Projekt zasilania energią elektryczną Oddziału nr 1 fabryki samochodów

Skład grupy: Kacper Borucki, Eryk Błaszczyk

Kierownik projektu: Kacper Borucki

Spis treści

[2 Oświadczenie o samodzielności wykonania projektu 4](#_Toc42177914)

[3 Karta projektowa 6](#_Toc42177915)

[4 Opis techniczny 7](#_Toc42177916)

[4.1 Przedmiot i zakres opracowania 7](#_Toc42177917)

[4.2 Ogólna charakterystyka Oddziału nr 1. 7](#_Toc42177918)

[4.3 Wykaz dobranych odbiorników energii elektrycznej w Oddziale nr 1. 7](#_Toc42177919)

[4.4 Zestawienie mocy zapotrzebowanych. 8](#_Toc42177920)

[4.5 Warunki zasilania podstawowego i rezerwowego zakładu i Oddziału 1. 8](#_Toc42177921)

[4.5.1 Zasilanie zakładu 8](#_Toc42177922)

[4.5.2 Zasilanie Oddziału nr 1 8](#_Toc42177923)

[4.6 Opis stacji oddziałowych SO1 i SO2. 9](#_Toc42177924)

[4.6.1 Charakterystyka stacji oddziałowej SO1 9](#_Toc42177925)

[4.6.2 Charakterystyka stacji oddziałowej SO2 9](#_Toc42177926)

[4.6.3 Koncepcja zasilania 9](#_Toc42177927)

[4.6.4 Kompensacja mocy biernej 10](#_Toc42177928)

[4.6.5 Transformatory 10](#_Toc42177929)

[4.7 Warunki zwarciowe. 10](#_Toc42177930)

[4.8 Opis linii kablowych WLZ zasilania Oddziału 1. 11](#_Toc42177931)

[4.9 Charakterystyka oświetlenia i instalacji oświetleniowej Oddziału nr 1. 12](#_Toc42177932)

[4.10 Charakterystyka instalacji siłowej w Oddziale nr 1. 12](#_Toc42177933)

[4.10.1 Instalacja zasilania gniazd 12](#_Toc42177934)

[4.10.2 Instalacja zasilania odbiorników 12](#_Toc42177935)

[4.11 Zastosowane środki ochrony przeciwporażeniowej. 13](#_Toc42177936)

[4.12 Wykaz Polskich Norm wykorzystanych w projekcie i przyjętych dodatkowych założeń projektowych. 14](#_Toc42177937)

[4.12.1 PN EN 12464-1:2012 - Wymagania dotyczące oświetlenia podstawowego miejsc pracy dla przemysłu metalowego 14](#_Toc42177938)

[4.12.2 PN-IEC 60364-5-523: 2001 – Dobór przewodów na obciążalność długotrwałą. 14](#_Toc42177939)

[4.12.3 PN-IEC 60364-4-41:2007 – Maksymalny czas zadziałania zabezpieczeń przeciwporażeniowych. 14](#_Toc42177940)

[5 Zakres obliczeń projektowych 15](#_Toc42177941)

[5.1 Dobór urządzeń odbiorczych w Oddziale nr 1. 15](#_Toc42177942)

[5.2 Projekt oświetlenia ogólnego Oddziału nr 1. 15](#_Toc42177943)

[5.2.1 Wersja #1: Konwencjonalna, z oprawami oświetleniowymi opartymi o świetlówki 16](#_Toc42177944)

[5.2.2 Wersja #2: Energooszczędna, z oprawami oświetleniowymi opartymi o LED-y 17](#_Toc42177945)

[5.2.3 Ostatecznie wybrano wariant 1, energooszczędny, ze względu na następujące korzyści: 17](#_Toc42177946)

[5.3 Opracowanie koncepcji sieci rozdzielczej w zakładzie (zasilania podstawowego i rezerwowego). 17](#_Toc42177947)

[5.3.1 Wariant 1 17](#_Toc42177948)

[5.3.2 Wariant 2 18](#_Toc42177949)

[5.4 Obliczenia mocy szczytowej Oddziału nr 1 i całego zakładu. 19](#_Toc42177950)

[5.4.1 Oddział nr 1 – metoda zastępczej liczby odbiorników 19](#_Toc42177951)

[5.4.2 Oddział nr 2 – metoda wskaźnika zapotrzebowania mocy 20](#_Toc42177952)

[5.5 Dobór baterii kondensatorów do kompensacji mocy biernej. 21](#_Toc42177953)

[5.5.1 Oddział nr 1: 21](#_Toc42177954)

[5.5.2 Oddział nr 2: 22](#_Toc42177955)

[5.5.3 Oddział nr 3: 22](#_Toc42177956)

[5.5.4 Oddział nr 4: 22](#_Toc42177957)

[5.6 Dobór transformatorów w stacjach oddziałowych. 22](#_Toc42177958)

[5.6.1 Oddział 1: 22](#_Toc42177959)

[5.6.2 Oddział 2: 22](#_Toc42177960)

[5.6.3 Oddział 3: 22](#_Toc42177961)

[5.6.4 Oddział 4: 23](#_Toc42177962)

[5.6.5 Stacja SO1: 24](#_Toc42177963)

[5.6.6 Stacja SO2: 24](#_Toc42177964)

[5.7 Obliczenia zwarciowe. 24](#_Toc42177965)

[5.7.1 System elektroenergetyczny 24](#_Toc42177966)

[5.7.2 Transformator dwuuzwojeniowy 24](#_Toc42177967)

[5.7.3 Maksymalny początkowy prąd zwarcia trójfazowego na szynach NN transformatora 24](#_Toc42177968)

[5.7.4 Prądy początkowy i udarowy zwarcia trójfazowego w rozdzielnicy oddziałowej oddziału 1 – zasilanie podstawowe 24](#_Toc42177969)

[5.7.5 Prądy początkowy i udarowy zwarcia trójfazowego w rozdzielnicy oddziałowej oddziału 1 – zasilanie rezerwowe 25](#_Toc42177970)

[5.8 Dobór linii kablowej WLZ1 do Oddziału nr 1. 25](#_Toc42177971)

[5.8.1 WLZ1 do zasilania podstawowego: 25](#_Toc42177972)

[5.8.2 WLZ1 do zasilania rezerwowego: 30](#_Toc42177973)

[5.9 Obliczenia wybranych obwodów instalacji odbiorczej 32](#_Toc42177974)

[5.9.1 Dobór przewodów i zabezpieczeń do obwodów pras 33](#_Toc42177975)

[5.9.2 Dobór przewodów i zabezpieczeń do obwodów podnośników 35](#_Toc42177976)

[5.9.3 Dobór przewodów i zabezpieczeń do obwodów przenośników 38](#_Toc42177977)

[5.9.4 Dobór przewodów i zabezpieczeń do obwodów pieców 40](#_Toc42177978)

[5.9.5 Dobór przewodów i zabezpieczeń do obwodów gniazd 3-fazowych 42](#_Toc42177979)

[5.9.6 Dobór przewodów i zabezpieczeń do obwodów gniazd 1-fazowych 45](#_Toc42177980)

[6 Wykaz rysunków technicznych 48](#_Toc42177981)

[6.1 Podkładka budowlana ze schematami rozmieszczenia urządzeń odbiorczych w Oddziale nr 1. 48](#_Toc42177982)

[6.2 Plan instalacji siłowej w Oddziale nr 1. 48](#_Toc42177983)

[6.3 Plan instalacji oświetleniowej w Oddziale nr 1. 48](#_Toc42177984)

[6.4 Plan zagospodarowania przestrzennego zakładu. 48](#_Toc42177985)

[7 Literatura 49](#_Toc42177986)

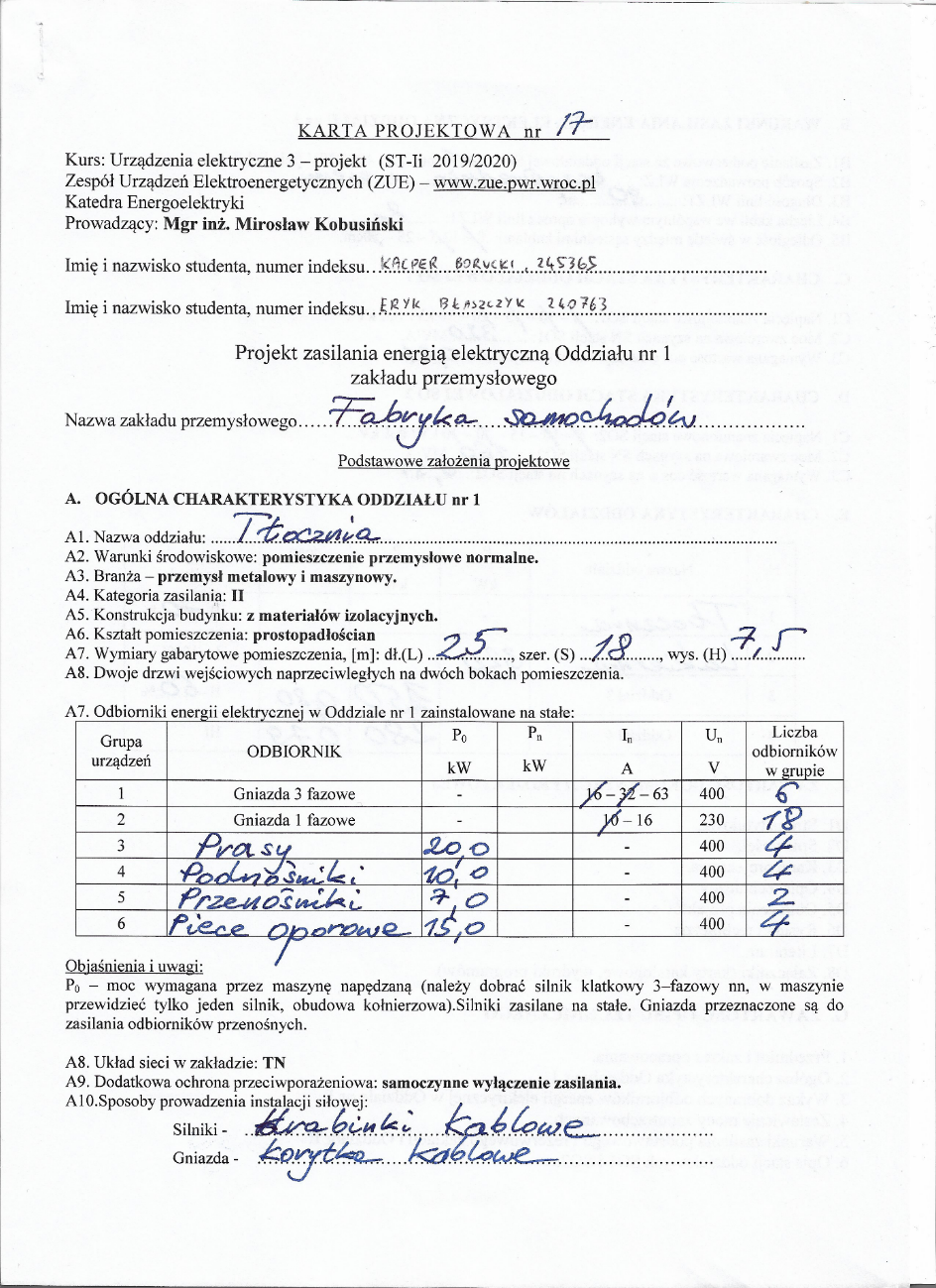
[8 Załączniki 50](#_Toc42177987)

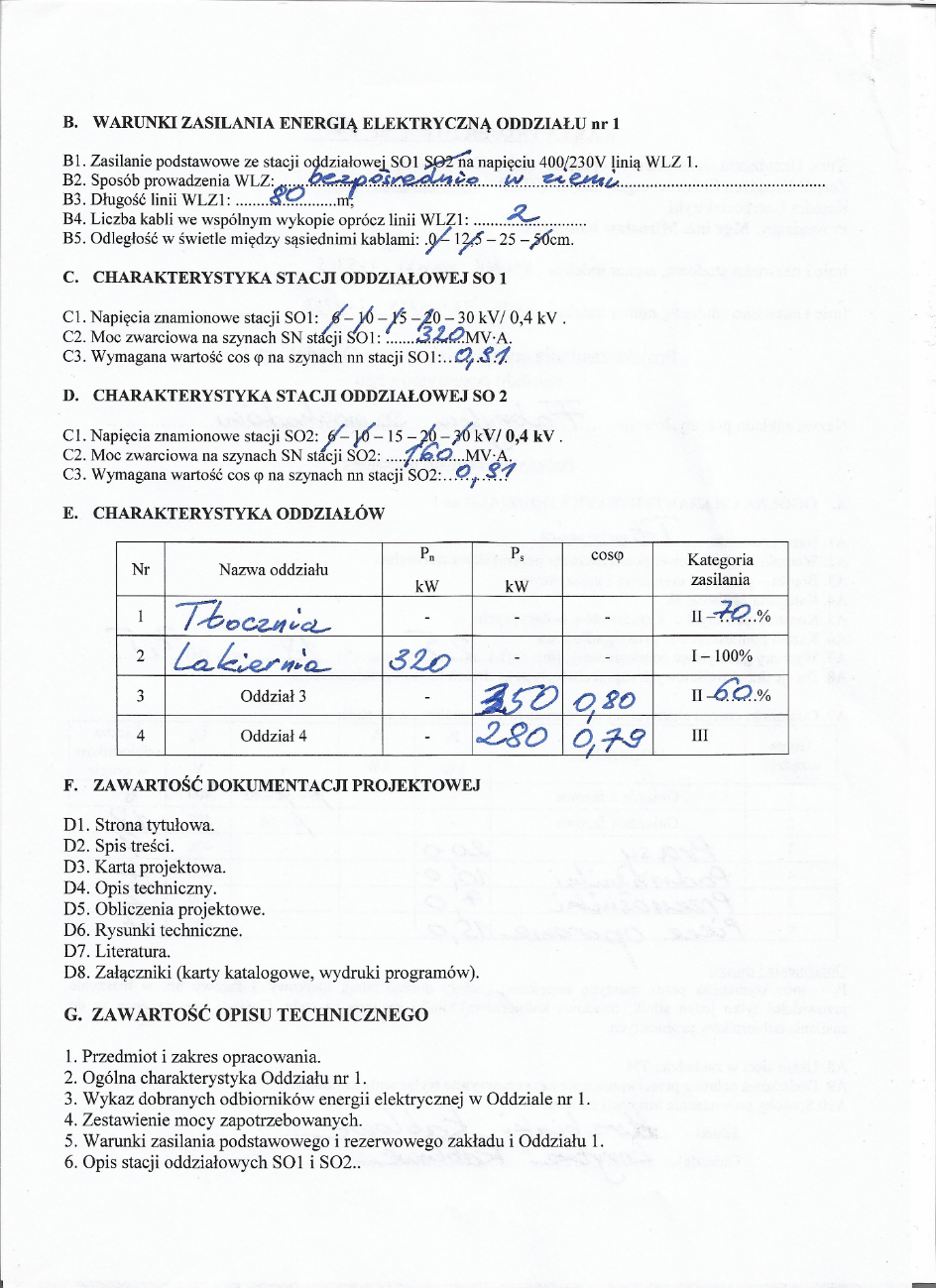
# Oświadczenie o samodzielności wykonania projektu

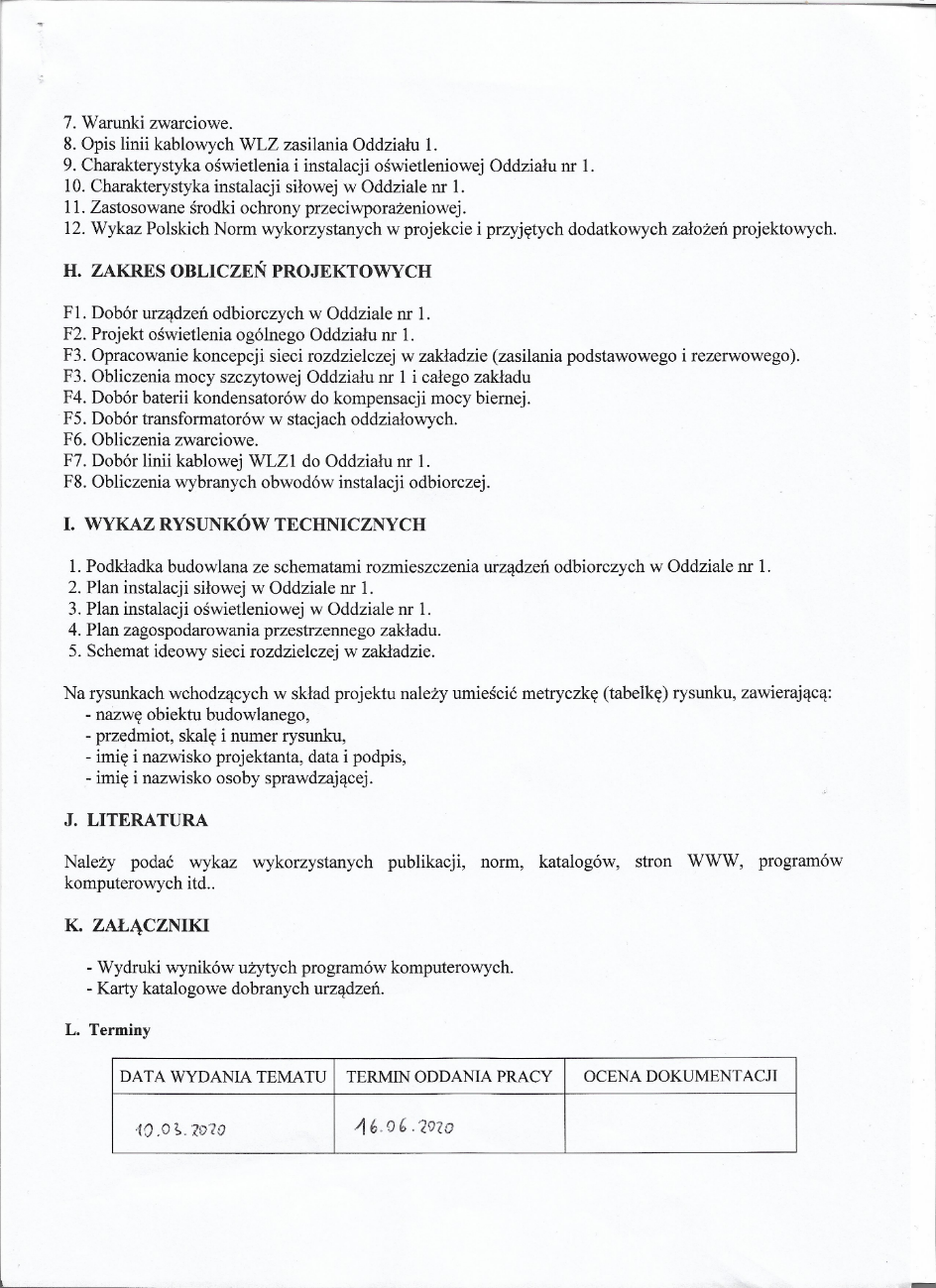
Tabela 1. Zestawienie osób odpowiedzialnych za poszczególne zadania

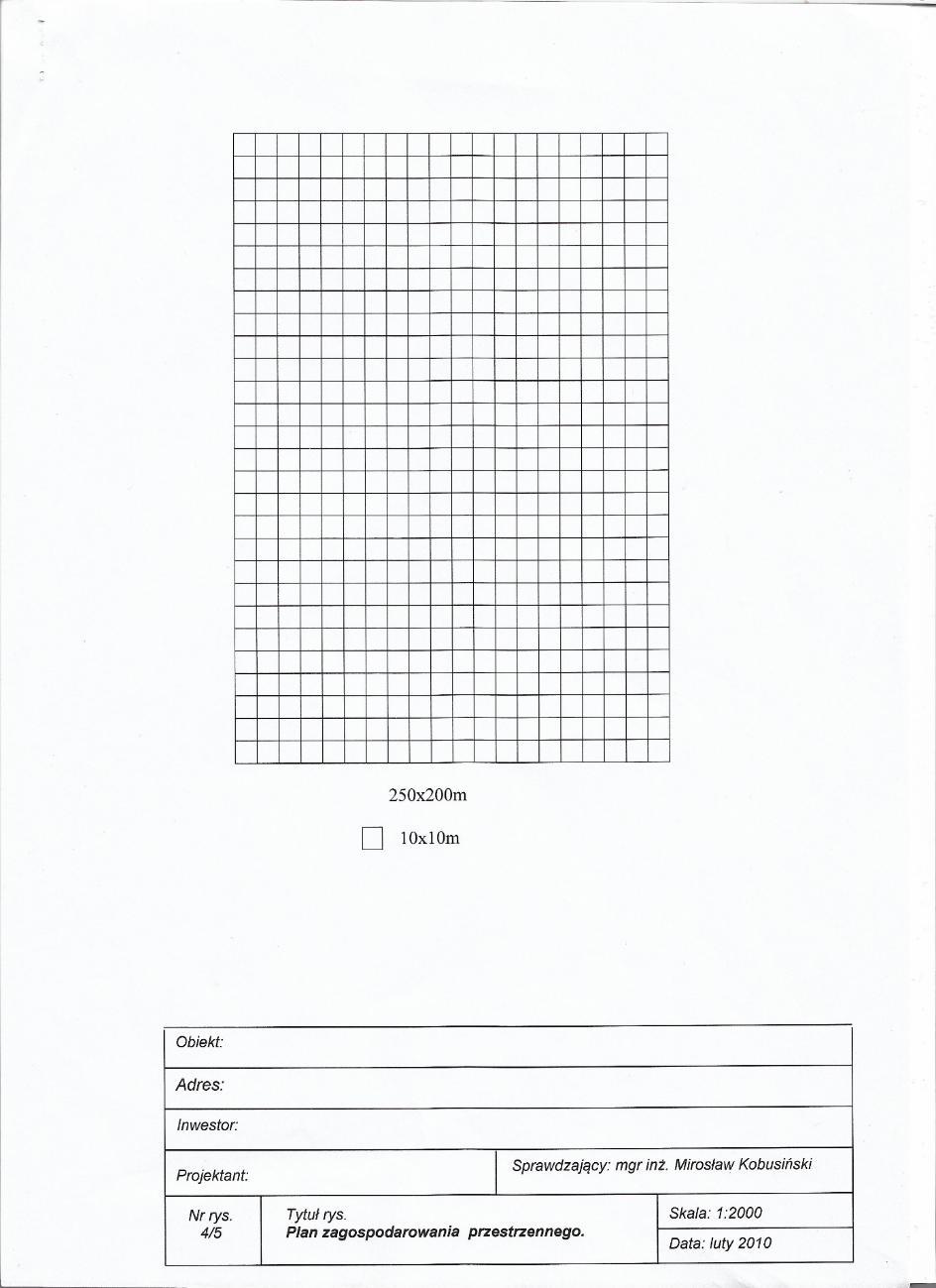
| **Etap projektu** | **Zadanie** | **Kacper Borucki** | **Eryk Błaszczyk** |
| --- | --- | --- | --- |
| Etap 1: Projekt oświetlenia ogólnego oddziału nr 1 | Wariant tradycyjny instalacji oświetleniowej | - | + |
| Wariant energooszczędny instalacji oświetleniowej | + | - |
| Wybór wariantu oświetlenia do zastosowania | + | + |
| Etap 2: Dobór urządzeń do oddziału nr 1 | Dobór silników pras, podnośników, przenośników | + | - |
| Dobór pieców oporowych | + | - |
| Dobór gniazd | + | - |
| Etap 3: Wyznaczenie obliczeniowej mocy szczytowej dla oddziału nr 2 | Wyznaczenie obliczeniowej mocy szczytowej dla oddziału nr 2 metodą wskaźnika zapotrzebowania | - | + |
| Etap 4: Wyznaczenie obliczeniowej mocy szczytowej dla oddziału nr 1 | Wyznaczenie obliczeniowej mocy szczytowej dla oddziału nr 1 metodą zastępczej liczby odbiorników | + | - |
| Zestawienie tabelaryczne mocy szczytowej poszczególnych oddziałów | + | - |
| Etap 5: Opracowanie koncepcji zasilania podstawowego i rezerwowego zakładu | Koncepcja zasilania - wariant 1 | + | - |
| Koncepcja zasilania – wariant 2 | - | + |
| Wybór wariantu koncepcji zasilania | + | + |
| Etap 6: Opracowanie koncepcji kompensacji mocy biernej | Kompensacja mocy biernej – wariant 1 – kompensacja grupowa | + | + |
| Kompensacja mocy biernej – wariant 2 – kompensacja lokalna | + | - |
| Wybór wariantu kompensacji mocy biernej | + | + |
| Dobór urządzeń do kompensacji mocy biernej | + | - |
| Etap 7: Dobór transformatorów w stacjach oddziałowych | Dobór transformatorów na podstawie katalogów producentów | + | + |
| Obliczenie spodziewanych wartości początkowych zwarcia trójfazowego na szynach NN w stacjach transformatorowych | + | - |
| Etap 8: Dobór WLZ1 zasilania podstawowego i WLZ1R zasilania rezerwowego | Dobór WLZ1 zasilania podstawowego zgodnie z algorytmem doboru przewodów | + | - |
| Dobór zabezpieczeń WLZ1 | + | - |
| Dobór WLZ1R zasilania rezerwowego zgodnie z algorytmem doboru przewodów | + | - |
| Dobór zabezpieczeń WLZ1R | + | - |
| Obliczenie prądów zwarciowych na poziomie RO oddziału nr 1 | + | - |
| Etap 9: Obliczenia instalacji siłowej | Dobór przewodów i zabezpieczeń dla silników pras, podnośników i przenośników | + | - |
| Dobór przewodów i zabezpieczeń dla pieców | + | - |
| Dobór przewodów i zabezpieczeń dla gniazd | + | - |
| Etap 10: Obliczenia instalacji oświetleniowej | Plan instalacji oświetleniowej oddziału nr 1 | - | + |
| Dobór przewodów i zabezpieczeń dla obwodów oświetleniowych | - | + |
| Koncepcja układu sterowania oświetleniem | - | + |
| Etap 11: Opracowanie dokumentacji rysunkowej | Plan zagospodarowania przestrzennego zakładu | - | + |
| Podkładka budowlana ze schematem rozmieszczenia urządzeń w oddziale nr 1 | + | - |
| Plan instalacji siłowej w oddziale nr 1 | + | - |
| Plan instalacji oświetleniowej w oddziale nr 1 | - | + |
| Etap 12: Opracowanie opisu technicznego | Opracowanie opisu technicznego dla projektu | + | - |
| Dokumentacja | Opracowanie dokumentacji projektu | + | - |

# Karta projektowa









# Opis techniczny

## Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt wykonawczy wewnętrznej instalacji elektrycznej Oddziału nr 1 fabryki samochodów oraz koncepcja zasilania całej fabryki z dwóch stacji oddziałowych, z uwzględnieniem kompensacji mocy biernej.

Opracowanie obejmuje sposób rozmieszczenia maszyn, gniazd, sposób prowadzenia instalacji elektrycznej oraz wykaz dobranych zabezpieczeń w Oddziale nr 1.

## Ogólna charakterystyka Oddziału nr 1

Tabela 2. Ogólna charakterystyka oddziału nr 1 - dane obiektu

|  |  |
| --- | --- |
| **Nazwa oddziału** | Tłocznia |
| **Warunki środowiskowe** | Pomieszczenie przemysłowe normalne |
| **Branża** | Przemysł metalowy i maszynowy |
| **Kategoria zasilania** | II – 70% |
| **Konstrukcja budynku** | Z materiałów izolacyjnych:   * Podłoga: beton * Sufit: gips, tynk * Ściany: tynk wapienny |
| **Kształt pomieszczenia** | Prostopadłościan  Dwoje drzwi naprzeciwległych na dwóch bokach pomieszczenia (zgodnie z rys. 2) |
| **Wymiary gabarytowe pomieszczenia** | Długość: 25 m  Szerokość: 18 m  Wysokość: 7,5 m |
| **Układ sieci w zakładzie** | TN-C-S |
| **Dodatkowa ochrona przeciwporażeniowa** | Samoczynne wyłączenie zasilania |

## Wykaz dobranych odbiorników energii elektrycznej w Oddziale nr 1

Odbiorniki energii elektrycznej w oddziale nr 1 dobrano na podstawie minimalnych wymaganych mocy dla poszczególnych rodzajów urządzeń zestawionych w Tabela 20. Gniazda dobrano na podstawie wymaganego prądu znamionowego, odpowiednio 63 A dla gniazd 3-fazowych oraz 16 A dla gniazd 1-fazowych.

Ze względu na możliwości montażu stosownie do wymagań danych stanowisk pracy, zdecydowano się w każdym przypadku na silniki w obudowie kołnierzowej.

Oprawy oświetleniowe oraz ich rozmieszczenie zostały dobrane zgodnie z wymaganiami przedstawionymi w PN EN 12464-1:2012. Dane te zostały zgromadzone w formie tabelarycznej w Tabela 21. Dobór opraw wykonano przy wykorzystaniu oprogramowania Dialux na podstawie danych wejściowych zestawionych w Tabela 22.

Tabela 3 Odbiorniki energii elektrycznej w oddziale nr 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Typ** | **Producent** | **Model** | **Liczba odb.** | **[kW]** | **[rpm]** | **[A]** | **[-]** | **[-]** | **[Nm]** | **[-]** | **[V]** | **Karta kat.** |
| Gniazda 3-fazowe | PCE | 113-6 | 6 | 25,2 | - | 63 | - | - | - | - | 400 | [Zał. 5] |
| Gniazda 1-fazowe | PCE | 135-6 | 18 | 3,68 | - | 16 | - | - | - | - | 230 | [Zał. 4] |
| Prasy | Promotor | YX3 200L2-6 | 4 | 22 | 970 | 42,1 | 0,92 | 0,82 | 216,6 | 7,3 | 400 | [Zał. 8] |
| Podnośniki | Tamel | 3Skg160L-6-IE2 | 4 | 11 | 980 | 24 | 0,887 | 0,75 | 107,2 | 7,5 | 400 | [Zał. 7] |
| Przenośniki | Tamel | 3SKG160M-6-IE2 | 2 | 7,5 | 975 | 16,6 | 0,872 | 0,75 | 73,5 | 6,5 | 400 | [Zał. 7] |
| Piece oporowe | Industry2.0 | ICF 1100\_92 | 4 | 15 | - | - | - | - | - | - | 400 | [Zał. 6] |
| Oprawy oświetleniowe | ESSYSTEM | 6873060 CO4 235 | 48 | 0,077 | - | 0,37 | - | 0,95 | - | 38 | 230 | [Zał. 3] |

## Zestawienie mocy zapotrzebowanych

Tabela 4: Zestawienie mocy zapotrzebowanych dla poszczególnych oddziałów

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Informacje o oddziałach** | | | | **Zasilanie podstawowe** | | | **Zasilanie rezerwowe** | |
| **Nr** | **Nazwa** | **[kW]** | **Kat. Zasilania** | **[kW]** | **[kvar]** |  | **[kvar]** | **[kvar]** |
| 1 | Tłocznia | 429,3 | II - 70% | 143,9 | 110,9 | 0,792 | 100,7 | 77,6 |
| 2 | Lakiernia | 320,0 | I - 100% | 173,4 | 92,6 | 0,882 | 173,4 | 92,6 |
| 3 | Oddział 3 | - | II - 60% | 350,0 | 262,5 | 0,800 | 210,0 | 157,5 |
| 4 | Oddział 4 | - | III | 280,0 | 217,3 | 0,790 | - | - |

## Warunki zasilania podstawowego i rezerwowego zakładu i Oddziału 1

### Zasilanie zakładu

Linie zasilające do poszczególnych oddziałów poprowadzić zgodnie z planem zagospodarowania przestrzennego 6.4. Zasilanie podstawowe i rezerwowe poszczególnych oddziałów zestawiono w Tabela 5 oraz Tabela 6.

Zastosować urządzenia do kompensacji mocy biernej na poziomie poszczególnych oddziałów. Zestawienie urządzeń do kompensacji mocy biernej podano w Tabela 10.

Tabela 5: Podstawowe zasilanie poszczególnych oddziałów

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Stacja** | **Zasilane oddziały** | **P** | **Q** | **S** | **cosφ** |
| **SO1** | 1 i 3 | 493,9 | 373,4 | 619,2 | 0,798 |
| **SO2** | 2 i 4 | 453,4 | 309,9 | 551,0 | 0,823 |

Tabela 6: Rezerwowe zasilanie poszczególnych oddziałów

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Stacja** | **Rezerwowane oddziały** | **P** | **Q** | **S** | **cosφ** |
| **SO1** | 2 | 173,4 | 92,6 | 196,6 | 0,882 |
| **SO2** | 1 i 3 | 310,7 | 235,1 | 389,7 | 0,797 |

### Zasilanie Oddziału nr 1

Zasilanie podstawowe Oddziału nr 1 należy doprowadzić przewodem YKY-żo 4x240SM ze Stacji Oddziałowej nr 1, a zasilanie rezerwowe doprowadzić przewodem YAKXS-żo 4x240SM ze Stacji Oddziałowej nr 2 zgodnie ze sposobem podanym na planie zagospodarowania Fabryki Samochodów (rys. 1). W obydwu przypadkach napięcie doprowadzić na poziomie 400/230 V.

Urządzenie do kompensacji mocy biernej zamontować przy rozdzielnicy oddziałowej z wyłączonym ostatnim członem baterii kondensatorów. Model urządzenia do zamontowania podano w Tabela 10.

Główne zabezpieczenia zwarciowe dla poszczególnych linii zasilających oddziału nr 1 zestawiono w Tabela 17. Zastosować wymienione tam wkładki bezpiecznikowe na poziomie RO jako zabezpieczenie całego oddziału.

## Opis stacji oddziałowych SO1 i SO2

Zasilanie ze stacji oddziałowych do rozdzielnic oddziałowych doprowadzić zgodnie z planem zagospodarowania przestrzennego fabryki oraz z wytycznymi dotyczącymi zasilania podstawowego i rezerwowego dla poszczególnych oddziałów, zestawionymi w Tabela 5 i Tabela 6.

Zdecydowano się na zastosowanie kompensacji miejscowej, zatem w SO1 i SO2 nie trzeba stosować dodatkowych baterii kondensatorów energetycznych.

Transformatory do zamontowania na poszczególnych stacjach oddziałowych zestawiono w Tabela 13.

### Charakterystyka stacji oddziałowej SO1

Tabela 7: Dane stacji oddziałowej SO1

|  |  |
| --- | --- |
| Napięcia znamionowe stacji | 30 kV / 0,4 kV |
| Moc zwarciowa na szynach SN stacji | 320 MVA |
| Wymagana wartość na szynach nn stacji | 0,91 |

### Charakterystyka stacji oddziałowej SO2

Tabela 8: Dane stacji oddziałowej SO2

|  |  |
| --- | --- |
| Napięcia znamionowe stacji | 15 kV / 0,4 kV |
| Moc zwarciowa na szynach SN stacji | 16 MVA |
| Wymagana wartość na szynach nn stacji | 0,91 |

### Koncepcja zasilania

Po rozpatrzeniu dwóch wariantów koncepcji zasilania, wybrano wariant z mniejszymi różnicami w zapotrzebowanych mocach oddziałów. Pozwoliło to na bardziej równomierny rozkład obciążenia między stacjami oddziałowymi.

Tabela 9: Obciążenie stacji oddziałowych podczas zasilania rezerwowego – bez kompensacji mocy biernej

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Stacja** | **Zasilane oddziały** | **Rezerwowane oddziały** | **P** | **Q** | **S** | **cosφ** |
| **SO1** | 1 i 3 | 2 | 667,3 | 466,0 | 815,8 | 0,818 |
| **SO2** | 2 i 4 | 1 i 3 | 764,2 | 545,0 | 940,7 | 0,812 |

### Kompensacja mocy biernej

Zdecydowano się na zastosowanie kompensacji mocy biernej w każdym z oddziałów, co pozwoliło na ograniczenie wielkości prądów obciążających linie zasilające, a także uprościło eksploatację – w przypadku konieczności rezerwowania któregoś z oddziałów, nie trzeba przełączać urządzeń do kompensacji mocy biernej. Ponadto dzięki temu można było zastosować mniejsza przekroje przewodów.

Tabela 10: Dobrane urządzenia do kompensacji mocy biernej

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Stacja** | **Producent** | **Model** | **Moc baterii [kvar]** | **St. Regulacji [kvar]** | **Ilość członów** | **Ilość stopni regulacji** | **Szereg regulacyjny** |
| 1 | Olmex | BK-55 55/5 | 55 | 5 | 4 | 11 | 1:2:4:4 |
| 2 | Olmex | BK-25 16/2 | 16 | 2 | 4 | 8 | 1:2:2:3 |
| 3 | Olmex | BKH-96 115/5 | 115 | 5 | 5 | 23 | 1:2:4:8:8 |
| 4 | Olmex | BK-180 95/5 | 95 | 5 | 5 | 19 | 1:2:4:6:6 |

Tabela 11: Obciążenie SO1 i SO2 podczas zasilania podstawowego z kompensacją mocy biernej

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Stacja** | **Zasilane oddziały** | **P** | **Q** | **S** | **cosφ** |
| SO1 | 1 i 3 | 493,9 | 213,4 | 538,0 | 0,918 |
| SO2 | 2 i 4 | 453,4 | 205,9 | 498,0 | 0,911 |

Tabela 12: Obciążenie SO1 i SO2 podczas zasilania rezerwowego z kompensacją mocy biernej

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Stacja** | **Zasilane oddziały** | **Rezerwowane oddziały** | **P**  **[kW]** | **Q**  **[kvar]** | **S**  **[kVA]** | **cosφ**  **[-]** |
| SO1 | 1 i 3 | 2 | 667,3 | 292,0 | 728,5 | 0,916 |
| SO2 | 2 i 4 | 1 i 3 | 764,2 | 340,0 | 836,4 | 0,914 |

### Transformatory

Transformatory dobrano w taki sposób, aby spełniały wymagania dotyczące zapotrzebowania na energię wszystkich oddziałów zarówno podczas normalnej pracy (zasilanie podstawowe), jak i podczas rezerwowania oddziałów. Wybrane transformatory wykonane są w izolacji żywicznej ze względu na zwiększone bezpieczeństwo przeciwpożarowe.

Tabela 13: Dobrane transformatory

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Stacja** | **Producent** | **Seria** | **Nr ref.** | **[%]** | **Napięcie pierwotne**  **[kV]** | **Napięcie wtórne**  **[V]** | **[W]** |  | **[%]** |
| SO1 | Legrand | A0Ak | FJ5AAAQBB | 6,5 | 33 | 400 | 1495 | 8800 | 0,9 |
| SO2 | Legrand | A0Ak | FK3AAAFBB | 6 | 15 | 400 | 1550 | 9000 | 0,7 |

## Warunki zwarciowe

Tabela 14: Wartości impedancji poszczególnych elementów pętli zwarcia

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Element sieci** |  |  |  |
| System elektroenergetyczny |  |  |  |
| Transformator SO |  |  |  |
| WLZ – zasilanie podstawowe |  |  | - |
| WLZ – zasilanie rezerwowe |  |  | - |

Tabela 15: Wyznaczone prądy zwarciowe w sieci

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Miejsce zwarcia** | **Prąd zwarciowy** | **Wartość** |
| Szyny NN transformatora SO |  |  |
| Rozdzielnica oddziałowa SO1 – zasilanie podstawowe |  |  |
|  |  |
| Rozdzielnica oddziałowa SO1 – zasilanie rezerwowe |  |  |
|  |  |

## Opis linii kablowych WLZ zasilania Oddziału 1

Linie kablowe WLZ dobrano zgodnie z normą PN-IEC 60364-5-523: 2001. Linie zasilające WLZ1 i WLZR poprowadzić w ziemi zgodnie z 6.4, przy czym liczba kabli we wspólnym wykopie poza WLZ1 nie powinna być większa niż 2.

Tabela 16: Dobrane przewody oraz ich właściwości

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Rodzaj zasilania** | **Producent** | **Model** | **Ilość żył** | **Wykonanie żył** | **Izolacja** |  | **[A]** |
| Podstawowe WLZ1 | TFKable | YKY-żo 4x240SM | 4 | Miedź | XLPE | 240 | 351 |
| Rezerwowe WLZ1R | TFKable | YAKXS-żo 4x240SM | 4 | Aluminium | XLPE | 240 | 272 |

Tabela 17: Dobrane wkładki topikowe do zabezpieczeń przetężeniowych

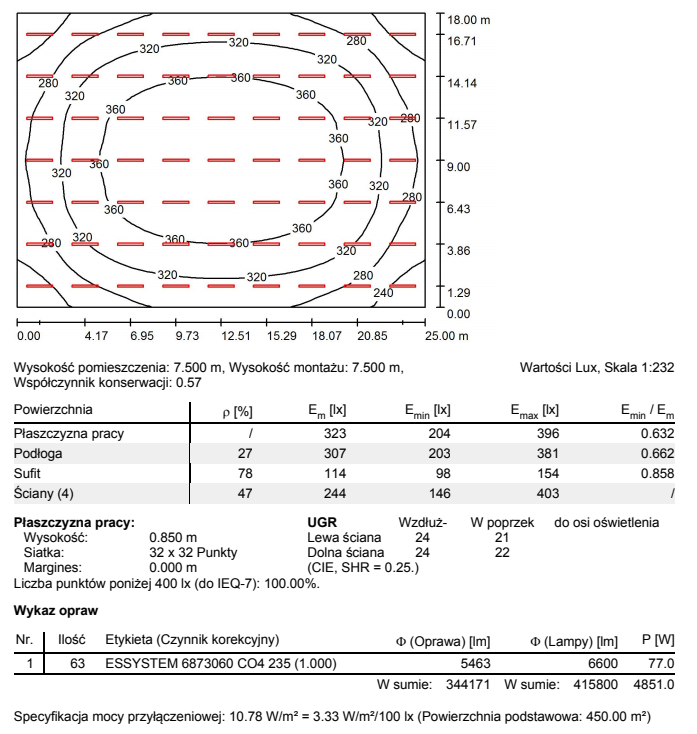
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Rodzaj zasilania** | **Wybrana wkładka topikowa** | **Charakterystyka zabezpieczenia** |  |  |
| Podstawowe  WLZ1 | ETI WT/NH -1 KOMBI gG/gL 004184119 | gG / gL |  |  |
| Rezerwowe  WLZ1R | ETI WT/NH -1 KOMBI gG/gL 004184124 | gG / gL |  |  |

## Charakterystyka oświetlenia i instalacji oświetleniowej Oddziału nr 1

Projekt instalacji oświetleniowej oddziału nr 1 został opracowany w dwóch wariantach – energooszczędnym oraz konwencjonalnym. Po porównaniu obydwu opcji dokonano analizy porównawczej i zdecydowano się na wariant konwencjonalny z wykorzystaniem opraw ESSYSTEM 6873060 CO4 235.

Oświetlenie zaprojektowano w sposób zgodny z 4.12.1, a także mając na celu równomierne obciążenie poszczególnych faz. Projekt połączenia instalacji został zamieszczony w 6.3.

Do zasilania instalacji oświetleniowej zgodnie z 6.3 przewody H07V-K (LgY) 2,5 poprowadzić w korytkach kablowych pod sufitem. Oprawy oświetleniowe zamontować na wysokości 6,5 m. Jako zabezpieczenie zastosować wkładki topikowe ETI D01 gG 6A.



Rysunek 1. Projekt instalacji oświetleniowej - zestawienie danych z programu Dialux

## Charakterystyka instalacji siłowej w Oddziale nr 1

### Instalacja zasilania gniazd

Przewody gniazd 3-fazowych oraz 1-fazowych poprowadzić w nieperforowanych korytkach kablowych na ścianie, na wysokości 5 m, zgodnie z rysunkiem zamieszczonym w 6.2. Gniazda zamontować na wysokości 1,25 m. Obwody gniazd zabezpieczyć wkładkami topikowymi zgodnie z Tabela 19.

Do instalacji gniazd 1-fazowych użyć przewodu TFKable YDYżo 3-żyłowego, o przekroju żyły w izolacji PVC. Dla gniazd 3-fazowych zastosować przewód YKXS-żo 5-żyłowy, o przekroju żyły w izolacji XLPE. Zdecydowano się na izolację XLPE ze względu na mniejsze przekroje żył.

### Instalacja zasilania odbiorników

Zasilanie odbiorników poprowadzić w drabinkach kablowych zgodnie z 6.2. Z rozdzielnicy oddziałowej wyprowadzić przewody pod sufit, na wysokość 7,3 m. Następnie sprowadzić przewody w drabinkach na poziom ziemi, a przewody na ziemi poprowadzić w peszlach kablowych.

Dla poszczególnych rodzajów urządzeń zastosować poszczególne przewody dobrane zgodnie z normą PN-IEC 60364-5-523: 2001, podane w Tabela 18 .

Tabela 18: Rodzaje przewodów do zastosowania dla poszczególnych obwodów

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Zasilany odbiornik** | **Rodzaj przewodu** | **Ilość i przekrój żył** | **Izolacja żył** | **Powłoka** |
| Gniazdo 1-fazowe | TFKable TFPremium YDYżo |  | PVC | PVC |
| Gniazdo 3-fazowe | TFKable YKXS-żo |  | XLPE | PVC |
| Prasa | TFKable TFPremium YDYżo |  | PVC | PVC |
| Podnośnik | TFKable TFPremium YDYżo |  | PVC | PVC |
| Przenośnik | TFKable TFPremium YDYżo |  | PVC | PVC |
| Piec oporowy | TFKable TFPremium YDYżo |  | PVC | PVC |

Dla silników pras, podnośników i przenośników należy zastosować przełącznik gwiazda-trójkąt. Silniki zabezpieczyć wyłącznikami silnikowymi oraz dobranymi wkładkami topikowymi o charakterystyce aM. Piece oporowe zabezpieczyć tylko wkładkami topikowymi o charakterystyce szybkiej gF. Zestawienie zabezpieczeń poszczególnych obwodów znajduje się w Tabela 19.

## Zastosowane środki ochrony przeciwporażeniowej

Zasilanie budynku wykonane jako TN-C. Dla wszystkich urządzeń odbiorczych zastosowano system prądu przemiennego 4-przewodowy.

Środkiem dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej w przypadku wszystkich stosowanych obwodów instalacji elektrycznej jest samoczynne wyłączenie zasilania. Urządzenia zabezpieczające dla poszczególnych rodzajów odbiorników zestawiono w Tabela 19.

Tabela 19: Zastosowane urządzenia zabezpieczające dla poszczególnych obwodów

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Zasilany odbiornik** | **Zabezpieczenie nadprądowe** | **Zabezpieczenie zwarciowe** |
| Gniazdo 1-fazowe | - | Wkładka topikowa  ETI DII gF 16A/690V PL  Charakterystyka gF, |
| Gniazdo 3-fazowe | - | Wkładka topikowa  ETI NH00 gF 63A/400V  Charakterystyka gF, |
| Prasa | Wyłącznik silnikowy  LEGRAND MPX3 100H 4173 75 | Wkładka topikowa  ETI 006711040 CH14/P aM 50A/500V  Charakterystyka aM, |
| Podnośnik | Wyłącznik silnikowy  LEGRAND MPX3 100H 4173 73 | Wkładka topikowa  ETI 002621015 CH10x38 aM 32A/400V  Charakterystyka aM, |
| Przenośnik | Wyłącznik silnikowy  LEGRAND MPX3 100H 4173 71 | Wkładka topikowa  ETI 002611009 CH8x32 aM 16A/400V  Charakterystyka aM, |
| Piec oporowy | - | Wkładka topikowa  ETI NH1C gF 25A/400V  Charakterystyka gF, |

## Wykaz Polskich Norm wykorzystanych w projekcie i przyjętych dodatkowych założeń projektowych

### PN EN 12464-1:2012 - Wymagania dotyczące oświetlenia podstawowego miejsc pracy dla przemysłu metalowego

### PN-IEC 60364-5-523: 2001 – Dobór przewodów ze względu na obciążalność długotrwałą

### PN-IEC-60364-4-43:1999 – Dobór przekroju przewodów ze względu na ochronę przed cieplnymi skutkami zwarcia

### PN-IEC 60364-4-41:2007 – Maksymalny czas zadziałania zabezpieczeń przeciwporażeniowych

# Zakres obliczeń projektowych

## Dobór urządzeń odbiorczych w Oddziale nr 1.

Tabela 20: Wymagania wobec odbiorników energii elektrycznej w oddziale nr 1 zamontowanych na stałe

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Grupa urządzeń** | **Odbiornik** | **P0** | **In** | **Un** | **Liczba odb.** |
| 1 | Gniazda 3-fazowe | - | 63 | 400 | 6 |
| 2 | Gniazda 1-fazowe | - | 16 | 230 | 18 |
| 3 | Prasy | 20,0 | - | 400 | 4 |
| 4 | Podnośniki | 10,0 | - | 400 | 4 |
| 5 | Przenośniki | 7,0 | - | 400 | 2 |
| 6 | Piece oporowe | 15,0 | - | 400 | 4 |

## Projekt oświetlenia ogólnego Oddziału nr 1.

*Projekt oświetlenia ogólnego oddziału nr 1 został wykonany zgodnie z wytycznymi normy* ***PN EN 12464-1:2012*** *dla miejsc pracy związanych z formowaniem metali na zimno.*

Tabela 21: Wymagania normowe dla projektu oświetlenia oddziału nr 1

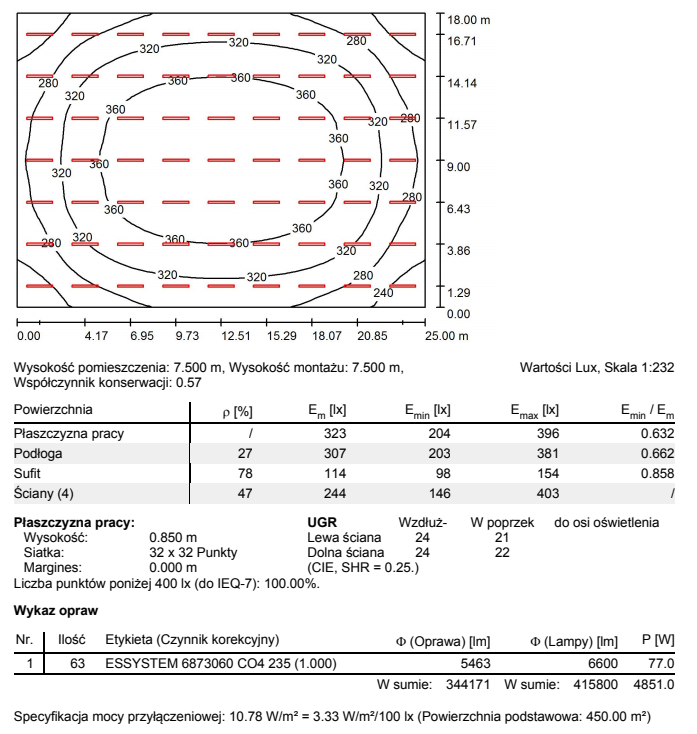
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **[lx]** | **[-]** | **[-]** | **[-]** |
| 300 | 25 | 0,60 | 80 |

Tabela 22: Dane wejściowe wykorzystane w programie DIALux

|  |  |
| --- | --- |
| **Zastosowane oprawy** | ESSYSTEM 6873060 CO4 235 |
| **Ilość zastosowanych opraw** | 63 |
| **Wysokość płaszczyzny pracy** | 0,850 m |
| **Współczynnik konserwacji** | 0,57 (ukł. zewn., 3-letni plan konserwacji) |
| **Współczynniki odbicia**   * Podłoga: beton * Sufit: gips, tynk * Ściany: tynk wapienny |  |

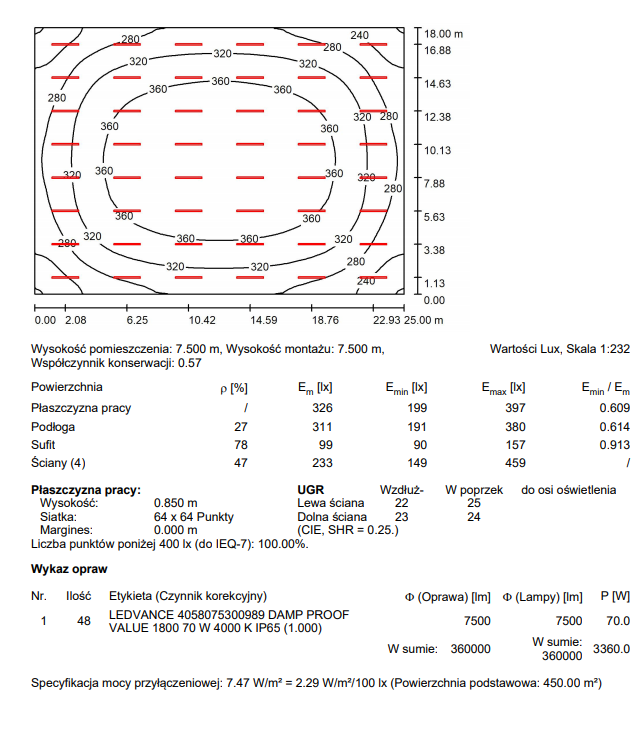
**Przygotowane zostały dwa warianty oświetlenia:**

### Wersja #1: Konwencjonalna, z oprawami oświetleniowymi opartymi o świetlówki



Rysunek 2. Instalacja oświetleniowa, wariant konwencjonalny - dane z programu Dialux

### Wersja #2: Energooszczędna, z oprawami oświetleniowymi opartymi o LED-y



Rysunek 3. Instalacja oświetleniowa, wariant energooszczędny - dane z programu Dialux

### Ostatecznie wybrano wariant 1, energooszczędny, ze względu na następujące korzyści:

* Nieco niższe współczynniki UGR
* Większa równomierność oświetlenia
* Sumarycznie większy strumień świetlny.

## Opracowanie koncepcji sieci rozdzielczej w zakładzie (zasilania podstawowego i rezerwowego).

Tabela 23. Zestawienie mocy zapotrzebowanych, dane bazowe do opracowania koncepcji zasilania

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr** | **Nazwa** | **Kategoria zasilania** | **Pn** | **Ps** | **cosφ** | **Pr** |
| 1 | Tłocznia | II - 70% | 429,3 | 143,9 | 0,792 | 100,7 |
| 2 | Lakiernia | I - 100% | 320,0 | 173,4 | 0,882 | 173,4 |
| 3 | Oddział 3 | II - 60% | - | 350,0 | 0,800 | 210,0 |
| 4 | Oddział 4 | III | - | 280,0 | 0,790 | - |

### Wariant 1

#### Stacja Oddziałowa 1: zasilanie oddziału nr 1 i 3, rezerwowanie oddziału nr 2:

##### Zasilanie podstawowe oddziału nr 1 i 3:

##### Zasilanie podstawowe oddziału nr 1 i 3, rezerwowanie oddziału nr 2:

#### Stacja Oddziałowa 2: zasilanie oddziałów nr 2 i 4, rezerwowanie oddziałów nr 1 i 3:

##### Zasilanie podstawowe oddziałów nr 2 i 4:

##### Zasilanie podstawowe oddziałów nr 2 i 4, rezerwowanie oddziałów nr 1 i 3:

### Wariant 2

#### Stacja Oddziałowa 1: zasilanie oddziału nr 1 i 4, rezerwowanie oddziału nr 2 i 3:

##### Zasilanie podstawowe oddziału nr 1 i 4:

##### Zasilanie podstawowe oddziału nr 1 i 4, rezerwowanie oddziałów nr 2 i 3:

#### Stacja Oddziałowa 2: zasilanie oddziałów nr 2 i 3, rezerwowanie oddziału nr 1:

##### Zasilanie podstawowe oddziałów nr 2 i 3:

##### Zasilanie podstawowe oddziałów nr 2 i 3, rezerwowanie oddziału nr 1:

## Obliczenia mocy szczytowej Oddziału nr 1 i całego zakładu.

### Oddział nr 1 – metoda zastępczej liczby odbiorników

Tabela 24. Metoda zastępczej liczby odbiorników - zestawienie danych do obliczeń

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr grupy** | **Odbiorniki** | **[kW]** | **Liczba odb.** | **[kW]** |  |  |  |  |
| Grupa 1 | *Piece oporowe* | 15 | 4 | 60 | 0,8 | 0,95 | 18,2 | 0,329 |
| Grupa 2 | *Prasy* | 22 | 4 | 88 | 0,17 | 0,65 | 49,5 | 1,169 |
| Grupa 3 | *Przenośniki* | 7,5 | 2 | 15 | 0,4 | 0,75 | 41,4 | 0,882 |
| Grupa 4 | *Podnośniki (dźwigi, suwnice)* | 11 | 4 | 44 | 0,1 | 0,5 | 60,0 | 1,732 |
| Grupa 5 | *Przenośne urządzenia elektryczne* | 25,2  3,68 | 6  18 | 217,4 | 0,06 | 0,5 | 60,0 | 1,732 |
| Grupa 6 | *Oświetlenie* | 0,077 | 63 | 4,85 | 1 | 0,95 | 18,2 | 0,329 |

#### Zastępcza liczba odbiorników:

#### Moc średnia grupy odbiorników:

Grupa 1: ;

Grupa 2: ;

Grupa 3: ;

Grupa 4:;

Grupa 5: ;

Grupa 6: ;

#### Współczynnik wykorzystania mocy odbiorników należących do m grup:

#### Moc zapotrzebowana oddziału:

### Oddział nr 2 – metoda wskaźnika zapotrzebowania mocy

Tabela 25. Metoda wskaźnika zapotrzebowania mocy – zestawienie danych do obliczeń

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr. Grupy** | **Odbiorniki** | **[kW]** | **Liczba odb.** | **[kW]** |  |  |  |  |
| Gr 1 | Oświetlenie | 0,07 | 48 | 3,36 | 0,8 | 0,95 | 18,195 | 0,329 |
| Gr 2 | Urządzenia przenośne | - | - | 20 | 0,1 | 0,5 | 60 | 1,732 |
| Gr 3 | Piece Lakiernicze | 32 | 5 | 160 | 0,8 | 0,95 | 18,194 | 0,328 |
| Gr 4 | Podnośniki | 10 | 6 | 60 | 0,2 | 0,5 | 50 | 1,191 |
| Gr 5 | Sprężarki | 5 | 4 | 20 | 0,75 | 0,85 | 31,788 | 0,619 |
| Gr 6 | Tokarki i giętarki do blach | 11 | 5 | 55 | 0,25 | 0,65 | 49,458 | 1,169 |

#### Moc zapotrzebowana danych grup: ;

Grupa 1: ;

Grupa 1: ;

Grupa 1: ;

Grupa 1: ;

Grupa 1: ;

Grupa 1: ;

#### Moc zapotrzebowana oddziału:

## Dobór baterii kondensatorów do kompensacji mocy biernej.

Tabela 26. Koncepcja kompensacji mocy biernej - zestawienie danych do obliczeń

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **[kW]** | **[-]** | **[-]** | **[-]** | **[-]** | **[kvar]** |
| 1 | 143,9 | 0,792 | 0,771 | 0,910 | 0,456 | 45,4 |
| 2 | 173,4 | 0,882 | 0,534 | 0,910 | 13,6 |
| 3 | 350,0 | 0,800 | 0,750 | 0,910 | 103,0 |
| 4 | 280,0 | 0,790 | 0,776 | 0,910 | 89,7 |

### Oddział nr 1:

### Oddział nr 2:

### Oddział nr 3:

### Oddział nr 4:

## Dobór transformatorów w stacjach oddziałowych.

Tabela 27. Dobór transformatorów SO1 i SO2 - zestawienie danych do obliczeń

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **[kW]** | **[kvar]** | **[-]** | **[kvar]** | **[kvar]** | **[kVA]** | **[-]** |
| 1 | 143,9 | 110,9 | 0,792 | 45,4 | 50,0 | 156,3 | 0,921 |
| 2 | 173,4 | 92,6 | 0,882 | 13,6 | 14,0 | 190,4 | 0,911 |
| 3 | 350,0 | 262,5 | 0,800 | 103,0 | 110,0 | 381,8 | 0,917 |
| 4 | 280,0 | 217,3 | 0,790 | 89,7 | 90,0 | 307,6 | 0,910 |

### Oddział 1:

### Oddział 2:

### Oddział 3:

### Oddział 4:

Tabela 28. Dobór transformatorów - zestawienie wyników obliczeń

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **[kV]** |  |  | **[kVA]** | **[kVA]** |
| SO1 | 30/0,4 | 1 i 3 | 2 | 538,0 | 728,5 |
| SO2 | 15/0,4 | 2 i 4 | 1 i 3 | 498,0 | 836,4 |

### Stacja SO1:

### Stacja SO2:

## Obliczenia zwarciowe.

### System elektroenergetyczny

### Transformator dwuuzwojeniowy

### Maksymalny początkowy prąd zwarcia trójfazowego na szynach NN transformatora

### Prądy początkowy i udarowy zwarcia trójfazowego w rozdzielnicy oddziałowej oddziału 1 – zasilanie podstawowe

*Współczynnik został dobrany na podstawie Rys. 2.2 z [2]*

### Prądy początkowy i udarowy zwarcia trójfazowego w rozdzielnicy oddziałowej oddziału 1 – zasilanie rezerwowe

*Współczynnik został dobrany na podstawie Rys. 2.2 z [2]*

## Dobór linii kablowej WLZ1 do Oddziału nr 1.

### WLZ1 do zasilania podstawowego:

#### Wyznaczenie prądów obciążeń roboczych

#### Dobór zabezpieczeń przetężeniowych

Największy prąd rozruchowy mają silniki zasilające prasy. Przyjęto lekki rozruch kilka razy w ciągu doby, stąd . Oprócz tego, przyjęto zastosowanie przełącznika gwiazda-trójkąt i brak samorozruchu silników.

Biorąc pod uwagę powyższe, dobrano wkładkę topikową ETI WT/NH -1 KOMBI gG/gL 250A (charakterystyka zwłoczna).

#### Dobór przekroju przewodów ze względu na obciążalność prądową długotrwałą

Przyjęto sposób D wykonania instalacji (bezpośrednio w ziemi), 3 żyły obciążone, odległość 0,25 m między kablami (oraz pracę w temperaturze (.

Dobrany przewód: miedziany w izolacji XLPE, o przekroju , – warunek spełniony.

#### Sprawdzenie dobranego przekroju ze względu na wytrzymałość mechaniczną

Warunek spełniony.

#### Dobór przekroju przewodu neutralnego i ochronnego.

Zatem minimalny przekrój przewodu ochronnego musi być większy niż .

#### Wyznaczenie przekroju przewodów ze względu na dopuszczalny spadek napięcia

Przewód miedziany, zatem

Dla obwodu zasilającego odbiorniki siłowe oraz instalacje oświetleniowe:

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na wytrzymałość cieplną przy przeciążeniach

Warunek pierwszy:

Stąd:

Warunek spełniony.

Warunek drugi:

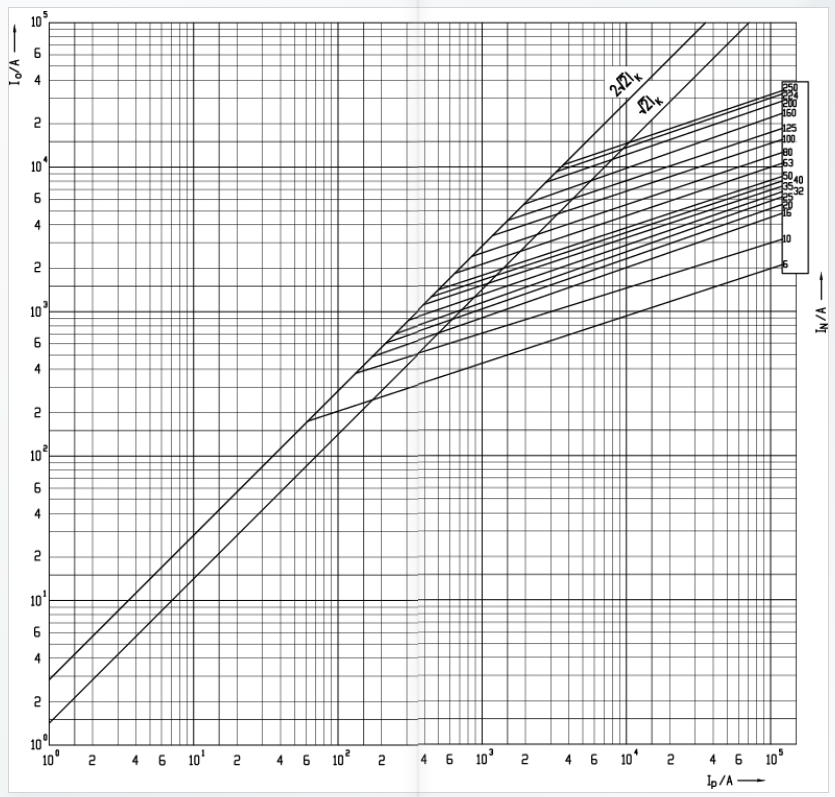
Dla dobranej wkładki topikowej wartość górna prądu probierczego wkładki jest 1,6-krotnością prądu znamionowego.

Zatem

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na cieplną wytrzymałość zwarciową

Czas zadziałania zabezpieczenia jest krótszy niż 10 ms, dlatego posłużono się charakterystyką całki Joule’a oraz warunkiem



Rysunek 4: Charakterystyka całki Joule'a dla zabezpieczeń ETI WT/NH -1 KOMBI gG/gL

Odczytano wartość całki Joule’a dla prądu zwarciowego ok. 17,166 kA:

Dla dobranego przewodu wartość jednosekundowej gęstości prądu w czasie zwarcia wynosi:

Stąd

Zatem

Warunek spełniony.

#### Dobór przewodu z katalogu producenta

Na podstawie obliczeń dobrano przewód TFKable YKXS-żo 4x240SM, 4-żyłowy o przekroju żyły (również PEN) w izolacji XLPE i powłoce PVC.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na skuteczność dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej

Z charakterystyki czasowo-prądowej zabezpieczenia, dla czasu zadziałania zabezpieczenia odczytano wartość prądu wyłączającego .



Rysunek 5: Charakterystyki czasowo prądowe zabezpieczeń ETI WT/NH -1 KOMBI gG/gL

Obliczenie pętli zwarcia jednofazowego metodą uproszczoną:

Po uwzględnieniu współczynnika temperaturowego rezystancji oraz faktu, że przekrój żyły PEN jest równy przekrojowi przewodu fazowego:

Warunek spełniony.

### WLZ1 do zasilania rezerwowego:

#### Wyznaczenie prądów obciążeń roboczych

#### Dobór zabezpieczeń przetężeniowych

Największy prąd rozruchowy mają silniki zasilające prasy. Przyjęto lekki rozruch kilka razy w ciągu doby, stąd . Oprócz tego, przyjęto zastosowanie przełącznika gwiazda-trójkąt i brak samorozruchu silników.

Biorąc pod uwagę powyższe, dobrano wkładkę topikową ETI WT/NH -1 KOMBI gG/gL 160A (charakterystyka zwłoczna).

#### Dobór przekroju przewodów ze względu na obciążalność prądową długotrwałą

Przyjęto sposób D wykonania instalacji (bezpośrednio w ziemi), 3 żyły obciążone, odległość 0,25 m między kablami (oraz pracę w temperaturze (.

Dobrany przewód: aluminiowy w izolacji XLPE, o przekroju , – warunek spełniony.

#### Sprawdzenie dobranego przekroju ze względu na wytrzymałość mechaniczną

Warunek spełniony.

#### Dobór przekroju przewodu neutralnego i ochronnego.

Zatem minimalny przekrój przewodu ochronnego musi być większy niż .

#### Wyznaczenie przekroju przewodów ze względu na dopuszczalny spadek napięcia

Przewód miedziany, zatem . Na potrzeby projektu założono długość przewodu WLZ .

Dla obwodu zasilającego odbiorniki siłowe oraz instalacje oświetleniowe:

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na wytrzymałość cieplną przy przeciążeniach

##### Warunek pierwszy:

Stąd:

Warunek spełniony.

##### Warunek drugi:

Dla dobranej wkładki topikowej wartość górna prądu probierczego wkładki jest 1,6-krotnością prądu znamionowego.

Zatem

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na cieplną wytrzymałość zwarciową

Czas zadziałania zabezpieczenia jest krótszy niż 10 ms, dlatego posłużono się charakterystyką całki Joule’a oraz warunkiem

Odczytano wartość całki Joule’a dla prądu zwarciowego ok. 17,166 kA:

Dla dobranego przewodu wartość jednosekundowej gęstości prądu w czasie zwarcia wynosi:

Stąd

Zatem

Warunek spełniony.

#### Dobór przewodu z katalogu producenta

Na podstawie obliczeń dobrano przewód TFKable YAKXS-żo 4x240SM, 4-żyłowy o przekroju żyły (również PEN) w izolacji XLPE i powłoce PVC.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na skuteczność dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej

Z charakterystyki czasowo-prądowej zabezpieczenia, dla czasu zadziałania zabezpieczenia odczytano wartość prądu wyłączającego .

Obliczenie pętli zwarcia jednofazowego metodą uproszczoną:

Po uwzględnieniu współczynnika temperaturowego rezystancji oraz faktu, że przekrój żyły PEN jest równy przekrojowi przewodu fazowego:

Warunek spełniony.

## Obliczenia wybranych obwodów instalacji odbiorczej

Do obliczeń wybrano z każdej grupy urządzeń obwód o najdłuższym przewodzie zasilającym. Założono, że podstawowym zabezpieczeniem jest zabezpieczenie nadprądowe.

### Dobór przewodów i zabezpieczeń do obwodów pras

#### Wyznaczenie prądów obciążeń roboczych

#### Dobór zabezpieczeń

##### Zabezpieczenia zwarciowe

Przyjęto rozruch lekki, kilka razy na dobę oraz możliwość rozruchu .

Dobrano wkładkę ETI 006711040 CH14/P aM 50A/500V 1433950 o charakterystyce aM, oraz zdolności zwarciowej .

##### Zabezpieczenia przeciążeniowe

Przyjęto .

Dobrano wyłącznik silnikowy LEGRAND MPX3 100H 4173 75 o oraz zakresie nastaw .

#### Dobór przekroju przewodów ze względu na obciążalność prądową długotrwałą

W obliczeniach przyjęto parametry przewodu miedzianego w izolacji PVC o przekroju żyły . Przewód prowadzono w drabince kablowej, w której na początkowym odcinku biegnie łącznie 7 przewodów.

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie dobranego przekroju ze względu na wytrzymałość mechaniczną

Dla miedzianych przewodów siłowych do układania na stałe najmniejszy przekrój wynosi .

Warunek spełniony.

#### Dobór przekroju przewodu neutralnego i ochronnego

Minimalny przekrój żył przewodów ochronnych dla wynosi , czyli w tym przypadku .

#### Wyznaczenie przekroju przewodów ze względu na dopuszczalny spadek napięcia

Spadek napięcia od rozdzielnicy oddziałowej do maszyny nie powinien przekraczać 3%

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na wytrzymałość cieplną przy przeciążeniach

##### Warunek pierwszy

Warunek spełniony.

##### Warunek drugi

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na cieplną wytrzymałość zwarciową

Na podstawie 5.7.4 przyjęto . Czas zadziałania zabezpieczenia jest krótszy niż 10 ms, stąd posłużono się warunkiem:

Dla przewodu o izolacji PVC z żyłami miedzianymi:

Z charakterystyki urządzenia zabezpieczającego odczytano

Warunek spełniony.

#### Dobór przewodu z katalogu producenta

Na podstawie obliczeń dobrano przewód TFKable TFPremium YDYżo, 4-żyłowy o przekroju żyły , napięciu znamionowym 450/750 V, w izolacji i powłoce PVC.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na skuteczność dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej

Parametry systemu elektroenergetycznego, transformatora oraz WLZ dobrano podstawie obliczeń zwarciowych w 5.7. Przyjęto parametry WLZ dla zasilania rezerwowego, jako gorszego przypadku. Dla napięcia znamionowego 400/230 V dobrano współczynnik napięciowy . Najdłuższy dopuszczalny czas wyłączenia dla instalacji wynosi 0,2s.

Z charakterystyki urządzenia zabezpieczającego odczytano minimalny prąd powodujący zadziałanie urządzenia w dopuszczalnym czasie .

Warunek spełniony.

### Dobór przewodów i zabezpieczeń do obwodów podnośników

#### Wyznaczenie prądów obciążeń roboczych

#### Dobór zabezpieczeń

##### Zabezpieczenia zwarciowe

Przyjęto rozruch średni, częsty, oraz możliwość rozruchu .

Dobrano wkładkę ETI 002621015 CH10x38 aM 32A/400V o charakterystyce aM, oraz zdolności zwarciowej .

##### Zabezpieczenia przeciążeniowe

Przyjęto .

Dobrano wyłącznik silnikowy LEGRAND MPX3 100H 4173 73 o oraz zakresie nastaw .

#### Dobór przekroju przewodów ze względu na obciążalność prądową długotrwałą

W obliczeniach przyjęto parametry przewodu miedzianego w izolacji PVC o przekroju żyły . Przewód prowadzono w drabince kablowej, w której na początkowym odcinku biegnie łącznie 7 przewodów.

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie dobranego przekroju ze względu na wytrzymałość mechaniczną

Dla miedzianych przewodów siłowych do układania na stałe najmniejszy przekrój wynosi .

Warunek spełniony.

#### Dobór przekroju przewodu neutralnego i ochronnego

Minimalny przekrój żył przewodów ochronnych dla wynosi , czyli w tym przypadku .

#### Wyznaczenie przekroju przewodów ze względu na dopuszczalny spadek napięcia

Spadek napięcia od rozdzielnicy oddziałowej do maszyny nie powinien przekraczać 3%

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na wytrzymałość cieplną przy przeciążeniach

##### Warunek pierwszy

Warunek spełniony.

##### Warunek drugi

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na cieplną wytrzymałość zwarciową

Na podstawie 5.7.4 przyjęto . Czas zadziałania zabezpieczenia jest krótszy niż 10 ms, stąd posłużono się warunkiem:

Dla przewodu o izolacji PVC z żyłami miedzianymi:

Z charakterystyki urządzenia zabezpieczającego odczytano

Warunek spełniony.

#### Dobór przewodu z katalogu producenta

Na podstawie obliczeń dobrano przewód TFKable TFPremium YDYżo, 4-żyłowy o przekroju żyły , napięciu znamionowym 450/750 V, w izolacji i powłoce PVC.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na skuteczność dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej

Parametry systemu elektroenergetycznego, transformatora oraz WLZ dobrano podstawie obliczeń zwarciowych w 5.7. Przyjęto parametry WLZ dla zasilania rezerwowego, jako gorszego przypadku. Dla napięcia znamionowego 400/230 V dobrano współczynnik napięciowy . Najdłuższy dopuszczalny czas wyłączenia dla instalacji wynosi 0,2s.

Z charakterystyki urządzenia zabezpieczającego odczytano minimalny prąd powodujący zadziałanie urządzenia w dopuszczalnym czasie .

Warunek spełniony.

### Dobór przewodów i zabezpieczeń do obwodów przenośników

#### Wyznaczenie prądów obciążeń roboczych

#### Dobór zabezpieczeń

##### Zabezpieczenia zwarciowe

Przyjęto rozruch średni, kilka razy na dobę oraz możliwość rozruchu .

Dobrano wkładkę ETI 002611009 CH8x32 aM 16A/400V o charakterystyce aM, oraz zdolności zwarciowej .

##### Zabezpieczenia przeciążeniowe

Przyjęto .

Dobrano wyłącznik silnikowy LEGRAND MPX3 100H 4173 71 o oraz zakresie nastaw .

#### Dobór przekroju przewodów ze względu na obciążalność prądową długotrwałą

W obliczeniach przyjęto parametry przewodu miedzianego w izolacji PVC o przekroju żyły . Przewód prowadzono w drabince kablowej, w której na początkowym odcinku biegnie łącznie 7 przewodów.

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie dobranego przekroju ze względu na wytrzymałość mechaniczną

Dla miedzianych przewodów siłowych do układania na stałe najmniejszy przekrój wynosi .

Warunek spełniony.

#### Dobór przekroju przewodu neutralnego i ochronnego

Minimalny przekrój żył przewodów ochronnych dla wynosi , czyli w tym przypadku .

#### Wyznaczenie przekroju przewodów ze względu na dopuszczalny spadek napięcia

Spadek napięcia od rozdzielnicy oddziałowej do maszyny nie powinien przekraczać 3%

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na wytrzymałość cieplną przy przeciążeniach

##### Warunek pierwszy

Warunek spełniony.

##### Warunek drugi

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na cieplną wytrzymałość zwarciową

Na podstawie 5.7.4 przyjęto . Czas zadziałania zabezpieczenia jest krótszy niż 10 ms, stąd posłużono się warunkiem:

Dla przewodu o izolacji PVC z żyłami miedzianymi:

Z charakterystyki urządzenia zabezpieczającego odczytano

Warunek spełniony.

#### Dobór przewodu z katalogu producenta

Na podstawie obliczeń dobrano przewód TFKable TFPremium YDYżo, 4-żyłowy o przekroju żyły , napięciu znamionowym 450/750 V, w izolacji i powłoce PVC.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na skuteczność dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej

Parametry systemu elektroenergetycznego, transformatora oraz WLZ dobrano podstawie obliczeń zwarciowych w 5.7. Przyjęto parametry WLZ dla zasilania rezerwowego, jako gorszego przypadku. Dla napięcia znamionowego 400/230 V dobrano współczynnik napięciowy . Najdłuższy dopuszczalny czas wyłączenia dla instalacji wynosi 0,2s.

Z charakterystyki urządzenia zabezpieczającego odczytano minimalny prąd powodujący zadziałanie urządzenia w dopuszczalnym czasie .

Warunek spełniony.

### Dobór przewodów i zabezpieczeń do obwodów pieców

#### Wyznaczenie prądów obciążeń roboczych

#### Dobór zabezpieczeń

##### Zabezpieczenia zwarciowe

Dla pieca oporowego przyjęto tylko jedno zabezpieczenie – przeciwzwarciowe – w postaci wkładki topikowej ETI NH1C gF 25A/400V o oraz charakterystyce gF

##### Zabezpieczenia przeciążeniowe

Dla pieców oporowych nie dobrano dodatkowych zabezpieczeń przeciążeniowych.

#### Dobór przekroju przewodów ze względu na obciążalność prądową długotrwałą

W obliczeniach przyjęto parametry przewodu miedzianego w izolacji PVC o przekroju żyły . Przewód prowadzono w drabince kablowej, w której na początkowym odcinku biegnie łącznie 7 przewodów.

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie dobranego przekroju ze względu na wytrzymałość mechaniczną

Dla miedzianych przewodów siłowych do układania na stałe najmniejszy przekrój wynosi .

Warunek spełniony.

#### Dobór przekroju przewodu neutralnego i ochronnego

Minimalny przekrój żył przewodów ochronnych dla wynosi , czyli w tym przypadku .

#### Wyznaczenie przekroju przewodów ze względu na dopuszczalny spadek napięcia

Spadek napięcia od rozdzielnicy oddziałowej do maszyny nie powinien przekraczać 3%

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na wytrzymałość cieplną przy przeciążeniach

##### Warunek pierwszy

Warunek spełniony.

##### Warunek drugi

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na cieplną wytrzymałość zwarciową

Na podstawie 5.7.4 przyjęto . Czas zadziałania zabezpieczenia jest krótszy niż 10 ms, stąd posłużono się warunkiem:

Dla przewodu o izolacji PVC z żyłami miedzianymi:

Z charakterystyki urządzenia zabezpieczającego odczytano

Warunek spełniony.

#### Dobór przewodu z katalogu producenta

Na podstawie obliczeń dobrano przewód TFKable TFPremium YDYżo, 4-żyłowy o przekroju żyły , napięciu znamionowym 450/750 V, w izolacji i powłoce PVC.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na skuteczność dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej

Parametry systemu elektroenergetycznego, transformatora oraz WLZ dobrano podstawie obliczeń zwarciowych w 5.7. Przyjęto parametry WLZ dla zasilania rezerwowego, jako gorszego przypadku. Dla napięcia znamionowego 400/230 V dobrano współczynnik napięciowy . Najdłuższy dopuszczalny czas wyłączenia dla instalacji wynosi 0,2s.

Z charakterystyki urządzenia zabezpieczającego odczytano minimalny prąd powodujący zadziałanie urządzenia w dopuszczalnym czasie .

Warunek spełniony.

### Dobór przewodów i zabezpieczeń do obwodów gniazd 3-fazowych

#### Wyznaczenie prądów obciążeń roboczych

Jako prąd obciążenia roboczego przyjęto prąd znamionowy gniazda.

#### Dobór zabezpieczeń

##### Zabezpieczenia zwarciowe

Dobrano wkładkę ETI ETI NH00 gF 63A/400V o charakterystyce gF, oraz zdolności zwarciowej .

##### Zabezpieczenia przeciążeniowe

Do obwodów gniazd 3-fazowych nie dobrano żadnych dodatkowych zabezpieczeń przeciążeniowych.

#### Dobór przekroju przewodów ze względu na obciążalność prądową długotrwałą

W obliczeniach przyjęto parametry przewodu miedzianego w izolacji XLPE o przekroju żyły . Przewód prowadzono w nieperforowanym korytku kablowym na ścianie, w którym biegnie łącznie 6 przewodów.

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie dobranego przekroju ze względu na wytrzymałość mechaniczną

Dla miedzianych przewodów siłowych do układania na stałe najmniejszy przekrój wynosi .

Warunek spełniony.

#### Dobór przekroju przewodu neutralnego i ochronnego

Minimalny przekrój żył przewodów ochronnych dla wynosi , czyli w tym przypadku .

#### Wyznaczenie przekroju przewodów ze względu na dopuszczalny spadek napięcia

Spadek napięcia od rozdzielnicy oddziałowej do maszyny nie powinien przekraczać 3%

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na wytrzymałość cieplną przy przeciążeniach

##### Warunek pierwszy

Warunek spełniony.

##### Warunek drugi

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na cieplną wytrzymałość zwarciową

Na podstawie 5.7.4 przyjęto . Czas zadziałania zabezpieczenia jest krótszy niż 10 ms, stąd posłużono się warunkiem:

Dla przewodu o izolacji XLPE z żyłami miedzianymi:

Z charakterystyki urządzenia zabezpieczającego odczytano

Warunek spełniony.

#### Dobór przewodu z katalogu producenta

Na podstawie obliczeń dobrano przewód TFKable YKXS-żo, 5-żyłowy o przekroju żyły , napięciu znamionowym 0,6/1 kV, w izolacji XLPE i powłoce PVC.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na skuteczność dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej

Parametry systemu elektroenergetycznego, transformatora oraz WLZ dobrano podstawie obliczeń zwarciowych w 5.7. Przyjęto parametry WLZ dla zasilania rezerwowego, jako gorszego przypadku. Dla napięcia znamionowego 400/230 V dobrano współczynnik napięciowy . Najdłuższy dopuszczalny czas wyłączenia dla instalacji wynosi 0,2s.

Z charakterystyki urządzenia zabezpieczającego odczytano minimalny prąd powodujący zadziałanie urządzenia w dopuszczalnym czasie .

Warunek spełniony.

### Dobór przewodów i zabezpieczeń do obwodów gniazd 1-fazowych

#### Wyznaczenie prądów obciążeń roboczych

Jako prąd obciążenia roboczego przyjęto prąd znamionowy gniazda

#### Dobór zabezpieczeń

##### Zabezpieczenia zwarciowe

Dobrano wkładkę ETI DII gF 16A/690V PL o charakterystyce gF, oraz zdolności zwarciowej .

##### Zabezpieczenia przeciążeniowe

Do obwodów gniazd 1-fazowych nie dobrano żadnych dodatkowych zabezpieczeń przeciążeniowych.

#### Dobór przekroju przewodów ze względu na obciążalność prądową długotrwałą

W obliczeniach przyjęto parametry przewodu miedzianego w izolacji PVC o przekroju żyły . Przewód prowadzono w nieperforowanym korytku kablowym na ścianie, w którym biegnie łącznie 6 przewodów.

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie dobranego przekroju ze względu na wytrzymałość mechaniczną

Dla miedzianych przewodów siłowych do układania na stałe najmniejszy przekrój wynosi .

Warunek spełniony.

#### Dobór przekroju przewodu neutralnego i ochronnego

Minimalny przekrój żył przewodów ochronnych dla wynosi , czyli w tym przypadku .

#### Wyznaczenie przekroju przewodów ze względu na dopuszczalny spadek napięcia

Spadek napięcia od rozdzielnicy oddziałowej do maszyny nie powinien przekraczać 3%

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na wytrzymałość cieplną przy przeciążeniach

##### Warunek pierwszy

Warunek spełniony.

##### Warunek drugi

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na cieplną wytrzymałość zwarciową

Na podstawie 5.7.4 przyjęto . Czas zadziałania zabezpieczenia jest krótszy niż 10 ms, stąd posłużono się warunkiem:

Dla przewodu o izolacji PVC z żyłami miedzianymi:

Z charakterystyki urządzenia zabezpieczającego odczytano

Warunek spełniony.

#### Dobór przewodu z katalogu producenta

Na podstawie obliczeń dobrano przewód TFKable TFPremium YDYżo, 3-żyłowy o przekroju żyły , napięciu znamionowym 450/750 V, w izolacji i powłoce PVC.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na skuteczność dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej

Parametry systemu elektroenergetycznego, transformatora oraz WLZ dobrano podstawie obliczeń zwarciowych w 5.7. Przyjęto parametry WLZ dla zasilania rezerwowego, jako gorszego przypadku. Dla napięcia znamionowego 400/230 V dobrano współczynnik napięciowy . Najdłuższy dopuszczalny czas wyłączenia dla instalacji wynosi 0,2s.

Z charakterystyki urządzenia zabezpieczającego odczytano minimalny prąd powodujący zadziałanie urządzenia w dopuszczalnym czasie .

Warunek spełniony.

## Obliczenia dla instalacji oświetleniowej

Obliczenia przeprowadzono dla najdłuższego obwodu oświetleniowego.

#### Wyznaczenie prądów obciążeń roboczych

#### Dobór zabezpieczeń

##### Zabezpieczenia zwarciowe

Na podstawie prądu obciążenia roboczego wybrano wkładkę ETI D01/gG/6A/E14/400V 002211003 o prądzie znamionowym 6 A.

##### Zabezpieczenia przeciążeniowe

Dla obwodów oświetleniowych nie dobrano zabezpieczeń przeciążeniowych, jedynie zwarciowe.

#### Dobór przekroju przewodów ze względu na obciążalność prądową długotrwałą

W obliczeniach przyjęto parametry przewodu miedzianego w izolacji PVC o przekroju żyły .

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie dobranego przekroju ze względu na wytrzymałość mechaniczną

Warunek spełniony.

#### Dobór przekroju przewodu neutralnego i ochronnego

Zatem minimalny przekrój przewodu ochronnego będzie równy

#### Wyznaczenie przekroju przewodów ze względu na dopuszczalny spadek napięcia

Spadek napięcia od rozdzielnicy oddziałowej do maszyny nie powinien przekraczać 2,5%

Przewód miedziany, zatem

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na wytrzymałość cieplną przy przeciążeniach

##### Warunek pierwszy

Warunek spełniony.

##### Warunek drugi

Warunek spełniony.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na cieplną wytrzymałość zwarciową

Na podstawie 5.7.4 przyjęto . Czas zadziałania zabezpieczenia jest krótszy niż 10 ms, stąd posłużono się warunkiem:

Dla przewodu o izolacji PVC z żyłami miedzianymi:

Z charakterystyki urządzenia zabezpieczającego odczytano

Warunek spełniony.

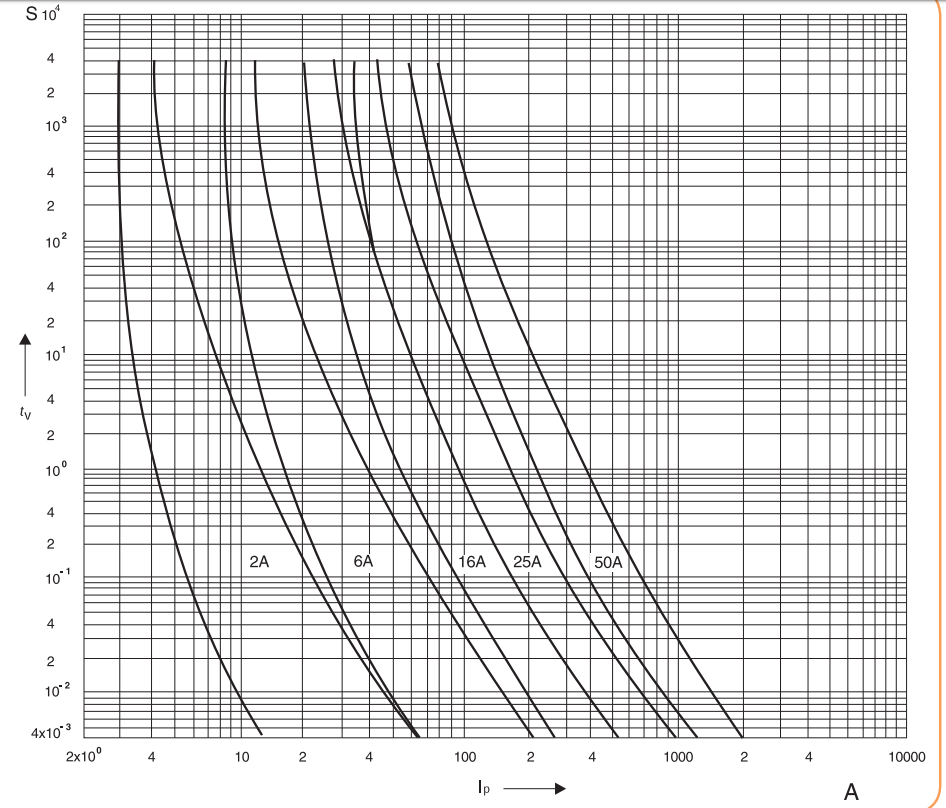
#### Dobór przewodu z katalogu producenta

Na podstawie obliczeń dobrano przewód H07V-K ( LgY ) 2,5mm2 450/750V , 4-żyłowy o przekroju żyły (również PEN) o powłoce PVC.

#### Sprawdzenie przekroju przewodów ze względu na skuteczność dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej

Parametry systemu elektroenergetycznego, transformatora oraz WLZ dobrano podstawie obliczeń zwarciowych w 4.7. Przyjęto parametry WLZ dla zasilania rezerwowego, jako gorszego przypadku. Dla napięcia znamionowego 400/230 V dobrano współczynnik napięciowy . Najdłuższy dopuszczalny czas wyłączenia dla instalacji wynosi 0,2s

Z charakterystyki urządzenia zabezpieczającego odczytano minimalny prąd powodujący zadziałanie urządzenia w dopuszczalnym czasie .



Rysunek 6. Charakterystyki czasowo-prądowe zabezpieczenia obwodu oświetleniowego

Warunek spełniony.

# Wykaz rysunków technicznych

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Numer rysunku** | **Tytuł** | **Autor** | **Data** |
| 1 | Fabryka samochodów – plan zagospodarowania przestrzennego | Eryk Błaszczyk |  |
| 2 | Oddział nr 1 – podkładka budowlana | Kacper Borucki | 2020-05-22 |
| 3 | Plan instalacji siłowej – oddział nr 1 | Kacper Borucki | 2020-05-22 |
| 4 | Plan instalacji oświetleniowej – oddział nr 1 | Eryk Błaszczyk |  |

## Podkładka budowlana ze schematami rozmieszczenia urządzeń odbiorczych w Oddziale nr 1.



## Plan instalacji siłowej w Oddziale nr 1.



## Plan instalacji oświetleniowej w Oddziale nr 1.



## Plan zagospodarowania przestrzennego zakładu.



# Literatura

[1] Waldemar Dołęga, Mirosław Kobusiński, *Projektowanie instalacji elektrycznych w obiektach przemysłowych*

[2] Henryk Markiewicz, *Instalacje elektryczne*

[3] Łukasz Gorgolewski, *Systemy zasilania rezerwowego – cz. I*, 27.06.2017 inzynierbudownictwa.pl, <http://www.inzynierbudownictwa.pl/technika,materialy_i_technologie,artykul,systemy_zasilania_rezerwowego___cz_i,10109>

[4] Zbigniew Skibko, Radosław Wiśniewski, *Kompensacja mocy biernej w obiektach przemysłowych* <http://astat-energetyka.pl/wp-content/uploads/2018/07/4-Kompensacja-mocy-biernej-w-obiektach-przemyslowych.pdf>

# Załączniki

1. **Projekt oświetlenia – wariant 1 – konwencjonalny (Eryk Błaszczyk)**



1. **Projekt oświetlenia – wariant 2 – energooszczędny (Kacper Borucki)**



1. **Oprawy oświetleniowe – karta katalogowa**

****

1. **Gniazda 1-fazowe – karta katalogowa**

****

1. **Gniazda 3-fazowe – karta katalogowa**

****

1. **Piece oporowe – karta katalogowa**

****

1. **Silniki indukcyjne do podnośników i przenośników – karta katalogowa**

****

1. **Silniki indukcyjne do pras – karta katalogowa**



1. **Bateria kondensatorów do oddziału nr 1 – karta katalogowa**

****

1. **Bateria kondensatorów do oddziału nr 2 – karta katalogowa**

****

1. **Bateria kondensatorów do oddziału nr 3 – karta katalogowa**

****

1. **Bateria kondensatorów do oddziału nr 4 – karta katalogowa**

****

1. **Zabezpieczenia WLZ zasilania oddziału nr 1 – karta katalogowa**

****

1. **WLZ1 – zasilanie podstawowe – karta katalogowa**

****

1. **WLZ1 – zasilanie rezerwowe – karta katalogowa**

****

1. **Transformator SO1 – karta katalogowa**

****

1. **Transformator SO2 – karta katalogowa**

****

1. **Zabezpieczenie zwarciowe gniazd 3-fazowych – karta katalogowa**

****

1. **Zabezpieczenie zwarciowe gniazd 1-fazowych – karta katalogowa**

****

1. **Zabezpieczenie zwarciowe silników pras – karta katalogowa**

****

1. **Wyłączniki silnikowe dla pras, podnośników, przenośników – karta katalogowa**

****

1. **Zabezpieczenie zwarciowe silników podnośników – karta katalogowa**

****

1. **Zabezpieczenie zwarciowe silników przenośników – karta katalogowa**

****

1. **Zabezpieczenie zwarciowe pieców oporowych – karta katalogowa**

****

1. **Przewody zasilające gniazda 3-fazowe – karta katalogowa**

****

1. **Przewody zasilające prasy – karta katalogowa**

****

1. **Przewody zasilające gniazda 1-fazowe, oświetlenie i pozostałe maszyny – karta katalogowa**

****

1. **Obwody oświetleniowe – przewody zasilające**



1. **Obwody oświetleniowe – wkładki topikowe**

