

Spis treści:	
1.	PRZEDMIOT OPRACOWANIA..... 2
2.	PODSTAWA OPRACOWANIA 2
3.	ZAKRES OPRACOWANIA 2
4.	URZĄDZENIA REFERENCYJNE 2
5.	ZASILANIE W ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ..... 3
6.	BILANS MOCY 3
7.	ROZDZIELNICA GŁÓWNA NN..... 3
8.	SEKCJA PPOŻ. ROZDZIELNICY GŁÓWNEJ 4
9.	PRZECIWPOŻAROWY WYŁĄCZNIK PRĄDU 4
10.	WYŁĄCZNIK AWARYJNY SERWEROWNI 5
11.	ROZDZIELNICA TA (TOR ZASILANIA A) 5
12.	ROZDZIELNICA TB (TOR ZASILANIA B) 5
13.	SERWEROWNIA NA 1 PIĘTRZE..... 5
14.	UPS / ZINTEGROWANY SYSTEM ZASILANIA GWARANTOWANEGO I REZERWOWANEGO 6
15.	USZCZELNIENIA WODO- I GAZOSZCZELNE..... 6
16.	POMIAR ENERGII ELEKTRYCZNEJ..... 6
17.	INSTALACJA ELEKTRYCZNA ISTNIEJĄCA 6
18.	DYSTRYBUCJA MOCY – ZASILANIE ODBIORÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ..... 7
18.1	Zasilanie urządzeń technologicznych serwerowni..... 7
18.2	Gniazda ogólne 7
18.3	Urządzenia instalacji niskoprądowych..... 8
18.4	Urządzenia instalacji sanitarnych 8
18.5	Obiekty / urządzenia na zewnątrz budynku..... 8
18.6	Zestawy gniazd PEL..... 8
19.	KABLE I PRZEWODY ZASILAJĄCE..... 8
20.	TRASZ KABLII 8
19.1	Główne trasy koryt kablowych 8
19.2	Przebieg przez ściany, stropy i fundamenty..... 9
19.3	Prowadzenie przewodów instalacji elektrycznych 9
20	INSTALACJA OŚWIETLENIA 9
20.1	Oświetlenie podstawowe 9
20.2	Oświetlenie awaryjne..... 10
20.3	Sterowanie oświetleniem..... 11
21	INSTALACJA UZIEMIENIA I POŁĄCZEŃ WYRÓWNAWCZYCH GŁÓWNYCH I MIEJSCOWYCH..... 11
22	INSTALACJA UZIEMIENIA I POŁĄCZEŃ WYRÓWNAWCZYCH DLA POMIESZCZEŃ SERWEROWNI 12
23	WYTYCZNE DO UKŁADANIA KABLI NN..... 12
24	INSTALACJA OCHRONY PRZECIWPRZEPięCIOWEJ..... 13
25	OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA..... 13
26	UWAGI OGÓLNE DO INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH 14

1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy instalacji elektrycznych wewnętrznych dla inwestycji:

PRZEBUDOWA POMIESZCZEŃ NA POTRZEBY CENTRUM PRZETWARZANIA DANYCH PCZ

ul. Gen. J.H. Dąbrowskiego 69

42-201 Częstochowa, Polska

2. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawę opracowania niniejszej dokumentacji stanowiły:

- inwentaryzacja stanu istniejącego
- zlecenie Inwestora
- podkłady architektoniczno-budowlane
- projekt branży sanitarnej
- warunki ochrony przeciwpożarowej
- uzgodnienia międzybranżowe
- uzgodnienia i wytyczne Inwestora
- opis przedmiotu zamówienia
- obowiązujące przepisy i normy

3. ZAKRES OPRACOWANIA

Niniejsze opracowanie zawiera:

- demontaże
- linia kablowa nN ze stacji ST-5
- instalacja UPS – serwerownia na parterze
- serwerownia na 1 piętrze
- rozdzielnice obiektowe
- bilans mocy
- przeciwpożarowy wyłącznik prądu
- wewnętrzne linie zasilające (wlz), trasy koryt i drabinek kablowych do prowadzenia kabli i przewodów
- instalacja oświetlenia podstawowego wewnętrznego
- instalacja oświetlenia awaryjnego ewakuacyjnego
- instalacja zasilania odbiorów administracyjnych, gniazd wtykowych 1-fazowych, 3-fazowych i innych odbiorników technologicznych
- instalacja ochrony przeciwporażeniowej
- instalacja ochrony przepięciowej
- instalacja połączeń wyrównawczych głównych i miejscowych

4. URZĄDZENIA REFERENCYJNE

Przywołane w dokumentacji opisy specyfikacyjne / typy urządzeń przedstawiają standard i oczekiwania Zamawiającego w zakresie wyposażenia technicznego dla Inwestycji i stanowią jedynie odniesienie referencyjne, a nie wskazują na konieczność zastosowania konkretnego urządzenia. Dopuszcza się zastosowanie urządzeń równoważnych o funkcjonalności nie gorszej niż przedstawione w dokumentacji. Wszelkie odstępstwa / różnice w parametrach urządzeń należy potwierdzić z Zamawiającym i Projektantem.

5. ZASILANIE W ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ

Serwerownia będzie zasilana ze stacji ST-5 za pośrednictwem nowo projektowanej linii kablowej nN. Linie kablową należy w obrębie budynku stacji prowadzić w istniejącym kanale kablowym, a następnie wyprowadzić na zewnątrz z budynku stacji przez nowy przepust kablowy. Przepust należy uszczelnić wodo- i gazoszczelnie. Kabel należy podłączyć do rezerwowego aparatu w stacji wskazanego przez służby techniczne Zamawiającego. Należy uwzględnić odtworzenie nawierzchni podczas prac przy układaniu linii kablowych.

Ewentualna procedura zwiększenia mocy umownej / mocy przyłączeniowej / modernizacja infrastruktury stacji transformatorowej wg odrębnego opracowania.

Kabel należy doprowadzić do nowo projektowanego złącza kablowego ZKB1n i dalej do rozdzielnicy RGB1n / automatycznego przełącznika zasilania.

Zasilanie rezerwowe dla inwestycji stanowić będzie agregat prądotwórczy w obudowie wyciszonej o poniższych parametrach:

Moc ciągła (PRP):

S = 136 kVA

P = 109 kW

Moc awaryjna (ESP):

S = 150 kVA

P = 120 kW

Czas pracy agregatu:

~10h / 100% obciążenia

Agregat zlokalizowany będzie na zewnątrz budynku. Kabel zasilający z agregatu należy doprowadzić do automatycznego przełącznika zasilania w rozdzielnicy RGB1n.

Dodatkowo, zgodnie z wymogami Zamawiającego, układ zasilania przygotowano na doprowadzenie zasilania rezerwowego z sieci elektroenergetycznej. W celu zapewnienia tej funkcjonalności zaprojektowano złącze kablowe ZKR, które obecnie zasilane będzie połączeniem mostkowym z ZKB1n, a docelowo zostanie do niego doprowadzone dodatkowe zasilanie, wtedy połączenie mostkowe należy zdemonstrować / unieczynić.

6. BILANS MOCY

Odbiory projektowane – serwerownia:

Moc zainstalowana: 72 kW

Moc szczytowa: 62 kW

Szczegółowy bilans mocy w załączniku do projektu.

7. ROZDZIELNICA GŁÓWNA NN

Segment budynku, w którym zlokalizowana będzie serwerownia zasilany jest obecnie ze złącza kablowego ZK-B1 i rozdzielnicy RGB1 zlokalizowanej w pomieszczeniu A.0.1. Rozdzielnicę oraz złącze należy zdemonstrować, zabudowana zostanie nowa rozdzielnica RGB1n, która wyposażona będzie w automatyczny przełącznik zasilania, rozłącznik główny, ogranicznik przepięć, kontrolę obecności napięcia, analizatory sieci oraz rozłączniki bezpiecznikowe i wyłączniki nadprądowe stanowiące zabezpieczenie kabli zasilających urządzenia w celu ich ochrony przed prądami przeciążeniowymi lub zwarciovymi.

Parametry rozdzielnicy wg schematu ideowego zasilania. Rozdzielnica w pełni zabudowana, modułowa w wykonaniu szafowym do zastosowań wewnątrz budynków, IP40.

W rozdzielnicy należy zapewnić 25% rezerwy miejsca na montaż nowych aparatów oraz listew zaciskowych.

Kable o przekroju do 16mm² należy łączyć poprzez listwy zaciskowe.

Z rozdzielnicy zasilane będą odbiory pożarowe oraz rozdzielnica TA stanowiąca tor zasilania A dla odbiorów serwerowni.

8. ROZDZIELNICA RGB1nb

Projektuje się nową rozdzielnicę zasilania odbiorów budynkowych (RGB1nb), która zlokalizowana zostanie w korytarzu obok serwerowni – należy odtworzyć istniejący układ aparatów stosując nowe aparaty o analogicznych parametrach.

Uwaga! Szczegółowy układ połączeń i zależności między poszczególnymi aparatami należy potwierdzić podczas demontażu rozdzielnicy RGB1.

9. SEKCJA PPOŻ. ROZDZIELNICY GŁÓWNEJ

Sekcja ppoż. będzie stanowić fragment rozdzielnicy głównej RGB1n (we wspólnej obudowie) i zasilana będzie sprzed przeciwpożarowego wyłącznika prądu. Pomieszczenie w którym zlokalizowana będzie rozdzielnica / sekcja ppoż. stanowić będzie odrębną strefę pożarową.

Sekcja ppoż. zapewni zasilanie wszystkich odbiorników pożarowych związanych z inwestycją:

- centrala systemu gaszenia gazem,
- układ wyłączenia ppoż.
- oraz ewentualnych innych obwodów instalacji i urządzeń, których praca jest niezbędna w razie pożaru.

Zasilanie urządzeń realizowane jest sprzed przeciwpożarowego wyłącznika prądu. Odbiorniki pożarowe zasilane są z wydzielonych odrębnych obwodów posiadających wyłącznie jedno zabezpieczenie wyraźnie oznakowane i wydodrębnione w rozdzielni niskiego napięcia odbiorów pożarowych. Zasilanie wyżej wymienionych urządzeń spełnia wymagania dotyczące instalacji bezpieczeństwa zgodnie z aktualną PN.

Rezystancja przewodów funkcjonujących w temperaturze pożaru wzrasta wskutek przejmowania ciepła z otoczenia, co zostało uwzględnione przy doborze wymaganego przekroju ze względu na warunek spadku napięcia. W celu zwiększenia niezawodności zasilania urządzeń przeciwpożarowych zwiększono wartość zabezpieczeń zwarciovych do wartości wyższych niż wynika z poboru mocy urządzenia oraz bezwzględnie zabrania się stosowania zabezpieczeń różnicowoprądowych.

Dla przewodów i kabli zasilających odbiorniki pożarowe zapewniono odporność ogniową wynoszącą nie mniej niż E 90 (PH 90).

10. PRZECIWPOŻAROWY WYŁĄCZNIK PRĄDU

Instalacja elektryczna budynku obecnie wyłączna jest zdalnie przyciskiem PPWP zlokalizowanym na portierni budynku. Aparatem wykonawczym jest rozłącznik izolacyjny z wyzwalaczem wzrostowym zabudowany w złączu kablowym ZK-B1. W związku z demontażem złącza aparat wykonawczy odtworzono w nowo projektowanym złączu ZKB1n, dodatkowo, w nowo projektowanej rozdzielnicy RGB1n, zabudowana zostanie sekcja, z której zasilona zostanie serwerownia na piętrze. Rozłącznik tej sekcji wyposażony będzie w wyzwalacz wzrostowy, istniejący przewód HDGs 3x1,5mm² należy wprowadzić do rozdzielnicy oraz złącza i podłączyć do wyzwalaczy wzrostowych (sterowanie poprzez podanie napięcia na cewkę). Zasilanie układu zrealizować z dedykowanego odpływu z sekcji ppoż. rozdzielnicy RGB1n.

W przypadku użycia przycisku PPWP zostają pozbawione zasilania wszystkie instalacje odbiorcze dla budynku – poza odbiorami, których funkcjonowanie jest wymagane w czasie pożaru oraz poza odbiorami projektowanej serwerowni.

Dodatkowo, obok istniejącego przycisku PPWP, należy zabudować przycisk PPWP UPS, który będzie zapewniał wyłączenie UPS-a w serwerowni na piętrze.

Należy zastosować dodatkowe przekaźniki w celu realizacji sygnalizacji w kasie PWP

11. WYŁĄCZNIK AWARYJNY SERWEROWNI

Odbiory projektowanej serwerowni wraz z instalacją elektryczną pomieszczeń towarzyszących (A.0.1 i A.0.3) objęte będą wyłączeniem awaryjnym. Przycisk do wyłączenia awaryjnego ("WAS") zlokalizowany zostanie w przedsionku serwerowni (pom. A.0.1).

Aparatami wykonawczym będą rozłączniki izolacyjne z wyzwalczem wzrostowym (sterowanie poprzez podanie napięcia na cewkę) zabudowane w rozdzielnicach RGB1n i TB.

Przewody do przycisku wyłączenia awaryjnego należy wykonać z przewodów PH90. Przewody należy układać na konstrukcjach lub uchwytych posiadających certyfikat CNBOP zapewniające odporność na działanie ognia przez minimum 90 minut.

12. ROZDZIELNICA TA (TOR ZASILANIA A)

Rozdzielnica TA zlokalizowana zostanie w pomieszczeniu A.0.2 i stanowić ona będzie tor A zasilania dla urządzeń serwerowni. Rozdzielnica składa się z dwóch sekcji – rezerwowanej (TA) i gwarantowanej (TAU – zasilanie z UPS). Rozdzielnica w wykonaniu do zabudowy w szafie RACK. Wyposażenie rozdzielnic wg części rysunkowej. Z rozdzielnic zasilane będą poniższe odbiory energii elektrycznej:

Sekcja TA:

- klimatyzacja rzędowa
- oświetlenie pomieszczeń serwerowni i pomieszczeń towarzyszących
- potrzeby własne kiosku (drzwi, oświetlenie itd.)

Sekcja TAU:

- szafy RACK
- centrala systemu detekcji zalania
- centrala kontroli dostępu / odbiory kontroli dostępu
- centrala systemu sygnalizacji i włamania
- gniazda DATA w PEL-ach
- gniazda w serwerowni

13. ROZDZIELNICA TB (TOR ZASILANIA B)

Rozdzielnica TB zlokalizowana zostanie w pomieszczeniu A.0.1 i stanowić ona będzie tor B zasilania dla urządzeń serwerowni.

Wyposażenie rozdzielnic wg części rysunkowej. Z rozdzielnic zasilane będą poniższe odbiory energii elektrycznej:

- klimatyzacja rzędowa
- szafy RACK
- gniazda ogólne w PEL-ach
- gniazda ogólne w pomieszczeniach towarzyszących serwerowni
- wentylator

14. SERWEROWNIA NA 1 PIĘTRZE

W pomieszczeniu serwerowni na 1 piętrze znajdują się obecnie rozdzielnice, z których zasilane są odbiory energii elektrycznej. Rozdzielnice należy docelowo zdemontować, a ich wyposażenie należy odtworzyć w nowo projektowanej rozdzielnicy RUPSn. Szczegółowy układ połączeń i zależności między poszczególnymi aparatami należy potwierdzić podczas demontażu istniejących rozdzielnic. Istniejące obwody należy podłączyć do projektowanych aparatów. Oprzewodowanie w razie potrzeby należy wymienić na nowe / przedłużyć. UPS w zakresie dostawy Zamawiającego, podłączenie urządzenia w zakresie niniejszego

zadania. Projektuje się przycisk wyzwalający przeciwpożarowy wyłącznik prądu UPS - lokalizacja w pomieszczeniu portierni, obok istniejącego przycisku PPWP. Okablowanie do PPWP wykonać przewodem HDGs 5x1,5mm². Należy zastosować dodatkowe przekaźniki w celu realizacji sygnalizacji w kasecie PWP.

15. UPS / ZINTEGROWANY SYSTEM ZASILANIA GWARANTOWANEGO I REZERWOWANEGO

UPS fabrycznie zintegrowany z zasilaczem UPS (zabudowany w tej samej szafie) modułarny system zasilania gwarantowanego wraz z rozdzielnicą elektryczną do obsługi zarówno zasilania gwarantowanego jak również niegwarantowanego (ogólnego) w obszarze zabudowy modularnej - kiosku

Modułarny system UPS zainstalowany fabrycznie w szafie 42U 600x1200, będzie się składał z trzech modułów mocy 30kW pracujących w trybie redundancji N+1.

16. USZCZELNIENIA WODO- I GAZOSZCZELNE

Wszelkie przejścia kabli i przewodów z zewnątrz do budynków należy uszczelnić wodo- i gazoszczelnie. Dopuszcza się stosowanie uszczelnień różnych firm oraz w różnych technologiach pod warunkiem zachowania parametrów technicznych uszczelnienia np.:

- uszczelnienia do zabetonowania,
- uszczelnienia do przewiertów,
- uszczelnienia za pomocą skręcanego łańcucha uszczelniającego,
- wkłady uszczelniające
- masy uszczelniające

17. POMIAR ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Zaprojektowano analizatory parametrów sieci w rozdzielnicy RGB1n (osobno dla zasilania z agregatu i zasilania sieciowego) i TB.

18. INSTALACJA ELEKTRYCZNA ISTNIEJĄCA

Realizacja inwestycji wymaga modyfikacji istniejącego układu instalacji elektrycznej. Istniejąca instalacja elektryczna kolidująca z przedsięwzięciem podlega demontażowi.

Wszystkie urządzenia / elementy instalacji podlegające demontażowi należy przed rozpoczęciem prac bezwzględnie odłączyć spod napięcia zasilającego. Wszystkie zdemontowane instalacje / elementy instalacji należy przekazać Inwestorowi. Możliwość wykorzystania zdemontowanych instalacji / elementów instalacji należy każdorazowo uzgodnić z Inwestorem.

Demontażom podlegają m.in. następujące elementy instalacji elektrycznych:

- tablica rozdzielcza RGB1 (wraz z kablem zasilającym)
- tablice rozdzielcze w pom. serwerowni na 1 piętrze
- złącze kablowe ZK-B1
- gniazda ogólnego przeznaczenia
- oprawy oświetleniowe
- listwy PCV
- rurki instalacyjne
- puszki instalacyjne
- łączniki oświetleniowe
- koryta kablowe podłogowe i sufitowe

- przewody zasilające / połączone z wymienionymi wyżej urządzeniami / elementami instalacji elektrycznych
- elementy instalacji połączeń wyrównawczych

oraz wszelkie inne elementy instalacji elektrycznej nie wyszczególnione powyżej, a będące w kolizji z pracami wykonywanymi przy realizacji inwestycji.

W razie wątpliwości Wykonawca każdorazowo skonsultuje się z Inwestorem bądź z przedstawicielem Inwestora. Wszelkie urządzenia i elementy instalacji elektroenergetycznych nie ujęte w niniejszym opracowaniu a ujawnione podczas prowadzenia prac rozbiórkowych należy zdemontować po wcześniejszych uzgodnieniach z Inwestorem.

W czasie prowadzenia prac demontażowych należy segregować i oddzielać materiały szkodliwe, które wymagają spełnienia szczególnych wymogów podczas rozbiórki i następnie utylizacji, np. świetlówki.

Transport demontowanych materiałów należy prowadzić na bieżąco, w miarę postępu prac rozbiórkowych nie dopuszczając do zalegania w/w elementów na terenie inwestycji.

W czasie prowadzenia prac demontażowych wykonawca jest zobowiązany do:

- segregowania i odpowiedniego zabezpieczenia materiałów, w szczególności materiałów szkodliwych
- odzysku, unieszkodliwiania odpadów oraz unieszkodliwiania materiałów szkodliwych zgodnie z wymaganiami: Prawa Ochrony Środowiska (Dz.U. Nr 129, poz.92 z 2006 r. późn. zm) oraz Ustawy o Odpadach (Dz.U. Nr 39 poz. 251 z 2007 r.) oraz obowiązujących przepisów i dyrektyw europejskich

W przypadku gdy jakkolwiek z elementów istniejącej infrastruktury nie podlegający rozbiórce zostanie naruszony lub uszkodzony w wyniku prac demontażowych, należy go w sposób trwały przywrócić do stanu pierwotnego, wykorzystując w tym celu materiały o zbliżonych lecz nie gorszych parametrach.

Podczas robót rozbiórkowych należy przestrzegać i respektować przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy przy robotach rozbiórkowych, a w szczególności:

- stosować odpowiednie narzędzia i sprzęt,
- stosować urządzenia zabezpieczające i ochronne,
- zapewnić bezpieczeństwo publiczne.

Sposób wykorzystania materiałów z odzysku uzgodnić z Inwestorem.

Wszystkie zastosowane do rozbiórki urządzenia będą posiadać aktualne atesty i certyfikaty znaku bezpieczeństwa, wymagane przez Polskie Centrum Badań i Certyfikacji. Roboty będą wykonane zgodnie z normami, wymaganiami technicznymi i dokumentacją.

19. DYSTRYBUCJA MOCY – ZASILANIE ODBIORÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ

19.1 Zasilanie urządzeń technologicznych serwerowni

Każda z szaf RACK zasilana jest dwutorowo (z rozdzielnicy TAU – tor A i z rozdzielnicy TB – tor B), każde zasilanie wprowadzane jest bezpośrednio na listwę PDU. W projekcie przewidziano zainstalowanie w każdej szafie przeznaczonej na sprzęt IT dwóch listew zasilających rPDU. Listwy mają być zainstalowane z tyłu szafy po lewej stronie i podłączone do źródeł zasilania. Zaprojektowano pionowe listwy zasilania jednofazowe 32A podzielone na dwie sekcje zasilające 2 x (10xC13 + 2xC19).

19.2 Gniazda ogólne

Projektuje się gniazda ogólne 230V/16A w wybranych pomieszczeniach oraz zestaw gniazd 400V/230V w pomieszczeniu przedsionka. Szczegóły w części rysunkowej.

19.3 Urządzenia instalacji niskoprądowych

Należy wykonać zasilanie do wszelkich elementów instalacji niskoprądowych wymagających zasilania zgodnie z wytycznymi projektanta branżowego.

Należy zasilić m.in.:

- szafy RACK
- centrala SUG
- centralę systemu detekcji zalania
- centralę kontroli dostępu / odbiory kontroli dostępu
- centralę systemu sygnalizacji i włamania
- i inne – szczegóły w części rysunkowej.

19.4 Urządzenia instalacji sanitarnych

Należy wykonać zasilanie do wszelkich elementów instalacji sanitarnych wymagających zasilania zgodnie z wytycznymi projektanta branżowego. Zasilić należy m.in.:

- wentylatory
- jednostki zewnętrzne klimatyzacji
- jednostki wewnętrzne klimatyzacji
- i inne – szczegóły w części rysunkowej.

19.5 Obiekty / urządzenia na zewnątrz budynku

Należy wykonać zasilanie do wszelkich obiektów na zewnątrz budynku, wymagających zasilania w energię elektryczną takich jak:

- jednostki zewnętrzne klimatyzacji
- potrzeby własne agregatu prądotwórczego

19.6 Zestawy gniazd PEL

Dla każdego stanowiska komputerowego należy przewidzieć 1 gniazda ogólne i 2 gniazda DATA. W obwodach zasilania gniazd DATA należy zastosować wyłączniki różnicowoprądowe krótkozwłoczne o charakterystyce A.

20. KABLE I PRZEWODY ZASILAJĄCE

Do zasilania w energię elektryczną odbiorów z rozdzielnic obiektowych zaprojektowano kable i przewody zasilające, ich przekroje dostosowano do mocy szczytowej zasilanych odbiorów oraz sposobu ułożenia. Należy stosować kable z żyłami miedzianymi. Kable i przewody zasilające 3 i 5-cio żyłowe. Nowo projektowane okablowanie w pomieszczeniach serwerowni w izolacji bezhalogenowej.

21. TRASY KABLI

19.1 Główne trasy koryt kablowych

Dla rozprowadzenia wewnętrznych linii zasilających i obwodów odbiorczych instalacji elektrycznych siłowych i oświetleniowych w obiekcie projektuje się główne trasy kablowe. Przewiduje się zastosowanie:

- prefabrykowanych korytek kablowych (szerokości i wysokości wg części rysunkowej)

Wszystkie korytka i drabinki należy mocować w sposób trwały i pewny. Rozstaw podwieszonych korytek kablowych należy dostosować do nośności koryta przy założeniu jego maksymalnego obciążenia; jednak nie rzadziej niż 1,5 – 2m. Korytka kablowe należy mocować do konstrukcji stropu oraz specjalnie przygotowanych

konstrukcji pod instalację. Do podwieszeń należy stosować wyłącznie zawiesia systemowe produkowane przez dostawcę.

Wszystkie zejścia pionowe tras kablowych winny być wykonane przy pomocy drabinek kablowych lub koryt kablowych mocowanych pionowo do ściany lub elementów konstrukcyjnych budynku.

Trasy kablowe wraz z zamocowaniami oraz uchwyty kablowe stosowane w układach zasilania i sterowania urządzeniami służącymi ochronie przeciwpożarowej, powinny zapewnić ciągłość dostawy energii elektrycznej w warunkach pożaru przez okres pracy urządzenia pożarowego nie mniejszy niż 90 minut.

Należy przewidzieć 20% rezerwy miejsca i obciążenia dla koryt kablowych.

Należy przewidzieć drabiny kablowe oraz systemowe uchwyty kablowe do montażu w pionowych szachtach elektrycznych dla kabli.

19.2 Przebiecia przez ściany, stropy i fundamenty

Przepusty instalacyjne w elementach oddzielenia przeciwpożarowego powinny mieć klasę odporności ogniowej (EI) wymaganą dla tych elementów. Przepusty instalacyjne o średnicy większej niż 0,04 m w ścianach i stropach pomieszczenia zamkniętego, dla których wymagana klasa odporności ogniowej jest nie niższa niż EI60 lub REI60, a niebędących elementami oddzielenia przeciwpożarowego, powinny mieć klasę odporności ogniowej (EI) ścian i stropów tego pomieszczenia. Przejścia instalacji przez zewnętrzne ściany budynku, znajdujące się poniżej poziomu terenu, powinny być zabezpieczone przed możliwością wnikania gazu i wody do wnętrza budynku.

19.3 Prowadzenie przewodów instalacji elektrycznych

Sposób prowadzenia instalacji elektrycznej:

- główne przewody zasilające z zewnątrz budynku: koryta kablowe pod podłogą podniesioną
- urządzenia w serwerowni: koryta kablowe pod podłogą podniesioną
- pozostałe przewody: w tynku / w korytkach naściennych PCV / w korytkach kablowych / w rurkach natynkowych gładkich

20 INSTALACJA OŚWIETLENIA

20.1 Oświetlenie podstawowe

Zaprojektowano instalację oświetlenia o natężeniu dostosowanym do funkcji pomieszczenia zgodnie z PN-EN 12464-1, poniżej zestawiono średnie wartości natężenia oświetlenia dla wybranych pomieszczeń:

NAZWA POMIESZCZENIA	NATĘŻENIE OŚWIETLENIA WG NORMY PN-EN 12464-1
komunikacja	200 lx
pom. drukarza	500 lx
serwerownia	500 lx

Przewiduje się zastosowanie opraw LED. Przyjęte poziomy natężenia oświetlenia określają zawsze ich wartość średnią na płaszczyźnie pracy określonej na poziomie posadzki w ciągach komunikacyjnych oraz na wysokości 0,85m od poziomu posadzki dla pozostałych pomieszczeń.

Instalację oświetlenia wykonać w układzie TN-S stosując przewody trójżyłowe. W pomieszczeniach mokrych stosować osprzęt szczelny min. IP44.

20.2 Oświetlenie awaryjne

Normy i rozporządzenia, z których korzystano podczas projektowania instalacji oświetlenia awaryjnego i ewakuacyjnego:

- PN-EN 1838 „Zastosowania oświetlenia. Oświetlenie awaryjne”
- PN-EN 50172:2005 „Systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego”
- SITP WP-01:2006 „Oświetlenie awaryjne. Wytyczne planowania, projektowania, instalowania, odbioru, eksploatacji i konserwacji”
- rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2015, poz. 1422 – tekst jednolity z dnia 17 lipca 2015)
- PN-HD 60364-5-56:2013 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 5-56: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Instalacje bezpieczeństwa

Oświetlenie awaryjne należy stosować:

- na drogach ewakuacji
- w wybranych pomieszczeniach (szczegóły w części rysunkowej)

Dla dróg ewakuacyjnych o szerokości do 2,0 m zapewnione będzie minimalne natężenie oświetlenia ewakuacyjnego na podłodze wzdłuż środkowej linii drogi ewakuacyjnej wynoszące nie mniej niż 1,0 lx. Na centralnym pasie drogi ewakuacyjnej na powierzchni nie mniej niż połowy szerokości danej drogi ewakuacyjnej, natężenie oświetlenia stanowić powinno co najmniej połowę wspomnianej wartości. Oświetlenie ewakuacyjne powinno obejmować również strefę ponad wyjściami ewakuacyjnymi.

Oświetlenie awaryjne w pomieszczeniach zaprojektowano jako oświetlenie obszarów otwartych (przeciw wybuchowi paniki), którego celem jest zredukowanie prawdopodobieństwa wystąpienia paniki oraz umożliwienie bezpiecznego poruszania się osób przebywających w kierunku dróg ewakuacji poprzez zapewnienie właściwych warunków wizualnych i możliwości odnalezienia drogi ewakuacji. Natężenie oświetlenia nie powinno być mniejsze niż 0,5 lx na poziomie podłogi, na niezabudowanym polu czynnym strefy otwartej, z wyjątkiem wyodrębnionego przez wyłączenie z tej strefy obwodowego pasa o szerokości 0,5m.

Oświetlenie awaryjne zaprojektowano tak, aby w ciągu 5s od zaniku napięcia na oprawach oświetlenia podstawowego uzyskać 50% wymaganego natężenia oświetlenia awaryjnego, natomiast w ciągu 60s 100%.

Znaki bezpieczeństwa powinny być oświetlone w taki sposób, aby w ciągu 5s osiągały luminancję o wartości 50% wymaganej luminancji, a w ciągu 60s osiągały luminancję o wartości wymaganej.

Luminancja każdej części barwnej znaku bezpieczeństwa powinna wynosić co najmniej 2cd/m² we wszystkich kierunkach widzenia mających znaczenie dla bezpieczeństwa. Stosunek maksymalnej luminancji do minimalnej luminancji, zarówno białych, jak i barwnych części znaków bezpieczeństwa, powinien być nie większy niż 10:1. Stosunek luminancji części białej znaku do luminancji części barwnej znaku nie powinien być mniejszy niż 5:1 i większy niż 15:1.

Stosunek maksymalnego do minimalnego natężenia oświetlenia nie może być większy niż 40:1 w celu wyeliminowania zjawiska oślnienia. Dodatkowo należy zapewnić 5 lx w punktach p.poż. np. przy centrali CSG, hydrancie. Do zasilania awaryjnego tych opraw przewiduje się indywidualne baterie. Dla opraw oświetlenia awaryjnego przewiduje się czas pracy awaryjnej $t_{aw} = 1$ h. Oprawy awaryjne w systemie autotest.

Minimalna wysokość montażu opraw oświetlenia ewakuacyjnego $h \geq 2$ m.

Oprawy kierunkowe (wskazujące wyjście z pomieszczeń i kierunek ewakuacji) rozmieszczono zgodnie z planem ewakuacji obiektu. Będą to podświetlane znaki ze źródłem LED, zasilane z autonomicznych źródeł, zapewniające świecenie lamp przez okres minimum 1 godziny od zaniku napięcia, wyposażone w piktogramy informacyjne.

Zgodnie z zapisami normy PN-EN 50172 ewakuacyjne oświetlenie awaryjne załączy się w przypadku awarii dowolnej części zasilania oświetlenia podstawowego. We wszystkich przypadkach lokalne (miejscowe) ewakuacyjne oświetlenie awaryjne będzie pracować w przypadku awarii zasilania podstawowego właściwego dla danego (lokalnego) miejsca.

Wielkość znaków i zastosowane symbole będą zgodne z odpowiednią normą (napisy w języku polskim) i będą posiadały atest Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpowodzi w Józefowie k. Warszawy. Znaki instalowane wzdłuż drogi będą jednoznacznie wskazywać kierunek ewakuacji.

Uwaga! Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 27 kwietnia 2010 r. (Dz.U. 2010 nr 85 poz. 553), zmieniającym rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania, oprawy oświetlenia awaryjnego muszą posiadać świadectwo dopuszczenia wydawane przez akredytowane jednostki badawczo-rozwojowe PSP.

20.3 Sterowanie oświetleniem

Sterowanie oświetleniem odbywa się w następujący sposób:

- Korytarz UCI: przyciski monostabilne / przekaźniki bistabilne
- Pozostałe pomieszczenia: sterowanie ręczne

21 INSTALACJA UZIEMIENIA I POŁĄCZEŃ WYRÓWNAWCZYCH GŁÓWNYCH I MIEJSCOWYCH

Projektuje się instalację uziemienia na potrzeby podłączenia agregatu prądotwórczego, przewodów ochronnych złączy kablowych oraz instalacji połączeń wyrównawczych serwerowni. Projektowaną instalację uziemienia połączyć z istniejącą instalacją uziemienia budynku.

Wymagana rezystancja uziemienia: 5ohm

Połączenia wyrównawcze główne realizuje się przez umieszczenie w pomieszczeniu serwerowni głównej szyny wyrównywania potencjału, do której należy przyłączyć:

- przewody PE rozdzielnic
- żyły zewnętrzne przewodów współosiowych, metalowe powłoki bądź ekrany wprowadzonych do budynku przewodów telekomunikacyjnych, w tym Internetu oraz telewizji i radiofonii przewodowej oraz przewody uziemiające lokalnych instalacji antenowych,
- wszelkie rozprowadzone w budynku metalowe przewody wodne, kanalizacyjne, gazowe, spalinowe, ogrzewnicze, klimatyzacyjne i inne,
- rozległe metalowe części konstrukcji budynku, o ile są dostępne: np. zbrojenie betonu, metalowe elewacje budynku (ściany osłonowe)

Główne połączenia wyrównawcze należy wykonać przewodem LgYżo 25mm².

Nie są dopuszczone w roli przewodów wyrównawczych następujące części metalowe:

- rury wodociągowe ani rury zawierające palne gazy lub płyny,
- elementy konstrukcji poddawane naprężeniom w czasie normalnej pracy, w tym linki nośne,
- części giętke i/lub sprężyste, jeśli ich przydatność nie jest potwierdzona przez producenta,
- korytka i drabinki instalacyjne.

Uwaga! Do projektowanej szyny połączeń wyrównawczych należy podłączyć wszystkie istniejące przewody połączeń wyrównawczych.

22 INSTALACJA UZIEMIENIA I POŁĄCZEŃ WYRÓWNAWCZYCH DLA POMIESZCZEŃ SERWEROWNI

Instalację uziemienia zrealizowano za pomocą odcinków linki LgYżo25mm² / LgYżo10mm² rozprowadzonej pod podłogą podniesioną i podłączonej do szyny miedzianej, która jest połączona do instalacji uziemienia bednarką FeZn 50x4mm. Od linek LgYżo25mm² wyprowadzić połączenia do szaf serwerowych, szaf klimatyzacji i podłogi podniesionej poprzez odgałęźniki.

W celu zapewnienia wymaganej niskiej impedancji sieci połączeń wyrównawczej powinny być połączone półki, obudowy, rzędy stojaków, stojaki kablowe, kanały, rury instalacyjne, przełącznice, ekrany kablowe oraz siatka przewodząca i inne części przewodzące obce.

Połączenie podłogi podniesionej wykonać poprzez elementy systemowe – szczegóły połączenia wg detalu rysunkowego.

23 WYTYCZNE DO UKŁADANIA KABLI NN

Kable należy układać w terenie zniwelowanym, po wykonaniu innych robót ziemnych, zachowując odległości poziome i pionowe zgodnie z odpowiednimi normami i przepisami (N SEP E-004). Kable układać linią falistą, z 3 - 4 % zapasem aby zapewnić kompensację kabla wynikającą z przesunięć gruntu.

Na skrzyżowaniach z sieciami sanitarnymi i innymi kablami stosować osłony rurowe. Na skrzyżowaniach z drogami wewnętrznymi, ciągami ulicznego ruchu kołowego stosować osłony rurowe AROT, przystosowane do trudnych warunków terenowych RS lub SRS, HDPE (o wysokiej gęstości) w pozostałych przypadkach – DVK. Na istniejących kablach stosować rury połówkowe PS 160. Przy wprowadzeniu kabli do osłon – uszczelnić przed uszkodzeniem. Wszystkie kable odkryte w trakcie wykopów, należy osłonić rurami połówkowymi.

Przed rozpoczęciem robót elektroenergetycznych w miejscach przewidywanych skrzyżowań i zbliżeń z istniejącą infrastrukturą techniczną należy ręcznie wykonać przekopy poprzeczne celem dokładnej lokalizacji istniejących sieci i uniknięcia kolizji z nimi. W razie niemożności zachowania odległości od innych podziemnych urządzeń, zgodnych z powyższymi przepisami należy stosować osłony otaczające z osłon rurowych.

Przepusty kablowe pod drogami zabezpieczyć przed zamuleniem.

Kable układać w wykopie na głębokości min. 0,7 m (1kV) na 10 cm warstwie piasku – przysypując również 10 cm warstwą piasku i 15 cm warstwą ziemi rodzimej z wykopu, następnie folią kablową kalandrowaną w kolorze niebieskim (kable do 1 kV) i dalej ziemią rodzimą.

Na końcach linii kablowych pozostawić normatywny zapas kabla. Na końcach linii oraz na trasie linii co 10m wykonać znaczniki kablowe. Rury osłonowe pod drogami i wjazdami układać na głębokości 1,2 m. Przejścia kabli pod drogą wykonać metodą przewiertu sterowanego. Przed oddaniem kabla do eksploatacji wykonać próby montażowe (pomiar izolacji, sprawdzenie ciągłości żył, próbę napięciową) oraz wykonać powykonawczą inwentaryzację geodezyjną. Roboty związane z sieciami energetycznymi należy wykonywać pod nadzorem przedstawiciela Energetyki. Roboty ziemne w strefie istniejącego uzbrojenia podziemnego należy wykonywać pod nadzorem właścicieli danych sieci.

Sieci należy układać zachowując wymagania normy N SEP E004, PN-75/E-05125 „Elektroenergetyczne linie kablowe. Projektowanie i budowa” w całości, szczególnych norm branżowych elektrycznych, a także innych norm branżowych w zakresie dotyczącym zachowania odległości przy skrzyżowaniach i zbliżeniach. Całość robót kablowych prowadzić zgodnie z normami, warunkami technicznymi i uzgodnieniami branżowymi. Prace w pobliżu napięcia prowadzić zgodnie z zasadami BHP.

Przed przystąpieniem, a także w trakcie prac należy powiadamiać i uzgadniać z Inwestorem, oraz z przedstawicielem Zakładu Energetycznego:

- terminy i czas rozpoczęcia, prowadzenia i zakończenia prac,

- sposób prowadzonych prac,
- niezbędnych odbiorów, pomiarów i prób,
- zakończenia prac,
- dopuszczeń do eksploatacji.

Wykonawca ma obowiązek zapoznać i stosować się do warunków wydanych przez właścicieli lub zarządców urządzeń i sieci znajdujących się w terenie objętym opracowaniem.

Roboty należy wykonywać zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. Nr47 poz. 401 z dnia 06.02.2003).

Wykonawca zobowiązany jest do wykonania inwentaryzacji geodezyjnej robót zanikowych przed zakryciem. Inwentaryzację geodezyjną należy zlecić uprawnionej jednostce.

Roboty związane z sieciami energetycznymi należy wykonywać pod nadzorem przedstawiciela Zakładu Energetycznego. Roboty ziemne w strefie istniejącego uzbrojenia podziemnego należy wykonywać pod nadzorem właścicieli danych sieci.

Po wykonaniu robót – wykonawca winien na planach sytuacyjno-wysokościowych trasy kabli zwymiarować od punktów stałych i przekazać do inwestora jako dokumentację powykonawczą.

24 INSTALACJA OCHRONY PRZECIWPRIEPĘCIOWEJ

W projektowanej instalacji elektrycznej przewiduje się zastosowanie dwustopniowej ochrony przed przepięciami zgodnie z PN-HD 60364-4-443. W rozdzielnicy głównej projektuje się ogranicznik przepięć typu 1 kombinowanego o wartości prądu maksymalnego nie mniejszej niż 50kA (dla udaru 10/350) i stopniu ochrony <1,5kV, a w podrozdzielnicach ogranicznik przepięć typu 2 o wartości prądu maksymalnego 20kA (dla udaru 8/20) i stopniu ochrony <1,5kV. Podrozdzielnice zasilające urządzenia zlokalizowane na zewnątrz budynku (na dachu, w terenie, na elewacji itd.), narażone na oddziaływanie prądu piorunowego, należy wyposażać w ograniczniki przepięć typu 1 kombinowanego.

25 OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA

Linia zasilająca rozdzielnicę główną nN pracować będzie w układzie TN-S. Instalacja w budynku projektowana jest w układzie TN-S. Od rozdzielnicy głównej nN prowadzony jest dodatkowy przewód ochronny PE, od którego odgałęzione są przewody do zacisków ochronnych gniazd wtyczkowych, metalowych korpusów opraw oświetleniowych, metalowych obudów tablic i innych urządzeń które mogą się znaleźć przypadkowo pod napięciem.

Jako środek ochrony przeciwporażeniowej dla instalacji wewnętrznych, należy zastosować samoczynne wyłączenie zasilania, w przypadku przekroczenia wartości napięcia dotykowego bezpiecznego na obudowach chronionych urządzeń. Samoczynne wyłączenie jest środkiem ochrony, w którym:

- ochrona podstawowa jest zapewniona przez podstawową izolację części czynnych
- ochrona przy uszkodzeniu jest zapewniona przez połączenia wyrównawcze i samoczynne wyłączenie w przypadku uszkodzenia

Sprawdzenie skuteczności ochrony przez samoczynne wyłączenie zasilania w układzie TN polega na sprawdzeniu czy spełniony jest warunek:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

gdzie:

- Z_s - impedancja wyrażona w $[\Omega]$, pętli zwarciowej obejmującej źródło, przewód liniowy aż do punktu zwarcia i przewody ochronne między punktem zwarcia a źródłem
- I_a - prąd w $[A]$ powodujący samoczynne zadziałanie urządzenia wyłączającego w czasie określonym w normie PN-HD 60364-4-41. Jeżeli stosowane jest urządzenie ochronne

różnicowoprądowe (RCD) ten prąd jest różnicowym prądem zadziałania zapewniającym wyłączenie w czasie określonym we wcześniej przywołanej normie

- U_0 - napięcie nominalne przewodu liniowego względem ziemi w [V]

Zastosowano wyłączniki instalacyjne oraz wyłączniki przeciwporażeniowe różnicowoprądowe jako urządzenia ochronne przewidziane do ochrony przy uszkodzeniu. Prace wykonać zgodnie z normą PN-HD 60364.

Skuteczność samoczynnego wyłączenia należy sprawdzić pomiarem. W sytuacji, gdy samoczynne wyłączenie nie może być uzyskane w czasie uznanym w normie PN-HD 60364-4-41:2007 za właściwy, należy zastosować połączenia wyrównawcze dodatkowe zgodnie z normą PN-HD 60364-5-54:2010.

26 UWAGI OGÓLNE DO INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH

- Wszystkie prace instalacyjne należy wykonywać zgodnie z obecnie obowiązującymi przepisami i normami branżowymi, przy zachowaniu zasad bhp oraz wymagań ppoż.
- Jako zabezpieczenie przed porażeniem prądem elektrycznym należy stosować samoczynne wyłączenie zasilania. Instalację wewnętrzną należy wykonać w układzie TN-S, stosując jako zabezpieczenie obwodów elektrycznych wyłączniki nadmiarowo-prądowe i wyłączniki różnicowoprądowe.
- Wszystkie obwody mają być wykonane przewodami 5-cio żyłowymi dla obwodów siłowych i 3-żyłowymi dla pozostałych z wyróżnioną żyłą PE i N, nie licząc dodatkowych żył wynikających z przyjętego sposobu sterowania oprawami oświetleniowymi.
- Przy wykonywaniu robót elektrycznych zachować koordynację z pozostałymi instalacjami.
- Elementy instalacji przed układami pomiarowymi przystosować do plombowania, a elementy podlegające odbiorowi przez Zakład Energetyczny wykonać zgodnie z obowiązującymi standardami.
- Rysunki i część opisowa są dokumentami wzajemnie się uzupełniającymi. Wszystkie elementy ujęte w opisie, a nie pokazane na rysunkach lub odwrotnie winny być traktowane na takich samych zasadach.
- W przypadku rozbieżności w jakimkolwiek z elementów dokumentacji należy zgłosić to projektantowi, który zobowiązany będzie do wyjaśnienia.
- Wszystkie wykonywane prace oraz proponowane materiały winny odpowiadać polskim normom, posiadać niezbędne atesty i spełniać obowiązujące przepisy.
- Do zakresu prac Wykonawcy wchodzi próby, regulacja i uruchomienia urządzeń i instalacji wg obowiązujących norm i przepisów oraz oddanie ich do użytkowania lub eksploatacji zgodnie z obowiązującą procedurą.
- Projekt niniejszy opracowany został w oparciu o obowiązujące normy i przepisy. Niezależnie od powyższego Wykonawca obowiązany jest prowadzić roboty zgodnie z Polskimi Normami przy zachowaniu przepisów BHP.
- Przywołani w projekcie producenci i typy urządzeń podane zostały przykładowo w celu wykonania obliczeń dopuszczana jest zmiana producentów i typów urządzeń na równoważne po uzgodnieniu z projektantem i za zgodą inwestora.
- Zasilanie urządzeń technologicznych poprzez gniazdo lub wypust oraz wysokość montażu wykonać zgodnie z DTR-kami urządzeń i wytycznymi technologicznymi.

Instalacje elektryczne zostały zaprojektowane i należy je wykonać w oparciu o obowiązujące przepisy i normy, m.in.:

I. Rozporządzenia / ustawy:

- rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów

PRZEBUDOWA POMIESZCZEŃ NA POTRZEBY CENTRUM PRZETWARZANIA DANYCH PCZ

ul. Gen. J.H. Dąbrowskiego 69

42-201 Częstochowa, Polska

Projekt Wykonawczy

Instalacje elektryczne wewnętrzne

- rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2015, poz. 1422 – tekst jednolity z dnia 17 lipca 2015)
 - ustawa Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 roku (Dz. U. 2016, poz. 290 – tekst jednolity z dnia 9 lutego 2016)
 - rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 27 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania.
- II. Przepisy Budowy Urządzeń Elektroenergetycznych,
- III. Warunki techniczne wykonania i odbioru robót elektrycznych,
- IV. Polskie Normy, w tym m. in.:
- PN–EN 1838 „Zastosowania oświetlenia. Oświetlenie awaryjne”,
 - PN–HD 60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”,
 - PN–EN 12464-1 (-2) „Światło i oświetlenie miejsc pracy”

Opracował:
mgr inż. Marek Łagodziński