**EL-BIM Sp. z o.o.**

ul. Turystyczna 6/29

31-213 Kraków

tel. +48 603 637 508

tel. +48 603 637 560

e-mail: biuro@elbim.techprojekty@essystem.

DOKUMENTACJA TECHNICZNA

|  |  |
| --- | --- |
| Inwestor:Generalny Projektant: | **AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA****im. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE****Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków****APA CZECH DULIŃSKI WRÓBEL****AGENCJA PROJEKTOWA „ARCHITEKTURA” Sp. Z o.o.****Ul. Wróblewskiego 3/2, 31-148 Kraków** |
| **Obiekt:** | **BUDOWA BUDYNKU STUDENCKIEGO CENTRUM KONSTRUKCYJNEGO AGH W KRAKOWIE WRAZ Z MIEJSCAMI POSTOJOWYMI, UKŁADEM KOMUNIKACYJNYM** **ORAZ WBUDOWANĄ STACJĄ TRANSFORMATOROWĄ** NA CZĘSCI DZIAŁEK: 653/44, 653/54, 653/59 OBR. 0004 JEDN. EWID. KROWODRZA, PRZY UL. KAWIORY W KRAKOWIE**KATEGORIA OBIEKTU: IX** |
| **Faza:** |  **PROJEKT WYKONAWCZY** |
| Branża:  | **INSTALACJE ELEKTRYCZNE**  |
| Projektował: | **mgr inż. Jan Wachacki****upr. proj. nr 120/97** |
| Sprawdził: | **mgr inż. Bożena Paluchowska****upr. proj. nr BPP 324/81** |
| Kraków, lipiec 2021 |

**2. SPIS ZAWARTOŚCI DOKUMENTACJI**

# CZĘŚĆ OPISOWA

1. Strona tytułowa
2. Spis zawartości dokumentacji
3. Uwagi i decyzje czynników kontroli oraz zatwierdzenia projektu
4. Dokumentacja prawna
5. Założenia
6. Opis techniczny
7. Obliczenia.

# CZĘŚĆ RYSUNKOWA

SCK-PW-E01. Schemat ideowy układu zasilania

SCK-PW-E02. RSN. Rozdzielnica 15kV. Schemat ideowy

SCK-PW-E03. RSN. Rozdzielnica 15kV. Elewacja

SCK-PW-E04. RGNN. Rozdzielnica główna 0,4kV. Schemat ideowy

SCK-PW-E05. TS. Tablica sygnalizacyjna. Schemat ideowy. Elewacja

SCK-PW-E06. System PME. Schemat strukturalny komunikacji

SCK-PW-E07. RPW. Rozdzielnica potrzeb własnych. Schemat ideowy

SCK-PW-E08. Schemat ideowy połączeń wyrównawczych

SCK-PW-E09 Schemat instalacji uziemiającej

SCK-PW-E10 Schemat strukturalny kanalizacji kablowej

SCK-PW-E11. RSA1. Rozdzielnica siły. Schemat ideowy

SCK-PW-E12. RSA2. Rozdzielnica siły. Schemat ideowy

SCK-PW-E13. RWK. Rozdzielnica wentylacji-klimatyzacji. Schemat ideowy

SCK-PW-E14. TSA1. Tablica siły. Schemat ideowy

SCK-PW-E15. TS11. Tablica rozdzielcza. Schemat ideowy

SCK-PW-E16. TS12. Tablica rozdzielcza. Schemat ideowy

SCK-PW-E17. TS13. Tablica siły. Schemat ideowy

SCK-PW-E18. TS14. Tablica siły. Schemat ideowy

SCK-PW-E19. TOA1. Tablica oświetleniowa. Schemat ideowy

SCK-PW-E20. TO11. Tablica oświetleniowa. Schemat ideowy

SCK-PW-E21. TOZ. Tablica oświetlenia zewnętrznego. Schemat ideowy

SCK-PW-E22. TKA1. Tablica komputerowa. Schemat ideowy

SCK-PW-E23. TK11. Tablica komputerowa. Schemat ideowy

SCK-PW-E24. TK12. Tablica komputerowa. Schemat ideowy

SCK-PW-E25. TK13. Tablica komputerowa. Schemat ideowy

SCK-PW-E26. ZG. Złącze gospodarcze. Schemat ideowy. Elewacja

SCK-PW-E27. ZG1. Zestaw gniazd. Schemat ideowy. Elewacja

SCK-PW-E28. Schemat ideowy sterowania oświetleniem

SCK-PW-E29. Schemat ideowy instalacji przyzywowej

SCK-PW-E31. RGNN. Rozdzielnica główna 0,4kV. Elewacja.

SCK-PW-E32. TSA1.TOA1.TKA1. Zestaw tablic. Elewacja

SCK-PW-E33. TS11.TO11.TK11. Zestaw tablic. Elewacja

SCK-PW-E34. TS12.TK12. (TS13.TK13). Zestaw tablic. Elewacja

SCK-PW-E35. TS14. Rozdzielnica siły. Elewacja

SCK-PW-E36. RWK. Rozdzielnica wentylacji-klimatyzacji. Elewacja

SCK-PW-E37. TOZ. Tablica oświetlenia zewnętrznego. Elewacja

SCK-PW-E38. RPW. Rozdzielnica potrzeb własnych. Elewacja

SCK-PW-E39. RSA1. Rozdzielnica siły. Elewacja

SCK-PW-E40. RSA2. Rozdzielnica siły. Elewacja

SCK-PW-E41. Instalacje uziemienia i odgromowa. Detale.

SCK-PW-E101. Poziom 0. Plan instalacji oświetleniowych

SCK-PW-E102. Antresola. Plan instalacji oświetleniowych

SCK-PW-E103. Poziom +1. Plan instalacji oświetleniowych

SCK-PW-E104. Schody na dach. Plan instalacji oświetleniowych

SCK-PW-E105. Poziom 0. Plan instalacji siłowych

SCK-PW-E106. Antresola. Plan instalacji siłowych

SCK-PW-E107. Poziom +1. Plan instalacji siłowych

SCK-PW-E108. Dach. Plan instalacji siłowych

SCK-PW-E109. Fundamenty. Plan instalacji uziemienia i połączeń wyrównawczych

SCK-PW-E110. Poziom 0. Plan instalacji uziemienia i połączeń wyrównawczych

SCK-PW-E111. Antresola. Plan instalacji uziemienia i połączeń wyrównawczych

SCK-PW-E112. Poziom +1. Plan instalacji uziemienia i połączeń wyrównawczych

SCK-PW-E113. Dach. Plan instalacji odgromowej

SCK-PW-E121. Plan sytuacyjny. Plan zewnętrznych tras kablowych

SCK-PW-E131. Stacja transformatorowa. Wytyczne budowlane

**3. UWAGI I DECYZJE CZYNNIKÓW KONTROLI**

**ORAZ ZATWIERDZENIA PROJEKTU**

KLAUZULA

# Niniejsza praca projektowa jest wykonana zgodnie ze zleceniem

# i jest kompletna z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.

Projekt niniejszy został sprawdzony i uznany za sporządzony prawidłowo,

zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej

i może być skierowany do realizacji.

Projektował: Sprawdził:

 mgr inż. Jan Wachacki mgr inż. Bożena Paluchowska Upr. proj. nr 120/97 Upr. proj. nr BPP.Upr. 324/81 MOIIB nr ewid. MAP/IE/2615/01 MOIIB nr ewid. MAP/IE/2614/01

Kraków, 31.07.2021r.

**4. DOKUMENTACJA PRAWNA**

1. **PODSTAWA PRAWNA OPRACOWANIA**
* Zlecenie na opracowanie dokumentacji projektowej branży elektrycznej
1. **PODSTAWA TECHNICZNA OPRACOWANIA**
* Warunki techniczne zasilania elektrycznego - pismo znak DTI.213-08-2-20/18 z dnia 19.07.2021r
* wytyczne Inwestora (w tym dotyczące zakresu instalacji słaboprądowych)
* uzgodnienia międzybranżowe
* otrzymane podkłady architektoniczno-budowlane
* obowiązujące normy i przepisy

**5. ZAŁOŻENIA**

1. **PRZEDMIOT OPRACOWANIA**

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany instalacji elektrycznych i słaboprądowych dla inwestycji:

BUDOWA BUDYNKU STUDENCKIEGO CENTRUM KONSTRUKCYJNEGO AGH W KRAKOWIE WRAZ Z MIEJSCAMI POSTOJOWYMI, UKŁADEM KOMUNIKACYJNYM ORAZ WBUDOWANĄ STACJĄ TRANSFORMATOROWĄ

NA DZIAŁKACH: CZ. DZIAŁKI 653/44, CZ. DZIAŁKI 653/54, CZ. DZIAŁKI 653/59 OBR. 0004

J. EWID. KROWODRZA

1. **ZAKRES OPRACOWANIA**

W zakres opracowania wchodzą:

2.1. Instalacje elektryczne:

* linie kablowe SN
* linie kablowe NN
* instalacja oświetlenia zewnętrznego
* stacja transformatorowa obejmująca: transformator „suchy” 15/0,4kV 630/1000kVA;

rozdzielnica średniego napięcia, rozdzielnica główna niskiego napięcia

* tablice rozdzielcze
* instalacja oświetlenia podstawowego
* instalacja oświetlenia ewakuacyjnego kierunkowego
* instalacja gniazd wtykowych
* instalacja ochrony od porażeń prądem elektrycznym
* instalacja ochrony od wyładowań atmosferycznych
* instalacja ochrony od przepięć

W zakres niniejszego opracowania nie wchodzi tablica węzła cieplnego TWC wraz instalacją węzła, tablica dźwigu TD, tablice zasilająco-sterownicze centrale wentylacyjne. Powyższe elementy dostarczone będą jako gotowe prefabrykaty przez producentów.

W niniejszym opracowaniu ujęto zasilanie urządzeń technologicznego wyposażenia obiektu bazując na dostarczonej liście referencyjnej urządzeń. Ze względu na możliwość zmian zasilanie urządzeń technologicznych należy zweryfikować przed wykonaniem instalacji.

**6. OPIS TECHNICZNY**

### 1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA

Charakterystykę obiektu określono w części architektonicznej opracowania.

Wskazane w projekcie rozwiązania materiałowe, produkty oraz technologie należy traktować jako referencje, określające standard wykonania i pozwalające na wykazanie uzyskania odpowiednich parametrów technicznych wymaganych przepisami prawa. Dopuszczalne jest stosowanie innych, równoważnych rozwiązań pod warunkiem potwierdzenia zachowania wymaganych parametrów zgodnych z przepisami prawa oraz po uzyskaniu akceptacji ze strony Inwestora i Projektanta.

**2. PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE**

Napięcie zasilania 15kV

System ochrony od porażeń w sieciach 15kV – uziemienie ochronne

Układ sieci nN 3~50Hz 400/230V / TN-S

System ochrony od porażeń – samoczynne wyłączenie zasilania

Moc użytkowa: Pu = 380 kW

Moc zainstalowana Pi = 900kW

### ZASILANIE OBIEKTU W ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ

Obiekt zasilany będzie z sieci energetycznej 15 kV Inwestora w oparciu o Warunki techniczne zasilania elektrycznego - pismo znak DTI.213-08-2-20/18 z dnia 19.07.2021r.

Stacja transformatorowa projektowanego obiektu będzie zasilana ze stacji transformatorowej nr 4462 (Bud. Z-11) sekcja I, pole 9 z wykorzystaniem aktualnie nieczynnego kabla SN 3x1x240 relacji:

stacja transf. 44050 (RS AGH 2) – stacja transf. 4462 (Bud. Z-11)

Nieczynny kabel należy przeciąć przed projektowaną stacją transf., zmufować z nowym odcinkiem kabla typu 3 x XRUHAKXS 1x240/50 12/20kV i wprowadzić do pola zasilającego rozdzielnicy RSN.

### STACJA TRANSFORMATOROWA

Zaprojektowano wnętrzową stację transformatorową 15/0,4kV usytuowaną na poziomie parteru projektowanego budynku. W stacji zabudowana będzie rozdzielnica RSN 15kV, transformator żywiczny 15/0,4kV o mocy 630 kVA (docelowo 1000 kVA), rozdzielnica główna RGNN 0,4kV.

Stacja stanowi odrębną strefę pożarową. Rozdzielnice i transformator znajdują się w osobnych pomieszczeniach. W pomieszczeniach rozdzielnic RSN i RGNN zainstalowana będzie podłoga podniesiona wykonana ze stalowych ocynkowanych płyt typu WEMA wyposażona w systemowe konstrukcje wsporcze do ustawienia rozdzielnic. Konstrukcje podłóg podniesionych należy dostosować do wymiarów rozdzielnic wg planu rozmieszczenia urządzeń. Wysokość podłogi technologicznej dostosować do konstrukcji rozdzielnic tak, aby było możliwe bezkolizyjne wysuwanie aparatów.

Transformator będzie ustawiony na szynach w komorze transformatorowej z obniżoną podłogą.

Zamki do pomieszczeń ruchu elektrycznego, do rozdzielnic i tablic elektrycznych stosować wg unifikacji AGH opartej na systemie klucza master-key firmy ABUS Pfaffenhain.

Drzwi powinny posiadać oryginalny zacisk uziemiający.

W pomieszczeniach stacji zainstalowano przyciski awaryjnego wyłączenia rozdzielnicy RSN, transformatora oraz rozdzielnicy RGNN.

Metalowe drzwi rozdzielnic należy wyposażyć w kieszeń wewnętrzną przeznaczoną na przechowywanie schematu oraz instrukcji obsługi i eksploatacji danej rozdzielnicy.

Dla rozdzielnic należy uwzględnić rezerwę miejsca min. 30%.

Stacja transformatorowa będzie wentylowana grawitacyjnie. Do komory transformatorowej napływ powietrza poprzez żaluzje drzwiowe, wypływ poprzez żaluzję w ścianie bocznej.

Projektowana stacja nie będzie wymagała stałej obsługi. Obsługa dorywcza będzie prowadzona przez służby energetyczne Użytkownika.

Należy wyposażyć pomieszczenia ruchu elektrycznego - rozdzielnie RGNN i RSN w powykonawczy trwale zalaminowany schemat elektryczny, instrukcję pierwszej pomocy, instrukcję BHP.

Stacje należy wyposażyć w pompę wraz z wężem o dług. 20m celem wypompowania wody w przypadku zalania.

**4.1 ROZDZIELNICA RSN**

Zaprojektowano rozdzielnicę RSN przyścienną prefabrykowaną 15kV wyposażoną w aparaturę łączeniową w izolacji SF6.

Rozdzielnica RSN składa się z pola zasilającego wysuwnego z wyłącznikiem z zespołem zabezpieczeń SEPAM 1000+S41, pola pomiaru napięcia, pola transformatorowego i jest wyposażona w analizator parametrów sieci PM8240..

W pomieszczeniu rozdzielnicy pozostawiono rezerwę miejsca na rozbudowę rozdzielnicy.

**4.2 TRANSFORMATOR**

Zaprojektowano transformator żywiczny o obniżonych stratach biegu jałowego i obciążeniowych 15/0,4kV o mocy 630 kVA (docelowo 1000 kVA) zgodnie z obowiazującą dyrektywą Unii Europejskiej,

Transformator będzie wyposażony w 2 zestawy czujników temperaturowych na fazę z przetwornikiem. Czujniki termistorowe PTC będą zabudowane na transformatorze, natomiast przetwornik elektroniczny F2 MSF 220V AC PTC Protection w tablicy sygnalizacyjnej TS w pomieszczeniu rozdzielni nN.

Zestaw pierwszy czujników sygnalizuje Alarm 1 - 140°C (przekroczenie temperatury znamionowej izolacji).

Zestaw drugi czujników spowoduje wyłączenie transformatora po stronie SN Alarm 2 - 150°C (zagrożenie uszkodzenia transformatora).

Alarmy będą sygnalizowane na tablicy TS i w systemie PME.

Połączenia pomiędzy transformatorem a rozdzielnicą RSN i RGNN będą wykonane za pomocą kabli.

Transformator ustawiony będzie na szynach na podkładkach wibroizolacyjnych.

Komora transformatorowa będzie wentylowana grawitacyjnie.

Przy wejściu do komory transformatorowej zamontować uchwyty do mocowania barierek ochronnych na wysokości 60 i 120cm. Barierki wykonać z materiału izolacyjnego pomalowanego na żółty kolor. Na barierce umieścić tabliczkę z napisem „Pod napięciem”.

**4.3**  **ROZDZIELNICA GŁÓWNA RGNN**

Zaprojektowano główną 1-sekcyjną rozdzielnicę RGNN o prądzie znamionowym 1600A (dostosowaną dla docelowego zasilania z transformatora 1000kVA) jako przyścienną wyposażoną w aparaturę łączeniową i sterowniczą. W rozdzielnicy przewidziano 30% odpływów rezerwowych.

Pole zasilające wyposażono w wyłącznik z napędem silnikowym z elektronicznym zespołem zabezpieczeń oraz w panel operatorski. Odpływy są zabezpieczone wyłącznikami i rozłącznikami bezpiecznikowymi.

W polu zasilającym oraz w odpływowym do rozdzielnicy wentylacji-klimatyzacji RWK zabudowano analizatory parametrów sieci. Analizatory zostaną włączone do instalacji centralnego odczytu PME.

Wyłączniki w polu zasilającym oraz w odpływowym do rozdzielnicy RWK są wyposażone w wyzwalacze napięciowe MX przeznaczone do realizacji wyłączeń ppoż oraz awaryjnego wyłączenia rozdzielnicy RGNN.

Rozdzielnicę RGNN należy wyposażyć w kieszeń do przechowywania schematu elektrycznego, DTR-ki, oraz instrukcji eksploatacji każdej z rozdzielnic.

**4.4 UPS**

Obwody sterowania i sygnalizacji rozdzielnic RSN i RGNN oraz transformatora będą zasilane poprzez UPS 230/230V AC 3000VA o czasie podtrzymania 180 minut przy obciążeniu 50%.

UPS będzie wyposażony w kółka i ustawiony w rozdzielni nN.

UPS będzie nadzorowany w systemie PME.

**4.5** **KOMPENSACJA MOCY BIERNEJ**

W rozdzielnicy głównej RGNN przewiduje się montaż kompensatora kondensatorowo-dławikowego 2-kierunkowego do korekty współczynnika mocy do wymaganej wartości cosφ = 0.93, wyposażonego w regulator do automatycznej regulacji mocy biernej. Zaprojektowano wolnostojące kompensatory z automatycznymi układami regulacji o przewidywanej wielkości 125kvar.

Ostateczny dobór kompensatorów wykonać po uruchomieniu obiektu oraz wykonaniu pomiarów współczynnika mocy.

**4.6 SPRZĘT BHP I P.POŻAROWY**

W stacji transformatorowej należy rozmieścić wymagany przepisami sprzęt BHP i p.pożarowy.

Rozdzielnia RGNN:

* Uziemiacz przenośny dostosowany do mocy zwarciowej Szw=16,3MVA – 1 kpl.
* Drążek izolacyjny 1kV – 2 szt.
* Akustyczno-optyczny wskaźnik napięcia 200-1000V – 1 szt.
* Hełm elektroizolacyjny z osłoną całej twarzy – 1 szt.
* Uchwyt do bezpieczników nN – 1 szt.
* Chodnik elektroizolacyjny o wym. 0,75x0,75m – 35 szt.
* Tablica ostrzegawcza „Nie włączać” o wym. Szer. 210 x wys. 297 z tasiemką do powieszenia – 5 szt.
* Tablica ostrzegawcza „Miejsce pracy” o wym. Szer. 210 x wys. 297 z tasiemką do powieszenia – 5 szt.
* Tablica ostrzegawcza „Uziemiono” o wym. Szer. 210 x wys. 297 z tasiemką do powieszenia – 5 szt.
* Tablica ostrzegawcza „Nie dotykać! Urządzenie elektryczne” o wym. Szer. 210 x wys. 297 z tasiemką do powieszenia – 5 szt.
* Instrukcja BHP – 1 szt.
* Instrukcja pierwszej pomocy – 1szt.
* Instrukcja pożarowa – 1 szt.
* Szafka / stojak na sprzęt ochronny -1 szt.
* Gaśnica proszkowa 6 kg – 2 szt.
* Dywaniki elektroizolacyjne – 20m2

Rozdzielnia RSN

* Drążek izolacyjny 15kV – 2 szt.
* Akustyczno-optyczny wskaźnik napięcia 15kV – 1 szt.
* Rękawice elektroizolacyjne 15kV – 2 kpl.
* Półbuty elektroizolacyjne 15kV – 2 kpl.
* Uziemiacz przenośny dostosowany do mocy zwarciowej Szw=250MVA – 1 kpl.
* Hełm elektroizolacyjny z osłoną całej twarzy – 1 szt.
* Chodnik elektroizolacyjny o wym. 0,75x0,75m – 23 szt.
* Tablica ostrzegawcza „Nie włączać” o wym. Szer. 210 x wys. 297 z tasiemką do powieszenia – 5 szt.
* Tablica ostrzegawcza „Miejsce pracy” o wym. Szer. 210 x wys. 297 z tasiemką do powieszenia – 5 szt.
* Tablica ostrzegawcza „Uziemiono” o wym. Szer. 210 x wys. 297 z tasiemką do powieszenia – 5 szt.
* Tablica ostrzegawcza „Nie dotykać! Urządzenie elektryczne” o wym. Szer. 210 x wys. 297 z tasiemką do powieszenia – 5 szt.
* Instrukcja BHP – 1 szt.
* Instrukcja pierwszej pomocy – 1szt.
* Instrukcja pożarowa – 1 szt.
* Szafka / stojak na sprzęt ochronny -1 szt.
* Gaśnica proszkowa 6 kg – 1 szt.
* Dywaniki elektroizolacyjne – 13m2
1. **SYSTEM MONITORINGU PME**

Monitoring i odwzorowanie stanów pracy projektowanych urządzeń będzie prowadzone w istniejącym na AGH systemie Power Monitoring Expert. System jest przeznaczony do obsługi układu dystrybucji energii – zawiera wbudowane sterowniki do mierników, analizatorów sieci, zabezpieczeń i sterowników i zapewnia:

* animowany schemat rozdzielni elektrycznych RSN i RGNN z odzwierciedleniem stanów łączników, wyłączników,
* odczyty wszystkich mierzonych parametrów elektrycznych w czasie rzeczywistym z zabezpieczeń SN SEPAM 1000 +T40
* odczyty wszystkich mierzonych parametrów elektrycznych w czasie rzeczywistym z analizatorów sieci zainstalowanych w rozdzielnicach SN i nN oraz z zabezpieczeń Micrologic 5.0X wyłączników MasterPact MTZ
* raporty o zużyciu mediów
* raport jakości napięcia zasilania,
* graficzne odwzorowanie stanu pracy rozdzielnicy nN oraz UPS-u.
* graficzne odwzorowanie stanu pracy transformatora – 3 sygnały (praca normalna, przekroczenie temperatury rdzenia 140°C – alarm, przekroczenie temperatury 150°C – wyłączenie transformatora)
* sygnalizacja zadziałania ochronników przepięciowych
* odwzorowanie oraz diagnostyka wyłączników 0,4kV typu MTZ

Powyższe dane będą dostępne za pomocą panelu operatorskiego.

Przesył danych z systemu ION System monitoringu, zarządzania oraz archiwizacji danych Power Monitoring Expert będzie się odbywał do pomieszczenia Głównego Energetyka AGH paw. A-3.

W centralnym komputerze systemu PME należy wykonać wizualizację stanu głównych wyłączników SN i nN, odłączników, uziemników oraz progi temperaturowe transformatorów.

**Struktura układu komunikacji**

Podstawowe medium komunikacyjne stanowi przemysłowa sieć Ethernet 100Mbit oraz protokół Modbus TCP/IP. Komunikacja od urządzeń (mierniki parametrów sieci PM8240) będzie odbywać się po magistralach komunikacyjnych Modbus RS485.

Kable magistral RS485 powinny być układane w taki sposób, aby minimalizować całkowitą długość magistrali (zaleca się nie przekraczać 500m). Połączenie do serwera wykonać skrętką 2x2x0,5mm FTP kat.6. Zasilanie switchy Ethernet będzie zrealizowane poprzez zasilacz 24VDC z napięcia gwarantowanego z UPS-a.

### WYŁĄCZNIK PRZECIWPOŻAROWY PRĄDU

Zaprojektowano przeciwpożarowy wyłącznik prądu PWP zainstalowany przy wejściu głównym do obiektu.. Wyłącznik będzie odcinał dopływ prądu w całym obiekcie do wszystkich odbiorników z wyjątkiem tych, których praca jest konieczna dla zasilania urządzeń ochrony przeciwpożarowej pracujących w czasie pożaru.

### TABLICE ROZDZIELCZE

Dla potrzeb zasilania wentylacji-klimatyzacji, instalacji oświetleniowych, gniazd wtykowych, urządzeń siłowych projektuje się w obiekcie zainstalowanie w wydzielonych pomieszczeniach rozdzielnic i tablic rozdzielczych. Rozdzielnice i tablice rozdzielcze wyposażone będą w aparaturę zabezpieczająco-łączeniową. Rozmieszczenie tablic rozdzielczych przedstawiono w graficznej części opracowania.

Wydzielono tablice rozdzielcze i rozdzielnice dla następujących grup odbiorników:

- instalacje oświetleniowe

- instalacje gniazd wtykowych i odbiorników technologicznych

- instalacje gniazd wtykowych dedykowanych

- instalacje wentylacji

- instalacje zasilania urządzeń technologii

Tablice zaprojektowano jako naścienne zabudowane w pomieszczeniach technicznych.

Metalowe drzwi rozdzielnic i tablic należy wyposażyć w kieszeń wewnętrzną przeznaczoną na przechowywanie schematu oraz instrukcji obsługi i eksploatacji danej rozdzielnicy.

W tablicach zabezpieczono miejsce pod rozbudowę instalacji w czasie eksploatacji obiektu.

Zamki do pomieszczeń ruchu elektrycznego, do rozdzielnic i tablic elektrycznych stosować wg unifikacji AGH opartej na systemie klucza master-key firmy ABUS Pfaffenhain.

Dla potrzeb bezpiecznej eksploatacji urządzeń technologicznych tablice rozdzielcze i rozdzielnice zasilające instalacje odbiorcze w pomieszczeniu hali maszyn na parterze i warsztatach na I piętrze wyposażono w rozłączniki wyłączjące zasilanie. Rozłączniki wyposażone zostaną w podnapięciowe wyzwalacze sterowane przyciskami bistabilnymi. Rozmieszczenie przycisków przedstawiono w graficznej części opracowania.

### INSTALACJE OŚWIETLENIOWE

Projektuje się wykonanie następujących instalacji oświetleniowych:

* oświetlenie wewnętrzne podstawowe,
* oświetlenie ewakuacyjne i kierunkowe.
* oświetlenie zewnętrzne

Wszystkie zastosowane w obiekcie oprawy muszą spełniać wymogi kompatybilności elektromagnetycznej, dyrektywy niskonapięciowej oraz badań fotobiologicznych.

**Oświetlenie podstawowe**

Dla zapewnienia odpowiednich warunków użytkowania obiektu zaprojektowano instalację oświetlenia z zastosowaniem energooszczędnych opraw LED o bardzo dużej trwałości źródeł światła.

Ilość i rodzaj opraw oświetleniowych dobrano na podstawie normy PN-12464-1:2012 *Światło i  oświetlenie – Oświetlenie miejsc pracy – Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach.*

Przyjęto następujące parametry oświetleniowe:

* równomierność natężenia oświetlenia na powierzchni pracy – nie mniej jak 0,6
* równomierność natężenia oświetlenia na drogach komunikacyjnych – nie mniej jak 0,4

Poziomy przyjętego minimalnego średniego natężenia oświetlenia opisano w części graficznej opracowania.

**Awaryjne oświetlenie bezpieczeństwa, ewakuacyjne i kierunkowe**

Awaryjne oświetlenie ewakuacyjne i kierunkowe zaprojektowano na podstawie normy PN-EN 1838:2005 *Zastosowania oświetlenia. Oświetlenie awaryjne* oraz PN-EN 50172:2005 *Systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego*. Wszystkie oprawy awaryjne winny posiadać atest CNBOP.

Natężenie oświetlenia na drodze ewakuacyjnej o szerokości do 2 m mierzone w jej osi przy podłodze będzie ≥ 1 lx. W obszarze środkowym, który jest nie mniejszy niż połowa szerokości tej drogi, natężenie oświetlenia nie może się zmniejszyć o więcej niż 50%. Stosunek maksymalnego do minimalnego natężenia oświetlenia na drodze ewakuacyjnej nie może być większy niż 40 : 1 (aby wyeliminować zjawisko olśnienia). W miejscu instalowania urządzeń ochrony pożarowej poza drogami ewakuacyjnymi natężenie oświetlenia będzie wynosiło 5 lx.

Projektuje się oświetlenie w oparciu o autonomiczne oprawy w technologii LED z wbudowanymi bateriami o czasie podtrzymania 1 godziny. W pomieszczeniach stacji transformatorowej zgodnie z wymaganiami Inwestora zaprojektowano oświetlenie awaryjne o natężeniu 30lx z zastosowaniem opraw z inwerterem 3h.

W pomieszczeniu hali maszyn zaprojektowano oświetlenie bezpieczeństwa na poziomie 10% wartości minimalnego natężenia oświetlenia podstawowego.

W przypadku awaryjnego zaniku napięcia zasilania na danym obwodzie, w pomieszczeniach, w których zanikło zasilanie, oprawy automatycznie i bezzwłocznie załączą się przechodząc na zasilanie z własnych baterii akumulatorów. W stanie normalnej pracy oprawy są załączone i pobierają energię z sieci oświetlenia podstawowego. W ciągach komunikacyjnych na wytypowanych oprawach umieszczono piktogramy wskazujące kierunki ewakuacji. Oprawy z pictogramami będą pracowały w funkcji świecenia ciągłego. Część opraw oświetlenia ewakuacyjnego będzie pracowało w opcji świecenia ciągłego pełniąc funkcję oświetlenia nocnego (wszystkie oprawy kierunkowe).

Oświetlenie awaryjne i ewakuacyjne będzie monitorowane. Ze względów bezpieczeństwa od centralki wymaga się własnego podtrzymania akumulatorowego oraz ciągłej komunikacji z modułami awaryjnymi w oprawach. Oprócz funkcji programowania i konfiguracji systemu, centralka musi automatycznie wykonywać wszystkie testy funkcjonalne systemu zgodne z PN-EN 50172 a ich wyniki przechowywać w pamięci trwałej. Wyniki te mogą być skopiowane na kartę SD w formie pliku tekstowego, wydrukowane na dowolnej drukarce i wpięte do dziennika zdarzeń obiektu. Do projektowanej centralki należy podłączyć sieć LAN co umożliwi podgląd aktualnego stanu systemu oświetlenia awaryjnego w budynku na dowolnej przeglądarce internetowej za pomocą protokołu TCP/IP.. Dla ułatwienia obsługi i konfiguracji systemu centralka powinna być wyposażona w wyświetlacz dotykowy. Magistrala komunikacyjna z oprawami oświetlenia awaryjnego musi być wykonana w standardzie RS485. System oświetlenia awaryjnego ma umożliwiać podział opraw na grupy z dowolnie konfigurowanym czasem testowania, czasem świecenia i możliwością wyłączania np. opraw z kierunkowych w celu oszczędności energii elektrycznej. Z uwagi na charakter obiektu wymaga się również aby system umożliwiał dla wybranych opraw w głównych ciągach komunikacyjnych włączanie trybu pracy sieciowej (dozorowej) oraz podział opraw awaryjnych na grupy. Oprawy dedykowane do współpracy z systemem UNA wyposażone są w złącze komunikacyjne, ładowarkę procesorową oraz unikalny adres pozwalający na szybką konfigurację systemu oraz ułatwiający późniejszą konserwację systemu lub jego rozbudowę.

W centralce należy zaimplementować podkłady (rzuty poszczególnych kondygnacji budynku) z naniesioną lokalizacją opraw, a oprogramowanie winno umożliwiać pełną wizualizację stanu pracy opraw na wyświetlaczu lub poprzez sieć IT na wskazanym stanowisku komputerowym. Oprogramwoanie winno uwzględniać grupowanie opraw w zakresie: grupa I- stacja transformatorowa, grupa-II hala maszyn, grupa III oświetlenie kierunkowe, grupa IV- parter, grupa V- I piętro

**Oświetlenie zewnętrzne**

Oświetlenie zewnętrzne zaprojektowano dla oświetlenia dróg komunikacyjnych pieszo-jezdnych wokół budynku oraz parkingu wg rys. nr SCK/PW/E21 i SCK/PW/E121.

Projektuje się zastosowanie opraw LED montowanych na słupach oświetleniowych o wys. 4,5m oraz słupki oświetleniowe 1,5-metrowe. Dla oświetlenia parkingu zastosowano naświetlacz zamontowany na słupie o wys. 4,5m. Instalacja zasilana będzie z dedykowanej rozdzielnicy zainstalowanej w pomieszczeniu rozdzielnicy głównej.

1. **INSTALACJA PRZYZYWOWA**

W pomieszczeniach WC inwalidów zaprojektowano instalację przyzywową w skład której wchodzi systemowa centralka montowana w przestrzeni stropu podwieszanego wyposażona we własne źródło zasilania, przycisk przyzywowy, przycisk kasowania alarmu oraz sygnalizator akustyczno-optyczny instalowany nad drzwiami wejściowymi do pomieszczenia.

###  INSTALACJE SIŁY I GNIAZD WTYKOWYCH

Dla zasilania drobnych odbiorników technologicznych i przenośnych urządzeń elektrycznych projektuje się w obiekcie wykonanie instalacji gniazd wtykowych. Z poszczególnych rozdzielnic elektrycznych wyprowadzone zostaną obwody zakończone gniazdami wtykowymi.

Instalacja siły będzie obejmowała w szczególności zasilanie odbiorników technologicznych wyspecyfikowanych dla Studenckiego Centrum Konstrukcyjnego oraz takich jak dźwig, urządzenia klimatyzacji i wentylacji. Dla potrzeb zasilania doprowadzone będą linie zasilające i obwody do miejsc instalowania urządzeń.

Dla zasilania urządzeń wymagających dużej pewności zasilania projektuje się wykonanie instalacji gniazd wtykowych dedykowanych. Gniazda wtykowe zasilane będą z dedykowanych tablic rozdzielczych.

Zasilanie urządzeń technologicznych z rozdzielnic: TSA1 i TSA2 należy przed realizacją zaktualizować w zakresie doboru typu i przekroju kabli zasilających, miejsca i sposobu podłączenia do wybranych w ramach przetargu urządzeń technologicznego wyposażenia obiektu.

1. **INSTALACJA GNIAZD WTYKOWYCH DEDYKOWANYCH**

Dla potrzeb zasilania instalacji komputerowej w części ogólnej budynku tj. gniazd końcowych, instalacji kontroli dostępu i TV dozorowej w obiekcie zaprojektowano wydzieloną instalację dedykowaną. Z tablic rozdzielczych wyprowadzone zostaną obwody końcowe zakończone gniazdami dedykowanymi, lub wypustami do bezpośredniego podłączenia urządzeń.

1. **INSTALACJE STEROWNICZE**

Załączanie i wyłącznie oświetlenia podstawowego we wszystkich pomieszczeniach z wyłączeniem węzłów sanitarnych za pomocą łączników montowanych na ścianach.

W węzłach sanitarnych zał/wył oświetlenia za pomocą czujników ruchu i obecności montowanych w stropie podwieszanych wyposażonych w układ regulacji zwłoki wyłączenia i odliczania czasu od każdego pobudzenia.

Oświetlenie zewnętrzne ZAŁ/WYŁ za pomocą zegara astronomicznego, wraz z czujnikiem zmierzchowym lub ręcznie z pomieszczenia dyspozytorni.

Oświetlenie parkingu ZAŁ/WYL za pomocą zegara astronomicznego lub ręcznie z pomieszczenia dyspozytorni.

Ogrzewanie elementów odwodnienia daszku i spustów dachowych starowanie zał/wył za pomocą sterownika z czujnikiem temperatury i wilgotności.

W przypadku wystąpienia w budynku pożaru nastąpi automatyczne wyłączenie w obiekcie instalacji wentylacji oraz zamknięcie klap zabudowanych na kanałach wentylacyjnych w miejscach przejść pomiędzy przegrodami ochrony pożarowej budynku.

1. **LINIE KABLOWE**

Linie kablowe należy wykonać zgodnie z normą N SEP-E-004:2004 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”. Należy zachować zgodne z przepisami odległości między kablami oraz innymi urządzeniami podziemnymi przy skrzyżowaniach i zbliżeniach.

Kable należy oznakować zgodnie z normą N SEP-E-004:2004.

Kable należy zaopatrzyć na całej długości w trwałe oznaczniki w odstępach nie większych niż 10m oraz w miejscach charakterystycznych tj. przy wyprowadzeniu ze złącza kablowego, z rozdzielnicy, ze słupa, ze skrzynki przelotowej po obu stronach, przy skrzyżowaniu, wejściach do kanałów i osłon otaczających, na drabinkach kablowych, przy przechodzeniu kabli przez stropy i ściany budynku zarówno po stronie wejścia jak i wyjścia. W każdej studni kablowej należy opisać kable po stronie wprowadzenia i wyprowadzenia kabla ze studni. Oznaczniki powinny zawierać co najmniej numer ewidencyjny linii, typ kabla, znak Użytkownika kabla, rok ułożenia kabla. Znakowanie wykonać za pomocą oznaczeń cyfrowych na trwałych paskach mocowanych do kabli.

### 13.1 WEWNĘTRZNE LINIE ZASILAJĄCE

Projekt opracowano zgodnie z wymaganiami Rozporządzenia Unii Europejskiej 305/2011 CPR.

Zastosowano kable bezhalogenowe ognioodporne typu Flameblocker N2XH o klasie odporności na ogień B2Ca..

Z rozdzielnicy głównej wyprowadzone zostaną linie kablowe i doprowadzone do rozdzielnic, tablic rozdzielczych, rozdzielnic wentylacyjnych i bezpośrednio urządzeń technologicznych.

Wewnętrzne linie kablowe prowadzone będą na drabinkach kablowych i w korytkach kablowych mocowanych do ścian i stropów.

Dla zasilania i sterowania urządzeń służących ochronie przeciwpożarowej obiektu zastosowane będą certyfikowane kable ognioodporne o parametrach E90/FE180/PH90 mocowane bezpośrednio do ścian i stropów konstrukcyjnych lub układane w wydzielonych drabinkach i korytkach o wymaganej odporności ogniowej.

### 13.2 ZEWNĘTRZNE LINIE KABLOWE SN i NN

Stacja transformatorowa projektowanego obiektu będzie zasilana ze stacji transformatorowej nr 4462 (Bud. Z-11) sekcja I, pole 9 z wykorzystaniem aktualnie nieczynnego kabla SN 3x1x240 relacji: stacja transf. 44050 (RS AGH 2) – stacja transf. 4462 (Z-11). Należy przewidzieć trasowanie kabla w celu jego lokalizacji w terenie.

Nieczynny kabel należy przeciąć przed projektowaną stacją transformatorową, zmufować z nowym odcinkiem kabla typu 3 x XRUHAKXS 1x240/50 12/20kV i wprowadzić do pola zasilającego rozdzielnicy RSN poprzez projektowaną studnię kablową.

Drugi odcinek przeciętego nieczynnego kabla SN należy odkopać, przełożyć w rurach przez projektowaną studnię kablową i wprowadzić do projektowanej stacji bez podłączenia końcówkę kabla zabezpieczyć systemowo przed możliwością powstania zwarcia.

Istniejący kabel równoległy do wprowadzanych do stacji należy zabezpieczyć dwupołówkową dwudzielną rurą ochronną.

Wokół obiektu zaprojektowano kanalizację kablową wg rysunku nr SCK/PW/E10 oraz linie kablowe nN prowadzone w rurach ochronnych zasilające oświetlenie zewnętrzne, złącze gospodarcze, studnię wód opadowych wg rys. nr SCK/PW/E121.

Przepusty kablowe do budynku przedstawiono na rys. nr SCK/PW/E10, SCK/PW/E104, SCK/PW/E121.

Przy projektowanej stacji transformatorowej zgodnie z otrzymanymi wytycznymi wykonane będą studnie kablowe dla planowanej rozbudowy sieci energetycznej w przyszłości.

Wprowadzenia kabli do budynku winny być wykonane z zastosowaniem systemowych przepustów wilgocioszczelnych i gazoszczelnych montowanych na etapie wykonywania fundamentów.

Dla potrzeb zasilania odbiorników zewnętrznych tymczasowych zaprojektowano przy parkingu zaprojektowano rozdzielnicę ZG wyposażoną w gniazda wtykowe 1 i 3 fazowe.

1. **WYTYCZNE WYKONANIA INSTALACJI**

Montaż korytek instalacyjnych, jak również przewodów i kabli, do instalacji sanitarnych i urządzeń mechanicznych mogących wywoływać drgania jest zabroniony.

Wyklucza się możliwość bezpośredniego styku przewodów i kabli z instalacjami wentylacji, klimatyzacji, instalacjami sanitarnymi.

Zabrania się prowadzenia kabli i przewodów służących ochronie pożarowej w korytkach i na drabinkach z kablami i przewodami o innym przeznaczeniu. Skrzyżowania wykonywać pod kątem 90°.

Drabinki i korytka, uchwyty, przewody i kable służące ochronie pożarowej prowadzić poza (nad) instalacjami sanitarnymi wentylacji, klimatyzacji, wod-kan, ze względu na możliwość uszkodzenia tras kablowych w czasie pożaru.

Obwody instalacji elektrycznych prowadzić wyłącznie równolegle lub prostopadle do ścian i stropów.

Gniazda zespalać w zestawy odpowiadające obwodom tj. montować we wspólnej ramce.

W miejscach skrzyżowań instalacji elektrycznych i słaboprądowych mocowanych bezpośrednio do stropu (głównie instalacja oświetleniowa i sygnalizacji pożaru) stosować odcinki rur osłonowych.

Szynę połączeń wyrównawczych oznaczyć zgodnie z obowiązującymi przepisami, stosowanie oznaczeń naklejanych jest zabronione.

Puszki łączeniowe instalacji oświetleniowej (o ile to możliwe) umieszczać w korytarzach.

Puszki z listwami zaciskowymi rozgałęźnymi montować do ścian i stropów, korytek i drabinek instalacyjnych w miejscach umożliwiających łatwy dostęp jednostkom konserwującym instalację (nad stropem podwieszanym nierozbieralnym w miejscach rewizji i opraw oświetleniowych).

Wszystkie puszki instalacyjne, obwody trwale oznaczyć (symbol rozdzielnicy, numer obwodu) zgodnie ze schematami instalacji. Stosowanie znaków naklejanych jest zabronione.

W pomieszczeniach stacji transformatorowej instalację wykonać natynkowo, obwody oświetleniowe, gniazd wtykowych sterownicze prowadzić wprowadzić w systemowych rurkach ochronnych mocowanych do ścian i stropów.

W przestrzeniach nad sufitami podwieszanymi instalację wykonać natynkowo, przewody prowadzić w korytkach instalacyjnych, mocować bezpośrednio do ścian i stropów wykorzystując uchwyty systemowe przewody na skrzyżowaniach z innymi instalacjami, przewodami prowadzić w rurkach ochronnych. W siankach systemowych odcinki przewodów do gniazd i łączników prowadzić w rurkach ochronnych.

W pomieszczeniach sanitarnych instalację poniżej sufitu podwieszanego wykonać jako podtynkową

W hali maszyn, pomieszczeniach technicznych instalację wykonać jako natynkową,

W pomieszczeniach użytkowych na I piętrze instalację gniazd rozprowadzić w przestrzeni podłogi podniesionej w korytkach instalacyjnych oraz na uchwytach.

Wyprowadzenie kabli i przewodów na zewnątrz budynku przez ściany i strop dachu wyłącznie poprzez systemowy przepusty zabezpieczające obiekt przed wynikaniem wilgoci i gazów.

Dla zasilania urządzeń technologicznych na dachu instalację prowadzić w rurach ochronnych odpornych na promieniowanie UV w profilach instalacyjnych stalowych ocynkowanych mocowanych do indywidulanych konstrukcji samonośnych.

### OCHRONA PZRECIWPORAŻENIOWA

Dla stacji transformatorowej jako środek dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej obowiązuje uziemienie ochronne. Uziemienie ochronne, robocze i odgromowe posiadają wspólny uziom. Projektuje się budowę uziomu fundamentowego.

Wartość rezystancji uziemienia nie powinna być większa niż **2,00Ω**.

Ochronę od porażeń wykonać zgodnie z obowiązującą normą PN-HD 60364-4-41:2009, PN-HD 60364-5-54:2010 oraz PN-EN 62305.

W pomieszczeniach stacji będzie ułożona główna szyna uziemiająca w postaci płaskownika FeZn40x5, do której należy przyłączyć wszystkie metalowe elementy wyposażenia stacji tj. konstrukcję rozdzielnicy SN (dwoma połączeniami płaskownikiem FeZn30x4), metalowe konstrukcje drzwi (przewodem LgYżo35), żyły powrotne kabli 15kV oraz konstrukcje tablic. Cięgła napędów oraz drzwi do celek uziemione są linką miedzianą LgYżo16mm2.

Główna szyna uziemiająca powinna posiadać przyspawane wypusty z płaskownika FeZn40x5 z dwoma otworami 12mm w pobliżu urządzeń w celu połączenia części przewodzących dostępnych z główną szyną uziemiającą.

Należy umieścić uchwyty do podpięcia uziemiaczy przenośnych: przy drzwiach wejściowych do komory transformatorowej, przy rozdzielnicy nN, przy rozdzielnicy SN.

Połączenia z uziomem stacji wykonać przy pomocy spawania i zabezpieczyć antykorozyjnie.

Połączenia przewodów ochronnych z główną szyną uziemiającą należy wykonać:

* dla przewodów LY jedną śrubą M10 do wypustu płaskownika
* dla płaskownika FeZn dwoma śrubami M10 do wypustu z płaskownika

Napięcie zasilania, układ sieci nN3~50Hz 400/230V / TN-S

System ochrony od porażeń samoczynne wyłączenie zasilania

Ochronę od porażeń w obiekcie wykonana będzie zgodnie z obowiązującymi normami: PN-HD 60364-4-41:2009, PN-HD 60364-5-54:2010, PN-EN 62305.

W tablicach rozdzielczych przewiduje się wykonanie oddzielnej szyny ochronnej PE i neutralnej N. Rozdzielenie przewodu ochronno-neutralnego PEN następuje w rozdzielnicy głównej. Wszystkie odbiorniki I klasy ochronności będą przyłączone do szyny ochronnej PE za pomocą oddzielnej żyły ochronnej przewodów koloru zielono-żółtego.

W sieci 3~50Hz, 230/400V/TN-S zastosowano ochronę przed porażeniem przez samoczynne wyłączenie zasilania wyłączenie za pomocą ochronnych wyłączników nadprądowych, bezpieczników, wyłączników różnicowoprądowych o czułości prądowej nie większej niż 30mA. Wyłączenie zasilania nastąpi w czasie krótszym niż wymagane przepisami 0,4s dla napięcia 230V oraz 0,2s dla napięcia 400V. Dla wewnętrznych linii zasilających czas wyłączenia będzie krótszy niż 5sek. Po wykonaniu instalacji sprawdzić pomiarowo skuteczność ochrony od porażeń.

Wszystkie metalowe słupy oświetleniowe, metalowe obudowy opraw oświetleniowych należy uziemić.

Wartość rezystancji uziemienia nie powinna być większa niż 30Ω.

### POŁĄCZENIA WYRÓWNAWCZE

W budynku wykonana będzie instalacja połączeń wyrównawczych.

Z pomieszczeń rozdzielni głównej wyprowadzona zostanie główna szyna połączeń wyrównawczych i ułożona na poziomie parteru oraz w pionowych szachcie instalacyjnym. Z główną szyną wyrównawczą połączone będą szyny ochronne tablic rozdzielczych PE, przewody ochronne PE obwodów rozdzielczych, instalacje wodne, kanalizacyjne, instalacje centralnego ogrzewania, centrale wentylacyjne, kanały wentylacyjne, prowadnice dźwigów, korytka instalacyjne, obudowy metalowe urządzeń, rury, wszystkie metalowe elementy konstrukcyjne, prowadnica dźwigu. Główna szyna wykonana będzie bednarką Fe-Zn 50x4 mocowaną do ścian i stropów. Przyłączenia urządzeń wykonać bednarką Fe-Zn 30 x 4, linkami miedzianymi LgYżo. Szynę połączeń wyrównawczych przyłączyć do instalacji uziemienia. Przy wznoszeniu konstrukcji budynku wykonać siatkę wyrównywania potencjału w płycie dennej. Z siatki wyprowadzić marki do podłączenia z instalacją uziemiającą i główną szyną połączeń wyrównawczych.

### INSTALACJA ODGROMOWA

Budynek wymaga zastosowania ochrony odgromowej podstawowej. Ochronę wykonać zgodnie z obowiązującymi normami. Wg wykonanych obliczeń przyjęto III stopień ochrony dla obiektu (siatka zwodów poziomych 15x15m). Instalację wykonać zgodnie z normami: PN-EN 62305-1:2008; PN-EN 62305-2:2008; PN-EN 62305-3:2009; PN-EN 62305-4:2009.

Rolę zwodów będą pełniły w części wysokiej elementy przewodzące ofazowania attyki (połączone obwodowo drutem Φ8mm oraz uzupełniająca siatka zwodów niskich nie izolowanych poziomych i pionowych, wykonana drutem Fe-Zn 8 montowanym na uchwytach i odciągach mocowanych do połaci dachowej.

Rolę przewodów odprowadzających będzie pełniła taśma Fe-Zn 30x4 mm układana w ścianach konstrukcyjnych. Siatka zwodów pionowych na dachu zabezpieczać będzie wszystkie elementy przewodzące oraz urządzenia wentylacji i klimatyzacji wystające ponad połać dachową. Urządzenia klimatyzacji i wentylacji na dachu nie będą przyłączane do instalacji odgromowej lecz chronione będą zwodami poziomymi i pionowymi izolowanymi. Zachować odstępy izolacyjne.

Na drzwiach wyjściowych na dach umieścić systemową tablicę informacyjną ostrzegawczą o zakazie wychodzenia i przebywania na dachu podczas burzy.

Rezystancja instalacji odgromowej powinna wynosić nie więcej niż **2,0 Ω**.

### INSTALACJA UZIEMIENIA

Projektuje się wykonanie uziomu fundamentowego kratowego w chudym betonie w warstwach płyty fundamentowej.

Z instalacji uziemiającej wyprowadzone zostaną marki do złącz kontrolnych instalacji odgromowej, głównej szyny uziemiającej i połączeń wyrównawczych wewnątrz budynku.

Rezystancja uziemienia będzie wynosiła nie więcej niż **2,0 Ω**.

### INSTALACJA PRZECIWPRZEPIĘCIOWA

Projektuje się wykonanie w budynku instalacji ochrony przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi:

pierwszego stopnia ochrony w rozdzielnicy głównej za pomocą odgromników,

drugiego stopnia ochrony w tablicach rozdzielczych za pomocą ochronników,

trzeciego stopnia wg potrzeb wynikających z instalowanych urządzeń technologicznych, przy tych urządzeniach.

**20. UWAGI KOŃCOWE**

* Wszystkie prace winny być wykonywane zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami.
* Całość prac objętych niniejszym opracowaniem należy wykonać zgodnie z “Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych - cz. V - instalacje elektryczne” oraz przepisami bezpieczeństwa pracy.
* Do budowy powinny być użyte materiały odpowiadające wymogom określonym w art. 10 ustawy
z 07.07.1994r. - Prawo budowlane, w ustawie z dnia 16.04.2004 o wyrobach budowlanych, posiadać deklaracje zgodności CE i spełniać warunki określone w odpowiednich normach przedmiotowych, a w przypadku braku normy, powinny odpowiadać warunkom technicznym wytwórni lub innym umownym warunkom. Do wykonania robót należy stosować materiały zgodnie z dokumentacją projektową, opisem technicznym i rysunkami.
* Niniejsze opracowanie rozpatrywać łącznie z pozostałymi opracowaniami wykonawczymi branży: konstrukcyjnej, architektonicznej, sanitarnej i wentylacji-klimatyzacji, słaboprądowej, ochrony pożarowej obiektu, w tym z podziałem budynku na strefy ochrony pożarowej
* Samowolne wprowadzanie zmian, rodzaju zastosowanych urządzeń przez Wykonawcę bez zgody Biura Projektów oraz Inwestora jest zabronione.
* Wykonawca jest zobowiązany wykonać wymagane pomiary pomontażowe i kontrolne w odpowiednim zakresie i terminie (dotyczy urządzeń stacji transformatorowej, linii kablowych SN i nN, instalacji nN, instalacji ochrony przeciwporażeniowej i odgromowej)
* Do obowiązków Wykonawcy należy opracowanie pełnej dokumentacji powykonawczej w wersji elektronicznej edytowalnej i drukowanej.
* Wykonawca jest zobowiązany dostarczyć instrukcję obsługi, instrukcję eksploatacji wg obowiązującego standardu AGH, DTR-ki każdego urządzenia elektrycznego, w tym również rozdzielnic
* W pomieszczeniach ruchu elektrycznego należy zamieścić schematy elektryczne, instrukcję BHP, instrukcję ppoż., instrukcję udzielania pierwszej pomocy - zalaminowane i trwale zamocowane na ścianie danego pomieszczenia oraz tablice ostrzegawcze
* Instalację zasilającą urządzenia technologicznego wyposażenia obiektu w hali maszyn pom 0.07… zaktualizować po wyborze dostawcy. Dotyczy to kabli zasilających oraz ich zabezpieczeń w rozdzielnicach TSA1 i TSA2.
* instalacji gniazd wtykowych na stołach warsztatowych w pomieszczeniach warsztatów nr 1.14 i 1.15 zaktualizować po wyborze stołów ramach przetargu.
* Wszystkie prace należy prowadzić, uzgadniać oraz potwierdzać w porozumieniu i pod nadzorem służb technicznych AGH
* Wszystkie materiały i urządzenia przeznaczone do wykonania instalacji objętej niniejszym opracowaniem muszą być wyprodukowane wyłącznie na terenie Unii Europejskiej.
* Zastosować wszystkie kable N2XH w klasie B2ca

**21. WYTYCZNE DLA BRANŻY BUDOWLANEJ**

1. Drzwi do pomieszczeń ruchu elektrycznego należy wyposażyć w oryginalny punkt uziemiający celem ich uziemienia.

2. W drzwiach do pomieszczeń ruchu elektrycznego należy zastosować zamki i wkładki typu Masterkey wg unifikacji obowiązującej na AGH. Wkładki winny posiadać stosowne certyfikaty.

3. Pomieszczenia stacji transformatorowej stanowią odrębną strefę pożarową. Wewnętrzne drzwi do rozdzielni niskiego napięcia powinny mieć klasę odporności ogniowej EI30.

**22. OBOWIĄZUJĄCE NORMY I PRZEPISY**

Wszystkie prace winny być wykonane zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami, a w szczególności Wykonawca winien stosować się do przedmiotowych norm:

PN-EN 62305-1;2011 Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady ogólne

PN-EN 62305-2:2012 Ochrona odgromowa – Część 2: Zarządzanie ryzykiem

## PN-EN 62305-3:2011 Ochrona odgromowa – Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia

PN-EN 62305-4:2011 Ochrona odgromowa – Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach

[PN-HD 60364-1:2010](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=566857&page=1)
[Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część:1 Wymagania podstawowe, ustalanie ogólnych charakterystyk, definicje](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=566857&page=1)

[PN-HD 60364-4-41:20](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=564923&page=1)17-09
[Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed porażeniem elektrycznym](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=564923&page=1)

[PN-HD 60364-4-42:201](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=572022&page=1)1
[Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-42: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=572022&page=1)

[PN-HD 60364-4-43:2012](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=571146&page=1)
[Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-43: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed prądem przetężeniowym](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=571146&page=1)

[PN-HD 60364-4-443:](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=461023&page=1)2016-03

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-443: [Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi -- Ochrona przed przejściowymi przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=461023&page=1)

[PN-HD 60364-4-444:2012](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=571278&page=1)
[Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-444: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed zakłóceniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=571278&page=1)

[PN-HD 60364-4-46:](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=461023&page=1)2017-01

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-46: [Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa –](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=461023&page=1) Odłączanie izolacyjne i łączenie

[PN-IEC 60364-4-473:1999](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=461024&page=1)
[Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Stosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo -- Środki ochrony przed prądem przetężeniowym](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=461024&page=1)

[PN-IEC 60364-4-482:1999](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=559084&page=1)
[Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych -- Ochrona przeciwpożarowa](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=559084&page=1)

[PN-HD 60364-5-51:2011](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=568827&page=1)
[Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Część 5-51: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Postanowienia ogólne](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=568827&page=1)

[PN-HD 60364-5-52:20](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=476993&page=1)11
[Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Cześć 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Oprzewodowanie](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=476993&page=1)

[PN-HD 60364-5-53:20](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=461027&page=1)16-02
[Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 5-53: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Aparatura rozdzielcza i sterownicza](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=461027&page=1)

[PN-HD 60364-5-534:201](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=571147&page=1)6-04
[Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-534: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Odłączanie izolacyjne, łączenie i sterowanie -- Urządzenia do ochrony przed przejściowymi przepięciami](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=571147&page=1)

[PN-HD 60364-5-537:](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=559085&page=1)2017-01
[Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 5-537: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Aparatura rozdzielcza i sterownicza – Odłączanie izolacyjne i łączenie](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=559085&page=1)

[PN-HD 60364-5-54:201](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=565465&page=1)1

[Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Układy uziemiające i przewody ochronne](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=565465&page=1)

[PN-HD 60364-5-56:201](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=572023&page=1)0
[Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-56: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Instalacje bezpieczeństwa](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=572023&page=1)

[PN-HD 60364-6:2008](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=557564&page=1)
[Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 6: Sprawdzanie](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=557564&page=1)

[PN-HD 60364-7-701:2010](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=566762&page=1)
[Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-701: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Pomieszczenia wyposażone w wannę lub prysznic](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=566762&page=1)

[PN-HD 60364-7-701:2010/AC:2012](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=571910&page=1)
[Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-701: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Pomieszczenia wyposażone w wannę lub prysznic](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=571910&page=1)

[PN-IEC 60364-7-702:](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=566763&page=1)1999

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Baseny pływackie i inne

[PN-HD 60364-7-703:20](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=566763&page=1)07

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Część 7-703: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Pokoje i kabiny wyposażone w ogrzewacze do sauny

[PN-HD 60364-7-704:2010](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=566763&page=1)
[Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-704: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Instalacje na terenie budowy i rozbiórki](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=566763&page=1)

[PN-IEC 60364-7-714:](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=566763&page=1)2003

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Instalacje oświetlenia zewnętrznego

[PN-HD 60364-7-715:](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=566763&page=1)2006

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Część 7-715: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Instalacje oświetleniowe o bardzo niskim napięciu

[PN-EN 12464-1:2012](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=571961&page=1)
[Światło i oświetlenie -- Oświetlenie miejsc pracy -- Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=571961&page=1)

PN-EN 12101-10:2007

Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła. Część 10: zasilacze

[PN-EN 1838:2005](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=479782&page=1)
[Zastosowania oświetlenia -- Oświetlenie awaryjne](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=479782&page=1)

[PN-EN 50172:2005](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=487329&page=1)
[Systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=487329&page=1)

N SEP-E-004:2004 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”

N SEP-E-007:2017-09 „Instalacje elektroenergetyczne i teletechniczne w budynkach. Dobór kabli i innych przewodów ze względu na ich reakcję na ogień”

Ustawa - Prawo budowlane Dz.U. 2010 nr 243 poz. 1623

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i formy planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz szczegółowego zakresu rodzajów robót budowlanych, stwarzających zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi” Dz. Ust. nr 151 poz. 1256 z dnia 17. września 2002 r.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 wraz z późniejszymi zmianami

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 21 kwietnia 2006r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów Dz.U. 2006 nr 80 poz. 563

Przepisy Budowy Urządzeń Elektrycznych

Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano – montażowych tom V – Instalacje elektryczne

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 8 listopada 2004 r. w sprawie aprobat technicznych oraz jednostek organizacyjnych upoważnionych do ich wydawania Dz.U. 2004 nr 249 poz. 2497

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym Dz.U. 2004 nr 198 poz. 2041

Ustawa z dnia 27 lipca 2001r. o wprowadzeniu ustawy – Prawo ochrony środowiska, ustawy o odpadach oraz o zmianie niektórych ustaw DZ.U. 2001 nr 100 poz. 1085

Wszystkie prace powinny być wykonywane przez uprawniony i fachowy personel, posiadający odpowiednie uprawnienia zgodnie z projektem, obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

Należy bezwzględnie przestrzegać przepisów BHP.

**7. OBLICZENIA**

**7.1. OBLICZENIA ZWARCIOWE**

napięcie

3~50 Hz 15 kV / IT

3~50 Hz 400/230 V / TN-C-S

moc zwarcia po stronie 15kV

Szw = 250 MVA

po stronie SN



po stronie nN

transformator 15/0,4kV docelowy 1000kVA

$$Xs=\frac{1,1\*U^{2}}{Szw}=\frac{1,1\*0,4^{2}}{250}=0,000704Ω$$

$$X\_{TR}=\frac{u\_{zw}\*U^{2}}{100\*S\_{TR}}=\frac{6\%\*0,4^{2}}{100\*1}=0,0096Ω$$

$$Z≈X=X\_{S}+X\_{TR}=0,0103Ω ^{}$$

$$I\_{p}=\frac{1,05\*U}{\sqrt{3}\*Z}=\frac{1,05\*0,4^{}}{\sqrt{3}\*0,0103}=23,5kA$$

$$i\_{u}=\sqrt{2}\*ϑ\*I\_{p}=\sqrt{2}\*1,4\*23,5=46,6kA$$

$$S\_{zw}=\sqrt{3}\*U\*I\_{p}=\sqrt{3}\*0,4\*23,5=16,3MVA$$

$$I\_{p2f}=I\_{p}\*\frac{\sqrt{3}}{2}=23,5\*\frac{\sqrt{3}^{}}{2}=20,4kA$$

**7.2 REZYSTANCJA UZIEMIENIA**

Zgodnie z Wytycznymi doboru środków ochrony przed porażeniem w urządzeniach WN, SN i nN do stosowania przy projektowaniu sieci elektroenergetycznej na terenie TAURON Dystrybucja S.A. Załącznik nr 3 do Zarządzenia nr 73/2013 i wymaganiami prenormy SEP P SEP-E-001 przyjmuje się wykonywanie wspólnego uziomu dla urządzeń oraz części przewodzących dostępnych wysokiego i niskiego napięcia.

prąd zwarcia doziemnego po stronie SN wynosi 1**00 A** przy czasie trwania zwarcia **0,4 s**

sieć pracuje w układzie:

SN - z izolowanym punktem neutralnym

nN - w układzie TN-C

uziemienie stacji transformatorowej 15/0,4kV



UF - napięcie zakłóceniowe (uszkodzeniowe) w V dla czasu wyłączenia automatyki

 zabezpieczeniowej tF = 0,4s

IK1 - prąd jednofazowego zwarcia doziemnego w urządzeniu SN w A

IE - prąd uziomowy w A

r - współczynnik redukcyjny określający stosunek prądu uziomowego IE do prądu zwarcia doziemnego IK1

**Wartość rezystancji uziemienia nie powinna być większa niż 2,00Ω.**

**7.3 DOBÓR PRZEKŁADNIKÓW PRĄDOWYCH**

Dobiera się przekładniki prądowe dla docelowego poboru mocy

Transformator 1000kVA

rozdzielnica 15kV RSN

$$I\_{p}=\frac{P\_{p}}{\sqrt{3}\*U\_{n}\*cosφ}=\frac{1000}{\sqrt{3}\*15\*0,93}=41,4A$$

 Dobiera się przekładniki prądowe

40/5/5A legalizowany

5VA / kl. 0,2 / FS5

5VA / kl. 5P15

Itn = 12kA 1s

**7.4 KOMPENSACJA MOCY BIERNEJ**

Docelowy transformator 1000kVA

cosφ1 = 0,89 tgφ1 = 0,512

cosφ2 = 0,93 tgφ2 = 0,4

Qb = P (tgφ1 - tg φ2)

Qb = 1000 x (0,512 – 0,4) = 120 kvar

Dobrano baterię kondensatorów regulowaną dławikową o mocy 125kvar i stopniach regulacji 5x25kvar

Prąd obciążenia baterii

$$I\_{}=\frac{Q\_{b}}{\sqrt{3}\*U}=\frac{125}{\sqrt{3}\*0,4}=180A$$

Ostateczny dobór kompensatorów należy wykonać po uruchomieniu obiektu oraz wykonaniu pomiarów współczynnika mocy.

**7.5 NASTAWY ZABEZPIECZEŃ SN**

1. **ROZDZIELNICA 15kV RSN pole nr 3**

Pole transformatorowe / Transformator TR1

Transformator 630 kVA In=24A

**Transformator jest zabezpieczony bezpiecznikiem 50A**

Kabel 3xYHAKXS 1x120/50

Iobc = 335A x 0,7 = 234A

Ith (1s) = 11,3kA żyła robocza

Ith (1s) = 9,8kA żyła powrotna

1. **ROZDZIELNICA 15kV RSN pole nr 1**

Pole liniowe z wyłącznikiem

Transformator docelowy 1000kVA In=38A

**Nastawy**

In = 31A t=0,4s

I>In x 1,4=43A t=0,3s

I>>In x 20=620A bezzwłoczne

Io = 4A t=0,2s

1. **STACJA TRANSFORMATOROWA 4462 Bud. Z-11**

ROZDZIELNICA 15kV Sekcja I pole 9

Kabel 3xXRUHAKXS 1x240/50

Iobc = 420A x 0,7 = 294A

Ith (1s) = 22,6kA żyła robocza

Ith (1s) = 9,8kA żyła powrotna

**Nastawy**

In = 38A t=0,4s

I>In x 1,4=53A t=0,3s

I>>In x 20=760A bezzwłoczne

Io = 6A t=0,4s