

Zasady stosowania energii elektrycznej w zagospodarowaniu terenów budów. Część I

dr hab. inż. Jerzy Obolewicz, prof. IBOA (ORCID: 0000-0002-7866-0039),
dr hab. inż. arch. Adam Baryłka, prof. uczelni (ORCID: 0000-0002-0181-6226),
Instytut Naukowy Inżynierii Bezpieczeństwa Obiektów Antropogenicznych

1. Wprowadzenie

Budowy to wykonywanie obiektów budowlanych w określonym miejscu, a także odbudowy, rozbudowy, nadbudowy obiektów budowlanych. Miejsca, na których prowadzone są budowy nazywane są potocznie terenami/placami budów. Tereny/place budów należy traktować jako przestrzenie, w których prowadzone są roboty budowlane wraz z przestrzeniami zajmowanymi przez urządzenia zapleczy budów [7, 35].

Termin „zaplecze budowy” odnosi się do wszelkich środków technicznych i materialnych, które są niezbędne do realizacji określonych prac budowlanych przez określone zespoły wykonawcze. Zaplecza lokalizowane są zazwyczaj w granicach terenu budowy na czas wykonywania robót. Organizacje zapleczy budów i ich zakres wynikają przede wszystkim z potrzeb wykonawców, a także z technologicznych

rozwiązań danych realizacji oraz specyfiki realizacji procesów budowlanych (tab.1).

W praktyce wymagania dotyczące zapleczy budów pokrywają się z wymaganiami dotyczącymi terenów/placów budów.

Zagospodarowania terenów budów są elementami niezbędnymi do wykonywania zadań budowlanych w określonych warunkach. Do projektowania zagospodarowania można przystąpić dopiero po ustaleniu:

- technologii wykonania poszczególnych procesów budowlanych,
- harmonogramów przebiegu realizacji budów,
- harmonogramów materiałowych, zatrudnienia i pracy maszyn.

Zagospodarowania terenów budów muszą zapewniać możliwość wykonania wszystkich procesów budowlanych, np. określonej technologii w optymalny bezpieczny

Tabela 1. Specyfika realizacji procesów budowlanych [11]

Lp.	Etap realizacji inwestycji	Cechy specyficzne
1	Etap planowania i przygotowania inwestycji	nieruchomość obiektu) na stałe połączonego z gruntem
		indywidualny charakter każdego obiektu
		częsta, głęboka integracja w środowisko przyrodnicze
		konieczność stałej współpracy głównych uczestników procesu inwestycyjno-budowlanego
		długi okres przygotowywania inwestycji do wykonania
		realizacja dokumentacji projektowej najczęściej w dwóch etapach: <ul style="list-style-type: none"> • wymaganej do otrzymania pozwolenia na budowę oraz przeprowadzenia procedury przetargowej i wyboru wykonawcy • projektów wykonawczych uszczegółwiających ogólne rozwiązania z projektu budowlanego, które wymagają ścisłej współpracy wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego
		długowieczność i duża kapitałochłonność obiektu budowlanego
2	Etap realizacji inwestycji (w trakcie prowadzenia robót budowlanych)	obiekty budowlane różnią się usytuowaniem, długowiecznością i z reguły dużymi wymiarami, co wpływa na różnorodne strony organizacji i ekonomiki budownictwa oraz wiąże się z dłuższym okresem produkcji w porównaniu z innymi branżami
		budownictwo różni się od innych branż przemysłu także brakiem stale powtarzającego się cyklu produkcji
		roboty budowlane i montażowe są wykonywane przeważnie w systemie zleconym
		lokalne warunki terenowe, klimatyczne i inne bezpośrednio wpływają na konstrukcję obiektów i nadają produkcji budowlanej indywidualny charakter

sposób [3]. Technologia wykonania poszczególnych robót budowlanych ma więc bezpośredni wpływ na ustalenie elementów zagospodarowania. Dotyczy to doboru niezbędnych urządzeń/maszyn budowlanych, odpowiednich obiektów administracyjno-socjalnych jak i odpowiedniej i w odpowiedniej ilości energii niezbędnej do wykonywania określonej pracy ludzi i urządzeń. Od przyjętej technologii zależy bowiem stopień zmechanizowania robót budowlanych, a od tego z kolei wielkość zatrudnienia i powierzchnia obiektów administracyjno-socjalnych oraz bezpieczeństwo i ilość niezbędnej energii [1, 2, 5, 8, 9, 12]. Aby właściwie zagospodarowywać tereny budów, sporządza się tzw. plany zagospodarowania terenów/placów budów.

Przy sporządzaniu takiego planu należy rozważyć następujące kwestie:

- lokalizację obiektów,
- rodzaje konstrukcji,
- stosowane materiały,

- czasy trwania robót,
- porę roku,
- wyposażenie w maszyny i sprzęt,
- technologię i organizację robót,
- bezpieczeństwo i ochronę zdrowia.

Następnie zachowując kolejność postępowania powinno się projektować:

- drogi dojazdowe do placów/terenów budów, lokalizując je najbliżej od dróg transportu kołowego, stacji kolejowych lub tras wodnych oraz drogi transportu wewnętrznego na placach budów;
- place składowe, tzw. składowiska materiałów i elementów konstrukcyjnych oraz magazyny wraz z urządzeniami załadunkowo-wyładunkowymi;
- urządzenia do wytwarzania półfabrykatów (punkty produkcyjne mieszanki betonowej i zapraw, zbrojarnie, ciesielnie itp.) oraz urządzenia usługowe (bazy maszyn budowlanych, bazy transportowe, bazy materiałowe itp.);

Tabela 2. Średnie zapotrzebowanie energii elektrycznej do oświetlenia zewnętrznego i wewnętrznego [7, 24]

Lp.	Rodzaj procesów budowlanych lub miejsc użytkowania energii elektrycznej	Zapotrzebowanie na energię [W/100m ²]
Oświetlenie miejsc otwartych		
1.	Roboty budowlane	
1.1.	Roboty ziemne wykonywane ręcznie	60–70
1.2.	Roboty ziemne wykonywane maszynami	200–300
1.3.	Roboty palowe, wiertnicze, opuszczanie studni, wykonywanie ścian w gruncie	200–300
1.4.	Mechaniczne przygotowanie betonów i zapraw	200–300
1.5.	Mechaniczne kruszenie i przesiewanie tłuczni	200–250
1.6.	Transport materiałów wyciągami, dźwigami i przenośnikami	125–150
1.7.	Procesy murowania	120–150
1.8.	Przygotowanie i montaż zbrojenia konstrukcji betonowych	300–370
1.9.	Przygotowanie i montaż konstrukcji stalowych	320–370
1.10.	Montaż prefabrykowanej konstrukcji betonowych	300–320
2.	Roboty ładunkowe na składowiskach otwartych	
2.1	– materiałów sypkich ręcznie	60–75
2.2	– jw., lecz sprzętem mechanicznym	130–175
2.3	– materiałów sztukowych ręcznie	80–100
2.4	– jw., lecz sprzętem mechanicznym ze stosowaniem pojemników (kontenerów), chwytaków, zawiesi	200–250
Oświetlenie pomieszczeń		
3	Pomieszczenia produkcyjne przy wytwarzaniu:	
3.1	– dużych wymiarowo wyrobów	450–500
3.2	– drobnowymiarowych wyrobów	900–950
4	Pomieszczenia magazynowe do magazynowania:	
4.1	– materiałów dużych wymiarowo	300–350
4.2	– materiałów drobnowymiarowych	500–550
4.3	Pomieszczenia mieszkalne	200–600
5	Pomieszczenia biurowo-administracyjne:	
5.1	– biura budowy, stołówki	600–950
5.2	– działy techniczne kierownictwa budowy	1000–1500
5.3	– kreślarnie	1500–2000

- budynki administracyjno-socjalne (tymczasowe) na placów dla personelu budów i robotników (zaplecze biurowe i socjalno-bytowe);
 - urządzenia ogólne budów, które obejmują zaopatrzenie w energię elektryczną, wodę, sprężone powietrze, parę, urządzenia przeciwpożarowe itp. [7, 24].
- Nierzadko możliwe jest wykorzystanie do zagospodarowania placów budów niektórych obiektów stałych. Budowy tych obiektów należy rozpocząć w pierwszej kolejności.

2. Zaopatrzenie budowy w energię elektryczną

Energia elektryczna jest niezbędna na budowach do napędu silników elektrycznych maszyn i urządzeń budowlanych, do oświetlenia stanowisk roboczych podczas pracy w nocy, do oświetlenia terenów budów i budynków tymczasowych oraz do niektórych czynności technologicznych, jak np. przyspieszania dojrzewania betonu, spawania konstrukcji stalowych itp. Instalacje elektryczne na potrzeby budów powinny być projektowane równocześnie z wykonywaniem projektów zagospodarowania placów budów [7].

Źródłem energii elektrycznej na budowach mogą być:

- sieci miejskie o napięciach użytkowych i mocy do kilkudziesięciu watów;

- sieci energetyczne wysokiego napięcia, z których energii są pobierane przez stację transformatorową i zamieniana na napięcia znamionowe;
 - własne zespoły prądowórcze o mocy od 50 do 100 kW.
- Dla ustalenia potrzebnych mocy pozornych sieci transformatorowych lub zespołów prądowórczych służy uproszony wzór, w którym należy przyjąć sumaryczną moc silników zainstalowanych na budowie maszyn, sumaryczne zapotrzebowanie dla oświetlenia budowy (zewnątrzne, wewnętrzne) oraz współczynniki niejednoczesności poboru energii przez poszczególne odbiorniki:

$$P_{poz} = 1,1 \left(\frac{K_s \cdot \sum_{i=1}^n P_s}{\cos \varphi} + K_{ow} \cdot \sum_{j=1}^w P_{ow} + K_{oz} \cdot \sum_{k=1}^z P_{oz} \right) \quad [\text{kW}]$$

gdzie

1,1 – współczynnik strat w sieci,

$\sum_{i=1}^n P_s$ – sumaryczna moc silników zainstalowanych w maszynach pracujących na budowie [kW],

$\sum_{i=1}^w P_{ow}$ – sumaryczne zapotrzebowanie na moc do oświetlenia wewnętrznego (wewnątrz pomieszczeń) [kW],

Tabela 3. Współczynniki niejednoczesności poboru energii elektrycznej [7, 24]

Rodzaj odbiorników	Rodzaj i liczby odbiorników	Współczynniki niejednoczesności		
		symbol	wartość	
1. Maszyny ciężkie	Koparki, kafary, wibromoty, wiertnice i inne maszyny z silnikami mocy powyżej 25 KW	K_s	1,0	
			– do 3 maszyn	0,9
			– powyżej 3 maszyn	
2. Maszyny o cyklicznym, przerywanym charakterze pracy	Wciągarki, wyciągi, dźwigi, żurawie, suwnice itp.	K_s	1,0	
			– do 2 maszyn	0,9
			– 3 do 5 maszyn	0,75
			– 6 do 10 maszyn	0,70
			– 11 do 20 maszyn	0,65
			– 21 do 30 maszyn	0,60
			– ponad 30 maszyn	
3. Maszyny o ciągłym charakterze pracy	Betoniarki, mieszarki, kruszarki, przenośniki, pompy do mieszanki betonowej, pompy do wody itp.	K_s	1,0	
			do 3 maszyn	0,9
			4 do 6 maszyn	0,85
			7 do 10 maszyn	0,8
			11 do 15 maszyn	0,7
			ponad 15 maszyn	
4. Warsztaty pomocnicze	Maszyny zainstalowane w ciesielni, zbrojami, stolarni, warsztacie ślusarskim, prefabrykacji instalacyjnej itp.	K_s	0,75	
5. Oświetlenie wewnętrzne		K_{ow}	0,80	
6. Oświetlenie zewnętrzne		K_{oz}	1,0	

Tabela 4. Wskaźniki mocy $\cos\varphi$ [7, 24]

Moc [kW]	Kategoria budowy	Współczynnik mocy \cos przy pracy	
		1-zmianowej	3-2-zmianowej
do 25	I	0,75	0,95
25-100	II	0,70	0,85
101-500	III	0,60	0,75
ponad 500	IV	0,60	0,75

$\sum_{i=1}^n P_{oz}$ – sumaryczne zapotrzebowanie na moc do oświetlenia zewnętrznego [kW],

K_s, K_{ow}, K_{oz} – współczynniki niejednoczesności poboru energii przez poszczególne odbiorniki,

$\cos\varphi$ – współczynnik mocy.

Średnie zapotrzebowanie energii elektrycznej do oświetlenia zewnętrznego i wewnętrznego przedstawiono w tabeli 2, współczynniki niejednoczesności poboru energii elektrycznej w tabeli 3, a wskaźniki mocy $\cos\varphi$ w tabeli 4.

Dalsza część artykułu będzie opublikowana w następnym numerze „Przeglądu Budowlanego”.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Baryłka A., The impact of fire on changing the strength of the underground shelter structure, Rynek Energii 1/2020, str. 71–75
- [2] Baryłka A., Obolewicz J., Safety and health protection (s&hp) in managing construction projects, Inżynieria Bezpieczeństwa Obiektów Antropogenicznych 1/2020 <https://doi.org/10.37105/iboa.50>
- [3] Baryłka A., Obolewicz J., Sprawdzamy: Jak studenci kierunków budowlanych traktują kwestie bezpieczeństwa w obszarze przygotowania budowy, Inżynier Mazowska 1/2022, str. 16
- [4] COBR Elektromontaż, Wytyczne projektowania i montażu nowoczesnych instalacji i urządzeń elektrycznych na placach budowy, Warszawa, 1995
- [5] Ejdyś J., Lulewicz A., Obolewicz J., Zarządzanie bezpieczeństwem w przedsiębiorstwie, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, 2008
- [6] <https://www.portalbhp.pl/aktualnosci/wyniki-kontroli-pip-w-zakresie-bhp-przy-eksploatacji-urazden-energetycznych-5947.html>
- [7] Jaworski K. M., Podstawy organizacji budowy, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2004
- [8] Obolewicz J., Baryłka A., Dokumentacja gwarantem bezpiecznej budowy obiektu budowlanego, Przegląd Budowlany 1/2022
- [9] Obolewicz J., Baryłka A., Etos współczesnego inżyniera budowlanego, Przegląd Budowlany 3–4/2022
- [10] Obolewicz J., Baryłka A., Komunikacja interpersonalna w inżynierii zarządzania budową, Inżynier budownictwa 7–8/2022
- [11] Obolewicz J., Demoskopia bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia przedsięwzięć budowlanych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok, 2018
- [12] Obolewicz J., Technologia robót budowlanych t. II (pod redakcją), Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, 2016
- [13] Piórkowski S., Budownictwo. Instalacje elektryczne na budowie, Wydawnictwo PIP Główny Inspektorat pracy, Warszawa, 2019
- [14] PN-EN 12464-1:2012: Światło i oświetlenie – Oświetlenie miejsc pracy – Część 1 Miejsca pracy w wnętrzach
- [15] PN-EN 1838:2013-11: Zastosowania oświetlenia – Oświetlenie awaryjne
- [16] PN-EN 60309-2:2002/A2:2012: Gniazda wtyczkowe i wtyczki do instalacji przemysłowych
- [17] PN-EN 60598-2-8:2013-12 E: Oprawy oświetleniowe – Część 2-8: Wymagania szczegółowe – Oprawy oświetleniowe ręczne
- [18] PN-EN 60745-1:2006: Narzędzia ręczne o napędzie elektrycznym. Bezpieczeństwo użytkowania. Część 1: Wymagania ogólne
- [19] PN-EN 61316:2003P: Przedłużacze przemysłowe zwijane
- [20] PN-EN 61558-2-23:2010: Bezpieczeństwo użytkowania transformatorów, dławików, zasilaczy i zespołów takich urządzeń – Część 2–23: Wymagania szczegółowe i badania dotyczące transformatorów i zasilaczy stosowanych na placach budów
- [21] PN-HD 60364-1:2010: Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część:1 Wymagania podstawowe, ustalanie ogólnych charakterystyk, definicje
- [22] PN-HD 60364-4-41:2009: Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym
- [23] PN-HD 60364-7-704:2018-08: Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 7-704: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Instalacje na terenie budowy i rozbiórki
- [24] PN-IEC 364-4-481:1994: Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo. Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych. Wybór środków ochrony przeciwporażeniowej w zależności od wpływów zewnętrznych
- [25] Rowiński L., Organizacja produkcji budowlanej, Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 1982
- [26] Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 06.02.2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych
- [27] Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 28 sierpnia 2019 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych
- [28] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego
- [29] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 marca 2013r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych
- [30] Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 23 kwietnia 2003 r. w sprawie zasad stwierdzania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci
- [31] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. Warunki Techniczne jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z późniejszymi zmianami
- [32] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych
- [33] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy
- [34] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997r. Prawo energetyczne
- [35] Ustawa z dnia 26 czerwca 1974r. Kodeks pracy

Serdecznie zapraszamy autorów do publikowania w „Przeglądzie Budowlanym”

Za publikację w naszym miesięczniku uzyskuje się **40** punktów