji zakłada uwzględnienie siedmiu wielkości składowych:

- C – zbiór celów projektowych;
- N – zbiór narzędzi projektowych;
- M – zbiór metod projektowych;
- Z – zbiór zasobów projektowych;
- O – zbiór ograniczeń projektowych związanych z otoczeniem;
- R – zbiór realizatorów projektu;
- K – zbiór kryteriów oceny wariantów projektowych;

W omawianej klasyfikacji zaproponowano, że funktor „!” oznacza informację „jest dane”, natomiast funktor „?” oznacza informację „jest poszukiwane”. Wówczas przykładowe zadanie projektowe może być zapisane następująco:

$$!(C, M, Z, O, R, K) \rightarrow ?(N) \quad (1)$$

Interpretacja tego zapisu jest następująca: jeżeli dane są cele, metody, zasoby, ograniczenia wynikające z otoczenia, zespół realizatorów, zbiór kryteriów oceny rozwiązania projektowego, to jak należy dobrać narzędzie projektowe, aby spełnić potrzebę projektowa?

2.2. Obszary działań projektowych

Badanie literatury przedmiotu dostarcza przekonania o wyraźnie zarysowanej obecnie tendencji teoretyków projektowania do postrzegania projektowania jako procesu trójstopniowego, składającego się z analizy, syntezy i oceny. Według [11] podejście to w uproszczeniu może być przedstawione jako stadium „rozdzielenie zadania projektowego na części”, stadium „połączenia części na nowo” oraz stadium „badania skutków implementacji nowego wyrobu”. Te stadia nazwane są dywergencją, transformacją i konwergencją odpowiednio.

Dywergencja oznacza wg [11] poszerzenie granic „sytuacji projektowej” w celu zapewnienia odpowiednio obszernej przestrzeni dla poszukiwania rozwiązania projektowego. Dywergencja nadaje procesowi projektowania następujące cechy:

- cele projektowania są niestałe i rozmyte;
- granice zadania projektowego są niedookreślone i rozmyte;
- ocena pośrednich rozwiązań projektowych jest odkładana na późniejsze etapy projektowania, wszystkie pomysły rozwiązania zadania projektowego są brane pod uwagę, nawet w przypadku ich sprzeczności;
- zadanie projektowe, otrzymane od inwestora, uważane jest za punkt startowy procesu projektowania, jednakże zadanie to może w trakcie procesu projektowania zostać zmienione (za zgodą inwestora);
- jednym z zadań projektanta jest świadoma rezygnacja z dotychczas stosowanego sposobu myślenia, opartego na rozwiązaniach szablonowych;

- jeden z celów projektowania polega na tym, aby sprawdzić reakcje inwestora, konsumentów, użytkowników itp. na przesunięcie celów i granic projektowania w różnych kierunkach i w różnym stopniu.

Transformacja wg [11] może być stosowana dopiero po zakończeniu dywergencji. Na tym etapie możliwe jest stosowanie metod lingwistycznych oraz matematycznych. Etap transformacji charakteryzuje się następującymi cechami:

- podstawowym celem tego etapu jest, aby na wyniki poszukiwania dywergencyjnego nałożyć pewien schemat konceptualny, zmieniając zadanie złożone w zadanie proste;
- na tym etapie muszą być określone cele, sformułowane zadania i ograniczenia związane z projektowaniem; tu dokonuje się ostateczny podział na wartości stałe i zmienne;
- na tym etapie dokonywana jest dekompozycja zadania projektowego na podzadania, które mogą być rozwiązywane niezależnie od siebie w układzie równoległym lub zależnie od siebie w układzie szeregowym. Istotnym narzędziem jest tu specyficzny język projektowania, składający się np. z symboli;
- warunkami sukcesu etapu transformacji są: 1) brak ograniczeń co do struktury dekompozycji zadania na podzadania, 2) szybkość oceny jakości konkretnego wyniku dekompozycji. Spełnienie tych warunków prowadzi w kolejnych iteracjach do zadowalającej jakościowo struktury zadania projektowego.

Konwergencja obejmuje całość podejścia zwanego w [11] tradycyjnym. Oznacza to stan, w którym zadanie projektowe jest sformułowane jednoznacznie, znaczenia wartości zmiennych są ustalone, cele są określone. Należy określić preferowany wariant rozwiązania projektowego. Etap konwergencji charakteryzuje się następującymi cechami:

- wykluczenie alternatyw projektowych nie zasługujących na udział w dalszych etapach oceny;
- pewne podzadania projektowe mogą przybrać na znaczeniu, co może wymusić dodatkową iteracyjność procesu projektowania. Należy przewidzieć możliwość zaistnienia takiej sytuacji już na etapie transformacji i konsekwentnie jej unikać;
- modele ocenianych alternatyw projektowych w trakcie konwergencji powinny stawać się coraz mniej abstrakcyjnymi a coraz bardziej szczegółowymi;
- możliwość zastosowania strategii „od zewnątrz do wewnątrz” (przykład – architekt projektujący najpierw fasadę budynku, po czym jego rozplanowanie wewnętrzne), strategii „od wewnątrz na zewnątrz”, lub strategii mieszanej, kiedy obydwa kierunki projektowania są rozpatrywane równocześnie.

Podobnie w [7] wyróżniono w projektowaniu fazę analizy, obejmującą identyfikację celów, problemów i uwarunkowań istniejącej sytuacji; fazę syntezy, polegającą na transformacji wymagań na postać docelowa (tj. rozwiązanie problemów); fazę implementacji, obejmującą weryfikację i ocenę transformacji względem wymagań i osiągniętych celów.

2.3. Wyznaczanie zbioru rozwiązań projektowych

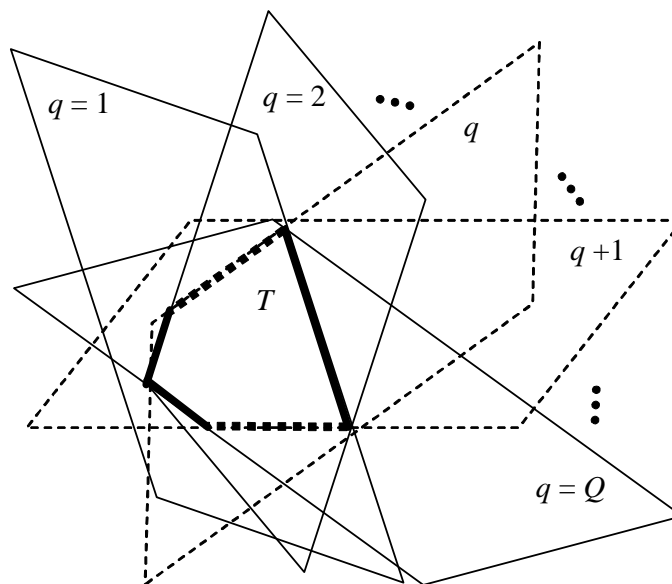
Niech Q oznaczać będzie liczbę typów ograniczeń występujących przy projektowaniu przestrzeni w układach logistycznych. Wówczas q ($q = 1, 2, \dots, Q$) jest numerem typu ograniczeń. Schematycznie wyznaczanie zbioru rozwiązań projektowych przedstawiono na rys. 2. Wytyuszczono na nim granice przestrzeni T wyznaczonej przez ograniczenia i zawierającej zbiór rozwiązań projektowych.

W literaturze polskiej [6], [9] spotykane są następujące typy ograniczeń:

- ograniczenia pozorne,
- ograniczenia zasobu wiedzy,
- ograniczenia rzeczywiste.

W [11] wyróżnia się ograniczenia zewnętrzne, związane ze:

- standaryzacją,
- nieznaną pokrewnych rozwiązań technicznych,
- wrażliwością na nieprzewidywalne współdziałanie różnych przedmiotów;



Rys. 2. Ilustracja ograniczeń występujących przy wyznaczaniu zbioru projektowych rozwiązań dopuszczalnych.
 Źródło: opracowanie własne na podstawie [9].

oraz ograniczenia wewnętrzne, związane ze:

- stałym wzrostem nakładów projektowych,
- kłopotami w zastosowaniu wiedzy lub umiejętności mających interdyscyplinarny charakter,
- problemem wyznaczenia racjonalnej sekwencji podejmowania decyzji.

3. PROJEKTOWANIE MAGAZYNU DYSTRYBUCYJNEGO

Projektowanie układu logistycznego, a w szczególności magazynu dystrybucyjnego składa się z projektowania wg paradygmatu² zadaniowego (np. projektowanie jednostek ładunkowych, regałów paletowych, wózków widłowych); z projektowania wg paradygmatu procesowego (np. projektowanie procesów przyjęcia materiałów, składowania, komisjonowania, wydania materiałów); oraz paradygmatu kompleksowego, łączącego oba ww. wzorce (np. projektowanie przestrzeni).

3.1. Rodzaje problemów projektowych

Podział problemów projektowych występujących przy projektowaniu magazynu warto rozważyć w aspekcie projektowania przestrzeni magazynu. W myśl klasyfikacji przedstawionej w p. 2, projektowanie przestrzeni można rozpatrywać jako problemy projektowe o następujących składowych działaniach:

$$!(C, Z, O, K) \rightarrow ?(R, N, M) \quad (2)$$

$$!(C, Z, K) \rightarrow ?(R, N, M, O) \quad (3)$$

$$!(C, Z, O) \rightarrow ?(R, N, M, K) \quad (4)$$

$$!(C, Z) \rightarrow ?(R, N, M, O, K) \quad (5)$$

$$!(C, K) \rightarrow ?(R, N, M, O, Z) \quad (6)$$

Jak wspomniano w p. 2, jednym z istotniejszych występujących w projektowaniu typów ograniczeń są ograniczenia zasobu wiedzy. Specyfika projektowania przestrzeni w układach logistycznych wymaga uwzględnienia interdyscyplinarnego charakteru wiedzy potrzebnej do projektowania tych układów. Rozważania nad projektowaniem przestrzeni wymagają zatem uwzględnienia faktu, że zespół realizatorów projektu powinien składać się ze specjalistów z zakresu:

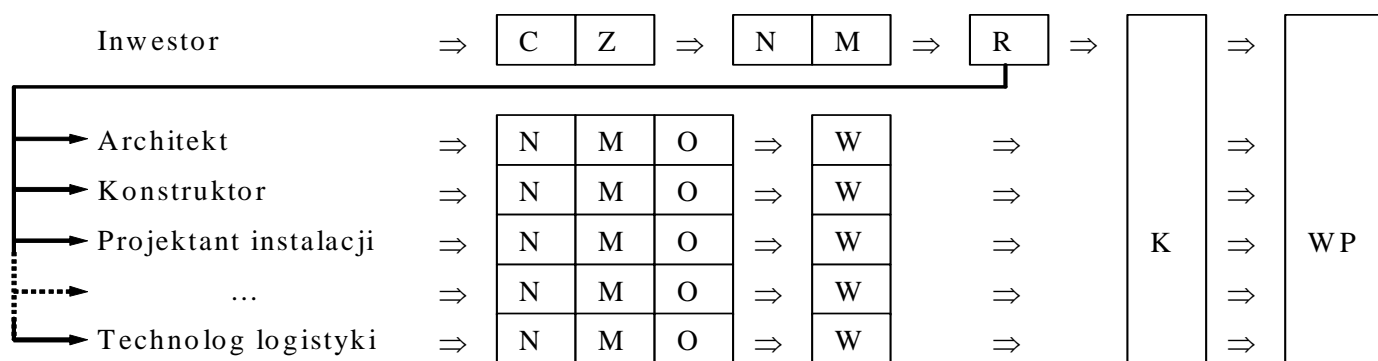
² wzorca

- architektury,
- mechaniki i konstrukcji budowli,
- instalacji,
- technologii transportu i magazynowania.

Z powodu tego faktu projektowanie przestrzeni w magazynie wymyka się klasyfikacji problemów projektowych przedstawionych w p. 2. Przykładowo, w praktyce projektowej często ma miejsce sytuacja, kiedy w zależności od wybranego do realizacji projektu zespołu realizatorów, stosowane są różne, właściwe konkretnemu zespołowi, metody i narzędzia projektowe (rys. 3).

Realizator może posługiwać się właściwymi tylko dla niego metodami i narzędziami projektowymi. Kryteria oceny mogą być ustalane, a przynajmniej ważne wspólnie przez zespół realizatorów oraz inwestora.

Interpretacja rys. 3 jest następująca: Inwestor, posiadając cel projektu (C) oraz zasoby finansowe (Z), przy użyciu odpowiednich narzędzi (N) i metod (M) dokonuje wyboru zespołu realizatorów (R). Każdy ze specjalistów wchodzących w skład zespołu realizatorów, przy użyciu właściwych dla niego narzędzi i metod osiąga przy uwzględnieniu istniejących ograniczeń (O) pewien wynik cząstkowy (W). Suma logiczna tych wyników cząstkowych stanowi wariant rozwiązania projektowego. Następnie Realizatorzy wspólnie z Inwestorem określają zbiór kryteriów oceny projektu, po czym dokonywana jest ocena każdego wariantu projektowego, wynikiem której jest wybór wariantu preferowanego (WP).



Rys. 3. Ilustracja przebiegu procesu projektowania podzielonego wg składowych działań projektowych.

Źródło: opracowanie własne.

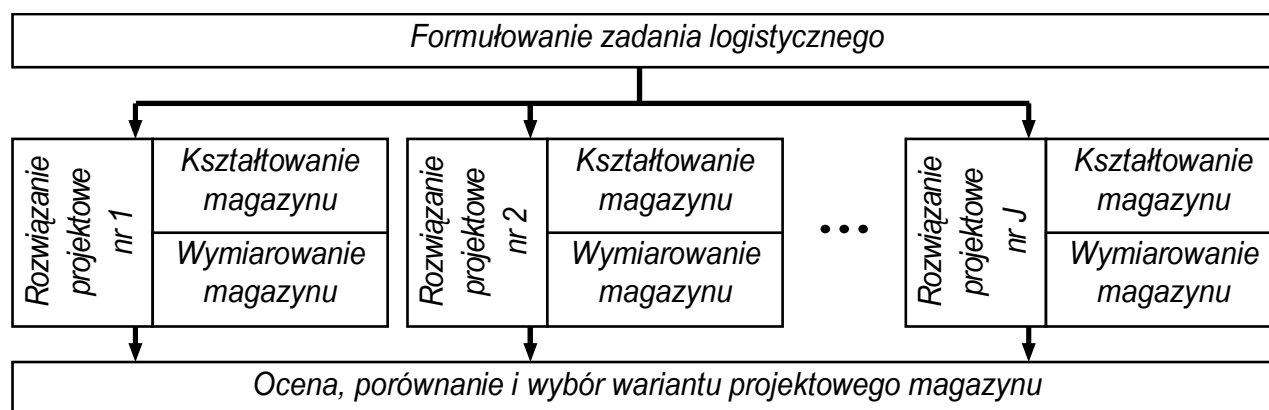
Można wyróżnić m.in. następujące ograniczenia w projektowaniu przestrzeni magazynu dystrybucyjnego:

- 1) wymiary i kształt działki budowlanej;
- 2) rzeźba terenu;
- 3) obecność stanowisk archeologicznych;
- 4) wysokość działki nad poziomem morza;
- 5) wysokość zabudowy;
- 6) maksymalna powierzchnia zabudowy;
- 7) odsetek powierzchni biologicznie czynnej.

Ograniczenia 5) – 7) narzucone są przez miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego lub warunki zabudowy.

3.2. Klasyczne podejście do projektowania magazynu

Podejście do projektowania magazynu dystrybucyjnego przedstawione w [2], [3], [4] może być uznane za klasyczne z racji wielokrotnego stosowania jego elementów w praktyce. Oznaczając przez j numer rozwiązania (wariantu) projektowego magazynu a także oznaczając przez J liczbę rozwiązań projektowych ($j = 1, 2, \dots, J$), uproszczony tok postępowania przy projektowaniu magazynu wg podejścia klasycznego można zapisać następująco (rys. 4).



Rys. 4. Uproszczony tok postępowania przy projektowaniu magazynu dystrybucyjnego wg podejścia klasycznego.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [4].

Interpretacja rys. 4 jest następująca: projektowanie zaczyna się od stadium określenia zadania logistycznego, zawartego w krokach projektowych³ nr 1-6. Następnie dokonywane jest ukształtowanie i wymiarowanie magazynu (kroki 7-17) określające wariantowe (alternatywne) rozwiązanie projektowe. Ostatnim stadium projektowym jest ocena, porównanie i wybór wariantu projektowego (kroki 18-23).

3.3. Procesowo zorientowane projektowanie magazynu dystrybucyjnego

Wprowadzono następujące oznaczenia:

j_k – nr rozwiązania (wariantu) projektowego k -tego procesu występującego w magazynie dystrybucyjnym,

J_k – liczba rozwiązań (wariantów) projektowych k -tego procesu występującego w magazynie dystrybucyjnym; $j_k = 1, 2, \dots, J_k$

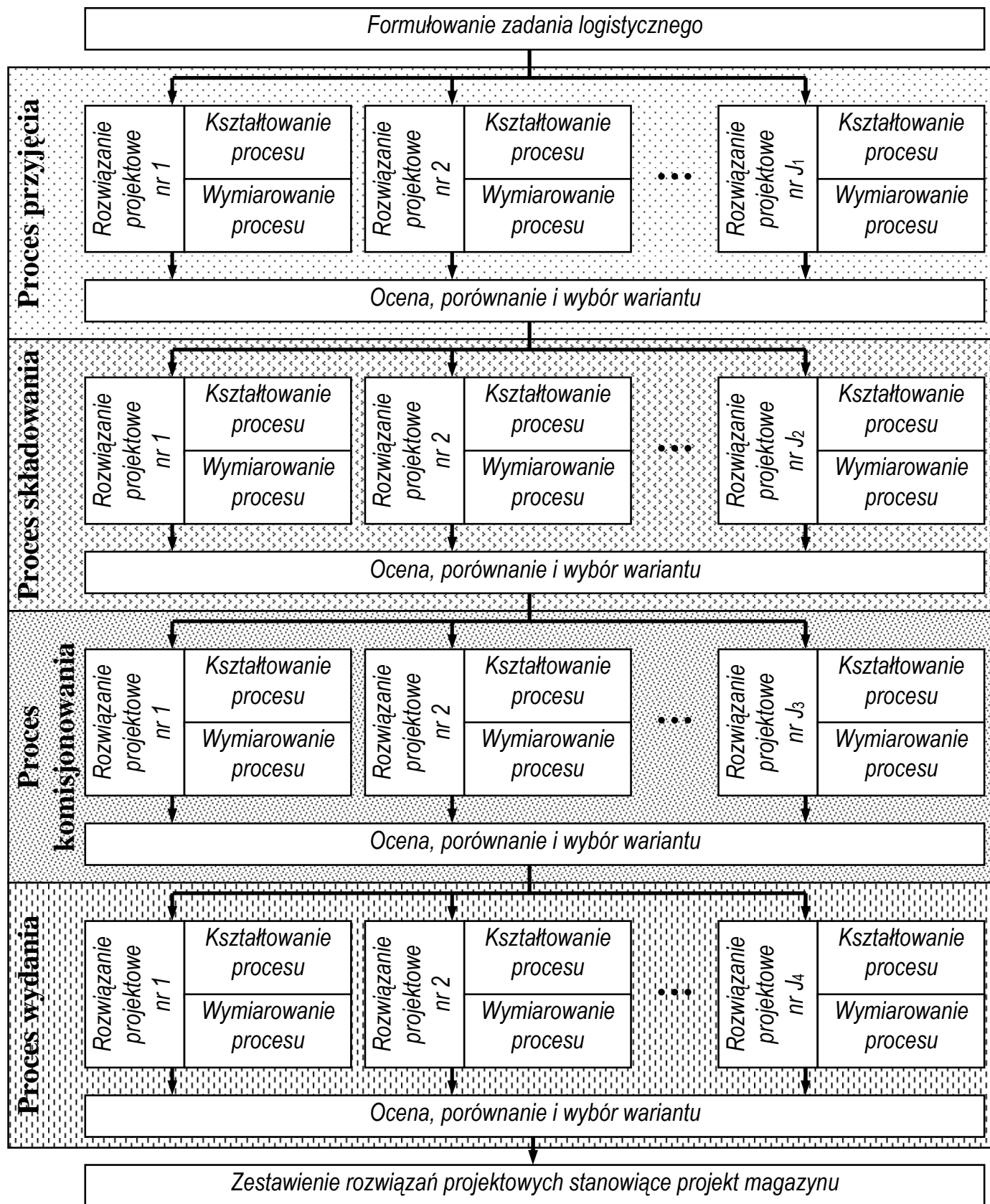
Przyjmując $k = 1$ dla procesu przyjęcia; $k = 2$ dla procesu składowania; $k = 3$ dla procesu komisjonowania; $k = 4$ dla procesu wydania; graficzna prezentacja procesowo zorientowanego projektowania magazynu dystrybucyjnego przedstawiona została na rys. 5.

Interpretacja rys. 5 jest następująca: po sformułowaniu zadania logistycznego dokonuje się kształtowania, wymiarowania i oceny kolejno występujących po sobie procesów technologicznych. Końcowym etapem jest zestawienie wybranych rozwiązań projektowych poszczególnych procesów technologicznych np. w postaci wektora wyznaczającego rozwiązanie projektowe całego magazynu dystrybucyjnego.

4. PODSUMOWANIE

Projektowanie magazynu dystrybucyjnego jest złożonym procesem bazującym na wiedzy, umiejętnościach i kreatywności zespołu projektantów. Interdyscyplinarny charakter wspomnianej wiedzy może być przyczyną dodatkowych trudności wpływających na jakość finalnego projektu. Przedstawiona w artykule procesowa orientacja projektowania magazynu jest podejściem umożliwiającym potencjalne polepszenie jakości projektu np. poprzez zastosowanie do projektowania metod i narzędzi optymalizacji [10] lub racjonalizacji [1], [8]. Przeorientowanie projektanta z postrzegania magazynu jako całości na postrzeganie występujących w nim procesów wymusza bowiem poszerzenie i uszczegółowienie zasobu wiedzy projektowej, stanowiącego jedno z istotniejszych ograniczeń projektowania.

³ Numery kroków projektowych dotyczą procedury projektowej przedstawionej w [4] na rys. 9.12.



Rys. 5. Ilustracja graficzna procesowo zorientowanego projektowania.

Źródło: opracowanie własne.

Streszczenie

W artykule przedstawiono wybrane obszary morfologii projektowania a także specyfikę projektowania magazynu dystrybucyjnego. Wskazano ważniejsze typy ograniczeń projektowych. Omówiono podejście do projektowania magazynu wg paradygmatu zadaniowego, procesowego i kompleksowego. Przedstawiono procesowo zorientowane podejście do projektowania magazynu dystrybucyjnego.

Słowa kluczowe: projektowanie układów logistycznych, magazyn, procesowo zorientowane projektowanie.

Selected aspects of designing distribution warehouse

Abstract

Article presents selected areas of designing distribution warehouses and its specificity. The most important designing constrains were pointed. The approaches to design warehouse basing on task, process and complex paradigms were described. The process-oriented approach to design warehouse was given.

Key words: designing logistics systems, warehouse, process-oriented designing.

LITERATURA

- [1] Albano L. D., Connor J. J., Suh N. P.: A framework for performance-based design. *Research in Engineering Design* (1993) 5 pp:105-119.
- [2] Fijałkowski J.: Projektowanie magazynów wysokoregałowych. Arkady, Warszawa 1983.
- [3] Fijałkowski J.: Technologia magazynowania. Wybrane zagadnienia. Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1995.
- [4] Fijałkowski J.: Transport wewnętrzny w systemach logistycznych. Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003.
- [5] Gasparski W.: Projektowanie – koncepcyjne przygotowanie działań. PWN, Warszawa 1978.
- [6] Jaworski K.: Metodologia projektowania organizacji budowy. PWN, Warszawa 2009.
- [7] Korzeń Z.: Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania,. Biblioteka Logistyka, ILiM 1998.
- [8] Kreith F. (ed): *Mechanical Engineering Handbook*. CRC Press, Boca Raton 1999.
- [9] Sielicki A., Jeleniewski T.: *Elementy metodologii projektowania technicznego*. WNT, Warszawa 1980.
- [10] Taylor G. D. (ed): *Logistics Engineering Handbook*. CRC Press, Boca Raton 2008.
- [11] Джонс Дж.К.: *Методы проектирования*. «Мир» Москва 1986.