

# ZARZĄDZANIE LOGISTYCZNE PROJEKTEM BUDOWY INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ W HALI WIDOWISKOWO SPORTOWEJ – STUDIUM PRZYPADKU

*Radosław Drozd<sup>1</sup>  
Ryszard Bielski<sup>2</sup>*

## **Streszczenie**

Celem artykułu jest przedstawienie zarządzania logistycznego projektem budowy instalacji elektrycznej w hali widowiskowo sportowej. W artykule zawarto krótką analizę literatury dotyczącej zarządzania logistycznego projektami, opis i analiza najistotniejszych zagadnień projektu wraz z jego harmonogramem, analizą ścieżki krytycznej oraz wnioski i zalecenia projektowe. W szczególności zostaną przedstawione następujące zagadnienia: opis projektu, zakres robót elektrycznych, struktura podziału pracy, struktura organizacyjna Biura Realizacji Projektu, organizacja placu budowy, harmonogram Gantta wraz z analizą PERT dla stacji transformatorowej GSZ.

**Słowa kluczowe:** zarządzanie logistyczne projektem, projekt instalacji elektrycznej, harmonogram Gantta, analiza PERT.

## **Wstęp**

Kluczem do sukcesu każdego projektu jest zastosowanie dobrych – sprawdzonych oraz innowatorskich procesów zarządzania. Poszczególne projekty cechują się swoją odrębną specyfiką, złożonością oraz niepowtarzalnością. Można jednak wskazać pewne cechy wspólne, które występują w projektach z różnych dziedzin. Należą do nich między innymi:

---

<sup>1</sup> Politechnika Gdańska, Wydział Zarządzania i Ekonomii / Gdańsk University of Technology, Faculty of Management and Economics, e-mail: rdrozdz@zie.pg.gda.pl

<sup>2</sup> Politechnika Gdańska, Wydział Zarządzania i Ekonomii / Gdańsk University of Technology, Faculty of Management and Economics, e-mail: rbi@zie.pg.gda.pl.

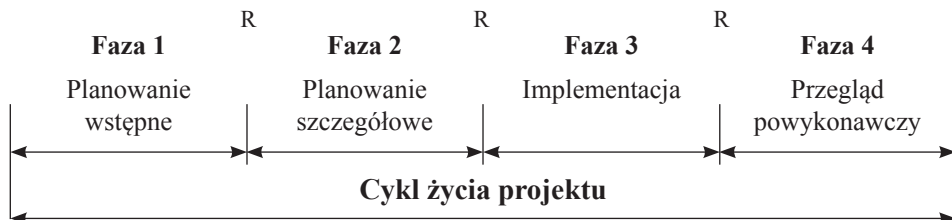
- podejmowanie działań przynoszących rezultaty oczekiwane przez zleceniodawcę projektu,
- udział wielu wydziałów organizacji w realizacji kompleksowych i złożonych działań,
- jasny podział władzy i odpowiedzialności za realizację zadań przewidzianych w projekcie.

Realizacja dużych projektów wymaga odpowiedniego zarządzania logistycznego polegającego na realizacji wyznaczonych celów w procesach: planowania, realizowania i kontrolowania sprawnej i efektywnej organizacji projektu. Realizacja każdego projektu wymaga zatrudnienia wielu osób o różnych kwalifikacjach i umiejętnościach. Każda z osób zatrudnionych może uczestniczyć w wielu projektach w tym samym czasie. Podlegają bezpośrednio innym przełożonym w hierarchii firmy. Koordynacją pracy osób bezpośrednio zaangażowanych w realizacji projektu zajmuje się kierownik kontraktu.

## 1. Zarządzanie projektem

Projekt jest synonimem słowa przedsięwzięcie i podejmowany jest z zamiarem osiągnięcia konkretnego celu, w określonym czasie, przy określonych zasobach.

Każdy projekt ma swój czas trwania, co określane jest cyklem życia projektu. Cykl ten dzielimy na fazy. W projekcie można wyróżnić 4 fazy.



**Rys. 1.** Podział cyklu życia projektu

*Źródło:* opracowanie własne

Aby projekt należycie był realizowany, powinny być zatrudnione osoby o odpowiednich kwalifikacjach i kompetencjach. Odpowiednia hierarchia i dobór osób do zespołu jest kluczem do sukcesu projektu. Dlatego też zarządzanie projektem to pole działania i odpowiedzialność wielu osób w tym inwestora, kierownika kontraktu i uczestników projektu.

## 2. Przygotowanie inwestycji

### 2.1. Opis ogólny projektu

Miejsmem projektu jest hala widowiskowo-sportowa. Na jej terenie oraz obszarze okalającym przewiduje się imprezy masowe o charakterze sportowym jak i kulturalnym.

W budynku hali będzie znajdowała się arena główna, która wraz z widownią na ponad dziesięć tysięcy miejsc, będzie tworzyć miejsce większości imprez. Wokół znajdować się będą pomieszczenia komercyjne, restauracje, puby oraz pomieszczenia sanitarne. Do hali przylegać będzie sala rozgrzewkowa z widownią na 300 osób, a także specjalistyczna klinika sportowa.

### 2.2. Opis ogólny zakresu robót elektrycznych

Zakres robót elektrycznych obejmuje:

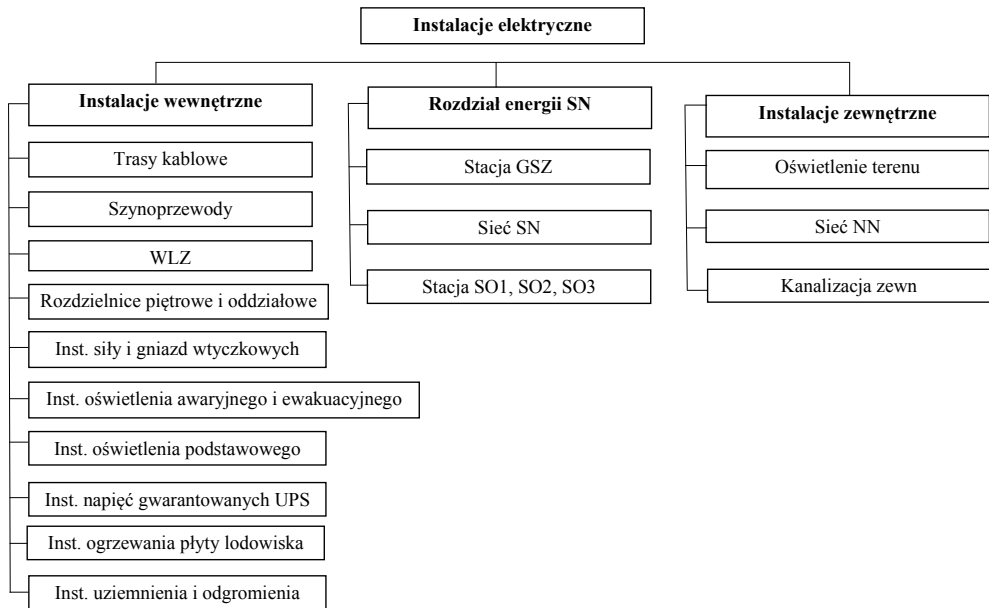
- budowę głównej stacji zasilającej GSZ 15kV/0,4kV;
- wewnętrzne linie zasilające 15kV;
- trzy stacje oddziałowe SO1, SO2, SO3 15kV/0,4kV;
- instalacje uziemiającą i odgromową,
- wewnętrzne Linie Zasilające niskiego napięcia (dalej zwane nn),
- rozdzielnice główne i oddziałowe nn;
- agregat prądowórczy;
- instalacje napięć gwarantowanych zasilanych z UPS;
- instalacje zasilania p. poż.;
- instalacje siły i gniazd wtyczkowych;
- instalacje oświetlenia podstawowego, awaryjnego i ewakuacyjnego;
- instalacje ogrzewania płyty lodowiska;
- instalacje połączeń wyrównawczych;
- oświetlenie terenu oraz sieci zewnętrzne nn;

Maksymalny czas przewidziany na realizację projektu ustalono z inwestorem na 20 miesięcy.

### 2.3. Struktura podziału pracy

Instalacje elektryczne w obiekcie podzielono na trzy główne grupy, a następnie na mniejsze zakresy. Podziału dokonano ze względów organizacyjnych. Poniżej, na rys. 2, przedstawiono strukturę podziału pracy, w zakresie budowy instalacji elektrycznej dla planowanej inwestycji, tj. hali widowiskowo-sportowej.



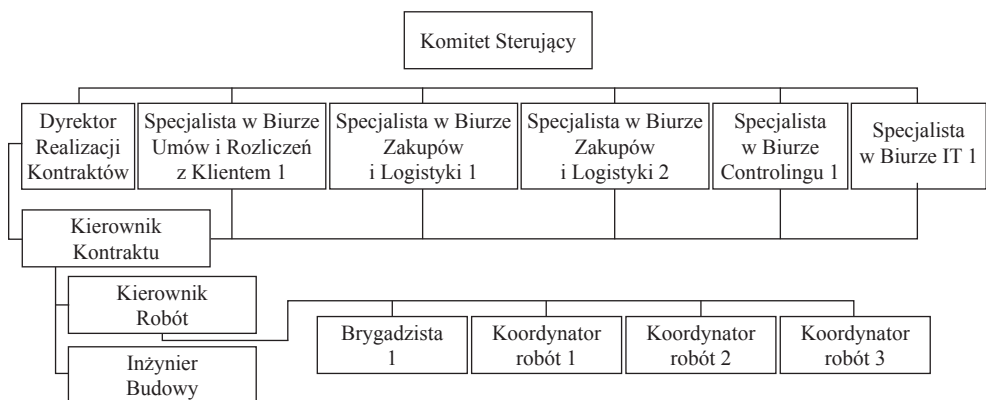


**Rys. 2.** Struktura podziału pracy

*Źródło:* opracowanie na podstawie materiałów udostępnionych od inwestora

## 2.4. Struktura organizacyjna Biura Realizacji Projektu

Na rys. 3 została przedstawiona struktura organizacyjna Biura Realizacji Projektu.



**Rys. 3.** Struktura organizacyjna Biura Realizacji Projektu (BRP)

*Źródło:* opracowanie na podstawie materiałów udostępnionych od inwestora



Komitet Sterujący składa się z dwóch osób: Dyrektora Generalnego (Prezesa Zarządu) zatwierdzającego zakupy materiałów i usług w kwocie powyżej 100 000 zł netto oraz Dyrektora Handlowego zatwierdzającego zakupy materiałów i usług w kwocie powyżej 50 000 zł netto. Komitet Sterujący w porozumieniu z Dyrektorem Realizacji Kontraktów desygnuje osobę na stanowisko Kierownika Kontraktu (KK). Po zakończeniu kontraktu zatwierdza absolutorium składane przez KK.

Dyrektor Realizacji Kontraktów (DRK) zatwierdza zakupy materiałów i usług w kwocie powyżej 20.000 zł netto, wspomaga KK w tworzeniu zespołu BRP, kontroluje proces realizacji kontraktu, uczestniczy w ważniejszych naradach/mediaacjach z kierownictwem innych działów oraz w procesie realizacji na budowie.

Kierownik Kontraktu (KK) jest to osoba odpowiedzialną za realizację kontraktu zgodnie z umową i procedurami w firmie. W zakresie jego obowiązków jest między innymi utworzenie harmonogramu projektu oraz nadzorowanie terminów realizacji projektu w tym m.in. podpisywanie protokołów dotyczących zakupów materiałów i usług w kwocie powyżej 20 000 zł netto. Kierownik Kontraktu nadzoruje realizację i rozliczanie umów na zakup wszystkich materiałów i usług. Jest bezpośrednim zwierzchnikiem Kierownika Robót i Inżyniera Budowy.

Kierownik Robót (KR) musi posiadać uprawnienia budowlane do pełnienia funkcji w budownictwie zgodnie z Prawem Budowlanym. Jest on odpowiedzialny za wykonywanie robót zgodnie z projektem i wiedzą techniczną a przypadku niejasności również za ustalenia techniczne z projektantami. Weryfikuje projekt techniczny przed przekazaniem do bezpośredniej realizacji. Jest bezpośrednim zwierzchnikiem brygadzystów i koordynatorów robót. Uczestniczy wraz z całym zespołem w procesie wyboru i zatwierdzania materiałów do wbudowania oraz technologii wykonywania zadań.

Inżynier Budowy musi posiadać wykształcenie techniczne branżowe i jest odpowiedzialny za terminowe przygotowanie i złożenie wniosków na zatwierdzenie materiałów i technologii wykonywania poszczególnych zadań. Zajmuje się również stroną administracyjną budowy, nadzoruje zapotrzebowania na materiały zatwierdzone, dokonuje zakupu materiałów drobnych, wyszukuje dostawców usług. Razem z KR nadzoruje wykonywanie robót na budowie.

Specjalista w Biurze Umów i Rozliczeń z Klientem odpowiada za prawną stronę umów. Przygotowuje wzory umów dla dostawców i podwykonawców na podstawie umowy głównej. Sprawdza dostarczone faktury z umowami oraz wystawia faktury za wykonane roboty Generalnemu Wykonawcy (GW).

Specjaliści w Biurze Zakupów i Logistyki mają w zakresie swoich obowiązków analizę rynku, wyszukiwanie dostawców materiałów zgodnych z wymaganiami projektu oraz spełniających wymagania umowne (m.in. gwarancje).



Specjalista w Biurze Controllingu monitoruje przepływy pieniężne oraz odchylenia od zatwierdzonego budżetu kontraktu. Składa regularne raporty Komitetowi Sterującemu oraz KK.

Specjalista w Biurze IT odpowiada za szeroko pojętą łączność budowy z siedzibą spółki.

Koordynatorzy robót / brygadziści podlegają bezpośrednio KR. Są odpowiedzialni na budowie za jakość wykonywanych prac, kontrolują i koordynują prace brygad robotniczych, zgłaszają braki, uchybienia w wykonywanych pracach.

## 2.5. Organizacja placu budowy

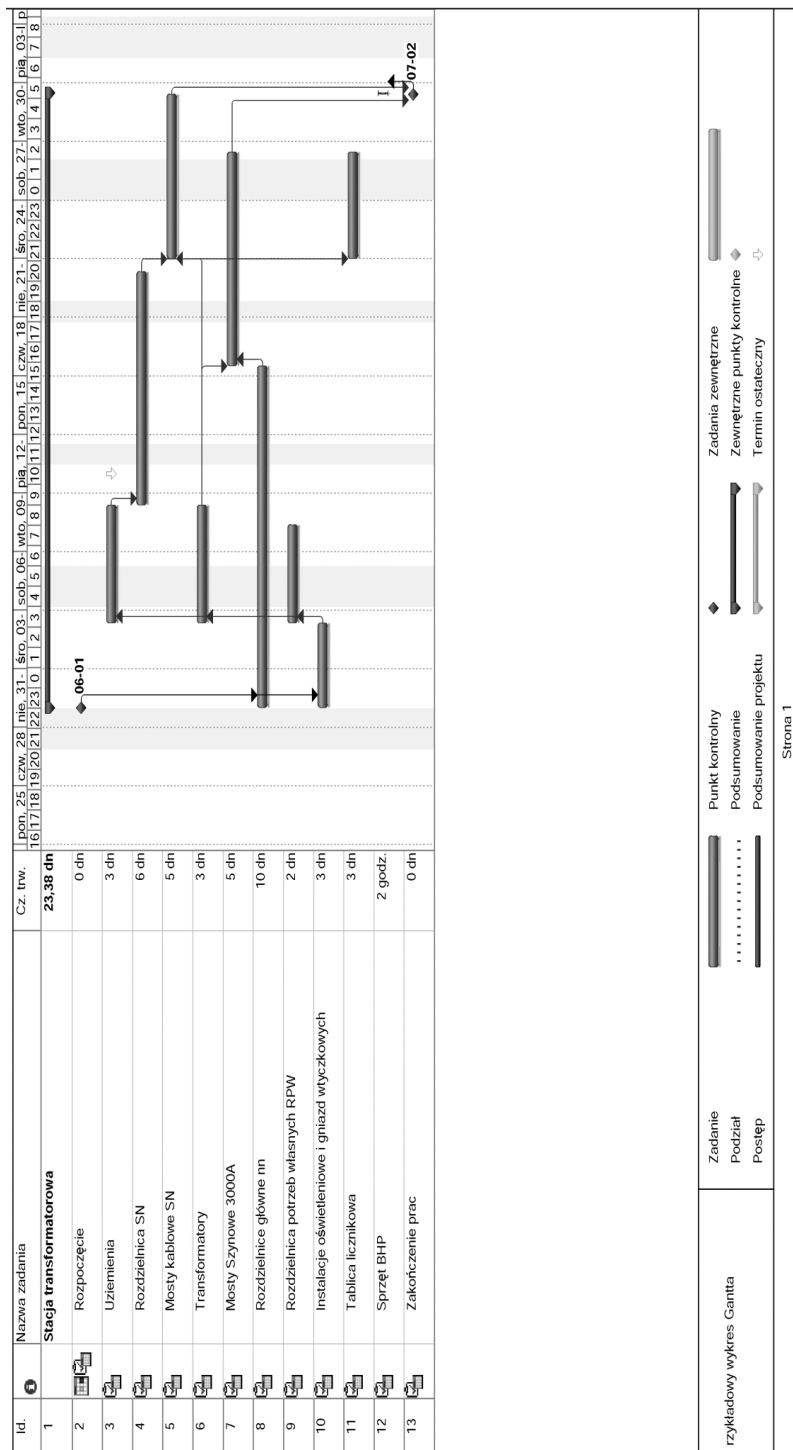
Kadra bezpośrednio zarządzająca projektem, będzie miała główne biuro na budowie w połączonym podwójnym kontenerze. Biuro wyposażone będzie w biurka, połączone między sobą tak, aby w razie konieczności utworzyć duży stół konferencyjny. W rogu znajdować się będzie urządzenie wielofunkcyjne w postaci drukarki A3, kopiarki oraz kolorowego skanera. Rysunki o większym formacie drukowane będą w lokalnych punktach ksero. W razie konieczności spotkań negocjacyjnych z dostawcami i podwykonawcami, będą się one odbywały, jeżeli wystąpi taka konieczność, w siedzibie spółki. Miejsce spotkań negocjacyjnych uzależnione jest od wartości negocjowanej umowy. Biuro wyposażone będzie w stały dostęp do Internetu, jeżeli będzie taka możliwość to poprzez połączenie kablowe. W biurze znajdować się będzie router WIFI, do którego przyłączone będzie urządzenie wielofunkcyjne. Dwie ściany będą przysłonięte regałami na dokumentację. Jedna ściana umożliwi będzie montaż wielkoformatowych rysunków. Wspólne biuro dla kadry bezpośrednio zarządzającej, znajdującej się na budowie ma ułatwić porozumiewanie się.

## 3. Ramowy harmonogram Gantta projektu

Z opracowania ramowego harmonogramu Gantta wynika, że realizacja projektu budowy instalacji elektrycznej będzie trwała 434 dni. Harmonogram ten będzie narzędziem pozwalającym na przejście do bardziej szczegółowego planowania i realizacji budowy a następnie analiz ekonomicznych przedsięwzięcia.

Z uwagi na ograniczoną objętość artykułu autorzy przedstawili, na rys. 4, przykładowy harmonogram Gantta dla stacji transformatorowej, zgodnie z podziałem WBS.





Strona 1

Rys. 4. Harmonogram Gantta dla stacji transformatorowej

Źródło: opracowanie na podstawie materiałów udostępnionych od inwestora

#### 4. Analiza PERT dla stacji transformatorowej GSZ

Z harmonogramu Gantta wynika, że stację transformatorową GZS można zbudować przez 24 dni. Zaznaczyć jednak należy, że rzeczywisty czas niezbędny do realizacji obejmuje dodatkowo cały proces przygotowania, który uwzględnić należy do obliczenia ścieżki krytycznej. Pominięcie czasów przygotowawczych w analizie może doprowadzić do porażki projektu. Poniżej w tabeli przedstawiono szczegółowo wszystkie zdarzenia związane z realizacją stacji transformatorowej GSZ, które pozwolą na określenie ścieżki krytycznej i odchyień od wartości średniej.

**Tabela 1.** Zestawienie zdarzeń dla stacji transformatorowej GSZ

Lp.	Ozn.	Zdarzenie	Zdarzenie poprzedzające	Ta	Tb	Tm	Te	Var [T]	Var [Tk]
1.	A	Rozpoczęcie		0	0	0	0,00	0,00	0,00
2.	B	Analiza dokumentacji	A	2	6	3	3,30	0,44	0,44
3.	C	Zebranie ofert i ich analiza zgodności z dokumentacją	B	5	12	7	7,50	1,36	1,36
4.	D	Przygotowanie tabel wyboru	C	1	3	1	1,30	0,11	0,11
5.	E	Zatwierdzenie wyboru	D	1	2	1	1,20	0,03	0,03
6.	F	Złożenie wniosku materiałowego na Transformator	E	1	2	1	1,20	0,03	0,03
7.	G	Złożenie wniosku materiałowego na Rozdzielnicę SN	E	1	2	1	1,20	0,03	
8.	H	Złożenie wniosku materiałowego na Rozdzielnicę Główną nn	E	1	2	1	1,20	0,03	
9.	I	Złożenie wniosku materiałowego na kable E		1	2	1	1,20	0,03	
10.	J	Zatwierdzenie wniosku materiałowego na Transformator	F	2	10	4	4,70	1,78	1,78



cd. tabeli 1

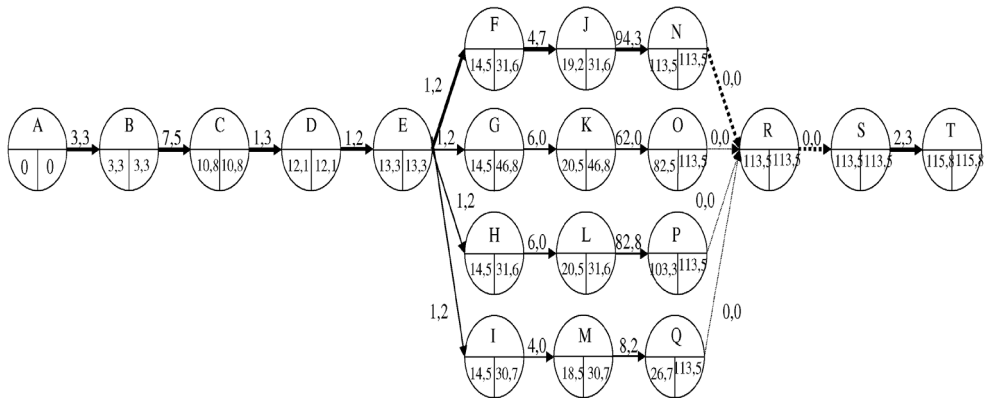
11.	K	Zatwierdzenie wniosku materiałowego na Rozdzielnicę SN	G	2	10	6	6,00	1,78	
12.	L	Zatwierdzenie wniosku materiałowego na Rozdzielnicę Główną nn	H	2	10	6	6,00	1,78	
13.	M	Zatwierdzenie wniosku materiałowego na kable	I	2	10	3	4,00	1,78	
14.	N	Dostawa i montaż Transformatora	J	85	113	92	94,30	21,77	21,77
15.	O	Dostawa i montaż Rozdzielnicy SN	K	50	82	60	62,00	28,44	
16.	P	Dostawa i montaż Rozdzielnicy Głównej nn	L	74	103	80	82,80	23,44	
17.	Q	Dostawa i montaż kabli	M	3	18	7	8,20	6,25	
18.	R	Zgłoszenie do odbioru	N, O, P, Q	0	0	0	0,00	0,00	0,00
19.	S	Odbiór	R	1	5	2	2,30	0,44	0,44
20.	T	Zakończenie	S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
								□	25,96

Źródło: opracowanie własne

1. Suma wariacji na zdarzeniach ze ścieżki krytycznej wynosi ok. 26 dni.
2.  $\sigma = \sqrt{25,96} = 5,10$  dnia (odchylenie standardowe).
3.  $V_T = 5,10/115,8 * 100\% = 4,4\%$  (współczynniki zmienności).

Na rysunku 5 została przestawiona sieć PERT dla Stacji transformatorowej GSZ.



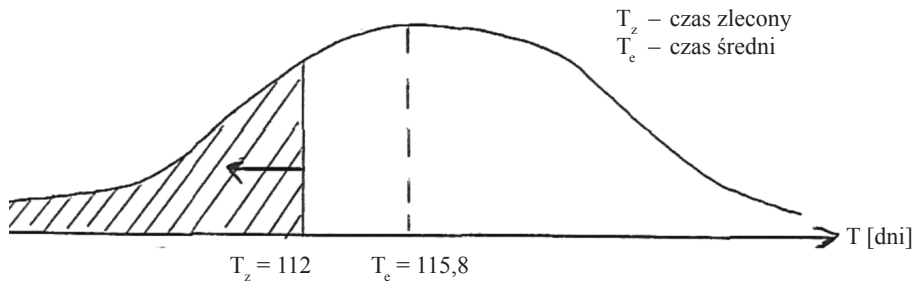


**Rys. 5.** Sieć PERT dla Stacji transformatorowej GSZ

*Źródło:* opracowanie własne

Ścieżka krytyczna przebiega przez zdarzenia A–B–C–D–E–F–J–N–R–S–T. Czas potrzebny na wykonanie zadania wynosi 115,8 dnia.

Zleceniodawca zaproponował skrócenie czasu wykonania stacji transformatorowej GSZ do 16 tygodni (112 dni). W tym celu wykonano obliczenia prawdopodobieństwa skrócenia terminu.



**Rys. 6.** Wykres czasu średniego  $T_e$  oraz czasu zleconego  $T_z$

*Źródło:* opracowanie własne

Obliczanie prawdopodobieństwa skrócenia terminu.

$$P(T \leq T_z) = P\left(\frac{T_z - T_e}{\sqrt{\text{Var}(T)}}\right) = P\left(\frac{-3,8}{5,10}\right) = 1 - \Phi(0,745) = 1 - 0,66 = 0,34$$

Istnieje prawdopodobieństwo 34%, że projekt zostanie zakończony w czasie krótszym niż 112 dni (16 tygodni).

## Podsumowanie

W literaturze przedmiotu coraz częściej pojawiają się głosy, mówiące o konieczności wypracowywania nowych wzorców i metod zarządzania w celu sprostanienia coraz szybciej zmieniającym się wyzwaniom rynkowym takim, jak wzrastająca dynamika zmian otoczenia, nasilająca się globalna konkurencja, wzrost wymagań klientów i coraz szybszy postęp techniczny. Na tak dynamicznym i konkurencyjnym rynku konieczne jest generowanie nowych rozwiązań i pomysłów realizowanych w formie projektów. Autorzy w artykule chcieli przedstawić złożoność jaka występuje przy projektach budowlanych. Każdy obiekt ma swoją specyfikę, jest zlokalizowany w konkretnym miejscu, które może powodować, nie istniejące przy innych projektach, zagrożenia. Jednocześnie autorzy chcieli zwrócić uwagę na fakt, że aby dobrze zrealizować projekt należy go rozłożyć na czynniki pierwsze. Na wstępie niezbędne jest spojrzenie ogólne na projekt, w następnej kolejności wskazane jest dokonanie jego szczegółowej analizy. Istotnym jej elementem jest stworzenie planu realizacji projektu poprzez wykorzystanie podstawowych technik, tj. harmonogramowania i analizy ścieżki krytycznej PERT. Należy pamiętać o ramach projektu, w szczególności o czasie realizacji oraz kosztach przedsięwzięcia. Poza tym proces realizacji zależy od elastyczności przedsiębiorstwa, które podejmuje się budowy. Najsilniejszym, ale i najsłabszym ogniwem przedsiębiorstwa, są ludzie w nim pracujący.

## Bibliografia

1. Barker S., Cole R.: Zarządzanie Projektem, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne S.A. Warszawa 2010.
2. Bolles D., Centra doskonałości w zarządzaniu projektami. Wydawnictwo PROED, Warszawa 2007.
3. Chong Y.Y., Brown E.M.: Zarządzanie ryzykiem projektu. Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2001.
4. Knight J., Thomas R., Angus B.: Zyskowe zarządzanie projektami. Wydawnictwo MT Biznes, Warszawa 2012.
5. Szybowski A., Budowa instalacji elektrycznej. WSB Gdańsk, Gdańsk 2016.
6. Wachowiak P.: Kierowanie zespołem projektowym, red. Adamska M. Wydawnictwo Difin S.A., Warszawa 2010.
7. Wirkus M., Roszkowski H., Dostatni E., Gierulski W.: Zarządzanie projektem, PWE, Warszawa 2014.
8. Walczak R.: Podstawy zarządzania projektami: metody i przykłady. Wydawnictwo Difin, Warszawa 2014.
9. Wrycza S.: Informatyka ekonomiczna. Podręcznik akademicki, PWE, Warszawa 2010.
10. Wysocki R.K., McGary R.: Efektywne zarządzanie projektami, Wydawnictwo HELION, Gliwice 2005.
11. Jajuga K. (red): Zarządzanie ryzykiem. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.



## LOGISTICS PROJECT CONSTRUCTION INSTALLATION OF ELECTRICITY IN HALL ENTERTAINMENT SPORTS

### Abstract

The aim of the article is to present the subject of project management of building electrical installations in the sports and entertainment hall. This article will provide a short analysis of the literature on project management, description and analysis of the most important issues of the project and its schedule, critical path analysis and the conclusions and recommendations of the project. In particular, the following topics will be presented: a description of the project, the scope of electrical works, work breakdown structure, the organizational structure of the Office of Project Implementation, the organization of the construction site, schedule Gantt together with an analysis PERT for the transformer station GSZ.

**Key words:** electrical project design, organizational structure of the project, organization of construction, Gantt schedule, PERT analysis.