

## Spis treści

1 Wstęp.....	2
2 Podstawa opracowania.....	2
3 Zasilanie.....	2
4 Wyłącznik główny przeciwpożarowy prądu.....	3
5 Tablice bezpiecznikowe, złącza kablowe.....	3
6 Instalacja oświetlenia.....	4
7 Instalacja gniazd 230V.....	5
8 Zasilanie urządzeń branżowych.....	6
9 Przejścia instalacyjne.....	6
10 Ochrona przed porażeniem prądem.....	6
11 Dobór kabli i przewodów ze względu na ich reakcję na ogień.....	7
12 Instalacja połączeń wyrównawczych.....	7
13 Ochrona przeciwprzepięciowa.....	7
14 Instalacja odgromowa.....	8
15 Instalacja CCTV, LAN.....	9
16 Instalacja dzwonekowa.....	13
17 Żaluzje fasadowe.....	14
18 Instalacja oddymiania.....	14
19 Instalacja elektryczna i niskoprądowa – budynek szkoły.....	15
20 Układanie kabli i przewodów.....	16
21 Instalacja fotowoltaiczna.....	21
21.1. Część opisowa.....	21
21.2. Bezpieczeństwo pożarowe.....	26
21.3. Obliczenia techniczne.....	33
22 Informacje dot. ochrony przeciwpożarowej budynku.....	37
23 Uwagi końcowe.....	40
24 Obliczenia.....	41
25 Spis rysunków.....	42
26 Spis załączników.....	42
27 Zestawienie podstawowych materiałów.....	43

## **1 Wstęp**

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt techniczny budowy sali gimnastycznej wraz z przebudową części obiektu w zakresie instalacji elektrycznych oraz niskoprądowych. Inwestycja będzie realizowana w Chełmie Śląskim przy ul. Karłowicza 21, działka nr 182/2.

## **2 Podstawa opracowania**

- Zlecenie Inwestora i wytyczne Inwestora,
- prawo budowlane i przepisy wykonawcze wydane na jego podstawie,
- polskie normy,
- projekt architektoniczno-budowlany,
- warunki ochrony przeciwpożarowej,
- warunki przyłączenia do sieci nr WP/012911/2022/O0R05,
- wizja lokalna na budynku szkoły.

## **3 Zasilanie**

W celu zasilania budynku sali gimnastycznej (zgodnie z warunkami przyłączenia do sieci nr WP/012911/2022/O0R05) należy:

- na elewacji budynku szkoły zabudować szafkę pomiarową zgodną z aktualnym standardem TAURON Dystrybucja S.A. Szafkę należy kompletnie wyposażać za wyjątkiem układu pomiarowego który dostarczy i zabuduje zakład energetyczny,
- od konstrukcji wsporczej na ścianie budynku szkoły ułożyć kabel zasilający YAKXS 4x35mm<sup>2</sup> do szafki pomiarowej. Kable układane po elewacji zabezpieczyć rurą osłonową Ø50 odporną na promieniowanie UV,
- ułożyć w terenie wewnętrzną linię zasilającą YAKXS 4x35mm<sup>2</sup> od szafki pomiarowej do tablicy bezpiecznikowej T1 poprzez złącza ZKT1, ZKWG. Linie kablową w terenie prowadzić trasą zgodną z rysunkiem zagospodarowania terenu. Razem z kablem w jednym wykopie układać taśmę stalową ocynkowaną 25x4mm w warstwie gruntu rodzimego. Kabel zasilający na skrzyżowaniu z instalacjami obcymi oraz pod utwardzeniami w terenie zabezpieczyć rurą ochronną. Pomiędzy złączem ZKWG a pomieszczeniem przyłącza energetycznego przygotować przepust kablowy Ø 110 na etapie prac fundamentowych.

Wszystkie przepusty kablowe poniżej poziomu terenu „wchodzące” do budynku należy wykonać wodo i gazoszczelne.

#### **4 Wyłącznik główny przeciwpożarowy prądu**

W złączu ZKWG (posadowionym w terenie poza strefą pożarową) należy zabudować wyłącznik główny pełniący jednocześnie funkcję przeciwpożarowego wyłącznika prądu. Jako wyłącznik główny budynku projektuje się rozłącznik mocy (urządzenie wykonawcze UW PWP) o prądzie znamionowym 160A. Rozłącznik wyposażony zostanie w cewkę wybijakową wzrostową 230V – dzięki czemu będzie pełnił funkcję przeciwpożarowego wyłącznika prądu. Rozłącznik po otrzymaniu sygnału z urządzenia uruchamiającego UU PWP zlokalizowanego przy wejściu głównym do budynku, spowoduje wyłączenie zasilania całego projektowanego budynku. Wyłączenie zasilania nastąpi również z źródeł:

- instalacji fotowoltaicznej dzięki zabudowaniu przeciwpożarowych rozłączników prądu stałego na dachu budynku (szczegóły rozwiązania zgodnie z pkt. 21 niniejszego opisu),
- UPS w punkcie dystrybucyjnym LPD3 (projekt nie przewiduje UPS jednak instalacja będzie dostosowana w przypadku przyszłościowej instalacji UPS przez Inwestora).

Cewkę wyzwalacza rozłącznika należy zasilić poprzez układ przełącznika faz, który w przypadku zaniku napięcia w jednej lub w dwóch dowolnych faz automatycznie przełączy zasilanie na fazę aktywną. Przy przycisku należy umieścić tabliczkę informacyjną z napisem „Przeciwpożarowy wyłącznik prądu” zgodnie z normą PN-N-01256-4 Znaki bezpieczeństwa. Techniczne środki przeciwpożarowe. Obok przycisku należy zabudować urządzenie sygnalizujące US PWP potwierdzające wyłączenie prądu. Dla wszystkich składowych komponentów PWP (urządzenie sygnalizujące, uruchamiające, wykonawcze) wymagane są certyfikaty wydane przez CNBOP: krajową ocenę techniczną oraz krajowy certyfikat stałości właściwości użytkowych.

#### **5 Tablice bezpiecznikowe, złącza kablowe**

Zaprojektowano następujące tablice bezpiecznikowe wewnątrz obiektu:

- T1 - dedykowana dla odbiorów parteru proj. budynku,
- T2 - dedykowana dla odbiorów piętra proj. budynku,
- TB3 - dedykowane dla odbiorów pomieszczeń remontowanych w ist. Budynku szkoły.

W terenie zewnętrznym zaprojektowane zostały złącza:

- ZKWG - dedykowane dla przeciwpożarowego wyłącznika prądu,
- ZKT1 - dedykowane dla rozdziału mocy,
- ZKT2 - dedykowane dla odbiorów w terenie w rejonie placu manewrowego.

Tablice bezpiecznikowe należy instalować na wysokości 1,9m od podłogi (wysokość zawieszania górnej krawędzi tablicy). Złącza należy posadowić na fundamencie. Obudowa złącza w wykonaniu termoutwardzalnym. Montowane aparaty i urządzenia w tablicach, złączach należy oznaczyć napisami: wewnątrz na aparatach i urządzeniach i na zewnątrz na osłonach. Oznaczenia wewnętrzne muszą się zgadzać z planami i schematami instalacji. Przy oznaczeniach zewnętrznych należy podać nazwę urządzenia odbiorczego oraz nazwę odbiorcy lub pomieszczenia. Przewody i kable należy oznaczać na obydwu końcach.

## 6 Instalacja oświetlenia

Moce oraz typy opraw wyspecyfikowano na rzutach z oświetleniem. Wszystkie oprawy zaprojektowano w technologii LED. Natężenie przyjmowane dla poszczególnych pomieszczeń dobierano na podstawie polskiej normy PN-EN 12464-1. Dla wszystkich opraw w sali gimnastycznej zastosować siatki ochronne zabezpieczające przed uderzeniem piłką. Sterowanie pracą obwodów oświetlenia wnętrznego w pomieszczeniach będzie odbywać się przy zastosowaniu:

- lokalnych wyłączników pojedynczych, a także czujek ruchu/obecności w pomieszczeniach komunikacyjnych, sanitariatach,
- przycisków modułowych współpracujących z przekaźnikami bistabilnymi w przypadku sali gimnastycznej.

W budynku zastosowano także oprawy oświetlenia awaryjnego-ewakuacyjnego ze źródłem światła LED. Do pokazania kierunków ewakuacji i wyjść ewakuacyjnych należy zastosować ewakuacyjne znaki podświetlane pokazujące kierunki ewakuacji. Do awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego zastosowane zostaną indywidualne oprawy awaryjne. Ponadto oprawy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego będą także zabudowane na zewnątrz obiektu nad wyjściami ewakuacyjnymi. Oprawy te przystosowane są do pracy w niskich temperaturach o stopniu ochrony IP 65. Oprawy oświetlenia awaryjnego i ewakuacyjnego zastosowano z funkcją auto-testu.

Natężenie oświetlenia awaryjnego musi wynosić co najmniej:

- 0,5 lx na sali gimnastycznej (oświetlenie strefy otwartej),

- 1 lx na wszystkich poziomych i pionowych drogach ewakuacyjnych,
- 5 lx w miejscu usytuowania gaśnic, hydrantów wewnętrznych, WC dla NP, po zewnętrznej stronie wyjść ewakuacyjnych, przycisków RPO a także przeciwpożarowego wyłącznika prądu.

Instalacja awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego, będzie spełniać wymagania PN-EN 1838, PN-EN 50172. Wszystkie oprawy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego:

- posiadają świadectwo dopuszczenia do stosowania w ochronie przeciwpożarowej wydane przez CNBOP w Józefowie,
- świecą co najmniej 60 minut od zaniku napięcia w sieci oświetlenia podstawowego,
- podczas zaniku napięcia podstawowego załączają się w czasie nieprzekraczającym 2s,
- posiadają własne źródło zasilania zabudowane w oprawach.

Oprawy awaryjne ewakuacyjne w poszczególnych pomieszczeniach zasilić z obwodów oświetlenia tychże pomieszczeń - w przypadku zadziałania zabezpieczenia załączy się oświetlenie awaryjne. Okablowanie oraz wartości zabezpieczeń zgodnie z schematami. Wyłączniki instalacji oświetlenia mocować na wysokości 1,2 – 1,4m od poziomu podłogi. Wszystkie wyłączniki stosować z podświetleniem.

## 7 Instalacja gniazd 230V

Projektuje się gniazda wtyczkowe ogólne pojedyncze typu 16A+N+PE/230V IP44 oraz IP20. Wysokość montażu gniazd:

- h=0,3m – biura, korytarze, biblioteka, szatnie, świetlica
- h= 1,2 - 1,4m – magazyny, kotłownia, sala gimnastyczna, nad blatami kuchennymi
- h=1,4m – sanitariaty.

Dla urządzeń technologicznych

W pomieszczeniach sanitarnych, kotłowni, stosować osprzęt min. bryzgoszczelny IP 44, w pozostałych pomieszczeniach można stosować osprzęt IP20. Obwody gniazd należy zabezpieczyć od zwarć i przeciążeń. Wszystkie obwody gniazd wtyczkowych należy dodatkowo zabezpieczyć wyłącznikami różnicowoprądowymi. Okablowanie oraz wartości zabezpieczeń zgodnie z schematami. Na sali gimnastycznej stosować gniazda zabudować w obudowie metalowej o

odporności mechanicznej IK10 lub stosować gniazda o odporności IK10.

## 8 Zasilanie urządzeń branżowych

Z zakresu zasilania urządzeń branżowych branża elektryczna doprowadza zasilanie dla:

- rozdzielni zasilająco-sterującej pracą central wentylacyjnych oraz urządzeń typu rooftop. Automatyka, okablowanie i sterowanie centralami w zakresie dostawcy urządzeń,
- szafy sterowniczej pompowni wody deszczowej w terenie. Automatyka, okablowanie i sterowanie pompownią w zakresie dostawcy urządzeń.

## 9 Przejścia instalacyjne

Wszelkie przejścia instalacyjne w ścianach i stropach oddzielenia przeciwpożarowego zabezpieczone będą do klasy równej odporności ogniowej przegrody, przez którą przechodzą. Zabezpieczone przejścia należy oznakować poprzez zastosowanie trwałych i nieścieralnych etykiet zawierających następujące dane:

- Nazwę uszczelnienia,
- klasę uszczelnienia,
- Datę wykonania uszczelnienia,
- Nazwę firmy wykonującej uszczelnienie.

Przepusty instalacyjne o średnicy powyżej 4 cm w ścianach i stropach pomieszczenia zamkniętego, nie będących oddzieleniami przeciwpożarowymi, a posiadających klasę odporności ogniowej co najmniej REI 60 lub EI 60 powinny mieć klasę odporności ogniowej EI tych elementów.

## 10 Ochrona przed porażeniem prądem

Jako system ochrony przeciwporażeniowej podstawowej w tablicy bezpiecznikowej stanowi obudowa, natomiast dla instalacji elektrycznej izolacja robocza. Jako system ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej przed porażeniem prądem elektrycznym należy:

- w sieci rozdzielczej n.n. stosować szybkie wyłączniki,
- w instalacji odbiorczej stosować wyłączniki ochronne przeciwporażeniowe bezzwłoczne o prądzie różnicowym nominalnym wyłączenia  $I_{\text{wyt}} = 30\text{mA}$ . W projektowanej instalacji

odbiorczej stosować przewód ochronny PE, który winien być zestawem barw na przemian zielono-żółtym i różnić się od pozostałych przewodów fazowych i neutralnego N. Jako przewód ochronny PE należy wykorzystać trzecią żyłę przewodu roboczego w odbiornikach 1-fazowych oraz 5-tą żyłę w odbiornikach 3-fazowych. Instalację przeciwporażeniową wykonać zgodnie z normą PN-IEC60364. Całość wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zaleceniem producenta. Inwestorowi przekazać protokół z pomiarów ochronnych i stanu izolacji wykonany przez osobę uprawnioną do wykonania takich pomiarów.

## **11 Dobór kabli i przewodów ze względu na ich reakcję na ogień**

Do okablowania obwodów należy stosować przewody i kable które spełniają wymagania określone w normie N SEP-E-007:2017-09. Zgodnie z warunkami ochrony ppoż. budynek został zakwalifikowany do kategorii zagrożenia ludzi ZL I co narzuca wymóg stosowania okablowania:

- spełniającego wymóg klasy reakcji na ogień Dca-s2, d1, a2 poza obrębem dróg ewakuacyjnych,
- spełniającego wymóg klasy reakcji na ogień B2ca-s1b, d1, a1 w obrębie dróg ewakuacyjnych.

## **12 Instalacja połączeń wyrównawczych**

W budynku zastosować system połączeń wyrównawczych przy zastosowaniu miejscowych szyn wyrównawczych (MSW) stanowiących środki ochrony uzupełniającej przed dotykiem pośrednim oraz głównej szyny wyrównawczej (GSW). Do instalacji MSW lub GSW należy przyłączyć:

- metalowe elementy instalacji rurowej wody zimnej i ciepłej,
- metalowe elementy instalacji ogrzewania,
- metalowe kanały wentylacji mechanicznej,
- metalowe koryta kablowe.

Połączenie wyrównawcze główne należy wykonać w pomieszczeniu przyłącza energetycznego jako główna szyna wyrównawcza (GSW). Połączenie wyrównawcze lokalne należy wykonać w kotłowni oraz na dachu (na potrzeby instalacji fotowoltaicznej).

### 13 Ochrona przeciwprzepięciowa

W obiekcie projektowany jest system ochrony przeciwprzepięciowej w celu uniknięcia niebezpiecznych przepięć w instalacji elektroenergetycznej wywołanych wyładowaniami atmosferycznymi lub czynnościami łączeniowymi, które mogą uszkodzić lub zakłócić prawidłową pracę urządzeń elektrycznych.

Ograniczniki klasy T1 są przeznaczone do stosowania jako pierwszy stopień ochrony i wyrównania potencjałów w obiekcie przed skutkami bezpośredniego uderzenia pioruna (redukcja przepięć do poziomu  $< 4\text{kV}$ ). Aparaty tego typu należy montować w miejscu wprowadzenia instalacji elektrycznej do budynku (złącza kablowe, rozdzielnie główne budynków).

Ograniczniki klasy T2 stosowane są jako drugi stopień ochrony w obiekcie chronionym, w celu ograniczenia przepięć do wartości wytrzymywanych przez większość urządzeń elektrycznych (redukcja przepięć do poziomu  $< 1,5\text{kV}$ ). Prawidłowe miejsce zainstalowania tych aparatów to rozdzielnice piętrowe lub oddziałowe.

Przewidziano zastosowanie ochronników:

- warystorowych typu T1+T2 zainstalowanych w złączu ZKT1,
- warystorowych typu T2 zainstalowanych w tablicach T1,T2.

### 14 Instalacja odgromowa

Instalacje odgromową należy wykonać zgodnie z poniższymi wytycznymi (przyjęto poziom ochrony odgromowej - III klasa LPS):

a) instalacje na dachu – zwody poziome

Zwody poziome na dachu wykonać drutem stalowym ocynkowanym FeZn  $\varnothing 8$  mm które należy montować na uchwytych z obciążeniem. Uchwyt ten należy zamocować do podstawy przyklejonej paskiem z materiału z którego jest wykonane pokrycie dachu lub montować na uchwytych na blachę. Połączenia zwodów poziomych krzyżujących się wykonać za pomocą złącz uniwersalnych odgałęźnych. Wszystkie metalowe elementy wystające ponad pokrycie dachowe należy przyłączyć do najbliższego zwodu poziomego za wyjątkiem urządzeń elektrycznych oraz elementów stalowych wprowadzonych do wnętrza budynku. Wszystkie elementy wentylacji na dachu należy uzupełnić o iglice/maszty odgromowe. Ponadto zwody poziome oraz maszty odgromowe są skoordynowane z rozmieszczeniem paneli fotowoltaicznych zapewniając im ochronę.



b) przewody odprowadzające

Instalację przewodów odprowadzających na odcinku dach – złącze kontrolne należy wykonać drutem stalowym ocynkowanym FeZn Ø8 mm. Zwody pionowe układać w rurkach ochronnych typu GROM pod warstwą ocieplenia. Alternatywnie można zastosować drut AlMgSi Ø8mm w izolacji poliwinitowej (bez rury ochronnej).

c) złącza kontrolne

Do pomiaru rezystancji uziemienia przewiduje się zainstalowanie złącz kontrolnych montowanych 1m nad poziom gruntu.

d) uziemienie

Uziemienie wykonać w postaci otoku z taśmy stalowej ocynkowanej - FeZn 30x4mm układanego na głębokości nie mniejszej niż 0,6 m, w odległości minimum 1m od budynku w warstwie gruntu rodzimego. Wszystkie połączenia taśm wykonać jako spawane które należy zabezpieczyć antykorozyjnie lakierem asfaltowym. Wartość rezystancji pojedynczego uziomu nie może przekroczyć 10Ω.

## **15 Instalacja CCTV, LAN**

### **15.1 Punkt dystrybucyjny „LPD3”**

Projektuje się szafę wiszącą 19" o wysokości 22U i głębokości 600mm, przeznaczoną do montażu osprzętu pasywnego jak i aktywnego. Szafę należy zabudować w pomieszczeniu przyłącza energetycznego. Dobór urządzeń aktywnych poza zakresem opracowania. Do szafy doprowadzić światłowód SM 9/125 6J od punktu LPD1 w istniejącej części szkoły. Punkt LPD3 jest dedykowany dla budynku sali gimnastycznej.

### **15.2 Punkt dystrybucyjny „LPD2”**

W pomieszczeniu sali lekcyjnej istniejący punkt dystrybucyjny należy wymienić na szafę wiszącą 19" o wysokości 12U i głębokości 600mm, przeznaczoną do montażu osprzętu pasywnego jak i aktywnego. Dobór urządzeń aktywnych poza zakresem opracowania.

### **15.3 Instalacja CCTV**

Dla budynku projektuje się system telewizji dozorowej CCTV. Instalacja obejmuje swoim zakresem: wejście do budynku, plac manewrowy, salę gimnastyczną oraz ciągi komunikacji. System będzie składał się z:

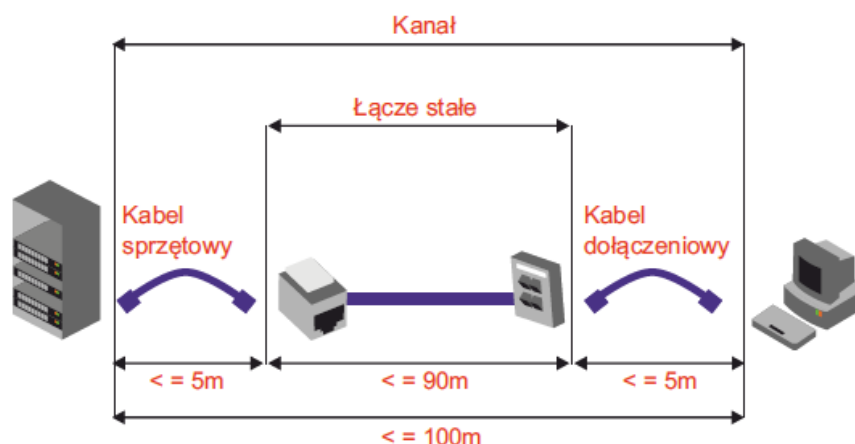
- kamer IP 2MPX (tubowe oraz kopułkowe),
- rejestratora cyfrowego IP 16-kanałowego,
- okablowania.

Obiektywy kamer skierować w taki sposób aby zapewnić dozоровanie wymaganych obszarów. Do kamer należy doprowadzić przewody F/UTP cat. 6 LSOH z punktu dystrybucyjnego PD3 zlokalizowanego w pomieszczeniu przyłącza energetycznego. Kamery będą zasilane w systemie PoE z rejestratora. Wszystkie elementy instalacji powinny być oznaczone numerycznie w sposób trwały.

Obraz z kamer będzie przekazywany do rejestratora cyfrowego umieszczonego w punkcie dystrybucyjnym LPD3, gdzie będzie konwertowany, zapisywany na dysku twardym o pojemności 8TB w rozdzielczości Full HD, a następnie przechowywany przez okres min. 14dni. Rejestrator będzie miał możliwość transmisji obrazu poprzez sieć wykorzystując protokół TCP/IP, co pozwoli na podgląd zapisu rejestratora oraz obrazu z kamer w dowolnym komputerze posiadającym dostęp do Internetu. Podgląd będzie możliwy poprzez zalogowanie się na urządzeniu (poprzez przeglądarkę np. Internet Explorer).

#### **15.4 Instalacja LAN**

W zakresie projektu instalacji LAN przewidziane są wypusty kat. 6 zakończone modułami Keystone UTP RJ 45. Okablowanie będzie wykorzystane do sieci komputerowej LAN opierając się na strukturze gwiazdy hierarchicznej. W celu łatwego zarządzania okablowaniem strukturalnym każdy moduł RJ45 w punkcie logicznym musi posiadać oznaczenie jednoznacznie je identyfikujące. Długość łącza stałego (permanent link) okablowania strukturalnego, tj. odległość pomiędzy złączem RJ45 w punkcie logicznym (PL) a złączem RJ45 w patchpanelu po stronie punktu dystrybucyjnego, nie może przekroczyć 90 metrów. Kabel przyłączeniowy od PL do urządzenia końcowego, nie może przekroczyć długości 5 metrów. Podobnie kabel krosowy w punkcie dystrybucyjnym, pomiędzy patchpanelem a urządzeniem aktywnym, nie może przekroczyć długości 5 metrów. Całość łącza z okablowaniem szafowym oraz okablowaniem obszaru roboczego, czyli kanał (channel), nie może w sumie przekroczyć 100 metrów.



Projektuje się kabel kat. 6 o konstrukcji F/UTP LSOH B2ca. Minimalne wymagania elementów okablowania strukturalnego to kategoria 6 (komponenty) /Klasa E (wydajność całego systemu). Do każdego portu RJ45 punktu logicznego należy doprowadzić kabel skrętkowy 4-parowy który należy zakończyć na pojedynczym module RJ45 (gnieździe RJ45). Nie dopuszcza się rozdziału jednego kabla 4-parowego na większą ilość portów (nie dopuszcza się wkładek i przejściówek rozdzielających). Po zakończeniu prac instalację należy poddać pomiarom i badaniom sprawdzającym. Wykonawstwo pomiarów powinno być zgodne z normą PN-EN 50346:2004/A1+A2:2009. Pomiary sieci światłowodowej powinny być wykonane zgodnie z normą PN-EN 14763-3:2009/A1:2010. Pomiary należy wykonać dla wszystkich interfejsów okablowania poziomego oraz szkieletowego. Należy użyć miernika dynamicznego (analizatora), który posiada wgrane oprogramowanie umożliwiające pomiar parametrów według aktualnie obowiązujących norm. Sprzęt pomiarowy musi posiadać aktualny certyfikat potwierdzający dokładność jego wskazań. Analizator okablowania wykorzystany do pomiarów musi charakteryzować się przynajmniej IV klasą dokładności wg IEC 61935-1/Ed. 3. W przypadku sieci miedzianej pomiary należy wykonać w konfiguracji pomiarowej łącza stałego (ang. „Permanent Link”) – przy wykorzystaniu odpowiednich adapterów pomiarowych specyfikowanych przez producenta sprzętu pomiarowego. W przypadku sieci miedzianej pomiary należy wykonać w konfiguracji pomiarowej kanału razem z kablami krosowymi (ang. „channel”) – przy wykorzystaniu odpowiednich adapterów pomiarowych specyfikowanych przez producenta sprzętu pomiarowego. Kable krosowe, które zostały użyte do przeprowadzenia pomiarów należy przekazać inwestorowi.

Wymagane parametry testu dla kabli miedzianych:

- Wire Map – mapa połączeń,
- Length – długość,

- Propagation delay – opóźnienie propagacji,
- Delay skew – opóźnienie skrośne,
- NEXT – near end cross-talk,
- PSNEXT – Power sum next,
- ACR – attenuation to crosstalk ratio,
- PSACR – Power sum ACR,
- ELFEXT,
- PSELFEXT,
- Insertion loss – straty wtrąceniowe,
- Return loss – straty odbiciowe.

Okablowanie światłowodowe testować zgodnie z wymaganiami dla przewodów optycznych:

- test tłumienności i parametru Return loss zestawem OCTS o dokładności +/- 0.2dB lub lepszej z dwóch stron każdego kabla, w dwóch oknach optycznych 850nm i 1300nm,
- pomiar reflektometrem optycznym (OTDR) kabli szkieletowych.

Wymogi instalacyjne:

- określając trasy dla kabli logicznych uwzględniono konstrukcję budynku oraz bezkolizyjność z innymi instalacjami i urządzeniami; trasa przebiega wzdłuż linii prostych równoległych i prostopadłych do ścian i stropów zmieniając swój kierunek tylko w zależności od potrzeb (tynki, rozgałęzienia, podejścia do urządzeń), trasa przebiegu jest przy tym łatwo dostępna do konserwacji i remontów, a jej wytyczanie uwzględnia miejsca mocowania konstrukcji wsporczych instalacji. Należy przestrzegać utrzymania jednakowych wysokości zamocowania wsporników i odległości między punktami podparcia,
- maksymalna długość kabla instalacyjnego skrętkowego (od punktu dystrybucyjnego do gniazda końcowego) nie może w żadnym przypadku przekroczyć 90 metrów,
- okablowanie powinno być ciągłe na całej długości toru bez złączy i spawów od stanowiska roboczego do panelu rozdzielczego,
- wszystkie cztery pary każdego kabla powinny być zakończone w pojedynczym module,

- wymaga się standardowej sekwencji połączeń T568A lub T568B,
- proces montażu ma gwarantować najwyższą powtarzalność. Maksymalny rozplot pary transmisyjnej na złączu modularnym RJ45 nie może być większy niż 6 mm,
- każdy kabel powinien mieć trwałe oznaczenie na dwóch końcach przy zakończonych modułach wg przyjętego systemu numeracji,
- wszystkie ekrany kabli telekomunikacyjnych i transmisji danych oraz związane z nimi urządzenia powinny być poprawnie uziemione w punktach dystrybucyjnych zgodnie z wymaganiami odnośnych norm,
- każdy stelaż szafy musi być podłączony do listwy uziemiającej zgodnie z wymogami norm,
- każdy patchpanel musi być podłączony do szyny uziemienia szafy,
- odpowiednie bariery ogniowe powinny być zastosowane dla kabli przechodzących przez ściany i przegrody stanowiące rozdzielnie stref ogniowych budynku. Nieużywane szachty i piony technologiczne powinny być zabezpieczone przed przenikaniem ognia,
- instalacja powinna być przeprowadzona w sposób profesjonalny używając do tego celu najlepszych urządzeń i narzędzi oraz korzystając z instalatorskiego doświadczenia,
- okablowanie powinno być prowadzone w sposób uporządkowany i zgodnie z wytycznymi producenta. Wszystkie używane opaski kablowe powinny być rzepowe i ręcznie zaciskane tylko w punktach gdzie nie ma zagięć i skręceń,
- wszystkie kable światłowodowe i miedziane powinny być instalowane i mocowane zgodnie z wytycznymi producenta. Podczas układania kabli instalator powinien dbać o to, aby kabel nie był narażony na nacisk i zagięcia,
- po instalacji kabla, instalator powinien się upewnić, że wszystkie części kabla są prawidłowo zamocowane i nie ma żadnych naprężeń wzdłuż drogi prowadzenia kabla i na jego końcach,
- szczególną uwagę należy zachować przy układaniu kabli kat.6 i światłowodowych, aby zachować ich promień gięcia zgodnie z wytycznymi producenta kabli. Kable kategorii 6 nie powinny mieć mniejszego promienia zgięcia niż 8x średnica kabla podczas instalacji i 4x średnica kabla podczas eksploatacji, kable światłowodowe nie powinny mieć promienia mniejszego niż 10x jego średnica.

## 16 Instalacja dzwonekowa

Zasilanie instalacji dzwonekowej wykonać od najbliższego dzwonka budynku szkoły zapewniając wyłączenie zasilania obwodu w przypadku zadziałania wyłącznika ppoż. Sterowanie dzwonekami pozostaje bez zmian.

## 17 Żaluzje fasadowe

Dla żaluzji fasadowych należy zapewnić zasilanie oraz sterowanie przewodowe: podnoszenie, opuszczanie oraz regulacja kąta nachylenia lamelek. Dla sali gimnastycznej zapewnić sterowanie lokalne (każda roleta sterowana osobno) oraz centralne. Wszystkie przyciski sterujące zabudować na sali gimnastycznej w obudowie metalowej p/t o odporności mechanicznej IK10. W pozostałych pomieszczeniach wykonać sterowanie tylko lokalne. Ponadto część okien na sali gimnastycznej zostaną wyposażone w siłowniki elektryczne 24VDC do ich uchylania. Przyciski sterujące umieścić razem z sterowaniem żaluzji. Na potrzeby zasilania i sterowania należy zabudować zasilacze z przełącznikami w obudowach metalowych o odporności mechanicznej IK10. Okna uchylne połączyć w cztery grupy. Przed okablowaniem i wyborem producenta systemu sterowania uwzględnić należy typ silników i siłowników które dostarczy branża budowlana wraz z stolarką okienną.

## 18 Instalacja oddymiania

Instalacja oddymiania będzie obejmowała klatkę schodową. Jako podstawę projektowania instalacji służącej do oddymiania klatek schodowych przyjęto Polską Normę PN-B-02877-4 „Instalacje grawitacyjne do odprowadzania dymu i ciepła”. Obliczenia:

- projektowana klatka schodowa o powierzchni rzutu poziomego (wyliczona w projekcie budowlanym): 17,49m<sup>2</sup>,
- wymagana powierzchnia oddymiania wynosi 5% tj – 0,88m<sup>2</sup>,

- do oddymiania przewidziano klapę oddymiającą o wymiarze 1,0x1,5m (z owiewkami, podstawa 500mm) i powierzchni czynnej oddymiania 1,05 m<sup>2</sup> (klapa dobrana w projekcie budowlanym będzie dostarczona przez branżę budowlaną łącznie z siłownikiem),
- powierzchnia geometryczna klapy oddymiającej wynosi 1,5m<sup>2</sup>,
- wymagalna powierzchnia napływu powietrza wynosi  $1,3 \times 1,5 = 1,95\text{m}^2$ ,
- powierzchnia geometryczna światła drzwi (otworu napływu powietrza) wynosi 2m<sup>2</sup>.

Napływ powietrza uzupełniającego będzie realizowany poprzez otwarcie jednego skrzydła w wyznaczonych na części rysunkowej drzwiach na parterze klatki (siłowniki dostarczy z drzwiami branża budowlana).

Powierzchnia drzwi stanowiących napływ powietrza uzupełniającego jest o 30% większa od powierzchni geometrycznej klapy oddymiającej. Uwaga: w przypadku zamknięcia drzwi wejściowych napowietrzających na klucz należy zapewnić odłączenie zasilania napędów w celu uniknięcia uszkodzenia drzwi. System będzie miał za zadanie zapewnić usuwanie dymu z klatki schodowej poprzez uruchomienie klapy dymowej oraz zapewni właściwe napowietrzanie poprzez automatycznie otwierane drzwi wejściowe. Zadziałanie systemu oddymiania nastąpi po naciśnięciu ręcznego przycisku oddymiania lub po wykryciu dymu przez czujkę. Centrale oddymiania należy zainstalować na najwyższej kondygnacji klatki schodowej. Zasilanie centrali wykonać sprzed wyłącznika głównego budynku przewodem HDGs FE180/PH90 o przekroju wskazanym na schemacie.

## **19 Instalacja elektryczna i niskoprądowa – budynek szkoły**

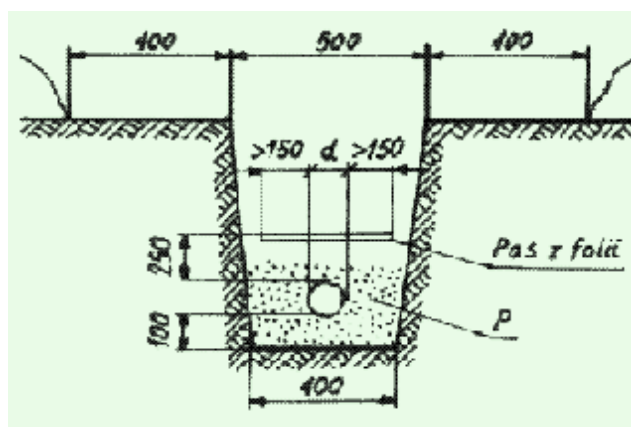
Część pomieszczeń w budynku szkoły będzie przearanżowana na nowe pomieszczenia: świetlica, zaplecze świetlicy, wydawalnia, sala lekcyjna. W związku z powyższym należy dokonać zmian w instalacji:

- z pomieszczeń objętych opracowaniem zdemontować elementy instalacji elektrycznej (oprawy, łączniki, gniazda);
  - dla nowych pomieszczeń wykonać instalację oświetlenia, gniazd 230V, LAN,
  - dla odbiorów nowych pomieszczeń wykonać tablicę bezpiecznikową TB3,
  - system SSWiN należy rozbudować o dodatkowe czujki ruchu oraz ekspander wejść
- Okablowanie doprowadzić od istniejącej centrali SSWiN z pomieszczenia woźnego,

- dwie kamery monitoringu na elewacji kolidujące z projektowanym budynkiem sali gimnastycznej należy przenieść na elewację budynku sali gimnastycznej,
- przewód odprowadzający instalacji odgromowej kolidujący z projektowanym budynkiem sali gimnastycznej należy unieczynnić.

## 20 Układanie kabli i przewodów

Kable w terenie układać na dnie wykopu o wymiarach podanych na rys. poniżej.



Rys.1. Rów kablowy (wymiarów w mm); d – zewnętrzna średnica kabla, P – warstwa piasku

Kabel powinien leżeć na warstwie piasku o grubości co najmniej 10 cm i być zasypany warstwą piasku o grubości 10 cm. W odległości minimum 25 cm od kabla należy umieścić pas folii ze sztucznego tworzywa o grubości co najmniej 0,5 mm i szerokości pokrywającej leżące pod nią kable jednak nie mniejszej niż 20 cm. Folia powinna mieć kolor niebieski dla kabli do 1 kV. Głębokość zakopania kabli w ziemi powinna spełniać warunki podane w tablicy 1.



Napięcie znamionowe kabla	Głębokość ułożenia	Uwagi
do 1 kV	50 cm	ułożone pod chodnikiem kable oświetlenia ulic i sygnalizacji
do 1 kV	70 cm	z wyjątkiem ułożonych na użytkach rolnych
powyżej 1 kV do 15 kV	80 cm	z wyjątkiem ułożonych na użytkach rolnych
do 15 kV	90 cm	ułożone na użytkach rolnych
powyżej 15 kV	100 cm	ułożone na użytkach rolnych

**Tablica 1. Głębokość ułożenia kabli elektroenergetycznych w ziemi**

Jeżeli wymagane głębokości ułożenia kabla nie mogą być zachowane, co może mieć miejsce przy wprowadzeniu do budynku lub przy skrzyżowaniu z innym obiektem, to na tych odcinkach należy kabel osłonić odpowiednią osłoną ochronną, np. rurą stalową lub betonową. Osłona w postaci rury musi mieć średnicę wewnętrzną równą co najmniej 1,5-krotnej średnicy zewnętrznej kabla jeżeli odcinek chroniony nie przekracza 5 m i 2 do 2,5-krotnej dla dłuższych odcinków. Wszystkie przepusty kablowe poniżej poziomu terenu „wchodzące” do budynku należy wykonać wodo i gazoszczelne. Odległości między kablami oraz między kablami a innymi obiektami podziemnymi powinny spełniać wymagania podane w tablicy 2 i 3.

Lp.	Rodzaj urządzenia podziemnego	Najmniejsza dopuszczalna odległość, w [cm]			
		Kable o napięciu znamionowym $U_n \leq 30 \text{ kV}$		Kable o napięciu znamionowym $30 \text{ kV} < U_n \leq 110 \text{ kV}$	
		Pionowa na skrzyżowaniu	Pozioma przy zbliżeniu	Pionowa na skrzyżowaniu	Pozioma przy zbliżeniu
1	Rurociągi wodociągowe ściekowe, ciepłownicze, gazowe z gazami palnymi	25 + średnica rurociągu	25 + średnica rurociągu	50 + średnica rurociągu	50 + średnica rurociągu
2	Rurociągi z gazami i cieczami palnymi	uzgodnić z właścicielem rurociągu, ale nie mniej niż 25 + średnica rurociągu		uzgodnić z właścicielem rurociągu, ale nie mniej niż 50 + średnica rurociągu	
3	Zbiorniki z gazami i cieczami palnymi	nie mogą się krzyżować	200	nie mogą się krzyżować	Uzgodnić z właścicielem rurociągu, ale nie mniej niż 250
4	Części podziemne linii napowietrznych (ustój, podpora, odciążka)	nie mogą się krzyżować	40	nie mogą się krzyżować	100
5	Ściany budynków i inne budowle, np. przyczółki, z wyjątkiem wymienionych w lp. 1, 2, 3, 4.	nie mogą się krzyżować	50 <sup>*)</sup>	nie mogą się krzyżować	100
6	Skrajna szyna trakcji	100 <sup>**) - między osłoną kabla i stopą szyny, 50 - między osłoną kabla a dnem rowu odwadniającego</sup>	250 <sup>*)</sup>	120 - między osłoną kabla i stopą szyny, 80 - między osłoną kabla a dnem rowu odwadniającego	250
7	Urządzenia do ochrony budowli od wyładowań atmosferycznych	Wg. PN-EN 62305-1:2008 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych - Wymagania ogólne.			
<b>Objaśnienia:</b> <sup>*)</sup> - dopuszcza się zmniejszenie ww odległości podanych, pod warunkiem zastosowania osłon otaczających i uzgodnienia odstępstwa z użytkownikami obiektu. <sup>**) odległość zgodna z N-SEP-E-004; wymagane jest indywidualne uzgodnienie odstępstwa z właścicielem (zarządcą linii kolejowej)</sup>					

**Tablica 2. Odległość kabli elektroenergetycznych i sygnalizacyjnych ułożonych w ziemi od innych urządzeń podziemnych**

PROJEKT TECHNICZNY BUDOWY SALI GIMNASTYCZNEJ WRAZ Z PRZEBUDOWĄ CZĘŚCI OBIEKTU –  
INSTALACJE ELEKTRYCZNE

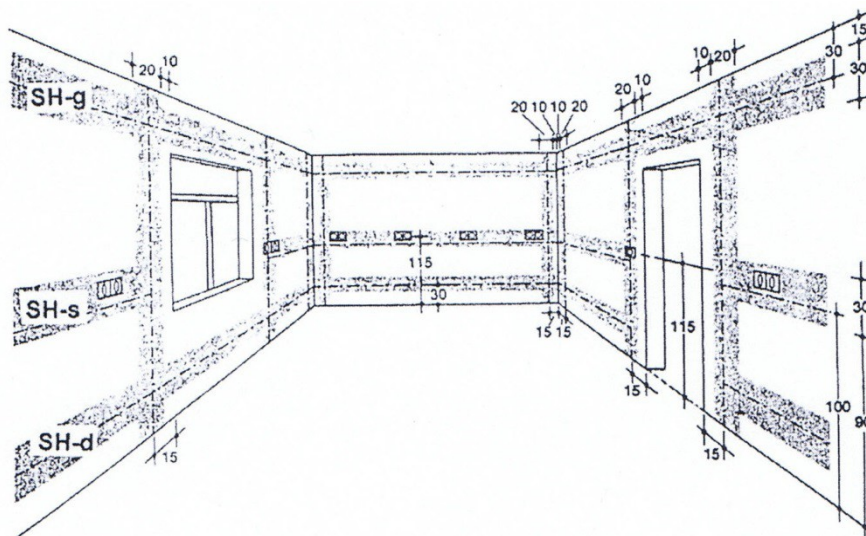
Lp.	Charakterystyka kabli krzyżujących się i zbliżających	Najmniejsza dopuszczalna odległość [cm]	
		pionowa na skrzyżowaniu	pozioma przy zbliżeniu
1	Kable elektroenergetyczne o napięciu znamionowym do 1 kV z kablami o tym samym napięciu znamionowym lub kablami sygnalizacyjnymi	15	5*
2	Kable sygnalizacyjne i kable przeznaczone do zasilania urządzeń oświetleniowych z kablami tego samego przeznaczenia	5	mogą się stykać
3	Kable elektroenergetyczne o napięciu znamionowym do 1 kV z kablami elektroenergetycznymi o napięciu znamionowym $1 \text{ kV} < U_N \leq 30 \text{ kV}$	15	25
4	Kable elektroenergetyczne jednororowej linii kablowej o napięciu znamionowym $1 \text{ kV} < U_N \leq 30 \text{ kV}$ z kablami tego samego przedziału napięć znamionowych linii		10
5	Kable różnych użytkowników o napięciu znamionowym do 30 kV		25
6	Kable z mufami innych kabli	nie dopuszcza się	jak lp. 1-5
7	Kable elektroenergetyczne o napięciu znamionowym wyższym niż 30 kV z innymi kablami	50	50
* dopuszcza się stykanie ze sobą na całej długości kabli: <ul style="list-style-type: none"> <li>- sygnalizacyjnych z sygnalizacyjnymi,</li> <li>- sygnalizacyjnych z kablami elektroenergetycznymi do 1 kV przyłączonymi do tego samego odbiornika,</li> <li>- elektroenergetycznych jednożyłowych stanowiących jednororową linię kablową,</li> <li>- elektroenergetycznych przeznaczonych do zasilania urządzeń oświetleniowych.</li> </ul>			

**Tablica 3. Odległości między ułożonymi bezpośrednio w ziemi kablami nienależącymi do tej samej linii kablowej**

W budynku przewody układać:

- podtynkowo,
- w rurkach ochronnych w podłodze,
- w rurkach ochronnych nad sufitami systemowymi,
- w korytkach kablowych.

Instalacja elektryczna pomieszczeń powinna zostać zabudowana w strefach instalacyjnych poziomych o szerokości 30cm SH-g (górną poziomą strefę instalacyjną od 15 do 45cm pod gotową powierzchnią sufitu). W strefie tej powinny być zabudowane główne kable (przewody) zasilające urządzenia elektryczne. Do gniazd wtyczkowych i łączników zostały wyprowadzone kable (przewody) z puszek łączeniowych (rozgałęźnych) ułożone prostopadłe do strefy instalacyjnej (pionowe odcinki instalacji elektrycznej powinny być poprowadzone około 15 cm od krawędzi ościeżnicy, prostopadłe od puszki do gniazda czy łącznika).



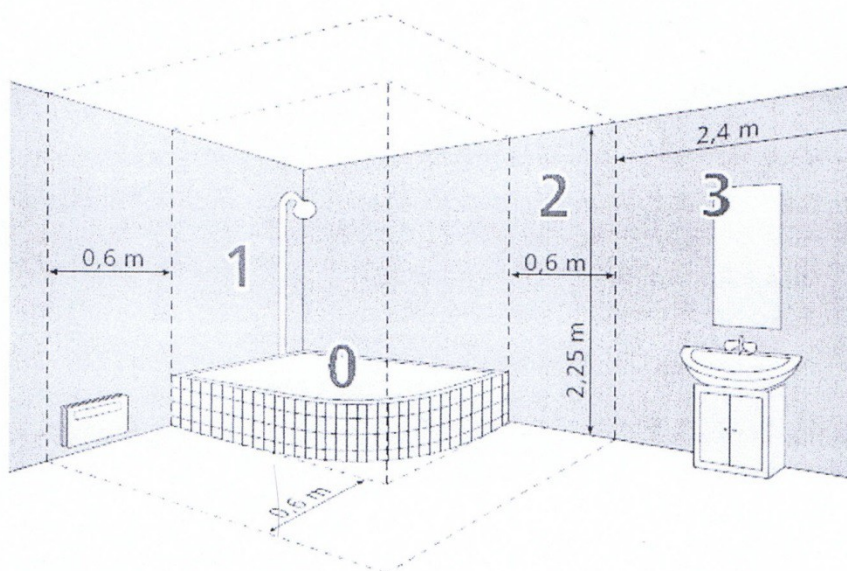
**Rys.2. Strefy instalacyjne**

W miejscach szczególnie narażonych na uszkodzenia mechaniczne kable prowadzić w rurach osłonowych z PCV. Należy zachować minimalną 30cm odległość pomiędzy układanymi (prowadzonymi) kablami elektroenergetycznymi a teletechnicznymi. Przewody przeprowadzane przez ściany powinny być zabezpieczone rurkami z tworzywa sztucznego (PCV). Przepusty przez ściany należy uszczelnić materiałem niepalnym i niehigroskopijnym lub wykonać w termokurczliwych przepustach kablowych o odpowiednich średnicach. Bez względu na sposób wykonania instalacji przewody zawsze należy prowadzić równolegle lub prostopadłe do podłogi. Wszystkie puszk instalacyjne umieszcza się na tej samej wysokości. W łazience wyposażonej w wannę lub brodzik i natrysk wydzielono cztery strefy ochronne: 0, 1, 2, 3. Aby korzystanie z energii elektrycznej w tych strefach było bezpieczne, instalowany tu osprzęt, przewody i urządzenia elektryczne muszą spełniać określone warunki. Rodzaje oraz wymagany stopień ochrony urządzeń dopuszczonych do stosowania w strefach ochronnych określone są w normie (PN-IEC 60364-7-701:1999): Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Pomieszczenia wyposażone w wannę lub/i basen natryskowy.

- Strefa 0 określa przestrzeń wewnątrz kabiny lub brodzika. Urządzenia dopuszczone do stosowania mogą być zasilane wyłącznie napięciem 12V (np. golarki lub przyrządy do masażu zasilane z własnego akumulatora). Wymagany stopień ochrony urządzenia to minimum IP X7, czyli obudowy odporne na krótkotrwałe zanurzenie w wodzie.
- Strefa 1 to przestrzeń nad wanną lub brodzikiem do wysokości 2,25 m od podłogi. Jest to przestrzeń o promieniu 0.6 m wokół natrysku. W obrębie tej strefy mogą być stosowane

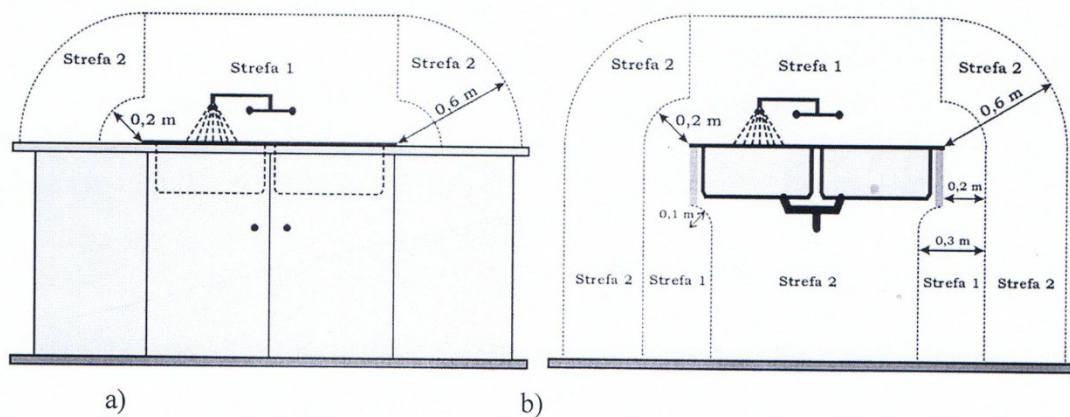
elektryczne podgrzewacze wody, pod warunkiem pokrycia ich metalową siatką lub blachą objętą miejscowymi połączeniami wyrównawczymi. Wymagany stopień ochrony urządzenia to IP X5, czyli obudowy odporne na strugi wody.

- Strefa 2 określa przestrzeń szerokości 0,6 m wokół wanny lub brodzika oraz strefy 1. W obrębie tej strefy mogą być stosowane elektryczne podgrzewacze wody oraz oprawy oświetleniowe w II-giej klasie ochronności (z podwójną izolacją). Wymagany stopień ochrony urządzenia to IP X4, czyli obudowy odporne na rozbryzgi wody.
- Strefa 3 to przestrzeń otaczająca poprzednie strefy, jej szerokość wynosi 2,4 m. W obrębie tej strefy mogą być instalowane gniazda wtyczkowe z bolcem ochronnym z odpowiednio zabezpieczonymi obwodami zasilającymi. Wymagany stopień ochrony urządzeń to co najmniej IP X1, czyli obudowy odporne na spadające krople wody.

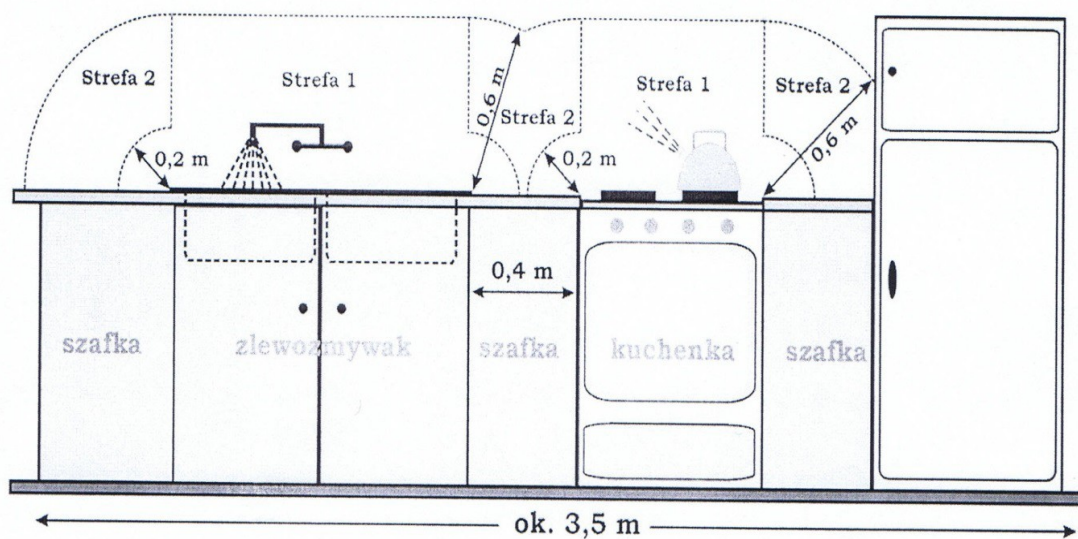


**Rys.3. Strefy ochronne w łazience**





**Rys.4. Strefy w pomieszczeniach wyposażonych w zlewozmywak zabudowany oraz niezabudowany**



**Rys.5. Strefy w pomieszczeniach wyposażonych w zlewozmywak zabudowany oraz kuchenkę elektryczną lub gazową**

## 21 Instalacja fotowoltaiczna

### 21.1. Część opisowa

#### Opis projektowanych rozwiązań

Energia promieniowania słonecznego zostanie przetworzona na energię elektryczną za pomocą modułów fotowoltaicznych. Osadzone one zostaną na dedykowanej konstrukcji montażowej. Moduły zostaną ze sobą połączone w łańcuchy, a następnie wpięte do falowników za pomocą przewodów w podwójnej izolacji posiadających odporność na promieniowanie UV i zmienne warunki atmosferyczne, dedykowanych do zastosowań w instalacjach fotowoltaicznych. Wprowadzona do falowników energia elektryczna zostanie przekształcona na napięcie przemienne o parametrach sieci elektroenergetycznej, a następnie wprowadzona do wewnętrznej instalacji elektrycznej przewodami instalacyjnymi. Projektowana instalacja zostanie wyposażona w odpowiednie zabezpieczenia na części AC i DC. W związku z podłączeniem systemu fotowoltaicznego do sieci elektroenergetycznej nie ma konieczności magazynowania energii przez dodatkowe urządzenia, całość wyprodukowanej energii zostanie oddana na potrzeby budynku, a ewentualna nadwyżka przekazywana do sieci elektroenergetycznej.

### **Moduły fotowoltaiczne**

Zbudowane z połączonych ogniw fotowoltaicznych moduły fotowoltaiczne służą do bezpośredniej przemiany energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną o napięciu stałym, wykorzystując zjawisko efektu fotowoltaicznego. Celem pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną instalacji odbiorczej przewiduje się zastosowanie modułów wykonanych w technologii monokrystalicznej. Dobrano 25 modułów o mocy 380Wp.

### **System mocujący**

Do osadzenia i przymocowania modułów fotowoltaicznych na dachach budynków zastosowano dedykowane konstrukcje wsporcze. Na dachu budynku projektuje się konstrukcję dedykowaną do montażu na dachu płaskim pokrytego membraną (bez ingerencji w poszycie dachowe). Montaż konstrukcji należy wykonać zgodnie z wytycznymi producenta.

### **Falownik**

Falownik jest urządzeniem energoelektronicznym umożliwiającym przekształcenie energii elektrycznej z postaci prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne na prąd przemienny o parametrach występujących w instalacji elektrycznej budynku oraz sieci elektroenergetycznej. Moc falownika dobrana została w taki sposób, aby możliwe było przekształcenie mocy szczytowej modułów umieszczonych na dachu budynku. Falownik posiada w swojej strukturze wbudowane układy regulacji napięcia stałego wyposażone w algorytm śledzenia punktu mocy maksymalnej (MPPT) umożliwiający uzyskanie maksymalnej mocy generatorów PV w różnych warunkach pracy. W projektowanej instalacji zaprojektowano falownik o maksymalnej

mocy wejściowej 12kW oraz mocy wyjściowej 8kW. Umieszczony zostanie on w pomieszczeniu gospodarczym. Falownik zabudować zgodnie z wytycznymi producenta na podłożu wykonanym z elementów niepalnych.

### **Rozdzielnice prądu stałego i prądu przemiennego**

Na potrzeby instalacji projektuje się dwie rozdzielnice zabudowane obok falownika: prądu stałego (R-DC) oraz prądu przemiennego (R-AC) . Obie projektuje się jako tablice naścienne o stopniu ochrony IP65. Zasilanie oraz podłączenie rozdzielnic wykonać zgodnie ze schematem instalacji fotowoltaicznej. Wewnątrz rozdzielnic zamieszczona zostanie aparatura zabezpieczająca elementy instalacji fotowoltaicznej. Zamontowane aparaty i urządzenia oznaczone zostaną napisami: wewnątrz na aparatach i urządzeniach i na zewnątrz na osłonach. Oznaczenia wewnętrzne muszą się zgadzać z planami i schematami instalacji. Przy oznaczeniach zewnętrznych należy podać nazwę urządzenia odbiorczego. Przewody i kable należy oznaczać na obydwu końcach.

### **Zastosowane przewody i złącza prądu stałego**

Wyprodukowana w modułach energia elektryczna doprowadzona zostanie do falownika przewodami w podwójnej izolacji posiadającym odporność na promieniowanie UV i zmienne warunki atmosferyczne, dedykowanym do zastosowania w instalacjach fotowoltaicznych. Zaprojektowano przewody solarne produkcji o przekroju 6mm<sup>2</sup> i kolorystyce umożliwiającej rozróżnienie polaryzacji (czerwony i czarny). Połączenia DC zaprojektowano za pomocą złączy dedykowanych do zastosowań fotowoltaicznych. Trasy kablowe należy wyznaczyć w taki sposób, aby nie stworzyć zjawiska tzw. pętli indukcyjnej. Przewody należy układać w rurach ochronnych, karbowanych, odpornych na promieniowanie UV, przymocowanych do konstrukcji wsporczej oraz w korycie kablowym, stalowym, pełnym, przymocowanym za pomocą uchwyty do dachu.

### **Zastosowane przewody prądu przemiennego**

Przewody instalacyjne prądu przemiennego odpowiadają za odprowadzenie energii elektrycznej z falownika do instalacji elektrycznej obiektu i sieci elektroenergetycznej. Na podstawie obliczeń technicznych dobrano kabel N2XH 5x6mm<sup>2</sup>.

### **Aparatura zabezpieczająca**

W przedmiotowym budynku z uwagi na strefy pożarowe o kubaturze powyżej 1000m<sup>3</sup> - zgodnie z treścią Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie - budynek musi być wyposażony w wyłącznik przeciwpożarowy prądu. Po stronie DC zastosowano następujące

zabezpieczenia:

- ograniczniki przepięć fotowoltaiki 3P I+II (B+C) 1100V DC,
- podstawy bezpiecznikowe z wkładkami bezpiecznikowymi 10x38mm 20A gPV 1000V,
- automatyczne zanikowe rozłączniki przeciwpożarowe fotowoltaiki zabudowane na dachu.

Dodatkowo falownik posiada w swojej strukturze rozłącznik izolacyjny odcinający dopływ energii z modułów fotowoltaicznych. Jako zabezpieczenie strony napięcia przemiennego zastosowano:

- wyłącznik instalacyjny, nadprądowy C20 3P 6kA
- ogranicznik przepięć 4P 12,5kA/275V I+II.

Ochrona przeciwporażeniowa zapewniona jest przez ochronę przed dotykiem bezpośrednim przez izolowanie części znajdujących się pod napięciem oraz przez ochronę przed dotykiem pośrednim w przypadku uszkodzenia izolacji przez samoczynne szybkie wyłączenie. W instalacjach elektrycznych należy stosować układy z odrębnym przewodem ochronnym PE i neutralnym N (układ TN-S, TT, rzadziej TN-C-S z uziemionym rozdziałem przewodu ochronno-neutralnego PEN). Przepisy wymagają także stosowanie uziemionych połączeń wyrównawczych pomiędzy elementami przewodzącymi instalacji elektrycznej.

### **Ochrona odgromowa oraz uziemienie**

Instalację odgromową wykonać zgodnie z pkt. 14 niniejszego opisu. Pomiedzy modułami a instalacją odgromową należy zachować odstęp izolacyjny min. 0,70m. Należy również wykonać uziemienie konstrukcji oraz modułów fotowoltaicznych. Przewód połączyć z instalacją w wyznaczonych przez producenta urządzenia/elementu miejscach. Wartość rezystancji uziemienia nie może przekraczać wartości 10Ω.

### **Wytyczne w zakresie wykonania instalacji**

- W przypadku montażu instalacji fotowoltaicznej na dachach pola modułów fotowoltaicznych najlepiej lokalizować na podłożu niepalnym, lub zawierającym niepalną izolację cieplną. Jeżeli w danej lokalizacji występują tylko dachy pokryte materiałem palnym, pole modułów PV oraz koryta kablowe powinno się sytuować w taki sposób, aby dolna krawędź modułu była minimum 10 cm nad pokryciem dachu,
- po stronie DC należy wykonać połączenia za pomocą szybkozłączy jednego typu i jednego producenta. Przy połączeniu do falownika należy stosować szybkozłącza dostarczone przez producenta falownika. Pracując ze złączkami należy używać wskazanych przez producenta narzędzi odpowiednich do prawidłowego montażu,



- przy dokręcaniu śrub w aparatach elektrycznych lub klemach modułów fotowoltaicznych należy stosować odpowiednie momenty, wskazane przez producenta. Do określania siły z jaką dokręcono dany element należy zastosować wkrętaki i klucze dynamometryczne. Wszystkie błędy związane z niewłaściwym momentem dokręcenia mogą przełożyć się na nadmierne nagrzewanie się połączeń co może skutkować pożarem,
- na dachach płaskich należy stosować metalowe kanały kablowe, bez ostrych krawędzi,
- przewody muszą być luźno ułożone, nie mogą być układane pod obciążeniem mechanicznym, muszą być odciążone i w wystarczającym stopniu uwolnione od naprężeń,
- po wykonaniu instalacji należy przeprowadzić badanie kamerą termowizyjną. Badanie to umożliwia wykryć urządzenie bądź element, który z uwagi na nieprawidłową pracę lub montaż generuje niebezpiecznie wysoką temperaturę. Badanie należy wykonać w czasie słonecznej pogody. Zgodnie z normą natężenie promieniowania słonecznego powinno być większe niż 400 W/m<sup>2</sup>, a optymalnie ponad 600 W/m<sup>2</sup>. Przed rozpoczęciem badania instalacja PV musi pracować przynajmniej kilkanaście minut.

### **Informacje dotyczące ochrony środowiska**

Zgodnie z przepisami ustawy z dnia 11 września 2015 r. o zużytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym zabronione jest umieszczanie łącznie z innymi odpadami zużytego sprzętu oznakowanego symbolem przekreślonego kosza. Zużyte elementy instalacji fotowoltaicznej oznaczone takim symbolem należy oddać do odpowiedniego punktu prowadzonego m. in. przez sprzedawców gminne jednostki organizacyjne prowadzące działalność w zakresie odbierania odpadów.

### **Konserwacja i eksploatacja instalacji fotowoltaicznej**

Zaprojektowana instalacja fotowoltaiczna zaprojektowana została jako bezobsługowa, wobec czego nie są wymagane dodatkowe działania w trakcie jej eksploatacji, natomiast w celu zapewnienia poprawnej pracy elektrowni słonecznej, eliminacji przerw w dostawie energii oraz zmniejszenia ryzyka pojawienia się usterek zaleca się:

- raz w miesiącu (lub po wystąpieniu gwałtownych zjawisk pogodowych jak gradobicie, wichura, burza z piorunami, itp.) wykonanie:
  - oględzin modułów w celu zlokalizowania ewentualnych uszkodzeń takich jak pęknięcia, przebarwienia, skorodowania,
  - oględzin uszkodzeń kabli oraz tras kablowych pod kątem uszkodzenia izolacji lub

przerwania ciągłości obwodów,

- oględzin falownika pod kątem jego aktywności oraz działania.
- dwa razy w roku (najlepiej w okresie wiosennym oraz późno jesiennym) wykonać czyszczenie modułów fotowoltaicznych celem usunięcia zgromadzonych na nich pyłów, liści, osadów, itp.
- raz w roku wykonanie pełnej inspekcji instalacji fotowoltaicznej pod kątem:
  - sprawdzenia połączeń skręcanych konstrukcji wsporczej instalacji,
  - sprawdzenia połączeń elektrycznych oraz aparatury elektrycznej rozdzielnic,
  - sprawdzenia falownika (działanie oraz stan wizualny),
  - badanie termowizyjne elementów instalacji.
  - ciągłości przewodów uziemiających i wyrównawczych,
- raz na pięć lat, zgodnie z obowiązującymi przepisami należy wykonać pomiary instalacji elektrycznej w tym instalacji fotowoltaicznej oraz dodatkowo

Ze względu na ryzyko porażenia prądem elektrycznym, upadku z wysokości lub uszkodzenia instalacji wskutek nieodpowiednio przeprowadzonych prac konserwacyjnych, wyżej wymienione czynności należy zlecić uprawnionemu elektroinstalatorowi.

## **21.2. Bezpieczeństwo pożarowe**

### **Charakterystyka zagrożenia pożarowego**

Celem rozdziału opracowania jest wskazanie warunków ochrony przeciwpożarowej dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej. Zakres opracowania obejmuje wybrane elementy istotne w kontekście projektowanej instalacji wskazane w § 4 ust. 1 rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 2 grudnia 2015r. w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. z 2015r., poz. 2117). Z uwagi na projektowaną moc instalacji niniejszy projekt podlega obowiązkowemu uzgodnieniu pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej z uwagi na Art. 29 ust. 2. 6kt. 16. (Dz. U. 2019 poz. 1186 z późn. zm.). Akty prawne i normy stanowiące podstawę opracowania:

- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. z 2016 r., poz. 191 tekst jednolity).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2017 r. poz.

2285).

- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 2 grudnia 2015 roku w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. z 2015r., poz. 2117).
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. z 2010 r. nr 109, poz. 719)
- Ustawa Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (Dz. U. 2019 poz. 1186 z późn. zm.)
- PN-HD 60364-7-712:2016 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 7 –712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania
- PN-EN IEC 61730-1:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji;
- PN-EN IEC 61730-2:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 2: Wymagania dotyczące badań.
- PN-EN 62446-1:2016-08 oraz PN-EN 62446-1:2016-08/A1:2019-01 Systemy fotowoltaiczne (PV) – Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania – Część 1: Systemy podłączone do sieci – Dokumentacja, odbiory i nadzór.

### **Charakterystyka zagrożenia pożarowego projektowanej instalacji PV**

Zgodnie z danymi opublikowanymi przez BRE National Solar Centre, niezależny instytut badawczy z Wielkiej Brytanii w publikacji „Fire and Solar PV Systems – Investigations and Evidence in July 2017” - prawidłowo zaprojektowana oraz eksploatowana instalacja nie stwarza zwiększonego ryzyka powstania pożaru w budynku. Podobne wnioski płyną również z innych raportów opublikowanych m.in. przez TÜV Rheinland we współpracy z Instytutem Systemów Energetyki Słonecznej im. Fraunhofera gdzie wskazuje się, że pożary wywołane przez system PV stanowią zaledwie 0,016% w odniesieniu do wszystkich instalacji fotowoltaicznych powstałych w Niemczech. Analiza wykazała, że ponad 70% pożarów wynika z wpływów zewnętrznych (poza urządzeniem) lub błędów montażowych. Zaledwie 10% przyczyn wszystkich pożarów jest usterką falownika. Szczegółowa analiza przyczyn awarii dla zdarzeń pożarowych wskazała wystąpienie łuku elektrycznego jako główną przyczynę pożarów z udziałem systemów fotowoltaicznych. Wystąpienie łuku wynika przede wszystkim:

- nieprawidłowego użycia złączy (źle dobrane, niekompatybilne),
- nieprawidłowo zaciśnięte styki złącza,
- brak prawidłowego zatrzasknięcia wtyk lub gniazd powstałe w wyniku błędów montażowych,
- błędnie wykonane połączenia umożliwiające wnikanie wilgoci w złączach, skrzynkach połączeniowych i przełącznikach,
- poluzowanie zacisków śrubowych w puszkach przyłączeniowych lub wyłącznikach izolacyjnych powstałe najczęściej w wyniku błędów montażowych,
- złe, niezgodne ze sztuką wykonane lutowanie połączenia w skrzynce przyłączeniowej modułu PV,
- nieprawidłowego podłączenia izolatorów przepięć lub - w przypadku zewnętrznych puszek - zastosowanie w nieodpowiedniej klasie zabezpieczenia przed czynnikami zewnętrznymi, w wyniku uszkodzenia izolacji, kabla lub zbyt dużego kąta gięcia kabli.

### **Informacje o kategorii zagrożenia ludzi przedmiotowego budynku**

Budynek sali gimnastycznej zaliczony do kategorii zagrożenia ludzi ZL I.

### **Miejsce montażu paneli fotowoltaicznych, falownika oraz sposób przeprowadzenia przewodów DC pomiędzy modułami a falownikiem**

W przedmiotowym budynku moduły instalacji fotowoltaicznej zlokalizowane będą na dachu budynku, natomiast montaż falownika przewiduje się wykonać wewnątrz budynku w pomieszczeniu gospodarczym. Trasa przewodu DC od modułów do falownika przewidziana jest w następujący sposób: przewód DC będzie przebiegał dachem oraz w przestrzeni międzystopowej w korytach stalowych zamykanych. Podejście przewodów w pomieszczeniu do falownika wykonać naściennie w korytku elektroinstalacyjnym bezhalogenowym.

### **Przewidywana gęstość obciążenia ogniowego**

Dla przedmiotowego budynku gęstości obciążenia ogniowego nie oblicza się.

### **Ocena zagrożenia wybuchem pomieszczeń oraz przestrzeni zewnętrznych**

Przyjęta funkcja poszczególnych segmentów budynku nie przewiduje występowania substancji mogących powodować występowanie stref zagrożenia wybuchem. Dla projektowanego budynku nie przyjmuje się dodatkowych obostrzeń z uwagi na lokalizację komponentów instalacji fotowoltaicznej.

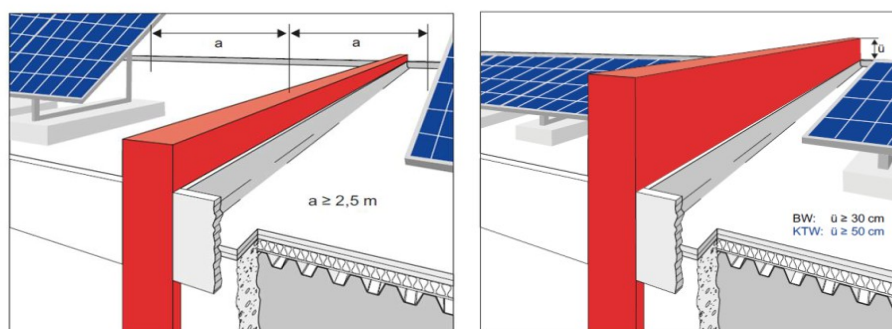
### **Informacje o stopniu rozprzestrzeniania ognia elementów budowlanych**

Zaprojektowano instalację, które nie stanowi przekrycia dachu którym mowa w §216, §218 §219 §235 §271 §274 §287 Warunków Technicznych, zatem nie określa się w tym przypadku konieczności stosowania paneli odpowiedniej klasyfikacji w zakresie odporności dachów na ogień zewnętrznych zgodnie np. Polską Normą PN-ENV 1187:2004 „Metody badań oddziaływania ognia zewnętrznego na dachy”; badanie 1. Warunkiem stosowania komponentów PV w przedmiotowym budynku jest zaprojektowanie instalacji w oparciu o urządzenia dopuszczonych do stosowania z odpowiednimi normami i zawartymi w nich wymaganiami bezpieczeństwa w tym palności.

### **Podział obiektu na strefy pożarowe oraz strefy dymowe**

Budynek sali gimnastycznej będzie stanowił jedną strefę pożarową oddzieloną przeciwpożarowo od ist. budynku szkoły. Przy projektowaniu niniejszej instalacji fotowoltaicznej trzymano się następujących wymogów wynikających z warunków technicznych:

- panele fotowoltaiczne projektowane są poza niepalnymi pasami służącymi do oddzielenia ppoż.
- niezależnie od występowania niepalnych pasów o których mowa powyżej, zapewnia się zachowanie odległości 2,5m względem ściany oddzielenia przeciwpożarowego.
- w stropie oddzielenia przeciwpożarowego nie przewiduje się perforacji stropu o powierzchni powyżej 0,5% powierzchni stropu.
- w przypadku lokalizacji modułów PV na dachach w sąsiedztwie ściany oddzielenia przeciwpożarowego poniżej odległości 2,5 m lub górna krawędź modułu PV powinna być minimum 0,3 m poniżej górnej granicy ściany oddzielenia przeciwpożarowego, np. zgodnie z normą VdS 2234.



### **Informacje o usytuowaniu z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe, w tym o odległości od obiektów sąsiadujących**

Instalacja fotowoltaiczna w przedmiotowym obiekcie pozostaje bez wpływu na wymagania w zakresie usytuowania budynków względem sąsiednich obiektów, granicy działki oraz dróg stanowiących dojazd dla ekip ratowniczych oraz dróg pożarowych.

### **Informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji PV, a także rozwiązania zmniejszające ryzyko powstania pożaru**

W przedmiotowym projekcie instalacji fotowoltaicznej trzymano się następujących zasad wiedzy technicznej mających na względzie zminimalizowanie ryzyka powstania pożaru:

- Połączenia DC zaprojektowano za pomocą szybkozłączek tego samego typu i producenta.
- Zminimalizowano w instalacji ilość połączeń DC.
- Trasy przewodów DC na płaskich dachach poprowadzono w metalowych korytkach kablowych trwale przymocowanych do dachu (eliminując wszelkie ostre krawędzie).
- Wykluczono prowadzenie kabli DC bezpośrednio po połaci dachu.
- Trasy kablowe będą odpowiednio oznakowane „Niebezpieczeństwo – wysokie napięcie DC w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji”.
- W przypadku dachów skośnych z wyłączeniem kabli prowadzonych bezpośrednio pod modułami przewidziano zabezpieczenie przewodów przed promieniowaniem UV
- W pomieszczeniu falownika kable lub przewody należy prowadzić w kanałach elektroinstalacyjnych lub rurkach elektroinstalacyjnych z wyłączeniem obszaru bezpośrednio przy falowniku, gdzie przewody mogą być wyprowadzone bez osłon, jednak nie więcej niż 40 cm bezpośrednio przy ścianach i pod sufitami na odpowiednio przygotowanych konstrukcjach nośnych
- W przypadku montowania falownika fotowoltaicznego wewnątrz budynku należy lokalizować go w pomieszczeniu zdolnym do odprowadzenia energii cieplnej wydzielanej przez falownik, przy założeniu, że 5% mocy nominalnej falownika może być wyemitowane w postaci energii cieplnej.
- Temperatura pomieszczenia w którym jest falownik nie powinna przekraczać 35 °C, chyba że producent falownika dopuszcza pracę w wyższej temperaturze.
- Falownik fotowoltaiczny musi mieć zapewnioną przestrzeń wentylacyjną zgodnie w wymogami danego producenta. Falownika fotowoltaicznego nie należy zabudowywać bez zapewnienia wymaganej wentylacji będącej w stanie odprowadzić wydzielaną energię cieplną.

- Falownik fotowoltaiczny powinien być montowany na podłożu niepalnym o klasie reakcji na ogień nie gorszej niż A2 (niepalne). Wyklucza się montaż falownika na płytach drewnianych, drewnopochodnych, z tworzyw sztucznych itp.
- Zapewniono ochronę odgromową urządzeń fotowoltaicznych,

### **Wypożyczenie w gaśnice**

Należy zapewnić wyposażenie instalacji PV w gaśnicę proszkową 4 kg ABC zlokalizowaną w pobliżu falownika PV. Do gaśnicy winien być zapewniony dostęp o szerokości nie mniejszej niż 1 m.

### **Sposób zapewnienia bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo-gaśniczych**

Obwody DC mają szczególne znaczenie dla służb podczas prowadzenia działań ratowniczych. Obwód prądu stałego (okablowanie DC) znajduje się pomiędzy elementami generatora słonecznego, a falownikiem. Napięcie DC w tym obwodzie najczęściej zawiera się w zakresie 250–900 V, w wybranych instalacjach może być jeszcze wyższe. Do porażenia prądem stałym może dojść w przypadku kontaktu (dotknięcia) jednocześnie biegunów dodatniego i ujemnego. Podczas działań ratowniczych i awaryjnych stanów pracy instalacji PV szczególne zagrożenie stanowią uszkodzenia elementów instalacji PV, w tym przede wszystkim okablowania. Do przeniesienia napięcia może dojść np. na ramie/mocowaniu uziemionego modułu PV poprzez wyrównanie potencjałów. Takie przeniesienie napięcia może doprowadzić do porażenia prądem przy dotknięciu (poruszeniu) innego przewodu. Do porażenia może dojść również w przypadku bezpośredniego kontaktu z uszkodzonym przewodem DC. Dlatego przyjęte zabezpieczenia mają na celu zminimalizowanie ryzyka porażenia prądem elektrycznym.

Budynek zostanie wyposażony w rozłączniki prądu DC zainstalowane na dachu w sposób możliwie jak najbardziej ograniczający długość odcinka przewodu DC pomiędzy panelami fotowoltaicznymi a rozłącznikiem. Zastosowane rozłączniki zostały zintegrowane z falownikiem fotowoltaicznym oraz wyłącznikiem p. poż. Jeśli przed rozpoczęciem akcji gaśniczej, strażacy wyłączą zasilanie AC, rozłącznik bezpieczeństwa wykryje awarię sieci i automatycznie przełączy się w pozycję wyłączoną, przerywając połączenie prądu stałego między modułami, a falownikiem. Dzięki temu interweniujące w obrębie budynku ekipy ratowniczo-gaśnicze nie będą narażone na

bezpośredni kontakt z przewodami DC pod napięciem – co zapewni bezpieczeństwo w przypadku podawania strumieni gaśniczych czy też poruszania się po budynku.

### **Plan instalacji fotowoltaicznej dla ekip ratowniczych**

---

Po wykonaniu instalacji fotowoltaicznej w budynku, należy złożyć zawiadomienie do

PROJEKT TECHNICZNY BUDOWY SALI GIMNASTYCZNEJ WRAZ Z PRZEBUDOWĄ CZĘŚCI OBIEKTU –  
INSTALACJE ELEKTRYCZNE

Państwowej Straży Pożarnej. Do zawiadomienia należy dołączyć kartę informacyjną czyli plan instalacji fotowoltaicznej dla ekip ratowniczych. Kluczowe dla organów PSP jest pozyskanie podstawowych informacji na temat danej instalacji PV. Część graficzna powinna zawierać:

- obszar lokalizacji modułów PV,
- lokalizację falownika/ów PV,
- miejsca usytuowania elementu (np. rozłącznika) zapewniającego odłączenie napięcia po stronie DC falownika (nawet jeśli stanowi wyposażenie falownika PV),
- przebieg tras przewodów prądu stałego (po stronie DC) pozostających pod napięciem,
- opcjonalnie przebiegu tras kablowych prądu przemiennego,
- legendę zastosowanych oznaczeń graficznych i literowych,
- wskazanie osób lub podmiotów opracowujących plan oraz datę jego opracowania.

### **Woda do zewnętrznego gaszenia pożaru oraz drogi pożarowe**

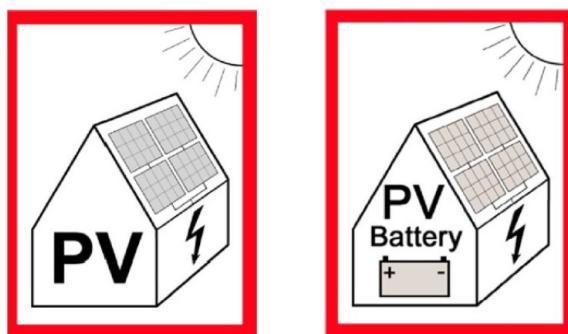
Projektowana instalacja fotowoltaiczna w budynku nie powoduje dodatkowych obostrzeń w zakresie ilości wody potrzebnej do zewnętrznego gaszenia pożaru a także nie ingeruje w zasady prowadzenia dróg pożarowych do obiektu.

### **Oznakowanie budynku**

Obiekty, w których zamontowana jest instalacja PV, powinny być oznakowane. Odpowiednie oznakowanie i plan instalacji fotowoltaicznej obiektu są dla ekip ratowniczych istotnym elementem mającym wpływ na szybkie przeprowadzenie rozpoznania i podjęcie właściwych decyzji. Są one pomocne zarówno dla osób znajdujących się w środku, jak i na zewnątrz budynku. Informują między innymi o lokalizacji wyłączników DC. Piktogramy informujące o zastosowaniu instalacji PV powinny być umieszczone:

- w rozdzielni głównej budynku,
- obok głównego licznika energii (jeśli jest oddalony od rozdzielni głównej),
- obok głównego wyłącznika,
- w rozdzielnicy, w której instalacja fotowoltaiczna przyłączona jest do instalacji elektrycznej budynku. Schemat instalacji fotowoltaicznej (plan instalacji fotowoltaicznej dla ekip ratowniczych) umieścić w miejscu łatwo dostępnym dla ratowników, np. szafce przyłącza elektrycznego do budynku.





## 21.3 Obliczenia techniczne

### Moc instalacji fotowoltaicznej

Moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej DC obliczono w oparciu o dane modułu fotowoltaicznego, zgodnie z równaniem:

$$P_{PV} = L_M \cdot P_{STC PV} = 25 \cdot 380 = 9500 \text{ W}$$

gdzie:

$P_{PV}$  – moc instalacji fotowoltaicznej, W

$L_M$  – liczba modułów fotowoltaicznych w instalacji, szt.

$P_{STC PV}$  – moc jednostkowa modułu fotowoltaicznego, W

Moc wejściowa instalacji fotowoltaicznej wynosi 9,12 kW. Maksymalna moc wyjściowa instalacji fotowoltaicznej równa jest maksymalnej mocy wyjściowej falownika. Zastosowano dwa falownik o maksymalnej mocy wyjściowej 8,80 kVA.

### Moduły fotowoltaiczne

Parametry elektryczne dla skrajnych warunków można wyznaczyć przy pomocy wzorów:

- $I_{SCmax} = I_{SC} \cdot 1,25 = 11,69 \cdot 1,25 = 14,61 \text{ A}$

gdzie:

$I_{SCmax}$  - maksymalny prąd zwarciaowy modułu,

$I_{SC}$  - prąd zwarciaowy modułu w warunkach STC,

- $U_{OC-25^{\circ}C} = V_{OC} - V_{OC} \cdot \Delta T \cdot \beta V_{OC} = 41,30 - 41,30 \cdot 50,00 \cdot (-0,27) = 46,88 \text{ V}$

gdzie:  
 $U_{OC-25^{\circ}C}$  - napięcie obwodu otwartego modułu dla temperatury ogniwa  $-25^{\circ}C$ ,  
 $V_{OC}$  - napięcie obwodu otwartego modułu w warunkach STC,  
 $\Delta T$  - zmiana temperatury,  
 $\beta V_{OC}$  - współczynnik temperaturowy napięcia.

- $U_{OC70^{\circ}C} = V_{OC} + V_{OC} \cdot \Delta T \cdot \beta V_{OC} = 41,30 + 41,30 \cdot 50,00 \cdot (-0,27) = 35,72 V$

gdzie:  
 $U_{OC70^{\circ}C}$  - napięcie obwodu otwartego modułu dla temperatury ogniwa  $70^{\circ}C$ ,  
 $V_{OC}$  - napięcie obwodu otwartego modułu w warunkach STC,  
 $\Delta T$  - zmiana temperatury,  
 $\beta V_{OC}$  - współczynnik temperaturowy napięcia.

## Dobór inwertera

### a) Warunek maksymalnej mocy wejściowej

Producent określił wartość maksymalnej mocy wejściowej inwertera i wynosi ona 12,00 kW.

- $P_{PV} \leq P_{N-MAX} \Rightarrow 9,5 kW \leq 12,00 kW$  - warunek spełniony

gdzie:  
 $P_{PV}$  - moc instalacji fotowoltaicznej, W  
 $P_{N-MAX}$  - maksymalna moc wejściowa inwertera.

### b) Warunek napięcia rozruchowego falownika

Warunek sprawdzono dla łańcucha o najmniejszej ilości połączonych modułów.

- $U_{RF} \leq U_{minSZ} = I_{MPV} \cdot U_{OC70^{\circ}C} = 9 \cdot 35,72 = 321,52 V$  - warunek spełniony

gdzie:  
 $U_{RF}$  - napięcie rozruchowe falownika,  
 $U_{minSZ}$  - minimalne napięcie szeregu modułów,  
 $I_{MPV}$  - liczba modułów połączonych szeregowo w jednym łańcuchu,  
 $U_{OC70^{\circ}C}$  - napięcie obwodu otwartego modułu dla temperatury ogniwa  $70^{\circ}C$ .

### c) Warunek maksymalnego napięcia wejściowego

Warunek sprawdzono dla łańcucha o największej ilości połączonych modułów.

- $U_{maxF} \geq U_{maxSZ} = I_{MPV} \cdot U_{OC-25^{\circ}C} = 16 \cdot 46,88 = 750 V$  - warunek spełniony

gdzie:  
 $U_{maxF}$  - maksymalne napięcie wejściowe falownika,  
 $U_{maxSZ}$  - maksymalne napięcie szeregu modułów,  
 $I_{MPV}$  - liczba modułów połączonych szeregowo w jednym łańcuchu,  
 $U_{OC-25^{\circ}C}$  - napięcie obwodu otwartego modułu dla temperatury ogniwa  $-25^{\circ}C$ .

### d) Warunek maksymalnego prądu zwarcowego

- $I_{SCF} \geq I_{SCmax} = 14,61 A$  - warunek spełniony

gdzie:

$I_{SCF}$  - maksymalny prąd zwarciový falownika,  
 $I_{SCmax}$  - maksymalny prąd zwarciový modułu.

#### e) Warunek maksymalnego prądu wejściowego

- $I_{MPF} \geq I_{MPmax} = 12,56 A$  - warunek spełniony

gdzie:

$I_{MPF}$  - maksymalny prąd wejściowy falownika,  
 $I_{MPmax}$  - maksymalny prąd roboczy modułu.

#### f) Warunek zakresu napięć MPPT

Napięcie szeregu w warunkach NOCT nie może przekroczyć przedziału napięć MPPT.

- $U_{SZ} = U_{mpNOCT} \cdot I_{MPV}$ 
  - dla łańcucha z 16 modułami:  $U_{SZ} = 38,5 \cdot 16 = 616 V$
  - dla łańcucha z 9 modułami:  $U_{SZ} = 38,5 \cdot 9 = 346,5 V$
- $U_{MPPTmin} \leq U_{SZNOCT} \leq U_{MPPTmax}$ 
  - dla łańcucha z 16 modułami:  $U_{MPPTmin} \leq 616 V \leq U_{MPPTmax}$  - warunek spełniony
- dla łańcucha z 9 modułami:  $U_{MPPTmin} \leq 346,5 V \leq U_{MPPTmax}$  - warunek spełniony

$U_{SZNOCT}$  - napięcie szeregu modułów,  
 $U_{MPPTmin}$  - dolna granica zakresu napięcia MPPT falownika,  
 $U_{MPPTmax}$  - górna granica zakresu napięcia MPPT falownika,  
 $U_{mpNOCT}$  - napięcie modułu fotowoltaicznego w warunkach NOCT,  
 $I_{MPV}$  - liczba modułów połączonych szeregowo w jednym łańcuchu.

### Dobór przewodów DC

#### a) Warunek prądu dopuszczalnego długotrwale

Ponieważ nie przewiduje się połączeń równoległych na całej trasie DC, maksymalny prąd płynący w każdym łańcuchu DC to maksymalny prąd zwarciový modułu.

- $I_{ZDC} \geq I_{SCmax} \Rightarrow 57,00 A \geq 14,61 A$  - warunek spełniony

gdzie:

$I_{ZDC}$  - prąd dopuszczalny długotrwale przewodu DC,  
 $I_{SCmax}$  - maksymalny prąd zwarciový modułu.

#### b) Warunek dopuszczalnego spadku napięcia

Spadek napięcia na przewodach DC nie powinien być większy niż 1%.

- $\Delta U_{\%DC} = \frac{I_{mpNOCT} \cdot l_{DC}}{U_{mpNOCT} \cdot I_{MPV} \cdot \gamma \cdot S_{DC}} \cdot 100 \%$

gdzie:

$\Delta U_{\%DC}$  - procentowy spadek napięcia na przewodzie prądu stałego,  
 $I_{mpNOCT}$  - prąd modułu w punkcie mocy maksymalnej w warunkach NOCT,  
 $l_{DC}$  - długość obwodu DC,

$U_{mpNOCT}$  - napięcie modułu w punkcie mocy maksymalnej w warunkach NOCT,  
 $I_{MPV}$  - liczba modułów w szeregu,  
 $\gamma$  - konduktywność materiału żyły roboczej przewodu,  
 $S_{DC}$  - przekrój poprzeczny przyjętego przewodu DC.

Wyniki dla każdego łańcucha przedstawiono w poniższej tabeli:

Nr łańcucha	Długość łańcucha $l_{DC}$	Liczba modułów łańcucha $I_{MPV}$	Konduktywność przewodu $\gamma$	Przekrój przewodu $S$	Spadek napięcia $U_{\%DC}$
-	m. b.	Szt.	MS/m	mm <sup>2</sup>	%
1	17	9	56,00	6,00	0,34
2	30	16	56,00	6,00	0,7

## Dobór przewodów AC

### a) Warunek prądu dopuszczalnego długotrwale

- $I_{ZAC} \geq I_{ACmax} \Rightarrow 52,00 A \geq 12,80 A$  - warunek spełniony

gdzie:

$I_{ZAC}$  - prąd dopuszczalny długotrwale przewodu AC,  
 $I_{ACmax}$  - maksymalny prąd wyjściowy falownika.

### b) Warunek dopuszczalnego spadku napięcia

Spadek napięcia od licznika do odbiornika w nieprzemysłowych instalacjach elektrycznych nie powinien przekraczać 4% i w przypadku mikroinstalacji na przewodzie AC należy stosować tą samą zasadę.

- $\Delta U_{\%AC3f} = \frac{P_{ACFmax} \cdot l_{AC}}{U_N^2 \cdot \gamma \cdot S_{AC} \cdot \cos(\varphi)} \cdot 100\%$
- $\Delta U_{\%AC3f} = \frac{8,80 \cdot 30,00}{400,00^2 \cdot 56,00 \cdot 6,00 \cdot 0,93} \cdot 100\% = 0,48\%$  - warunek spełniony

gdzie:

$\Delta U_{\%AC3f}$  - procentowy spadek napięcia na przewodzie trójfazowym AC,  
 $P_{ACFmax}$  - maksymalna moc wyjściowa falownika,  
 $l_{AC}$  - długość przewodu AC,  
 $U_N$  - napięcie międzyfazowe,  
 $\gamma$  - konduktywność materiału żyły roboczej przewodu,  
 $S_{AC}$  - przekrój poprzeczny przyjętego przewodu AC.

## Warunek doboru bezpieczników DC

Warunek sprawdzono dla łańcucha o największej ilości podłączonych modułów.

- $I_{nB} \geq I_{obIB} = \frac{I_{SC}}{K} \cdot 1,375 = \frac{11,69}{1,00} \cdot 1,375 = 16,07 A$  - warunek spełniony

gdzie:

$I_{nB}$  - prąd znamionowy bezpiecznika,

$I_{oblB}$  - obliczeniowy prąd bezpiecznika,  
 $I_{SC}$  - prąd zwarcia łańcucha modułów,  
 $K$  - zależny od temperatury otoczenia współczynnik korygujący, dla 20°C równy 1.

- $U_{nB} \geq U_{oblB} = I_{MPV} \cdot V_{mp} \cdot 1,2 = 16 \cdot 34,80 \cdot 1,20 = 668,12 V$  - warunek spełniony

gdzie:  
 $U_{nB}$  - napięcie znamionowe bezpiecznika,  
 $U_{oblB}$  - obliczeniowe napięcie bezpiecznika  
 $I_{MPV}$  - ilość modułów połączonych szeregowo w łańcuchu,  
 $V_{mp}$  - napięcie modułu w punkcie mocy maksymalnej w warunkach STC.

### Warunek doboru ograniczników przepięć

Warunek sprawdzono dla łańcucha o największej ilości podłączonych modułów.

- $U_{CPV} \geq U_{maxSZ} \Rightarrow 1100 V \geq 668,12 V$  - warunek spełniony

gdzie:  
 $U_{CPV}$  - maksymalne napięcie ciągłej pracy ogranicznika przepięć,  
 $U_{maxSZ}$  - maksymalne napięcie szeregu modułów.

### Warunek doboru zabezpieczenia linii AC

- $I_{ACmax} \leq I_n \leq I_{ZAC} \Rightarrow 12,80 \leq 20,00 A \leq 52 A$  - warunek spełniony

gdzie:  
 $I_{ACmax}$  - maksymalny prąd wyjściowy falownika,  
 $I_n$  - prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego,  
 $I_{ZAC}$  - prąd dopuszczalny długotrwale przewodu AC.

## 22 Informacje dot. ochrony przeciwpożarowej budynku

Budynek posiada dwie kondygnacje nadziemne. Wysokość budynku mierzona od poziomu terenu przy najniższym wejściu do budynku do najwyższego punktu stropodachu znajdującego się bezpośrednio nad pomieszczeniem przeznaczonym na pobyt ludzi, jest równa 9,41 m, co klasyfikuje go do grupy budynków niskich (N). Budynek nie posiada kondygnacji podziemnych. Powierzchnia wewnętrzna budynku: 872,31 m<sup>2</sup>.

Budynek, ze względu na przeznaczenie i sposób użytkowania zaklasyfikowany jest do kategorii ZL I zagrożenia ludzi (przewiduje się możliwość przebywania powyżej 50 osób, niebędących stałymi użytkownikami budynku, w pomieszczeniu sali gimnastycznej). Przewiduje się następujące ilości osób na kondygnacjach budynku: kondygnacja I: 100 osób, kondygnacja II: 50 osób. W obiekcie występuje jedno pomieszczenie, w którym przewiduje się przebywanie powyżej 50 osób – sala gimnastyczna. Pomieszczenie to przeznaczone jest dla maksymalnie 300 osób, w tym 48 osób na antresoli. Z pomieszczenia sali gimnastycznej zapewniono dwa wyjścia

ewakuacyjne oddalone o ponad 5m, otwierane na zewnątrz pomieszczenia, ponadto wyjście ewakuacyjne zapewnione zostało z antresoli.

Przedmiotowy obiekt stanowił będzie jedną strefę pożarową oddzieloną od istniejącego budynku szkoły elementami oddzielenia przeciwpożarowego lub pasami wolnego terenu.

Elementy oddzielenia przeciwpożarowego: Ściany oddzielenia przeciwpożarowego: klasa REI 120 odporności ogniowej, z zamknięciem otworów o klasie EI 60 odporności ogniowej. Ściany oddzielenia przeciwpożarowego wykonane zostaną z materiałów niepalnych. Łączna powierzchnia otworów w ścianie oddzielenia przeciwpożarowego nie powinna przekraczać 15% powierzchni ściany. Otwory te będą obudowane przedsionkami przeciwpożarowymi, lub zamykane za pomocą drzwi przeciwpożarowych bądź innego zamknięcia przeciwpożarowego. Wszystkie przepusty instalacyjne w elementach oddzielenia przeciwpożarowego będą mieć klasę odporności ogniowej (EI) wymaganą dla tych elementów. Dopuszcza się nieinstalowanie przepustów, o których mowa wyżej, dla pojedynczych rur instalacji wodnych, kanalizacyjnych i ogrzewczych, wprowadzanych przez ściany i stropy do pomieszczeń higienicznosanitarnych. Ściany oddzielenia przeciwpożarowego zostaną wysunięta o min. 0,3m poza lico ściany zewnętrznej lub na całej wysokości ściany zastosowany zostanie pas z materiału niepalnego, o klasie EI 60 i szerokości min. 2m.

Analizując układ komunikacyjny oraz funkcjonalny pomieszczeń, dopuszczalna długość przejść ewakuacyjnych nie przekracza 40 m, a każde pojedyncze przejście nie prowadzi przez więcej niż 3 pomieszczenia. W analizowanym budynku, w strefie pożarowej zakwalifikowanej do kategorii ZL I zagrożenia ludzi, maksymalna długość dojścia przy jednym kierunku ewakuacji nie powinna przekroczyć wymaganych 10 m, a przy dwóch dojściach nie powinna przekroczyć 40 m dla dojścia najkrótszego. Z sali gimnastycznej zapewnione zostały dwa wyjścia ewakuacyjne o szerokości 1,8m każde, z czego jedno prowadzi bezpośrednio na zewnątrz budynku, a drugie na drogi komunikacji ogólnej parteru. Z antresoli pomieszczenia, zapewniono jedno wyjście o szerokości 0,9m, prowadzące na drogi komunikacji ogólnej piętra. Na antresoli zlokalizowanych będzie 6 rzędów siedzeń sztywno łączonych za sobą w rzędy oraz między rzędami. Łącznie w każdym rzędzie zlokalizowanych będzie 8 siedzeń. Szerokość przejść pomiędzy rzędami siedzeń nie będzie mniejsza niż 0,45m, przy czym odległość ta mierzona jest pomiędzy stałymi elementami siedzeń. Szerokość przejść komunikacyjnych nie będzie mniejsza niż 1,2m. Fotele wykonane zostaną z materiałów trudnozapalnych oraz niewydzielających produktów rozkładu i spalania określanych jako bardzo toksyczne, zgodnie z Polską Normą dotyczącą badań wydzielania produktów toksycznych. Dojścia ewakuacyjne w budynku prowadzą do obudowanej klatki schodowej, zamkniętej drzwiami o klasie EI 30 odporności ogniowej oraz wyposażonej w grawitacyjny system usuwania dymu. Klatka schodowa posiada min. wymiary: szerokość biegu w

światle: 1,2m, szerokość spocznika: 1,5m, wysokość stopni: 0,175m. Obudowa poziomych dróg ewakuacyjnych powinna mieć klasę odporności ogniowej wymaganą dla ścian wewnętrznych, w tym przypadku EI 15. Szerokość poziomych dróg ewakuacyjnych nie będzie mniejsza niż 1,4m. W przypadku zawężenia poziomych dróg ewakuacyjnych przez skrzydła drzwiowe, zostaną one wyposażone w samozamykacze. Wysokość dróg ewakuacyjnych nie będzie mniejsza niż 2,2m.

Drzwi stanowiące wyjście ewakuacyjne z pomieszczenia będą mieć szerokość nie mniejszą niż 0,9 m. Warunek ten nie dotyczy pomieszczeń, w których przebywa maksymalnie do 3 osób (szerokość może być zmniejszona do 0,8m). Szerokość drzwi stanowiących wyjście ewakuacyjne z dróg komunikacji ogólnej budynku powinna być nie mniejsza niż szerokość biegu klatki schodowej (określona zgodnie z warunkami technicznymi czyli) – 1,2m. Drzwi wieloskrzydłowe, stanowiące wyjście ewakuacyjne z pomieszczenia oraz na drodze ewakuacyjnej powinny mieć co najmniej jedno nieblokowane skrzydło drzwiowe o szerokości nie mniejszej niż 0,9 m. Do wykończenia wewnątrz nie będą stosowane materiały łatwo zapalne, których produkty rozkładu termicznego są bardzo toksyczne lub intensywnie dymiące. Wszystkie drzwi, które po pełnym otwarciu mogą powodować zawężenie dróg ewakuacyjnych należy wyposażyć w urządzenia powodujące ich automatyczne zamknięcie.

Oświetlenie ewakuacyjne – drogi komunikacji ogólnej oświetlone wyłącznie światłem sztucznym oraz sala gimnastyczna, będą wyposażone w awaryjne oświetlenia ewakuacyjne. Natężenie oświetlenia awaryjnego w celu właściwego oświetlenia dróg ewakuacyjnych wynosi co najmniej 1 lx, w czasie 60 minut od zaniku napięcia na sieci oświetlania podstawowego. Instalacja będzie spełniać wszelkie wymagania określone w PN-EN 1838 i PN-EN 50172. – rozwiązania szczegółowe zawiera niniejsze opracowanie.

Przeciwpowozarowy wyłącznik prądu - w budynku zabudowany będzie przeciwpowozarowy wyłącznik prądu, odcinający zasilanie wszystkich obwodów instalacji elektrycznej, za wyjątkiem obwodów zasilających instalacje i urządzenia, których funkcjonowanie jest niezbędne podczas powozaru. Przycisk zdalnego, ręcznego sterowania przeciwpowozarowym wyłącznikiem prądu usytuowany będzie przy wejściu głównym do budynku – rozwiązania szczegółowe zawiera niniejsze opracowanie.

Wyposażenie w gaśnice – Obiekt wyposażony będzie w gaśnice spełniające wymagania Polskich Norm w tym zakresie. Na każde 100 m<sup>2</sup> powierzchni zapewniona zostanie jedna jednostka masy środka gaśniczego (2kg lub 3dm<sup>3</sup>). Gaśnice rozmieszczone są w miejscach łatwo dostępnych i widocznych. Maksymalna odległość do najbliższej gaśnicy nie będzie przekraczać 30m. Do każdej gaśnicy zostanie zapewniony dostęp o szerokości co najmniej 1m.

Wewnętrzna instalacja hydrantowa DN 25 - budynek wyposażony będzie w wewnętrzną instalację hydrantową opartą na hydrantach DN 25 z węzłem półsztywnym. Instalacja ta pokrywać

będzie zasięgiem cała powierzchnie strefy pożarowej z uwzględnieniem długości węża oraz efektywnego zasięgu rzutu prądu gaśniczego (3m). Hydranty wewnętrzne muszą spełniać wymagania Polskich Norm dotyczących tych urządzeń.

Grawitacyjny system usuwania dymu z przestrzeni klatki schodowej - klatka schodowa wyposażona będzie w samoczynne urządzenie oddymiające, w postaci klap dymowych, zaprojektowane wg zasad wiedzy technicznej, Napływ powietrza uzupełniającego realizowany będzie poprzez drzwi napowietrzające w sposób automatyczny - rozwiązania szczegółowe w zakresie zasilania urządzeń oraz sterowania zawiera niniejsze opracowanie.

Budynek chroniony jest instalacją odgromową – rozwiązania szczegółowe zawiera niniejsze opracowanie.

Wymagana ilość wody do celów przeciwpożarowych do zewnętrznego gaszenia pożaru dla przedmiotowego obiektu wynosi 20 dm<sup>3</sup>/s z co najmniej dwóch hydrantów o średnicy 80 mm zainstalowanych na sieci wodociągowej przeciwpożarowej (w odległości do 75 m pierwszy a kolejny w odległości do 150 m od chronionego obiektu).

Zgodnie z § 12 rozporządzenia MSWiA w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych, do budynku zawierającego strefę pożarową ZL I, należy doprowadzić drogę pożarową. Droga pożarowa posiadać będzie szerokość co najmniej 4,0 m (na całej długości budynku oraz 10m przed i za budynkiem) i umożliwiać będzie przejazd wzdłuż dłuższego boku budynku, na całej jego długości. Bliższa krawędź drogi pożarowej oddalona będzie od ściany budynku o 5 - 15m. Droga pożarowa zakończona będzie placem manewrowym o wymiarach 20m x 20m. Droga ta połączona będzie z wyjściami ewakuacyjnymi z budynku, przez które możliwy jest dostęp do każdej strefy pożarowej, utwardzonym dojściem o szerokości 1,5 metra i długości nie przekraczającej 50 metrów. Promienie zewnętrzne łuku drogi nie będą mniejsze niż 11 m, a nośność jezdni co najmniej 100 kN na oś. Nachylenie podłużne drogi nie będzie przekraczać 5%. Pomiędzy drogą pożarową a budynkiem nie może być stałych elementów zagospodarowania terenu lub drzewa i krzewy o wysokości powyżej 3m, uniemożliwiające dostęp do elewacji budynku za pomocą podnośników i drabin mechanicznych.

## **23 Uwagi końcowe**

Niniejszy projekt wykonano zgodnie z przepisami. Wykonawcę realizującego budowę wg niniejszego projektu obowiązuje przestrzeganie przepisów w odniesieniu do wszystkich szczegółów, które nie mogły być w projekcie omówione. Całość wykonać zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano - montażowych” cz. V – Instalacje elektryczne, niniejszym projektem, obowiązującymi przepisami BHP i PPOŻ oraz prawa budowlanego i normą PN-IEC 60364 – instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Niniejszy opis techniczny



rozpatrywać łącznie z rysunkami. Po zakończeniu prac montażowych wykonać pomiary powykonawcze rezystancji izolacji, rezystancji uziemienia, skuteczności ochrony od porażeń prądem elektrycznym oraz natężenia oświetlenia, spisać wymagane protokoły z badań i pomiarów instalacji elektrycznych. Wykonać trwałe napisy i oznaczenia w oparciu o schemat zasilania. Wszystkie metalowe części zabezpieczyć antykorozyjnie zgodnie z obowiązującymi przepisami. Dla wszystkich stosowanych wyrobów należy przedstawić stosowne deklaracje, certyfikaty i dopuszczenia.

Uwaga: Przywołane w projekcie nazwy własne materiałów, wyrobów i elementów służą referencyjnemu określeniu własności danego produktu. Dopuszcza się zastosowanie produktów równoważnych lub o wyższych parametrach pod warunkiem zaakceptowania ich zgodności z projektem i oczekiwaniem.

## 24 Obliczenia

### a) bilans mocy - tablice/złącza

Nazwa tablicy	Lokalizacja tablicy	Moc zainstalowana [kW]	Moc szczytowa [kW]
T1	Pom. przyłącza energetycznego 006	16,3	8,2
T2	Korytarz 103	17,6	9,4
ZKT2	teren	10,7	8,9
TB3	Korytarz 023	18,8	13,6

Zakładając brak jednoczesnej pracy pomiędzy częścią odbiorów w złączu ZKT2 a budynkiem sali gimnastycznej łączna moc szczytowa dla budynku sali gimnastycznej wynosi 22kW.

Dla budynku szkoły moc szczytowa wzrośnie o 13,6kW (tablica TB3).

### b) prąd szczytowy

$$I_{sz} = \frac{P_{sz}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \phi}$$

gdzie:

$P_{sz}$  – moc obliczeniowa

$I_{sz}$  – prąd obliczeniowy

$U_n$  – napięcie znamionowe

$\cos$  – współczynnik mocy

$$I_{sz} = \frac{22000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 33,5A$$

Wymagana moc przyłączeniowa to 21kW - zgodnie z standardem technicznym zakładu energetycznego jest to minimalna moc przyłączeniowa przy której prąd znamionowy ogranicznika mocy w zestawie złączowo-pomiarowym (40A) jest wyższy niż prąd obliczeniowy (33,5A).

c) spadki napięć dla najdłuższego WLZ

Tablica/złącze zasilana	Tablica/złącze zasilająca	Moc szczytowa [kW]	Prąd szczytowy [A]	Zabezpieczenie [A]	Typ i przekrój przewodu [mm <sup>2</sup> ]	Długość linii [mb]	Spadek napięcia [%]
T1	SP	21	33,5	32	YAKXS 4x35	77	0,83
ZKT2	T1	8,9	13,5	25	YKY 4x10	50	0,77

Dla wybranej najdłuższej wybranej wewnętrznej linii zasilającej spadek napięcia wynosi 1,6%. Spadek napięcia od układu pomiarowego do końcowego odbioru nie może przekraczać 4% - warunek ten zostaje zachowany.

## 25 Spis rysunków

Nr rysunku	Nazwa rysunku	Skala
IE-01	Zagospodarowanie terenu – instalacja elektryczna	1:250
IE-02	Rzut parteru – instalacja oświetlenia	1:100
IE-03	Rzut piętra – instalacja oświetlenia	1:100
IE-04	Rzut parteru – instalacja gniazd	1:100
IE-05	Rzut piętra – instalacja gniazd	1:100
IE-06	Rzut parteru – instalacje niskoprądowe	1:100
IE-07	Rzut piętra – instalacje niskoprądowe	1:100
IE-08	Rzut parteru część istniejąca – trasa kabli i przewodów	1:100
IE-09	Rzut dachu – instalacja odgromowa	1:100
IE-10	Schemat szafki pomiarowej	-
IE-11	Schemat złącz: ZKT1, ZKWG	-
IE-12	Schemat tablicy bezpiecznikowej T1	-
IE-13	Schemat tablicy bezpiecznikowej T2	-
IE-14	Schemat złącza ZKT2	-
IE-15	Schemat tablicy bezpiecznikowej TB3	-
IE-16	Schemat instalacji CCTV, LAN – budynek projektowany	-
IE-17	Schemat instalacji LAN – budynek istniejący	-
IE-18	Schemat instalacji oddymiania	-
IE-19	Schemat instalacji SSWiN - rozbudowa	-
IE-20	Schemat instalacji fotowoltaicznej	-

## 26 Spis załączników

Nr	Nazwa rysunku
1	Zaświadczenie o przynależności do Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa projektanta i sprawdzającego
2	Uprawnienia budowlane projektanta i sprawdzającego
3	Warunki przyłączenia do sieci nr WP/012911/2022/O0R05

## 27 Zestawienie podstawowych materiałów

### a) Projektowany budynek

L.p.	Pozycja	Jedn.	Ilość	Uwagi
<b>Instalacja elektryczna</b>				
1	Tablica bezpiecznikowa T1 + wyposażenie	kpl.	1	Wyposażenie zgodne ze schematem
2	Tablica bezpiecznikowa T2 + wyposażenie	kpl.	1	Wyposażenie zgodne ze schematem
3	Oprawa downlight LED p/t 17W, 1800lm, 4000K, IP44/20	szt.	28	Oznaczenie „A1”
4	Oprawa downlight LED p/t 21W, 2450lm, 4000K, IP44/20	szt.	6	Oznaczenie „A2”
5	Oprawa downlight LED p/t 17W, 1800lm, 4000K, IP44/20	szt.	9	Oznaczenie „B”
6	Oprawa kasetonowa LED p/t 32W, 4550lm, 4000K, IP65/20	szt.	2	Oznaczenie „C”
7	Oprawa plafon LED n/t 25W, 2800lm, 4000K, IP54	szt.	3	Oznaczenie „D”
8	Oprawa biurowa LED 29W, 3100lm, 4000K, IP20 (oprawa n/t z możliwością montażu p/t)	szt.	18	Oznaczenie „E1”
9	Oprawa biurowa LED 18W, 2800lm, 4000K, IP20 (oprawa n/t z możliwością montażu p/t)	szt.	5	Oznaczenie „E2”
10	Oprawa biurowa LED 32W, 4700lm, 4000K, IP20 (oprawa n/t z możliwością montażu p/t)	szt.	7	Oznaczenie „E3”
11	Oprawa biurowa LED 24W, 3700lm, 4000K, IP20 (oprawa n/t z możliwością montażu p/t)	szt.	5	Oznaczenie „E4”
12	Oprawa przemysłowa LED n/t 28W, 4550lm, 4000K, IP66	szt.	6	Oznaczenie „F1”
13	Oprawa przemysłowa LED n/t 47W, 7850lm, 4000K, IP66	szt.	4	Oznaczenie „F2”
14	Oprawa high bay LED 100W, 17000lm, 4000K, IP66 + siatka ochronna + pręt gwintowany do montażu	szt.	12	Oznaczenie „G”

PROJEKT TECHNICZNY BUDOWY SALI GIMNASTYCZNEJ WRAZ Z PRZEBUDOWĄ CZĘŚCI OBIEKTU –  
INSTALACJE ELEKTRYCZNE

15	Oprawa biurowa LED zwieszana 18W, 2300lm, 4000K, IP20	szt.	2	Oznaczenie „H1”
16	Oprawa biurowa LED zwieszana 33W, 3450lm, 4000K, IP20	szt.	1	Oznaczenie „H2”
17	Oprawa downlight LED p/t 15W, 1850lm, 4000K, IP65/20	szt.	6	Oznaczenie „I”
18	Oprawa plafon LED 24W, 2500lm, 4000K, IP65 z wbudowanym czujnikiem ruchu	szt.	1	Oznaczenie „P1”
19	Oprawa plafon LED 24W, 2500lm, 4000K, IP65	szt.	2	Oznaczenie „P2”
20	Naświetlacz LED 27W, 3750lm, 4000K, IP66	szt.	1	Oznaczenie „Z1”
21	Oprawa awaryjna 3W, 370lm, IP65, funkcja autotest, moduł awaryjny 1h, optyka do przestrzeni otwartych	szt.	17	Oznaczenie „AW1”
22	Oprawa awaryjna 1W, 360lm, IP20, funkcja autotest, moduł awaryjny 1h, optyka do przestrzeni otwartych	szt.	11	Oznaczenie „AW2”
23	Oprawa awaryjna 1.2W, 320lm, IP65, funkcja autotest, moduł awaryjny 1h, optyka do zak. dróg ew., oprawa przystosowana do pracy w niskich temperaturach	szt.	2	Oznaczenie „AW3”
24	Oprawa ewakuacyjna 3.8W, IP65, funkcja autotest, moduł awaryjny 1h, piktogram	szt.	16	Oznaczenie „EW1”
25	Siatka ochronna dla opraw EW1, AW1	szt.	9	
26	Siatka ochronna dla oprawy F2	szt.	4	
27	Łącznik instalacyjny jednobiegunowy 10A, IP20, podświetlany	szt.	23	
28	Łącznik instalacyjny jednobiegunowy 10A, IP44, podświetlany	szt.	7	
29	Łącznik instalacyjny świecznikowy 10A, IP20, podświetlany	szt.	3	
30	Łącznik instalacyjny schodowy 10A, IP20, podświetlany	szt.	14	
31	Łącznik instalacyjny krzyżowy 10A, IP20, podświetlany	szt.	2	
32	Łącznik przyciskowy (chwilowy), 10A, 230V, IP20, podświetlany	szt.	9	
33	Tablica sterowania oświetleniem sali gimn. TSO: obudowa 6- modułowa + przycisk bistabilny modułowy 3szt	kpl.	1	
34	Czujnik ruchu o kącie detekcji 360°, sufitowy, IP20	szt.	1	
35	Gniazdo wtykowe pojedyncze 230V 16A, IP44	szt.	25	
36	Gniazdko wtyczkowe pojedyncze 16A, 230V, IP20	szt.	109	
37	Gniazdko wtyczkowe pojedyncze, 16A, 230V, IK10	szt.	4	
38	Obudowa p/t metalowa 500x400x150mm IK10	szt.	5	
39	Sterownik do żaluzji z przyciskiem 230V, IP20	szt.	13	Sterowanie lokalne
40	Sterownik do żaluzji z przyciskiem 230V, IP20	szt.	1	Sterowanie centralne dla sali gimnastycznej
41	Przycisk do sterowania siłownikami okien	szt.	4	
42	Obudowa metalowa IK10 + wyposażenie: zasilacz 230/24VDC 120W, 2x przełącznik DC 2Z 2R	kpl.	4	Dla siłowników okien uchylnych
43	Dzwonek 230V	szt.	3	

44	Elektroniczna tablica wyników dla sali gimnastycznej	szt.	1	Sterowanie bezprzewodowe
45	Kabel YAKXS 5x35mm <sup>2</sup>	mb.	10	Przepust pod budynkiem
46	Kabel N2XH-J 5x10mm <sup>2</sup>	mb.	22	
47	Kabel N2XH-J 5x2,5mm <sup>2</sup>	mb.	32	
48	Kabel N2XH-J 3x2,5mm <sup>2</sup>	mb.	700	
49	Kabel N2XH-J 4x1,5mm <sup>2</sup>	mb.	380	
50	Kabel N2XH-J 3x1,5mm <sup>2</sup>	mb.	2700	
51	Kabel N2XH-J 2x1,5mm <sup>2</sup>	mb.	40	
52	Przewód LgY 1x6mm <sup>2</sup>	mb.	50	
53	Korytka kablowe metalowe szer.100	mb.	52	
54	Wspornik fajkowy l=160mm	szt.	52	
55	Rura karbowana giętka Ø20 bezhalogenowa	mb.	300	
56	Przejście p.poż.	kpl.	8	
57	Systemowy przepust kablowy gazo i wodoszczelny	szt.	1	
58	Systemowy przepust kablowy przez dach	szt.	2	
59	Szyna wyrównująca potencjał	szt.	2	
<b>Monitoring CCTV, LAN</b>				
1	Punkt dystrybucyjny 19" 22U + wyposażenie	kpl.	1	Bez osprzętu aktywnego
2	Gniazdo RJ-45 kat. 6 pojedyncze	szt.	30	
3	Kamera tubowa IP PoE 2MPX IP67	szt.	4	
4	Kamera kopułkowa IP PoE 2MPX IP67	szt.	7	
5	Kamera tubowa 2szt montaż	kpl.	1	Kamery z demontażu
6	Światłowod SM 9/125 6J LSOH B2ca	mb.	80	
7	Przewód U/UTP kat. 6 LSOH B2ca	mb.	430	
8	Przewód F/UTP kat. 6 LSOH B2ca	mb.	860	
9	Rura karbowana giętka Ø20 bezhalogenowa	mb.	600	
10	Siatka ochronna dla kamer tubowych, kopułkowych	szt.	4	
11	Korytka kablowe metalowe szer.100	mb.	25	
12	Korytka kablowe metalowe szer. 50	mb.	43	
13	Wspornik fajkowy l=160mm	szt.	25	
14	Wspornik fajkowy l=110mm	szt.	43	
<b>Instalacja fotowoltaiczna</b>				
1	Panel fotowoltaiczny 380W	szt.	25	
2	Optymalizator mocy	szt.	1	
3	Konstrukcja montażowa, ułożenie poziome paneli, konstrukcja	kpl.	1	

	balastowa, kąt 15st.			
4	Inwerter 3f, moc wej. 12kW/moc wyj. 8kW	szt.	1	
5	Automatyczny rozłącznik prądu stałego DC	szt.	2	
6	Rozdzielnica PV1 (strona DC)	szt.	1	Wyposażenie zgodne ze schematem
7	Rozdzielnica PV2 (strona AC)	szt.	1	Wyposażenie zgodne ze schematem
8	Kabel N2XH-J 5x6mm <sup>2</sup>	mb.	33	
9	Kabel N2XH-J 3x1,5mm <sup>2</sup>	mb.	28	
10	Kabel N2XH-J 1x16mm <sup>2</sup>	mb.	43	
11	Przewód LgY 1x10mm <sup>2</sup>	mb.	60	
12	Rura elektroinstalacyjna Ø20 odporna na UV	mb.	40	
13	Kabel solarny 1x6mm <sup>2</sup>	mb.	180	
14	Systemowy przepust kablowy przez dach	szt.	1	
15	Szyna wyrównująca potencjał	szt.	1	
16	Korytka kablowe metalowe pełne zamykane szer. 50mm	mb.	33	
17	Uchwyt betonowy do korytek	szt.	28	
<b>Instalacja odgromowa</b>				
1	Taśma stalowa ocynkowana FeZn 30x4 mm	mb.	190	
2	Złącze kontrolne + obudowa	kpl.	9	
3	Drut stalowy ocynkowany Ø8 FeZn	mb.	225	Zwody poziome
4	Drut stalowy ocynkowany Ø8 FeZn	mb.	104	Przewód odprowadzający
5	Uchwyt z obciążeniem + przyklejana podstawka	szt.	225	
6	Rura odgromowa 28/22	mb.	77	
7	Maszt odgromowy pojedynczy h=3,0m + obciążnik	kpl.	2	
8	Maszt odgromowy pojedynczy h=2,0m + obciążnik	kpl.	5	
9	Maszt odgromowy pojedynczy h=1,5m + obciążnik	kpl.	2	
10	Maszt odgromowy pojedynczy h=1,0m + obciążnik	kpl.	1	
11	Złącze krzyżowe	szt.	33	
12	Uchwyt rynnowy	szt.	6	
<b>Teren zewnętrzny</b>				
1	Szafka pomiarowa + wyposażenie	kpl.	1	Wyposażenie zgodne ze schematem
2	Przeciwpożarowy wyłącznik prądu (złącze kablowe ZK WG): urządzenie uruchamiające UW PWP, urządzenie sygnalizujące US PWP, urządzenie wykonawcze UW PWP	kpl.	1	Wymagane certyfikaty wydane przez CNBOP
3	Złącze kablowe ZKT1 + wyposażenie	kpl.	1	Wyposażenie zgodne ze schematem
4	Złącze kablowe ZKT2 + wyposażenie	kpl.	1	Wyposażenie zgodne

				ze schematem
5	Latarnia: fundament + słup h=7m + tabliczka słupowa + wysięgnik jednoramienny + oprawa led 67W, 8549lm, 4000K	kpl.	4	
6	Kabel YAKXS 4x35mm <sup>2</sup>	mb.	77	
7	Kabel YAKXS 4x35mm <sup>2</sup>	mb.	13	
8	Kabel YAKXS 4x16mm <sup>2</sup>	mb.	125	
9	Kabel YKY 4x10mm <sup>2</sup>	mb.	50	
10	Kabel YKY 5x2,5mm <sup>2</sup>	mb.	65	
11	Kabel YKY 3x1,5mm <sup>2</sup>	mb.	36	
12	Taśma stalowa ocynkowana FeZn 25x4mm	mb.	175	
13	Rura osłonowa Ø110mm	mb.	55	
14	Rura osłonowa Ø75mm	mb.	60	
15	Rura osłonowa Ø50mm	mb.	30	
16	Rura osłonowa Ø50mm odporna na UV	mb.	10	
17	Zaciski przebijający izolację	szt.	4	
18	Piasek	m <sup>3</sup>	32	
19	Taśma znacznikowa niebieska; grubość min. 0,5mm	mb.	195	
<b>Instalacja oddymiania</b>				
1	Centrala oddymiania 8A wraz z akumulatorem	szt.	1	
2	Czujka optyczna dymu z gniazdem	szt.	4	
3	Ręczny przycisk oddymiania	szt.	2	
4	Przełącznik kluczykowy 1-biegunowy zwierny	szt.	1	
5	Puszka PIP-2AN	szt.	3	
6	Kabel YnTKSYekw 1x2x0,8mm	mb.	35	
7	Kabel ogniodporny HTKSHekw 4x2x1mm PH90	mb.	20	p/t, trasa w standardzie PH
8	Przewód ogniodporny HLGs 3x2,5mm <sup>2</sup> PH90	mb.	25	p/t, trasa w standardzie PH
9	Przewód ogniodporny HLGs 2x1,5mm <sup>2</sup> PH90	mb.	7	p/t, trasa w standardzie PH
10	Przewód ogniodporny HDGs 3x1,5mm <sup>2</sup> PH90	mb.	28	p/t, trasa w standardzie PH

b) Istniejący budynek

L.p.	Pozycja	Jedn.	Ilość	Uwagi
<b>Instalacja elektryczna</b>				
1	Tablica bezpiecznikowa TB3 + wyposażenie	kpl.	1	Wyposażenie zgodne ze schematem

2	Rozłącznik bezpiecznikowy 3P + 3x wkładka 10x38 25A	kpl.	1	Rozbudowa TB2
3	Oprawa biurowa LED 29W, 3100lm, 4000K, IP20 (oprawa n/t z możliwością montażu p/t)	szt.	5	Oznaczenie „E1”
4	Oprawa biurowa LED 32W, 4700lm, 4000K, IP20 (oprawa n/t z możliwością montażu p/t)	szt.	6	Oznaczenie „E3”
5	Oprawa biurowa LED 24W, 3700lm, 4000K, IP20 (oprawa n/t z możliwością montażu p/t)	szt.	11	Oznaczenie „E4”
6	Oprawa biurowa LED n/t 35W, 4650lm, 4000K, IP20 (asymetryczna - doświetlanie tablic)	szt.	1	Oznaczenie „J”
7	Oprawa awaryjna 1W, 306lm, IP20, funkcja autotest, moduł awaryjny 1h, optyka do korytarzy	szt.	1	Oznaczenie „AW4”
8	Oprawa ewakuacyjna 3.8W, IP65, funkcja autotest, moduł awaryjny 1h, piktogram	szt.	1	Oznaczenie „EW1”
9	Łącznik instalacyjny jednobiegunowy 10A, IP20	szt.	2	
10	Łącznik instalacyjny jednobiegunowy 10A, IP44	szt.	1	
11	Łącznik instalacyjny świecznikowy 10A, IP20	szt.	2	
12	Łącznik instalacyjny schodowy 10A, IP20	szt.	2	
13	Łącznik instalacyjny krzyżowy 10A, IP20	szt.	1	
14	Gniazdo wtykowe pojedyncze ze stykiem ochronnym 230V 16A, IP44	szt.	6	
15	Gniazdko wtyczkowe pojedyncze 16A, 230V, IP20	szt.	75	
16	Sterownik do żaluzji z przyciskiem 230V, IP20	szt.	15	Sterowanie lokalne
17	Dzwonek 230V	szt.	1	
18	Kabel N2XH-J 5x10mm <sup>2</sup>	mb.	40	
19	Kabel N2XH-J 5x2,5mm <sup>2</sup>	mb.	37	
20	Kabel N2XH-J 3x2,5mm <sup>2</sup>	mb.	260	
21	Kabel N2XH-J 3x1,5mm <sup>2</sup>	mb.	500	
22	Rura elektroinstalacyjna sztywna Ø32	mb.	40	
23	Demontaż ist. Instalacji elektrycznej (5 pomieszczeń)	kpl.	1	
<b>Monitoring CCTV, LAN</b>				
1	Punkt dystrybucyjny 19" 12U + wyposażenie	kpl.	1	Bez osprzętu aktywnego
2	Gniazdo RJ-45 kat. 6 pojedyncze	szt.	31	
3	Przewód F/UTP kat. 6 LSOH B2ca	mb.	660	
4	Rura karbowana giętka Ø20 bezhalogenowa	mb.	660	
5	Demontaż ist. Instalacji teletechnicznej wraz z punktem dystrybucyjnym PD2	kpl.	1	
6	Kamery istniejące 2szt, demontaż	kpl.	1	Ponowny montaż w nowej części



Instalacja SSWiN				
1	Czujnik ruchu PIR	szt.	2	
2	Czujnik ruchu dualny PIR+MV	szt.	1	
3	Moduł rozszerzeń 8-wejść + obudowa + zasilacz + akumulator 7Ah	kpl.	1	
4	Przewód U/UTP kat. 5e LSOH B2ca	mb.	90	
5	Rura karbowana giętka Ø 16 bezhalogenowa	mb.	45	
6	Listwa elektroinstalacyjna 40x20mm	mb.	35	
7	Demontaż + ponowny montaż czujnik ruchu PIR 2szt.	kpl.	1	