

**KOMPLEKS SPORTOWO-REKREACYJNY  
PRZY UL BIESZCZADZKIEJ W LESKU**

**PŁYWALNIA**

**WRAZ Z ZAGOSPODAROWANIEM TERENU,  
DROGI, PARKINGI, BOISKA I INFRASTRUKTURA TOWARZYSZĄCA**

**TOM I ZAGOSPODAROWANIE TERENU**

**ZESZYT V- SIECI ELEKTROENERGETYCZNE  
I OŚWIETLENIE TERENU**

<b>1. Zakres opracowania .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Bilans mocy .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Sieci elektroenergetyczne .....</b>	<b>3</b>
3.1. Zasilanie pływalni .....	3
3.2. Urządzenia elektryczne boiska wielofunkcyjnego z zapleczem .....	4
3.3. Urządzenia elektryczne pola kempingowego .....	4
<b>4. Oświetlenie zewnętrzne .....</b>	<b>5</b>
4.1. Ustalenie wymagań i parametrów oświetlenia .....	5
4.2. Rozwiązanie oświetlenia .....	5
4.3. Zasilanie i sterowanie oświetlenia .....	5
<b>5. Układanie kabli .....</b>	<b>6</b>
5.1. Wymagania ogólne .....	6
5.2. Układanie kabli w ziemi .....	6
<b>6. Ochrona od porażeń i sieć uziemiająca .....</b>	<b>7</b>

## 1. Zakres opracowania

W zeszycie V tomu I ujęto całość robót sieciowych elektroenergetycznych i oświetlenie zewnętrzne pływalni wraz z infrastrukturą towarzyszącą.

W zakresie robót sieciowych elektroenergetycznych ujęto:

1. Linie kablową nn zasilającą tablicę główną TG pływalni;
2. Urządzenia elektryczne boiska wielofunkcyjnego z oświetleniem boiska oraz instalacją elektryczną wiaty i budynku toalety ;
3. Urządzenia elektryczne pola kempingowego z punktami poboru energii elektrycznej i instalacją elektryczną wiaty do grilla;

W zakresie oświetlenia zewnętrznego ujęto oświetlenie ciągów komunikacyjnych, parkingu oraz pola kempingowego.

## 2. Bilans mocy

Lp.	Odbiór	Moc zainst. $P_i$ kW	$k_z$	Wsp. mocy $\cos \varphi$	Moce oblicz: czynna $P_o$ bierna $Q_o$ kW kvar	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Tablica główna pływalni TG</b>		<b>843,00</b>	<b>0,53</b>	<b>0,85</b>	<b>450,00</b>	<b>279,00</b>
<b>Pompownia hydrantowa</b>						
1.	Zestaw hydroforowy hydrantów zewnętrznych 3 pompy po 5,5 kW (jedna rezerwowa) + pompa pomocnicza uzupełniająca 0,55 kW	11,55	0,80	0,80	9,24	6,93
2.	Zestaw hydroforowy hydrantów wewnętrznych 3 pompy po 2,21 kW (jedna rezerwowa)	4,42	0,80	0,80	3,54	2,65
3.	Oświetlenie pomieszczenia	0,50	0,60	0,90	0,30	0,15
<b>Razem pompownia hydrantowa</b>		<b>16,47</b>			<b>13,08</b>	<b>11,26</b>
<b>Kort tenisowy/łodowisko</b>						
4.	Oświetlenie kortu (łodowiska)	6,00	0,80	0,90	4,80	2,32
5.	Wiaty socjalno-magazynowe	5,00	0,70	0,90	3,50	1,75
<b>Razem kort tenisowy/łodowisko</b>		<b>11,00</b>			<b>8,30</b>	<b>4,07</b>
<b>Boisko piłkarskie z zapleczem</b>						
6.	Oświetlenie boiska	36,00	1,00	0,90	36,00	17,42
7.	Oświetlenie terenu	2,40	1,00	0,90	2,40	1,16
8.	Budynek magazynowo-socjalny	30,00	0,70	0,80	21,00	15,75
<b>Razem boisko piłkarskie z zapleczem</b>		<b>68,40</b>			<b>59,40</b>	<b>34,33</b>
<b>Oświetlenie zewnętrzne</b>		<b>20,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,90</b>	<b>20,00</b>	<b>9,68</b>
<b>Odbiory kempingu</b>		<b>30,00</b>	<b>0,60</b>	<b>0,80</b>	<b>18,00</b>	<b>13,50</b>
<b>Łącznie obiekt</b>		<b>989,00</b>			<b>568,78</b>	<b>351,84</b>
<b>Łącznie obiekt po wsp. 0,95</b>		<b>989,00</b>	<b>0,55</b>	<b>0,85</b>	<b>540,00</b>	<b>334,00</b>

### Dane elektroenergetyczne obiektu

Moc zainstalowana

Moc obliczeniowa czynna

Współczynnik mocy naturalny

$P_i = 989 \text{ kW}$ ;

$P_o = 540 \text{ kW}$

$\cos \varphi = 0,85$

### 3. Sieci elektroenergetyczne

#### 3.1. Zasilanie pływalni

Projektowany obiekt Kompleksu Sportowo-rekreacyjnego zasilany będzie zgodnie z warunkami przyłączenia SR-7/D-P-8047/R4-108/1119/2008 wydanymi w dniu 2008-08-26 przez PGE Dystrybucja Rzeszów Sp. z o.o.

Zasilanie odbywa się z projektowanej na terenie kompleksu stacji transformatorowej 15/0,4 kV, z pomiarem rozliczeniowym pośrednim energii elektrycznej po stronie SN i z instalowanym transformatorem olejowym o mocy 630 kVA.

Budynek pływalni z mocą obliczeniową 450 kW zasilony będzie z rozdzielni transformatorowej nn linią kablową zestawioną z czterech kabli z żyłami aluminiowymi w izolacji polietylenowej typu YAKXS 4x240 mm<sup>2</sup>, doprowadzoną do tablicy głównej TG budynku pływalni.

W budynku kable będą układane w posadzce w rurach osłonowych.

Zasilanie zlokalizowanej w budynku pływalni pompowni hydrantowej utrzymującej poziom ciśnienia w hydrantach wewnętrznych i zewnętrznych przewidziano wydzielonym obwodem kablowym ze zlokalizowanej w stacji transformatorowej tablicy SZR, podłączonej do sieci oraz spalinowego zespołu prądotwórczego.

##### Sprawdzenie linii na przetężenie

Zgodnie z PN-IEC 60364-4-43 „Ochrona przed prądem przetężeniowym”, charakterystyka działania urządzenia zabezpieczającego przewody od przeciążenia powinna spełniać dwa następujące warunki:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (1)$$

$$I_2 \leq 1,45 I_Z \quad (2)$$

w których:

$I_B$  – prąd obliczeniowy

$I_Z$  – obciążalność prądowa długotrwała przewodu

$I_N$  – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego

$I_2$  – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego

##### Obwód ST-02 zasilanie tablicy TG Linia 4x(YAKXS 4x240mm<sup>2</sup>)

$$P_o=450 \text{ kW}; I_B = 764 \text{ A}; I_B / 2 = 382 \text{ A}; I_N=400 \text{ A}; I_2=1,6 \times 400=640 \text{ A}$$

$$I_Z = 4 \times 415 \times k_g = 896 \text{ A} \quad (\text{PBUE tabl. 16 i 22 } k_g = 0,54); \quad I_Z / 2 = 448 \text{ A}$$

Warunek (1)  $382 \leq 400 \leq 448$ ;

warunek (2)  $640 \leq 1,45 \times 448$ ;  $640 \leq 650$

Oba warunki są spełnione

##### Sprawdzenie linii na spadek napięcia

Na odcinku stacja transformatorowa – tablica główna TG dł. 42 m;  $P_o = 450 \text{ kW}$

$$\Delta U = 100 \times P \times l / \gamma \times S \times U^2 = 100 \times 450000 \times 42 / 34 \times 4 \times 240 \times 400^2 = 0,4\%$$

##### Sprawdzenie skuteczności ochrony od porażen

Warunek szybkiego wyłączenia ( w czasie poniżej 5s) przy zwarciu 1-fazowym w linii kablowej zasilającej:

Element obwodu Oporności jednostkowe	Oporności cząstkowe		Z mΩ	I <sub>z1</sub> = 230/Z (A)	Maks. czas wyłączenia zwarcia
	R   mΩ	X   mΩ			
Zwarcie w tablicy TG					
Transformator 630 kVA	3	15			
Linia kablowa 4×YAKXS4x 240 – 42 m R= 0,10 Ω/km   X= 0,08 Ω/km	2×3=6	2×3=6			
	8	21	23	10000	
Zabezpieczenie w stacji transformatorowej				I <sub>z1</sub> /2=5000	αG 400A   t <sub>w</sub> =0.5 s < 5 s

Ochrona w sieci zasilającej jest skuteczna.

### 3.2. Urządzenia elektryczne boiska wielofunkcyjnego z zapleczem

Parametry oświetlenia boiska wielofunkcyjnego określono na podstawie normy PN-EN 12193 „Oświetlenie stosowane w obiektach sportowych”.

Norma ta w tabeli nr 1 wprowadza trzy klasy oświetlenia:

Poziom zawodów	Klasa oświetlenia		
	I	II	III
Międzynarodowe i krajowe	+		
Regionalne	+	+	
Lokalne	+	+	+
Trening		+	+
Rekreacja (sporty szkolne, wychowanie fizyczne)			+

Dla pomieszczeń sportowych przyjmuje się III klasę oświetlenia, odpowiednią dla zajęć wychowania fizycznego, rekreacji, treningu oraz dla przeprowadzania rozgrywek lokalnych

Dla kortów tenisowych przyjmując III klasę oświetlenia; zgodnie z tabelą A16 normy PN-EN 12193 średni poziom natężenia oświetlenia wynosi nie mniej niż 200 lx; poziom ten jest również odpowiedni dla funkcji sztucznego lodowiska zgodnie z tabelą A19 normy PN-EN 12193.

Parametry oświetlenia pomieszczeń pomocniczych boiska są przyjęte na podstawie normy PN-EN 12464-1 „Technika świetlna-Oświetlenie miejsc pracy - Część 1: Miejsca pracy wewnątrz pomieszczeń” z listopada 2003 w wysokości nie mniejszej niż 200 luksów (pomieszczenia sanitarne, toalety, przebieralnie, pomieszczenia techniczne).

Oświetlenie boiska rozwiązano za pomocą dwunastu projektorów z lampami metalohalogenkowymi 400W z rozsyłem asymetrycznym. Wyliczona rotacja 90 (pochylenie strumienia świetlnego w stosunku do pionu) wynosi 47,5°; uwzględniając asymetrię oprawy 52,5°, oprawy należy ustawić pod kątem 5° (płaszczyzna szyby w stosunku do poziomu terenu) z nachyleniem w kierunku słupów.

Ze względu na utrudniony ruch pojazdów przyjęto słupy przegubowe, umożliwiające konserwację bez użycia ciężkiego sprzętu.

Wszystkie odbiory boiska wielofunkcyjnego zasilono oddzielnym obwodem ze stacji transformatorowej, doprowadzonym do tablicy Tb boiska wbudowanej w ściankę wiaty z dostępem od zewnątrz. Z tablicy tej zasilono obwody oświetlenia boiska oraz instalację wiaty i budynku sanitarnego a także łączniki sterowania oświetlenia boiska i wiaty.

Oświetlenie pomieszczeń sanitarnych sterowane będzie lokalnie łącznikami instalacyjnymi.

### 3.3. Urządzenia elektryczne pola kempingowego

Na polu kempingowym przewidziano 15 punktów poboru energii z gniazdem wtyczkowym 3-fazowym 16A i trzema gniazdami wtyczkowymi 230V; umieszczonymi w tablicy wbudowanej w ściankę betonową. Przewidziano też podświetlenie każdego punktu oprawą oświetleniową ze źródłami LED, umieszczoną we wnęce w okienku ścianki.

Urządzenia elektryczne punktu poboru energii przedstawiono na rysunku E-03.

Na rysunku E-04 przedstawiono instalacje elektryczne wiaty do grilla. Zasilanie tej instalacji odbywa się z wbudowanej w ściankę wiaty tablicy Tgr, gdzie zlokalizowano gniazdo wtyczkowe 3-fazowe 16A i gniazdo wtyczkowe 230V a także łącznik krzywkowy sterowania oświetlenia wiaty.

Zasilanie instalacji wiaty i punktów poboru odbywa się linią kablową nn ze stacji transformatorowej (obw. ST-04); rozgałęzienie kabla za pomocą muf rozgałęźnych.

Zasilanie opraw oświetleniowych podświetlenia punktów poboru energii elektrycznej przewidziano ze słupów sieci oświetlenia zewnętrznego z dodatkowych zabezpieczeń obwodów instalowanych we wnękach słupów; każda oprawa jest także zabezpieczona w tablicy punktu poboru.

Rozgałęzienie kabla zasilania opraw przewidziano za pomocą muf rozgałęźnych.

Sposób zasilania odbiorów wiaty do grilla, punktów poboru energii, oraz opraw oświetleniowych tych punktów przedstawiono na rysunku E-02.

## 4. Oświetlenie zewnętrzne

### 4.1. Ustalenie wymagań i parametrów oświetlenia

Dla parkingu i głównych ciągów komunikacyjnych średni poziom natężenia oświetlenia przyjęto zgodnie z PN-EN 13201 „Oświetlenie dróg”. Przyjęto sytuację oświetleniową D1, klasę oświetlenia CE2 dla których wymagany jest poziom średniego natężenia oświetlenia nie mniejszy niż 20 lx, przy równomierności nie mniejszej niż 0,4.

Ten sam poziom natężenia oświetlenia przyjęto dla oświetlenia pola kempingowego.

Dla ciągów spacerowych po obrzeżach terenu przyjęto natężenie oświetlenia ~10 lx.

Urządzenia oświetleniowe dobrano dla tych wymagań.

W oświetleniu otoczenia pływalni (parking, ciąg komunikacyjny od wejścia na teren, ciągi komunikacyjne wzdłuż ścian pływalni) przewidziano oprawy oświetleniowe z diodowymi źródłami światła, z chłodnym białym światłem o temperaturze barwowej 6000 °K.

Na terenie pozostałym (pole kempingowe, ciągi spacerowe na obrzeżach terenu) przewiduje się stosowanie lamp metalohalogenkowych o cieplejszej barwie światła, o temperaturze barwowej 4000°K oraz 4200 °K. Zarówno lampy diodowe jak i metalohalogenkowe charakteryzują się dobrym oddawaniem barw (wskaźnik oddawania barw  $R_a = 75$ ).

### 4.2. Rozwiązanie oświetlenia

Oświetlenie przewidziano za pomocą opraw oświetleniowych o kształcie prostokąta z lampami metalohalogenkowymi o mocy 100W dla ciągów pieszych, oraz 400W pola kempingowego, oraz lampami prostokątnymi diodowymi o mocach podanych w zestawieniu materiałowym dla przedpola pływalni.

Symbole stosowanych opraw podano na planie sieci.

Oprawy są montowane na słupach aluminiowych anodowanych w kolorze grafitowym, o wysokościach 5,0 m w ciągach pieszych (jednostronnie i dwustronnie); na słupach wysokości 9 m przy oświetleniu parkingu oraz na masztach aluminiowych 12,5 m oświetlenia pola kempingowego.

Typy opraw dobrano do bezpośredniego mocowania do bocznej powierzchni słupa; jedynie duże oprawy 400W oświetlenia pola kempingowego są przewidziane do montażu na wysięgnikach 4-ramiennych PT14, mocowanych na wierzchołku masztu (na wysięgnikach są też montowane projektory boiska wielofunkcyjnego).

### 4.3. Zasilanie i sterowanie oświetlenia

Obwody oświetlenia terenu wyprowadzone są z tablicy oświetleniowej z tworzywa z fundamentem, ustawionej przy ścianie stacji transformatorowej i zasilonej oddzielnym obwodem z rozdzielnicą transformatorowej.

Zasadniczo przewiduje się załączanie całości oświetlenia jako oświetlenia całonocnego z wykorzystaniem wszystkich trzech faz danego obwodu; instalowanie w tablicy oświetleniowej 1-fazowych rozłączników bezpiecznikowych pozwala na wyłączanie poszczególnych faz. Dla zapewnienia realizacji takiego sterowania w obwodzie TO-01 oświetlenia pola kempingowego oprawy środkowego ciągu pieszego należy zasilic z jednej fazy, a oprawy oświetlenia terenu na masztach zasilic z dwóch pozostałych faz. Podobnie w obwodzie oświetlenia parkingu oprawy na słupach wewnętrznych (wysokich) zasilic z jednej fazy, a ciąg piesz od wejścia z dwóch pozostałych faz.

Szafka oświetleniowa jest wyposażona w zegar astronomiczny; istnieje więc możliwość sterowania obwodów zegarem lub załączenie ręczne.

W szafkach zainstalowany jest przełącznik krzywkowy sterowniczy posiadający pozycje:

„0” oświetlenie wyłączone;

„1” Sterowanie zegarem;

„2” Sterowanie kaskadowe;

„3” Sterowanie ręczne;

Wszystkie obwody oświetleniowe w ciągach głównych przewidziano kablem YKYżo 5×16 mm<sup>2</sup>, a na odgałęzieniach YKYżo 4×10 mm<sup>2</sup>; obwody do opraw w punktach poboru na polu kempingowym przewidziano kablem YKYżo 3×4 mm<sup>2</sup>, wyprowadzonym z tabliczek najbliższych słupów i tam zabezpieczonym.

## 5. Układanie kabli

### 5.1. Wymagania ogólne

#### Temperatura otoczenia.

Zaleca się tak zaplanować układanie kabli, aby temperatura otoczenia, rozumiana jako temperatura powietrza przy powierzchni gruntu, była dodatnia. Dopuszcza się układanie kabli w izolacji polwinitowej przy temperaturze otoczenia nie niższej niż  $-5^{\circ}\text{C}$ .

#### Zginanie kabli

Zginanie układanych kabli wykonywać tylko w przypadkach koniecznych, przy czym promień zginania powinien być możliwie duży, nie mniejszy niż  $15 \times D$ , gdzie  $D$  - zewnętrzna średnica kabla ( dla kabla oświetleniowego YKY  $5 \times 16 \text{ mm}^2$  o nominalnej średnicy zewnętrznej 23,4 mm minimalny promień zginania wynosi 35 cm; dla kabla oświetleniowego YKY  $3 \times 4 \text{ mm}^2$  o nominalnej średnicy zewnętrznej 13,2 mm średnica ta wynosi 15 cm).

#### Dostarczanie kabli na budowę

Przewiduje się dostarczanie odcinka kabla zwiniętego w kręgu ułożonego w skrzyni samochodu na płask i w tym położeniu ręcznie zdejmowanych i układanych na powierzchni ziemi . Wewnętrzna średnica kręgu powinna być równa co najmniej 30-krotnej średnicy zewnętrznej kabla (dla kabla YKY  $5 \times 16 \text{ mm}^2$  o nominalnej średnicy zewnętrznej 23,4 mm minimalna średnica kręgu wynosi 70 cm) . Ciężar kabla przypadający na jednego pracownika nie może przekraczać 25 kg przy pracy stałej lub 42 kG przy pracy dorywczej.

#### Zabezpieczenie końców kabla przed zawilgoceniem

Podczas przechowywania, transportu i układania oba końce każdego odcinka kabla powinny być zabezpieczone przed zawilgoceniem za pomocą termokurczliwego lub elastycznego kapturka z tworzywa sztucznego, przylegającego ściśle do powłoki na długości co najmniej 50 mm.

Na czas nie przekraczający jednego dnia roboczego dopuszcza się zabezpieczenie przed zawilgoceniem końców kabli za pomocą co najmniej 3-warstwowych obwojów z izolacyjnej taśmy samospajalnej, osłaniających ściśle całą powierzchnię końca kabla na długości co najmniej 80 mm.

#### Uszczelnianie połączeń

Jako materiały do uszczelniania kabli w otworach rur należy stosować materiały odporne na działanie wilgoci oraz nie oddziałujące szkodliwie na uszczelniane elementy.

Zaleca się stosowanie rur lub taśm termokurczliwych.

### 5.2. Układanie kabli w ziemi

W wykopach wykonywanych w gruntach mineralnych, drobnoziarnistych, niespoistych (sypkich) i mało spoistych (tj. w piaskach, piaskach gliniastych, pyłach piaszczystych i pyłach, wg PN-86/B-02480) kable należy układać bezpośrednio na dnie wykopu i zasypać gruntem miejscowym.

W wykopach wykonywanych w gruncie innym niż wymienione wyżej kable należy układać na umieszczonej na dnie wykopu dodatkowej warstwie piasku o grubości co najmniej 10 cm oraz zasypać najpierw warstwą piasku o grubości co najmniej 10 cm, liczonej od górnej powierzchni kabla, a następnie-gruntem miejscowym.

Warstwę piasku pod i nad kablem można wykonać z piasku budowlanego, pylastego lub gliniastego, przy czym zaleca się stosowanie piasku gliniastego.

Kable oświetlenia ulicznego układać na głębokości 50 cm., przy założonym rowie kablowym szerokości 50 cm i głębokości 60 cm; kable elektroenergetyczne układać na głębokości 70 cm.; kable zasilania punktów poboru na polu kempingowym układać na głębokości 50 cm razem z kablami oświetleniowymi.

Trasa linii kablowych ułożonych w ziemi powinna być na całej długości i szerokości oznaczona siatką, folią lub folią perforowaną koloru niebieskiego. Parametry folii lub siatki powinny odpowiadać warunkom podanym w normie N SEP-E-004 p. 2.7.2. Krawędzie folii lub siatki powinny wystawać co najmniej 50mm poza zewnętrzną krawędź ułożonych kabli.

Folia lub siatka powinna znajdować się nad ułożonym kablem na wysokości nie mniejszej niż 25 cm i nie większej niż 35 cm. i umieszczona na powierzchni pierwszej, zagęszczonej warstwy gruntu.

Przy układaniu kabli stosować postanowienia normy N SEP-E-004.

## 6. Ochrona od porażen i sieć uziemiająca

W stacji transformatorowej przewidziano układ sieciowy TN. W sieci kablowej oświetleniowej stosowane są kable 5-żyłowe. Rozdzielenie funkcji przewodu ochronno-neutralnego PEN na oddzielny przewód ochronny PE oraz neutralny N dla obwodów ST-04 do ST-09 następuje w rozdzielnicy transformatorowej, natomiast dla obwodów ST-02 i ST-03 w tablicach głównych tych obiektów.

Uziemienie słupów oświetleniowych wykonać przez ułożenie w wykopie linii kablowej oświetlenia płaskownika stalowego ocynkowanego ZnFe 30×4 mm. (10 cm poniżej kabla). Połączenie zacisku ochronnego PE we wnęce słupowej z płaskownikiem uziemiającym wykonać przewodem w izolacji zielono-żółtej typu Lyżo 6 mm<sup>2</sup>.

Sieć uziemiającą oświetlenia terenu połączyć z uziomem stacji transformatorowej oraz z szynami PE tablicy głównej TG pływalni, tablicy oświetlenia terenu TO oraz tablicy Tb boiska wielofunkcyjnego.

Oporność wspólnego uziemienia nie powinna przekraczać wartości 1,38 Ω (20% wartości całkowitego pojemnościowego prądu zwarcia doziemnego po stronie 15 kV przyjęto w wysokości 36A zgodnie z informacją podaną w warunkach przyłączenia  $R_z = 50/36 = 1,38 \Omega$ ).

Ochronę dodatkową przewidziano zgodnie z PN-IEC 60364-4-41 poprzez szybkie wyłączenie zasilania.

W układzie zasilającym wyłączenie w czasie poniżej 5 s jest zapewnione przez bezpieczniki.

W instalacji odbiorczej szybkie wyłączenie w czasie nie przekraczającym 0,4 sekundy jest realizowane przez wyłączniki różnicowo-prądowe o czułości 30 mA i o działaniu bezpośrednim, a także przez wyłączniki instalacyjne nadprądowe.