

Zarządzanie projektami w budownictwie w celu optymalizacji czasu oraz kosztów i zużycia materiałów

Rafał Kostro

Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku

e-mail: rafał.kostro@sd.pb.edu.pl

Małgorzata Rauba 

Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku

e-mail: m.rauba@pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2023-0047

Streszczenie

Sukces przedsiębiorstwa zależy od wielu czynników w tym od sposobu przygotowania i wprowadzania zmian wykonywanych pod presją czasu i kosztu. Realizacja zadań zdeterminowanych czasem i zasobami finansowymi jest domeną przedsięwzięć zwanych często w polskiej literaturze projektami. Inwestycje budowlane obarczone są wysokim ryzykiem. Głównym celem takich przedsięwzięć jest ich realizacja w określonym czasie, zakresie, budżecie, a także jakości. Minimalizację ryzyka opóźnienia, przekroczenia budżetu, niewykonania zakresu oraz złej jakości, które wzajemnie są od siebie zależne, może zapewnić efektywne zarządzanie projektem budowlanym. W artykule przedstawiono etapy zarządzania projektami w budownictwie, dzięki którym można ograniczyć koszty realizowanego przedsięwzięcia, materiały i czas.

Słowa kluczowe

zarządzanie projektem, budownictwo, optymalizacja kosztów

Wstęp

W dzisiejszym świecie na budownictwie ciąży coraz większa presja redukcji kosztów i czasu wykonania projektu i budowy budynku. Osiągnięcie tych celów opiera się nie tylko na doborze ekonomicznych rozwiązań konstrukcyjnych, ale również

na projektowaniu całego przedsięwzięcia budowlanego. W wyniku tego, inżynier budowlany staje się menedżerem odpowiedzialnym za zarządzanie projektem, później budową inwestycji, kontrolowaniem i odpowiednim reagowaniem na wszelkie wyzwania napotkane na poszczególnych etapach. W myśl definicji zarządzania, działania te mają doprowadzić do realizacji celu w założonych kosztach, czasie i przy równoczesnej wysokiej jakości budynku. Te trzy parametry są kluczowe przy ocenie projektu [Pietras, 2003, s. 8-10]. Na ich podstawie wyznacza się kierunki działań, wybierając optymalne rozwiązania, koordynuje się pracami, dzieląc je na etapy i kontroluje się przestrzeganie początkowych założeń. Zarządzanie przedsięwzięciem budowlanym powinno dotyczyć dwóch kwestii: zarządzania ludźmi popartego dobrą komunikacją i motywacją oraz zarządzania doбором materiałów i technologii wykonania w celu optymalizacji kosztów i czasu. Kryteria czasu, kosztów i jakości należy mieć na uwadze na każdym etapie projektu [Pietras, 2003 s. 8; Strojny, 2015, s. 251]. Wynika z nich czwarty parametr – czyli zgodność rezultatów z oczekiwaniami. Ten nadrzędny cel realizujemy przez odpowiednie balansowanie między kryteriami, mając na uwadze, że są one od siebie zależne. Modyfikacja kosztów pociągnie za sobą zmianę jakości lub czasu, a w niektórych przypadkach wpłynie na oba te czynniki.

W artykule przedstawiono etapy zarządzania projektami w budownictwie, które pozwalają na minimalizację kosztów i zużycia materiałów.

1. Zarządzanie projektami w budownictwie

Zarządzanie projektami w obecnie znanej formie jest stosunkowo nową dziedziną wiedzy. Jednak projekty w różnych postaciach znane są od wieków. Znamy takie projekty budowlane jak piramidy egipskie, wielki mur chiński, czy wieża Babel. W początkach historii tworzenia projektów budowlanych nie było mowy o zespole projektowym zarządzanym przez kierownika, nie przykładano uwagi do optymalizacji kosztów, materiałów, czasu pracy. Najważniejszy był efekt końcowy przedsięwzięcia. Wraz z rozwojem cywilizacji zaczęły się również kształtować zmiany w myśleniu nad skutecznością realizacji projektów. Tradycyjne podejście do projektów stało się nie wystarczające (ograniczone zasoby finansowe, materiałowe, ludzkie). Pierwsze specjalne metody planowania i kontroli realizacji projektów opracowane zostały w 1942 roku przy okazji budowy bomby atomowej (Manhattan Engineering District Project). Przedsięwzięcie to wymagało stworzenia zespołu projektowego, wyznaczenia osób kierujących, odpowiedzialnych za cały projekt. Był to początek zarządzania projektami.

Obecnie projekty mogą mieć różnorodną postać, w zależności od dziedziny i aktywności ludzkiej, m.in. naukowe, związane ze sportem, kulturą, edukacją, itd. Najczęściej jednak mają charakter konstrukcyjno-techniczny i stosowane są w budownictwie [Jędrych, 2012, s. 7].

W tej dziedzinie zarządzanie projektem składa się z kilku podstawowych działań: planowania, organizowania, decydowania, motywowania i kontroli. Na barkach osoby kierującej projektem spoczywa podejmowanie decyzji związanych ze wszystkimi tymi działaniami.

W praktyce do realizacji przedsięwzięć budowlanych stosuje się dwie metodyki zarządzania projektem: kaskadowe – PMI (Project Management Institute) (standard PMBoK - Project Management Body of Knowledge) oraz produktowe – PRINCE2 (Projects In Controlled Environments).

W obu metodach ważne są dwa etapy: planowanie i sprawozdawczość. Dzięki nim możliwa jest kontrola każdego z etapów, czyli porównanie postępu realizacji prac z poniesionymi kosztami, co ma ułatwić podjęcie dalszych decyzji. Metodyka PMI oparta jest na zarządzaniu i skierowana jest tylko do kierowników projektu. Standardem zarządzania projektem opracowanym i opublikowanym przez PMI jest PMBoK, który polega na podziale projektu na dwa etapy: analizę i realizację. Charakteryzuje się szczegółowym planowaniem prac, tj. wyznaczeniem nieprzekraczalnych terminów, a także wypełnianiu planu krok po kroku. W metodach tych cykl życia projektu dzieli się na pięć procesów – Inicjację (Rozpoczęcie) – obejmuje wszystkie procesy realizowane w celu zdefiniowania nowego projektu, Planowanie – ustalenie zakresu i celów projektu, a także zdefiniowanie działań niezbędnych do realizacji celu, Wykonywanie – realizację wymagań projektowych, Kontrolę – monitorowanie postępu i wydajności prac oraz ewentualne wprowadzenie zmian w projekcie, a także Zamykanie – formalne zakończenie projektu lub jego fazy. Metodyka ta pomaga w zarządzaniu kosztami.

Natomiast PRINCE2 jest metodą zarządzania projektami opartą na produktach. Zastosować ją można do zarządzania i sterowania projektami wszelkiego rodzaju i wszelkiej wielkości. Dotyczy kierownictwa firmy, odbiorców i dostawców. Charakteryzuje się ściśle określonym i skończonym czasem trwania. Ponadto każdy z pracowników, który zaangażowany jest w projekt musi znać jego cele, stopień odpowiedzialności za jego prowadzenie, a także swoje obowiązki [<https://mfiles.pl>, stan na 11.07.2023].

2. Etapy zarządzania projektami w budownictwie

2.1. Planowanie inwestycji – analiza wymagań

Analiza wymagań projektu pozwala na określenie potrzebnych materiałów i usług, co jest kluczowe dla określenia kosztów projektu. Najważniejszymi elementami tego procesu jest sprecyzowanie:

- potrzeb klienta;
- przepisów budowlanych;
- wykonalności pod względem konstrukcyjnym;
- wykonalności pod względem posadowienia;
- potencjalnego zwrotu kosztów;
- miejscowego plan zagospodarowania;
- lokalizacji.

Rozpoczęcie pracy nad projektem powinno być poprzedzone ustaleniem potrzeb klienta oraz budżetu, jaki zamierza on przeznaczyć na inwestycję. Na tej podstawie określamy przeznaczenie budynku, jego wielkość, usytuowanie oraz pożądany wygląd. Dane te należy skonfrontować z miejscowym planem zagospodarowania lub wystąpić do odpowiedniego urzędu o określenie warunków zabudowy. Szczególnie ważne jest przeznaczenie obiektu, ponieważ klasyfikuje ono nasz budynek do określonej grupy, która musi spełnić specyficzne dla niej wymagania. Osoba zarządzająca projektem, którą jest architekt, analizuje te wymagania i opracowuje wstępny projekt w oparciu o warunki techniczne jakim powinien odpowiadać nasz budynek [Rozporządzenie Ministra Infrastruktury, 2022]. Analiza warunków technicznych determinuje geometrię bryły budynku, jego dopuszczalne wymiary w rzucie, rozmiary pomieszczeń, garaży, klatek schodowych, a nawet stawia wymagania co do instalacji ogrzewczych, wentylacyjnych i elektrycznych. Szczególnie jakość i rodzaj wykończenia wpłynie na planowane koszty. Aby jednak nasz projekt został wykonany w sposób ekonomiczny należy dużą uwagę poświęcić konstrukcji obiektu i sposobowi jego posadowienia. Na skutek zbyt bezpiecznych założeń, fundamenty mogą być przewymiarowane i ich wykonanie będzie wymagało zbyt dużej ilości betonu i zbrojenia. Na podstawie własnych obserwacji autor artykułu stwierdza, że dużą rolę w kwestii oszczędności materiału odgrywają badania geotechniczne gruntu, pozwalające na zaprojektowanie posadowienia na możliwie najdokładniejszym, rzeczywistym modelu podłoża gruntowego, bez zbędnego zapasu nośności związanego z założeniem gruntu niekorzystnego podłoża gruntowego.

Właściwe zarządzanie projektem budynku powinno na każdym etapie uwzględniać konsultacje wykonalności z konstruktorem. Odpowiednio wczesne wykrycie nieprawidłowości pozwoli na szybką ich eliminację i zmianę błędnie obranego kierunku. Typowym przykładem jest tu brak wystarczającej liczby podpór, ich za duże rozstawy lub zbyt duża wiotkość. W takim przypadku często zachodzi konieczność stosowania droższych, sprężonych elementów prefabrykowanych, które znacznie podniosą koszty inwestycji, lub powiększanie przekroju poprzecznego elementów konstrukcyjnych, co znacznie podnosi zużycie materiału. Wczesne konsultacje konstrukcyjne pozwalają na redukcję kosztów poprzez modyfikację konstrukcji. Dobór technologii wykonania oraz materiałów jest ważną kwestią szczególnie w przypadku budynków halowych. Właściwe założenia pozwalają znacznie ograniczenie kosztów [Chodor, 2014 s. 4]. Wykonanie badań geotektonicznych podłoża powinno być zrealizowane na etapie analizy wykonalności. Często warunki gruntowe lub wysoko położony poziom zwierciadła wody gruntowej znacznie podnoszą koszt konstrukcji. Wykonanie konstrukcji większych budynków na gruntach słabo nośnych lub nawodnionych determinuje wykorzystanie płyty fundamentowej jak również, w ekstremalnych przypadkach, pali fundamentowych. Właściwe zarządzanie projektem powinno również objąć konsultacje z innymi branżami - sanitarną i elektryczną. Bardzo często przejścia instalacji przez stropy czy belki prowadzą do zbyt dużego osłabienia konstrukcji, co wiąże się z koniecznością modyfikacji swych projektów przez jedną z branż. Okolice przejść powinny być odpowiednio dobrożone, a elementy konstrukcyjne należy mieć duże przekroje poprzeczne. Po tak przeprowadzonej analizie wykonania budynku i przygotowaniu projektu koncepcyjnego należy zrobić kosztorys. Kosztorysowanie może opierać się na metodzie dokładnej lub uproszczonej jak również z wykorzystaniem nowych sposobów oceny wydatków [Banach, 2020, s. 25-27]. Na podstawie oszacowania kosztów przeprowadza się analizę opłacalności wykonania, kalkulując zyski i wydatki. Aby właściwie zarządzać projektem należy przewidzieć również pewien zapas budżetu na nieprzewidziane wydatki.

2.2. Kalkulacja kosztów

Po analizie wymagań ważnym etapem projektu jest kalkulacja kosztów budowy, polegająca na określeniu cen i kosztów dla wszystkich elementów projektu, takich jak materiały, praca i usługi. Przeprowadza się ją w celu określenia opłacalności przedsięwzięcia. Na tym etapie należy wziąć pod uwagę założenia wstępne projektu oraz przeprowadzić przedmiar robót budowlanych. Na tej podstawie określamy szacunkowe zapotrzebowanie na materiał oraz robociznę. W celu najefek-

tywniejszego zarządzania budową sporządza się harmonogram prac [Marcinkowski, 2016, s. 24-30; Czarnigowska, 2013, s. 23-24]. Uwzględnia się w nim terminy wykonania robót i dostaw materiału. Pozwala to na właściwe zaplanowanie ilości pracowników na budowie w danym okresie oraz zorganizowanie mobilizacji sprzętu budowlanego. Efektywne wykorzystanie ludzi oraz maszyn jest ważną kwestią w kontekście kosztów utrzymania pracownika oraz sprzętu, który w przypadku mniejszych firm jest wypożyczany, zatem należy wziąć pod uwagę koszt mobilizacji i utrzymania w czasie. W poprawnie zarządzanym projekcie jego koszty powinny być ustalane i weryfikowane na każdym etapie jego realizacji, czyli podczas projektowania i budowy. Znaczne oszczędności można osiągnąć poprzez redukcję obciążeń pochodzących od ciężaru własnego, ponieważ jest to dominujące oddziaływanie. Można to zrealizować poprzez tzw. „odchudzanie konstrukcji”, czyli zmniejszanie grubości elementów konstrukcyjnych i ich przekrojów poprzecznych, a co za tym idzie zmniejszenia zużycia materiału w postaci betonu i zbrojenia. Ograniczenie wymiarów ma duże znaczenie w przypadku obiektów wielopiętrowych, gdzie można tą redukcję zastosować na każdej kondygnacji w efekcie czego fundamenty i słupy garażu są znacznie mniej obciążone i wymagają mniej zbrojenia. Z doświadczenia autorów pracy wynika, że metoda ta przynosi duże efekty. Zmniejszenie wymiarów przekroju poprzecznego można również uzyskać wzmacniając beton różnymi dodatkami. Przekrój poprzeczny belki może być zmniejszony poprzez dodatek zbrojenia rozproszonego w postaci włókien bazaltowych, nad którymi trwają obecnie badania [Krassowska, 2021, s. 2-3]. Zarządzanie projektem w celu redukcji kosztów powinno również uwzględniać sposób wykonania elementu konstrukcyjnego. Przykładem mogą być więźby dachowe wymagające znacznego nakładu pracy. Ich prefabrykacja ogranicza czas budowy oraz ilość pracy jaką trzeba byłoby w nią zainwestować co przyczynia się do zwiększenia dokładności wykonania i może zredukować koszty.

2.3. Analiza rynku i dostawców

Analiza rynku i dostawców pozwala na znalezienie najlepszych rozwiązań i konkurencyjnych cen materiałów i usług potrzebnych do realizacji projektu. Podstawą materiałową konstrukcji budowlanych jest stal. Jej cena w dzisiejszych czasach ulega dużym wahaniom. Ma na to wpływ sytuacja polityczna jak również światowe rynki. W marcu 2023 roku cena pręta zbrojeniowego o średnicy 12 mm wynosiła 7700-8000 zł [<https://www.muratorplus.pl>, stan na 02.04.2023]. W przypadku budowy kilku piętrowego bloku zapotrzebowanie na stal wynosi nawet kilkaset ton. Łatwo zatem zauważyć, że jest to materiał stanowiący znaczną część

kosztów inwestycji. Na cenę stali zbrojeniowej ma wpływ wiele czynników m. in. ceny paliw i energii. Produkcja zbrojenia metalicznego przebiega w wysokich temperaturach pozwalających na jej formowanie na gorąco. Wytworzenie właściwej temperatury wymaga dużo energii, a co za tym idzie zaangażowania znacznego nakładu finansowego. Trzeba również pamiętać, że tak wyprodukowaną stal należy przetransportować na teren budowy. Koszty transportu zależą od cen paliw, które również są dynamiczne i wskazują tendencję wzrostową.

Dużą rolę odgrywa też jakość oraz rodzaj materiału stosowanego na wykończenie wnętrza. Wysoki standard budynku wymaga materiałów z najwyższej półki co znacznie zwiększa koszty budowy, ale również wpływa na wzrost ceny produktu końcowego, czyli mieszkania. Z doświadczenia autorów wynika, że aby potwierdzić opłacalność inwestycji należy przeprowadzić analizę popytu na rynku. W przypadku gdy stwierdzimy zapotrzebowanie na dany produkt, mamy większe prawdopodobieństwo uzyskania zysku z inwestycji.

2.4. Budżet projektu

Ważną kwestią wpływającą na zarządzanie projektem jest również sposób jego finansowania. Wstępna wycena na podstawie przedmiaru robót i technologii wykonania określa budżet inwestycji [Marcinkowski, 2009, s. 48-52]. Z reguły koszty rzeczywiste odbiegają od kosztów planowanych. W przypadku inwestora prywatnego renegocjacja kosztów inwestycji jest prostsza i opiera się na wypracowaniu nowych warunków. Natomiast inwestycja publiczna wymaga zmieszczenia się w planowanym budżecie, który ustalono na etapie przetargu publicznego i potwierdzono zawarciem umowy. Zasady realizacji zamówień publicznych zawarto w Prawie Zamówień Publicznych [Ustawa Prawo zamówień publicznych, 2019]. Wykonawca zlecenia wybierany jest na podstawie przetargu publicznego, który rozstrzyga się na korzyść najbardziej korzystnej oferty. Oferta ta powinna być zbliżona do wstępnej wyceny zamawiającego.

Głównym obszarem gdzie możemy szukać oszczędności na etapie eksploatacji jest ogrzewanie oraz zużycie energii elektrycznej. Zmniejszenie kosztów ogrzewania można uzyskać na dwa sposoby – inwestując w lepsze ocieplenie budynku, co prowadzi do redukcji strat ciepła lub wybierając bardziej ekonomiczne źródło ogrzewania. Najwłaściwszym podejściem jest połączenie tych dwóch kierunków działania. W efekcie będziemy w stanie produkować energię ciepłą w tańszy sposób i ograniczymy jej straty. W przypadku budownictwa mieszkaniowego zaleca się odpowiednie lokalizowanie pomieszczeń względem stron świata. Od strony południowej, gdzie mamy duże nasłonecznienie, lokalizujemy większą ilość okien

aby przechwytywać i akumulować energię słoneczną, natomiast od strony północnej, gdzie nasłonecznienie jest mniejsze, rozmieszczamy minimalną ilość przeszklenia, aby uniknąć strat energii. Aby zredukować zapotrzebowanie na energię elektryczną zaleca się stosowanie oświetlenia typu LED, które jest energooszczędne, oraz instalowanie czujników ruchu włączających oświetlenie tylko wtedy gdy jest ono potrzebne. W przypadku budownictwa domków jednorodzinnych coraz większą popularnością cieszą się budynki zeroenergetyczne łączące powyższe idee oszczędnościowe z odzyskiem ciepła na drodze rekuperacji, a także wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii takich jak pompy ciepła [Kopietz-Unger, 2021, s. 19-21].

2.5. Monitorowanie kosztów

Zarządzanie projektem powinno obejmować również monitorowanie kosztów inwestycji i identyfikację potencjalnych problemów. W większości przypadków budżet projektu budowlanego określony jest w umowach między inwestorem, generalnym wykonawcą oraz projektantami. W trakcie realizacji projektu napotyka się często nieprzewidziane trudności. Powodują one podwyższenie kosztów budowy [Górecki, 2013, s. 45-50]. Należy możliwie szybko reagować na takie utrudnienia podejmując się próby obniżenia kosztów poprzez zastąpienie jednego rozwiązania, drugim, tańszym. Taki zabieg stosuje się w przypadku znacznego wzrostu ceny materiału numer jeden lub kosztu robocizny. Zamiana jednego rozwiązania drugim może skrócić czas montażu redukując jednocześnie koszt zatrudnienia personelu. Przykładem jest zbrojenie na przebiecie stropów żelbetowych o konstrukcji płytowo słupowej. Można je wykonać ze stalowego zbrojenia metalicznego w postaci strzemion lub zastępczo, z prefabrykowanego zbrojenia w postaci trzpieni (Rys. 1). W przypadku stosunkowo taniej stali bardziej pożądane są strzemiona, wymagające większego nakładu pracy. Gdy stal zbrojeniowa zaczyna drożeć bardziej opłacalne jest zastosowanie prefabrykowanego rozwiązania, które może okazać się tańszą opcją z uwagi na łatwość i szybkość montażu. Przykład ten pokazuje jak ważne jest monitorowanie kosztów materiałowych i robocizny i właściwe zarządzanie i wybór rozwiązania konstrukcyjnego.



Rys. 1. Zbrojenie na przebite stropów żelbetowych

Źródło: <https://www.halfen.com> [04.08.2023].

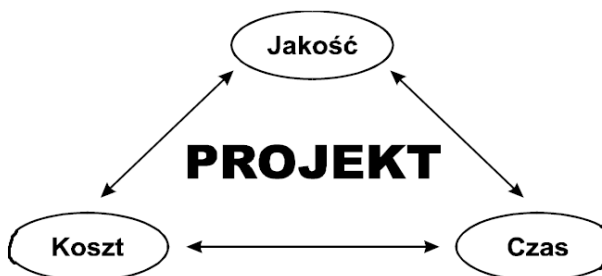
2.6. Rezerwy kosztów

Monitorowanie kosztów projektu i jego budowy jest ciągle aktualizowanie kosztorysu. Zazwyczaj wydatki rosną na skutek nieprzewidzianych robót bądź drożającego materiału [Marcinkowski, 2009, s. 48-52]. Aby doprowadzić projekt do końca i finalnie uzyskać dochód z tytułu sprzedaży mieszkań bądź wynajmu lokali usługowych należy doprowadzić do finalizacji budowy. W tym celu potrzebna jest pewna rezerwa budżetowa. W przypadku inwestora prywatnego sprawa jest znacznie prostsza, ponieważ wymaga tylko renegocjacji umowy. Inaczej sprawy mają się przy inwestycji publicznej, gdzie uzyskanie dodatkowych środków jest znacznie trudniejsze [Kopietz-Unger, 2012, s. 17-18].

2.7. Kontrola jakości

Zarządzanie projektem powinno obejmować nie tylko monitorowanie kosztów, ale też zapewnienie odpowiedniej jakości wykonania, dlatego bardzo ważnym elementem zarządzania projektem w budownictwie jest kontrola jakości. Daje ona gwarancję, że projekt jest realizowany zgodnie z wymaganiami i budżetem. Na każdym etapie projektu zarządzający nim musi podejmować decyzje będące kompromisem między czasem realizacji, jakością oraz kosztem projektu.

Nie da się osiągnąć tych trzech kryteriów jednocześnie i trzeba określić priorytet na daną chwilę (Rys. 2). Wymagając niskich kosztów i wysokiej jakości najprawdopodobniej wydłużymy czas realizacji.



Rys. 2. Trójkąt parametrów oceny projektu

Źródło: [Pietras i Szmit, 2003].

W celu kontroli jakości, ale również poprawności wykonania projektu powołuje się inspektorów nadzoru. Wprowadzenie takiej osoby leży w gestii inwestora, jak również generalnego wykonawcy. Inspektor odpowiedzialny jest za kontrolowanie zgodności realizowanego budynku z projektem. W przypadku stwierdzenia nieprawidłowości i rozbieżności jest ona odpowiedzialna za egzekwowanie wprowadzenia poprawek.

2.8. Zamknięcie projektu

Zamknięcie projektu i jego budowy jest ostatnim etapem życia naszego przedsięwzięcia. Angażuje on jednocześnie najmniej zasobów ludzkich i praktycznie zerowe zużycie materiału i obejmuje oddanie inwestycji do użytku. Przekazanie te odbywa się na dwóch płaszczyznach – formalnej i nieformalnej. Mniej oficjalna część tego okresu polega na prezentacji budynku stronie zamawiającej. Inwestor po raz pierwszy ogląda finalny efekt inwestycji oceniając poziom spełnienia zało-

żeń początkowych oraz własnej satysfakcji. Część formalna obejmuje uzyskanie pozwolenia na użytkowanie, które pozwala na eksploatację budynku. Na tym etapie kompletuje się dokumentację powykonawczą, obejmującą wszystkie branże. Przeprowadza się również odbiory budynku przez kierownika budowy, kierowników robót jak też inspektorów nadzoru. Najważniejszą kwestią jest jednak podsumowanie zysków i kosztów inwestycji. Dochody stanowią finanse uzyskane na drodze sprzedaży lokali, natomiast wydatki – wszelkie koszty poniesione od etapu rozpoczęcia projektu aż do jego finalizacji [Pietras, 2003, s. 50].

Podsumowanie i wnioski

Zarządzanie projektami w budownictwie zmienia się na przestrzeni lat i obejmuje coraz więcej dziedzin na każdym etapie życia przedsięwzięcia. Osoba kierująca inwestycją staje się menedżerem odpowiedzialnym za optymalizację trzech parametrów: czasu, jakości i kosztów. Osiągnięcie balansu między tymi kryteriami polega na drodze kompromisu i częściowej rezygnacji z jednego z nich, celem zbliżenia się do dwóch pozostałych. Realizuje się to szukając oszczędności w czasie, zużytych materiale i robociznie. Zarządzanie projektem obejmuje także kierowanie zespołem ludzi, niezbędnymi do realizacji celu, jak również poszukiwanie optymalnych rozwiązań konstrukcyjnych. Należy pamiętać, że budynek musi spełniać postawione mu założenia i wymagania. Osoby kierujące projektami w budownictwie muszą zatem mieć na uwadze coraz więcej kwestii i zajmować się wieloma branżami.

ORCID iD

Małgorzata Rauba: <https://orcid.org/0000-0002-6310-3483>

Literatura

1. Banach, M. (2020), *Zunifikowana metoda kosztorysowania robót budowlanych w zamówieniach publicznych i prywatnych*, Builder Science, 274 (5), s. 25-27.
2. Chodor L., Malik Ł. (2014), *Optymalizacja konstrukcji nośnej hali stalowej*, ZK2014 – Konstrukcje metalowe / Metal Structures 2–4 lipca / July 2014, Kielce-Suchedniów, Poland, s. 1-4.
3. Czarnigowska A., Sobotka A. (2013), *Zależność czas-koszt w przewidywaniu czasu realizacji budowy*, Budownictwo i Architektura 12(1), s. 23-30.

4. Górecki J. (2013), *Koszty budowy w perspektywie zmienności czynników kosztotwórczych*, Przegląd Budowlany 02/2013, s. 45-50.
5. https://mfiles.pl/pl/index.php/Og%C3%B3lna_charakterystyka_metodyki_Prince_2 [11.07.2023].
6. https://www.halfen.com/pl_PL/nasza-oferta/beton/systemy-zbrojeniowe/zbrojenie-na-przebite-i-scinanie [04.08.2023].
7. <https://www.muratorplus.pl/biznes/wiesci-z-rynku/ceny-stali-kwiecien-2023-ile-kosztuje-stal-zbrojeniowa-sprawdz-aktualne-ceny-stali-w-polsce-wykres-puds-03-04-2023-aa-gSvH-Kpoq-vJGB.html> [02.04.2023].
8. Jędrych E., Pietras P., Szczepańczyk M. (2012), *Zarządzanie projektami. Skrypt dla osób przygotowujących się do certyfikacji IPMA LD*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej.
9. Kopietz-Unger J. (2012), *Budownictwo zeroenergetyczne - dobre przykłady*, Przegląd Budowlany 3/2012, s. 17-22.
10. Krassowska, J., & Kosior-Kazberuk, M. (2021), *The effect of steel and basalt fibers on the shear behavior of double-span fiber reinforced concrete beams*. *Materials*, 14(20), 6090 .
11. Marcinkowski R., Banach M. (2016), *Harmonogramowanie robót budowlanych na podstawie danych kosztorysowych*, Przegląd Budowlany, 10, s. 24-30.
12. Marcinkowski R., Koper, A. (2009), *Model oceny niepewności nakładów pracy na realizację procesów budowlanych*, Przegląd Budowlany, 12, s. 48-52.
13. Pietras P., Szmít M. (2003), *Zarządzanie projektami. Wybrane metody i techniki*, Łódź: Oficyna Księgarsko-Wydawnicza „Horyzont”.
14. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 stycznia 2022 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia.
15. Strojny J., Szmigiel K. (2015), *Analiza porównawcza podejść w zakresie zarządzania projektami*, *Modern Management Review*, 22(3).
16. Ustawa z dnia 11 września 2019 r., Prawo zamówień publicznych, Dz.U. 2019 poz. 2019.

Project management in construction to optimize time and cost and material consumption

Abstract

The success of an enterprise depends on many factors including the preparation and implementation of changes performed under pressure of time and cost. Implementation of tasks determined by time and financial resources is the domain of ventures often called projects in Polish literature. Construction investments are subject to high risk. The main goal of such projects is their implementation within a certain time, scope, budget, as well as quality. Minimizing the risk of delay, budget overrun, failure to perform the scope, and poor quality, which are interdependent, can be ensured by effective construction project management [Pietras, 2003, p. 7]. The article outlines the steps of project management in construction to reduce project costs, materials and time.

Key words

project management, construction, cost optimization