

**Marianna Jacyna**

Wydział Transportu, Politechnika Warszawska

**Tomasz Wojtkiewicz**

WACETOB Sp. z o.o.

**Jolanta Żak**

Wydział Transportu, Politechnika Warszawska

## **PLANOWANIE OBSŁUGI LOGISTYCZNEJ PRZEDSIĘWZIĘĆ BUDOWLANYCH**

Rękopis dostarczono, kwiecień 2013

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono wybrane aspekty obsługi logistycznej przedsięwzięć budowlanych. Proces budowlany zdefiniowano jako przedsięwzięcie inwestycyjne wymagające koordynacji różnorodnych działań. Opisano czynniki wpływające na terminowość realizacji procesu budowlanego. Wskazano, że decyzje dotyczące sposobu obsługi logistycznej przedsięwzięcia wpływają na czas, koszty oraz jakość obiektów i robót budowlanych. Zdefiniowano harmonogram jako narzędzie wspomagające planowanie realizacji procesu budowlanego. Brak odpowiednich harmonogramów negatywnie wpływa na terminowość dostaw materiałów na plac budowy realizowanego przedsięwzięcia.

**Słowa kluczowe:** transport, proces budowlany, harmonogram, obsługa logistyczna inwestycji budowlanych

### **1. WPROWADZENIE**

Proces budowlany jako przedsięwzięcie inwestycyjne wymaga precyzyjnej koordynacji różnorodnych działań, w tym również o charakterze logistycznym. Wśród specyficznych cech przypisywanych budownictwu należy wymienić:

- indywidualny charakter budowy,
- często występujące rozproszenie budowli realizowanych w terenie,
- zależność realizacji od warunków atmosferycznych,

- późne uzyskiwanie efektów wynikających z wybudowania obiektów,
- znaczne wymiary i duża masa obiektów budowlanych,
- długi okres eksploatacji obiektów budowlanych,
- losowy charakter czasu wykonywania procesów budowlanych.

Ogólnie przedsięwzięcie budowlane (proces inwestycyjny) można zdefiniować jako [1], [2], [4] ciąg czynności, których zrealizowanie powoduje osiągnięcie określonego celu, np. wybudowanie lub modernizacja obiektu infrastrukturalnego. Zatem przedsięwzięcie budowlane to sekwencja czynności, które należy wykonać z wykorzystaniem różnych zasobów, aby osiągnąć zamierzony cel. Na ogół wyróżnia się dwa rodzaje zasobów:

- zasoby czynne (środki techniczne) – mają określone możliwości działania i nie ulegają zużyciu w procesie realizacji operacji (np. maszyny, urządzenia, zespoły ludzi itp.);
- zasoby bierne (zasoby materialne) – zużywają się podczas realizacji operacji w wyniku zastosowania zasobów czynnych (np. paliwa, surowce materialne, prefabrykaty);

Opracowując plan obsługi logistycznej przedsięwzięcia budowlanego, należy pamiętać, że obejmuje ono swym zakresem szereg złożonych procesów, które charakteryzują znaczną pracochłonność oraz zmienność warunków ich wykonania [1], [2], [8]. Budowa, bądź modernizacja obiektów budowlanych zwłaszcza w gęstej zabudowie miejskiej, wiąże się zazwyczaj z koniecznością wyłączenia z eksploatacji pewnych fragmentów sieci transportowej lub przynajmniej ograniczenia ich przepustowości. Istotne jest zatem racjonalne zaplanowanie przeprowadzonych prac inwestycyjnych, aby zminimalizować udział kolizji ruchowych przy dysponowanym potencjale środków technicznych i zasobów materialnych oraz wielkościach nakładów finansowych. Należy przy tym pamiętać, że dużą rolę odgrywa również wydajność zastosowanych środków technicznych.

Ogólnie wydajność środka technicznego to ilość pracy, jaką ten środek jest w stanie wykonać w określonej jednostce czasu. Rozróżnia się wydajność [1], [2], [7], [8]:

- teoretyczną (konstrukcyjną) – maksymalna wydajność, jaką środek może uzyskać w idealnych warunkach eksploatacji;
- techniczną – wydajność, jaką środek może uzyskać w konkretnych warunkach eksploatacji przy zachowaniu ciągłości pracy;
- praktyczną (eksploatacyjną) – wydajność, jaką środek może uzyskać w konkretnych warunkach eksploatacji, przy uwzględnieniu występujących przerw w pracy.

Prace budowlane o charakterze punktowym cechują się zwartym frontem robót, tzn. poszczególne procesy technologiczne realizowane są na ograniczonej przestrzeni, co w istotny sposób ogranicza liczbę jednocześnie wykonywanych operacji. Również liczba stosowanych środków technicznych musi być dostosowana do istniejących warunków przestrzennych, a ich wykorzystanie jest nierównomierne. Dlatego ważne jest właściwe zaplanowanie całego przedsięwzięcia [8], [9]. Opracowanie planu realizacji procesu budowlanego powinno zawierać m.in.:

- ogólną koncepcję realizacji procesów technologicznych przedsięwzięcia;
- rodzaj i objętość realizowanych operacji;
- technologię wykonania poszczególnych operacji;
- dobór odpowiednich środków technicznych do realizacji operacji;

- podział obiektu na stanowiska robocze i fronty pracy;
- szczegółowy harmonogram realizacji operacji;
- charakterystyczne etapy realizacji przedsięwzięcia.

Biorąc pod uwagę powyższe można stwierdzić, że właściwą realizację przedsięwzięcia budowlanego warunkuje odpowiednia organizacja pracy, określająca sekwencję wykonania poszczególnych operacji technologicznych.

## 2. CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA TERMINOWOŚĆ REALIZACJI PROCESU BUDOWLANEGO

Przyczyn generujących opóźnienia w realizacji prac zgodnie z wyznaczonym harmonogramem jest bardzo dużo. W literaturze spotykamy różne sposoby klasyfikacji problemów występujących w przedsięwzięciach budowlanych [3], [4], [6], [7], [8], [9]. Wśród najczęściej wymienianych wyróżnia się:

- wejścia; na przykład praca ludzka, materiały itp.,
- środowisko wewnętrzne; między innymi zarządzanie i nadzór itp.,
- wyjścia; na przykład produkty, na które oddziałują czynniki zewnętrzne takie jak sytuacja ekonomiczna, warunki klimatyczne, wpływ związków zawodowych, które generują zakłócenia.

W tablicy 1 dokonano podziału problemów występujących w przedsięwzięciach budowlanych ze względu na stronę odpowiedzialną za ich wystąpienie oraz ich znaczenie dla pomyślnej realizacji zadania, ze wskazaniem tych, w których występuje transport.

Tablica 1

**Podział problemów występujących w przedsięwzięciach budowlanych**

Rodzaj problemów	Strona odpowiedzialna za zakłócenia	Problem	Problem dotyczący transportu
Zależne od decydenta	Inwestor	– brak środków finansowych,	brak
	Projektant	– błędy w dokumentacji, – zmiany w rozwiązaniach konstrukcyjnych i materiałowych,	– niepotrzebne dostawy,
	Dostawca	– brak materiałów w magazynie, – niedostarczanie towaru na czas, – niespełnianie jakości zamówień, – kłopoty z realizacją nietypowego zamówienia, – brak specjalistycznego sprzętu,	– dostawy niezgodne z harmonogramami, – dostawy niezgodne z zamówieniem, – nieelastyczne dostawy, – sprowadzanie specjalistycznego sprzętu,

Rodzaj problemów	Strona odpowiedzialna za zakłócenia	Problem	Problem dotyczący transportu
	Wykonawca	<ul style="list-style-type: none"> <li>- błędne zamówienia,</li> <li>- brak towaru na czas,</li> <li>- towar złej jakości,</li> <li>- brak środków finansowych,</li> <li>- brak specjalistycznego sprzętu,</li> <li>- nieprzestrzeganie przepisów BHP,</li> <li>- brak zaplecza budowy,</li> <li>- źle wykorzystywane maszyny,</li> <li>- podejmowanie błędnych decyzji w zamówieniach i inne,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- niepotrzebne dostawy,</li> <li>- nie zachowanie JIT w dostawach,</li> <li>- ponowienie dostaw,</li> <li>- sprowadzanie specjalistycznego sprzętu,</li> <li>- brak miejsca postoju dla pojazdów,</li> <li>- puste przebiegi i inne,</li> </ul>
	Niezależne od decydenta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- warunki atmosferyczne,</li> <li>- awarie maszyn,</li> <li>- przerwy w dopływie prądu,</li> <li>- nieprzewidywanie zmian cen,</li> <li>- strajki pracowników.</li> </ul>	

*Źródło: opracowanie własne*

Jak wynika z danych przedstawionych w tabelicy 1 istotne znaczenie dla wykonawcy stanowią kwestie związane z opracowaniem strategii zaopatrzenia w materiały. Natomiast jako główne przyczyny generujące najczęściej opóźnień podczas realizacji procesu budowlanego można wymienić [7], [9]:

1. Przygotowanie procesu robót budowlanych w tym zorganizowanie zaplecza budowy.
2. Czynniki ludzkie.
3. Jakość wykonywanych prac.
4. Zaplecze maszynowe i narzędziowe.
5. Zmiany w dokumentacji projektowej.
6. Warunki atmosferyczne.
7. Materiały budowlane.

Pierwszy obszar przyczyn dotyczy początkowego etapu procesu budowlanego a mianowicie terminowego rozpoczęcia budowy. Aby maszyny mogły wejść na plac budowy we wcześniej określonym terminie realizacji prac budowlanych należy min.: zorganizować zaplecze budowy, ogrodzić plac budowy, opracować program zapotrzebowania na materiały budowlane i ludzi odpowiednich specjalności, sprzęt budowlany, drobne narzędzia oraz sporządzić harmonogram realizacji prac. W niektórych przypadkach, na etapie przygotowań do realizacji prac, należy uwzględnić potencjalne problemy z dostawą nietypowych materiałów.

Istotnym źródłem potencjalnego opóźnienia prac w stosunku do planowanego w harmonogramie terminu jest czynnik ludzki. Podczas wykonywania prac budowlanych należy na bieżąco kontrolować tempo i jakość wykonywanych prac budowlanych przez pracowników firmy jak również zewnętrzne firmy podwykonawcze.

Innym problemem występującym podczas realizacji robót budowlanych są uszkodzenia oraz awarie maszyn i narzędzi. Każda awaria sprzętu jest kłopotliwa i powoduje ryzyko powstania opóźnień. Gdy uszkodzony został drobny sprzęt i narzędzia są one zazwyczaj naprawiane, lub kupowane nowe. Natomiast gdy awarii ulega wiodąca maszyna budowlana – niezbędna do prowadzenia głównych robót np. żuraw wieżowy, wiąże się to

z przestojem w pracy, co zaburza harmonogram budowlany, a w konsekwencji generuje dodatkowe koszty, jak również dezorganizuje działania o charakterze logistycznym.

Kolejnym zagrożeniem, mogącym generować znaczne koszty i zakłócać efektywne zarządzanie – w tym m.in. logistyczne, są zmiany projektowe wprowadzane w trakcie realizacji przedsięwzięcia. Mogą wynikać one z konieczności obniżenia kosztów realizacji prac budowlanych, zastosowania alternatywnych, tańszych rozwiązań konstrukcyjnych lub ułatwiających proces realizacji prac, bądź zmiany pierwotnych zamysłów inwestora. Zmiany w dokumentacji projektowej wprowadzane w toku realizacji projektu są kłopotliwe szczególnie w sytuacji, gdy informacje zbyt późno docierają na plac budowy. W przypadku gdy zmiana jest istotna np. dotyczy przeznaczenia budynku bądź jego części, wynika z błędu lub braku w projekcie rozwiązania dla danego elementu, a dodatkowo występuje zaburzony przepływ informacji i dokumentów - skutki takiego zaniedbania mogą być kosztowne (budżet, termin). Wszelkie istotne zmiany w znaczący sposób opóźniają prowadzenie zaplanowanej inwestycji - każde nowe rozwiązanie musi zostać skonsultowane z projektantem, a czasami całą grupą projektantów branżowych.

Strefa klimatyczna Polski charakteryzuje się dużą zmiennością pogody. Okresowe niskie temperatury, intensywne opady, silne wiatry uniemożliwiają prowadzenie wielu robót budowlanych. Intensywne oddziaływanie czynników atmosferycznych może spowodować wstrzymanie realizacji prac budowlanych, powstawanie opóźnień i konieczność nadrobienia prac wynikających z harmonogramu, w późniejszym terminie. Powoduje to wiele problemów organizacyjnych oraz zakłóca działania o charakterze logistycznym (konieczność pracy w dodatkowym wymiarze, nakładanie się pracy brygad o różnych specjalnościach).

Ostatnim choć nie mniej ważnym problemem w organizowaniu procesu budowlanego są zagadnienia logistyczne dotyczące zakupu i dostaw materiałów, w szczególności tych, które stanowią największy udział w kosztach budowania. Wahania cen materiałów budowlanych stanowią istotne, potencjalne źródło zagrożenia zmiany zaplanowanego przez inwestora i wykonawcę kosztu. Znajomość kosztów zakupu materiałów budowlanych pozwala na podejmowanie racjonalnych decyzji dotyczących zakupu materiałów z wyprzedzeniem. Przez cały czas realizacji inwestycji, z odpowiednim wyprzedzeniem należy przewidywać zapotrzebowanie materiałowe. Zagrożenie związane z procesem realizacji inwestycji wiąże się również z opóźnieniami dostaw materiałów.

Decyzje dotyczące sposobu obsługi logistycznej przedsięwzięcia wpływają na czas, koszty oraz jakość obiektów i robót budowlanych. Jedną z metod niedopuszczającą do niekontrolowanych opóźnień w procesie transportowym wynika z niestosowania odpowiednich harmonogramów.

### **3. HARMONOGRAM JAKO METODA WŁAŚCIWEGO PLANOWANIA REALIZACJI PROCESU BUDOWLANEGO**

Podstawowym narzędziem umożliwiającym właściwe planowanie organizacji pracy są harmonogramy realizacji przedsięwzięcia [1]. Przedstawiają one (zazwyczaj w postaci

graficznej) plan realizacji poszczególnych operacji w czasie, oraz określają zapotrzebowanie na poszczególne środki techniczne i zasoby materialne.

Prawidłowo wykonany harmonogram powinien zawierać odpowiedzi na trzy pytania [2], [5] „kto/co” (jaki środek techniczny), „co robi” (jaką operację wykonuje) oraz „kiedy” (w jakim czasie). Zakładamy więc, że harmonogram realizacji przedsięwzięcia jest znany wówczas, gdy znane są odpowiedzi na powyższe pytania dla wszystkich operacji technologicznych. W przypadku, gdy poszczególne operacje procesów technologicznych przedsięwzięcia realizowane są w różnych miejscach, harmonogram powinien również zawierać odpowiedź na pytanie „gdzie” (w którym miejscu realizowana jest operacja).

Zakres oraz dokładność informacji przedstawionych w harmonogramie zależy od celu planowania przedsięwzięcia. W infrastrukturalnych przedsięwzięciach budowlanych wyróżnia się następujące rodzaje harmonogramów [1]:

- dyrektywne,
- ogólne,
- szczegółowe,
- zapotrzebowania na zasoby,
- zatrudnienia ludzi i maszyn,
- zużycia zasobów materialnych,
- finansowe.

Konstruując harmonogram przedsięwzięcia budowlanego (procesu budowlanego) zakładamy, że składa się on z szeregu elementarnych procesów technologicznych, powiązanych relacją poprzedzania. Poszczególne zadania (procesy technologiczne) wykonywane w trakcie realizacji przedsięwzięcia, składają się z czynności, które nazywamy elementarnymi operacjami procesów technologicznych przedsięwzięcia budowlanego, lub krótko: operacjami. Zakładamy ponadto, że operacje powiązane są między sobą zależnością poprzedzania, implikującą ich uporządkowanie w sensie technologicznym. Rozpoczęcie jednej operacji uwarunkowane jest zakończeniem wszystkich operacji poprzedzających, oraz wyznacza najwcześniejszy moment rozpoczęcia wszystkich operacji następujących po niej. Operacje powiązane relacją poprzedzania stanowią strukturę technologiczną przedsięwzięcia budowlanego.

Dla potrzeb formułowania zadań optymalizacyjnych wyznaczania harmonogramów realizacji operacji elementarnych procesów technologicznych, należy zbiór operacji elementarnych procesów technologicznych przedsięwzięcia budowlanego przedstawiać w postaci grafu zorientowanego [1], [5] o ustalonej interpretacji łuków oraz wierzchołków grafu. Graf odwzorowujący operacje procesów technologicznych przedsięwzięcia budowlanego definiujemy jako uporządkowaną trójkę, postaci:

$$G = \langle W, L, R \rangle \quad (1)$$

gdzie:

*W*– zbiór numerów wierzchołków grafu *G*; każdy wierzchołek grafu ilustruje fakt rozpoczęcia lub zakończenia realizacji elementarnych operacji składających się na procesy technologiczne;

*L*– zbiór łuków grafu *G*; każdy łuk grafu ilustruje operację elementarnego procesu technologicznego;

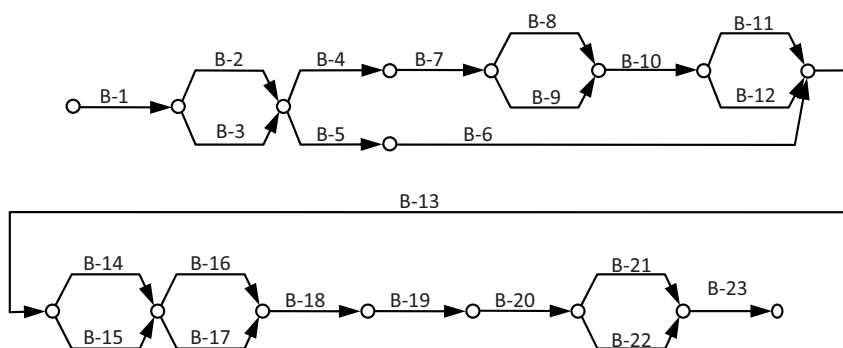
$R$  – zadane odwzorowanie przeprowadzające iloczyn kartezjański  $W \times L \times W$  na zbiór  $\{0,1\}$ , tj.

$$R: W \times L \times W \longrightarrow \{0, 1\} \quad (2)$$

Odwzorowanie  $R$  interpretowane jest jako istnienie lub nie, łuku między wierzchołkami grafu. Przedstawienie zbioru operacji elementarnych procesów technologicznych przedsięwzięcia budowlanego w postaci grafu implikuje następujące wnioski:

- każdy łuk grafu zawiera się dokładnie między dwoma wierzchołkami grafu;
- w grafie można wyróżnić dokładnie jeden wierzchołek o zerowym stopniu wejściowym i dokładnie jeden wierzchołek o zerowym stopniu wyjściowym;
- graf posiada, własności asymetryczności i acykliczności (w sensie dróg).

Na rysunku 1 przedstawiono przykładowy graf technologiczny ilustrujący przedsięwzięcie budowlane



Rys. 1. Przykładowy graf technologiczny ilustrujący przedsięwzięcie budowlane

*Źródło: opracowanie własne*

Ponieważ zbiór operacji elementarnych procesów technologicznych jest zbiorem częściowo uporządkowanym, można konstruować różne grafy realizacji przedsięwzięcia budowlanego. Grafy te nazywamy alternatywnymi grafami technologicznymi i oznaczać  $G(f)$  [2].

Należy zauważyć, że liczba operacji elementarnych procesów technologicznych przedsięwzięcia budowlanego jest niezmienna – zmienia się tylko „pozycja” poszczególnych operacji w alternatywnych grafach technologicznych  $G(f)$  odwzorowujących przedsięwzięcie inwestycyjne. Przyjmujemy więc założenie, że parametry operacji elementarnych procesów technologicznych są stałe w różnych grafach alternatywnych.

Analizując zadanie wyznaczenia optymalnej organizacji działań w procesie budowlanym przyjmujemy zatem założenie, że mamy dane:

- zbiór  $K$ , operacji elementarnych procesów technologicznych przedsięwzięcia budowlanego,
- zbiór  $F$ , dysponowanych typów środków technicznych,
- charakterystyki techniczno technologiczne posiadanego sprzętu.

Rozwiązanie zadania wyznaczenia organizacji operacji budowlanych składa się z dwóch etapów, w których zrealizowane są następujące czynności:

- Sformułowania dla każdego  $f$ -tego alternatywnego grafu technologicznego przedsięwzięcia zadania optymalizacyjnego oraz wyznaczenia dla niego harmonogramu optymalnego  $H(f, k^*) = (\mathbf{tt}'(f, k^*), U(f, k^*))$ , tj. zestawów środków technicznych stosowanych do realizacji operacji procesów technologicznych, oraz wyznaczenia momentów rozpoczęcia realizacji poszczególnych operacji.
- Wybór grafu  $G(f^*)$ , spośród wszystkich alternatywnych grafów technologicznych ilustrujących dane przedsięwzięcie, dla których wyznaczony wcześniej optymalny harmonogram tj.  $H(f, k^*) = (\mathbf{tt}'(f, k^*), U(f, k^*))$ ,  $H(f, k^*)$ , uzyska najlepszą ocenę.

W przypadku gdy kryterium jest czas realizacji przedsięwzięcia jako różnica między momentem zakończenia realizacji operacji procesów technologicznych przedsięwzięcia budowlanego  $T^*(f, k)$ , a momentem rozpoczęcia  $T_0(f, k)$ , wyznaczony może być z następującej zależności:

$$\bar{\tau}(f, k, \mathbf{tt}'(f, k), U(f, k)) = T^*(f, k) - T_0(f, k) \quad (3)$$

gdzie:

$T_0(f, k)$  - chwila rozpoczęcia najwcześniej realizowanej operacji,

$T^*(f, k)$  - chwila zakończenia operacji najpóźniej zrealizowanej.

$U(f, k)$  - wektor przedstawiający numery zestawów środków technicznych stosowanych do realizacji przedsięwzięcia zilustrowanego  $f$ -tym grafem,

$\mathbf{tt}'(f, k)$  - moment realizacji operacji  $(k, f)$ ,

Zatem czas realizacji przedsięwzięcia budowlanego można przedstawić następująco:

$$\bar{\tau}(f, h, \mathbf{tt}'(f, h), U(f, h)) = \max_{k \in K} \{t'(f, k, h) + \tau(f, k, h)\} - \min_{k \in K} \{t'(f, k, h)\} \quad (4)$$

Przyjmujemy zatem, że graf  $G$  (początkowy) odwzorowuje operacje elementarnych procesów technologicznych przedsięwzięcia z uwzględnieniem technologicznego ich następstwa. Technologiczne następstwo operacji jest konsekwencją wcześniej określonej, na elementarnych procesach technologicznych, relacji poprzedzania. Z relacji poprzedzania operacji elementarnych procesów technologicznych wynika kolejność realizacji tych operacji. Wykonanie każdej operacji technologicznej uwarunkowane jest stosowaniem do jej realizacji odpowiednich zestawów środków technicznych (pojęcie odpowiednich oznacza liczbę środków technicznych poszczególnych typów, możliwych do stosowania do realizacji tej operacji).

Dla modelowania transportowych procesów technologicznych niezbędna jest znajomość szczegółowych charakterystyk opisanych na operacjach procesów technologicznych przedsięwzięcia budowlanego, jak też znajomość charakterystyk globalnych dla całego przedsięwzięcia. Znajomość zapisu analitycznego tych charakterystyk pozwala na



algebraiczny zapis funkcji kryterium oraz ograniczeń dla zadań optymalizacyjnych zarówno jedno-, jak i wielokryterialnych wyznaczania harmonogramów.

Do charakterystyk opisujących procesy technologiczne przedsięwzięcia budowlanego należą: czas realizacji, chwilowa liczba stosowanych zestawów środków technicznych, intensywność zużycia zasobów materialnych, operacyjne zapotrzebowanie na zasoby materialne, pracochłonność zestawów środków technicznych, intensywność nakładów finansowych oraz koszt realizacji. Przy czym każda charakterystyka globalna przedsięwzięcia wynika z odpowiednich charakterystyk operacji. Dlatego też w celu wyprowadzenia formalnego zapisu poszczególnych charakterystyk globalnych przedsięwzięcia, niezbędne jest zdefiniowanie zbioru, którego elementami są harmonogramy realizacji przedsięwzięcia budowlanego, uzyskane na skutek stosowania do realizacji operacji różnych zestawów środków technicznych.

## 4. WNIOSKI

W branży budowlanej konieczne jest nadszanie za często zmieniającym się popytem, a więc produkowanie wyrobów spełniających potrzeby klientów, w zadowalających ich ilościach. Firmy te nie mogą sobie pozwolić na stratę potencjalnych klientów. Niezbędnym staje się jak najlepsze opracowanie strategii działania na rynku, a przede wszystkim sprawne zorganizowanie działań w ramach procesu budowlanego. Działania według prawidłowo wykonanych harmonogramów pozwalają na zmniejszenie opóźnień występujących w przedsięwzięciach budowlanych.

Dla modelowania transportowych procesów technologicznych niezbędna jest znajomość zarówno szczegółowych jak i globalnych charakterystyk opisanych na operacjach procesów technologicznych przedsięwzięcia budowlanego.

Dla przedsięwzięć inwestycyjnych kryteriami wyboru optymalnego harmonogramu realizacji przedsięwzięcia budowlanego mogą być m.in. czas realizacji przedsięwzięcia, koszt średni i całkowity realizacji przedsięwzięcia, nierównomierność nakładów finansowych, wykorzystanie środków technicznych czy intensywność zużycia zasobów materialnych.

*Artykuł powstał w ramach projektu „Naukowcy dla gospodarki Mazowsza” współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego”*

### Bibliografia

1. Ambroziak T.: Modelowanie procesów technologicznych w transporcie. OWPW, Prace Naukowe, Transport, z. 40, Warszawa 1998.
2. Ambroziak T.: Metody i narzędzia harmonogramowania w transporcie. Wydawnictwo Instytutu Techniki i Eksploatacji - PIB, Warszawa 2007.
3. Drzewiecka J., Pasłowski J.: Analiza zakłóceń procesów budowlanych Budownictwo i Inżynieria Środowiska. OW Politechniki Białostockiej 2011, Vol. 2, no. 4.
4. Grzyl B.: Specyfika budowlanego przedsięwzięcia inwestycyjnego z perspektywy procesów logistycznych. Logistyka nr 6/2011.

5. Jacyna M.: Modelowanie i ocena systemów transportowych. OWPW, Warszawa 2009.
6. Jaworski K.: Metodologia projektowania realizacji budowy. PWN, Warszawa 1999.
7. Lenkiewicz Wł. (red.): Organizacja i planowanie budowy. PWN, Warszawa 1985.
8. Marcinkowski R.: Metody harmonogramowania przedsięwzięć inżynierjno-budowlanych. Wydawnictwa WAT, Warszawa 1995.
9. Piliszek E. (red.): Vademecum budowlane. Wydawnictwo „Arkady”, Warszawa 2001.

### TRANSPORT SERVICE ORGANIZATION IN BUILDING PROJECTS

**Abstract:** The paper presents selected aspects of the logistic service of construction projects. The building process is defined as an investment project requiring coordination of various activities. In the paper describes factors affecting the timely execution of the construction process. It was pointed out that decisions regarding to the logistics service method of the project impact on time, costs, quality of objects and construction works. In the paper defined schedule as a tool to support planning of the implementation of the construction process. There are no adequate schedules have a negative impact on timely deliveries of materials to the construction site of the realized project.

**Keywords:** transport, construction process, schedule, logistic service of construction projects