

ELEKTROKAR
ROBERT STUFKA
UL. MORY 8; 00-330 WARSZAWA

PROJEKT TECHNICZNY

modernizacji 4 układów do kompensacji energii biernej indukcyjnej
zlokalizowanych w wydzielonym pomieszczeniu
ruchu elektrycznego „Torwar” w Warszawie
przy ul. Łazienkowskiej 4

Projektował: mgr inż. Andrzej Kuciński
Opracował: mgr inż. Robert Stufka

Nazwa obiektu:

Budynek Trafostacji w Warszawie przy ul. Łazienkowskiej 4

Adres:

Centralny Ośrodek Sportu Instytucja Gospodarki Budżetowej z siedzibą w Warszawie,
przy ul. Łazienkowskiej 6A, 00-449 Warszawa

Inwestor:

Centralny Ośrodek Sportu Instytucja Gospodarki Budżetowej z siedzibą w Warszawie,
przy ul. Łazienkowskiej 6A, 00-449 Warszawa

Warszawa 19 września 2022

Spis treści

1. Przedmiot i podstawa opracowania.....	3
1.1. Przedmiot opracowania.....	3
1.2. Podstawa opracowania i normy	3
2. Opis techniczny.....	4
2.1. Wstęp.....	4
2.2. Istniejące układy do kompensacji energii biernej indukcyjnej.....	4
2.3. Budowa zmodernizowanego układu do kompensacji energii biernej indukcyjnej. Wymagania dotyczące prac i prefabrykacji.....	4
3. Wskazówki montażowe – oznaczenia aparatury i osprzętu.....	5
3.1. Oznaczenie aparatów.....	5
3.2. Oznaczenie przewodów.....	6
3.3. Drutowanie przedziału obwodów wtórnych.....	6
4. Wymagania dotyczące stosowanych aparatów.....	6
4.1. Stopień kondensatorowy.....	7
4.1.a. Kondensator.....	7
4.1.b. Dławik filtrujący.....	7
4.2. Stycznik kondensatorowy.....	8
4.3. Mikrokomputerowy sterownik nadążnej regulacji energii biernej.....	8
4.4. Zabezpieczenia nadmiarowo-prądowe.....	8
4.5. Wentylacja wymuszona.....	8
5. Obliczenia techniczne stopni kondensatorowych.....	9
6. Uwagi końcowe.....	9
7. Rysunki i załączniki.....	10

1. Przedmiot i podstawa opracowania

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest wykonanie projektu technicznego modernizacji 4 układów do kompensacji energii biernej indukcyjnej zlokalizowanych w wydzielonym pomieszczeniu ruchu elektrycznego „Torwar” w Warszawie przy ul. Łazienkowskiej 4

Dokumentację projektową wykonano na podstawie :

- a)** zleceń Inwestora
- b)** przeprowadzonej inwentaryzacji rozdzielni głównej
- c)** pomiarów parametrów sieci wykonanych w miejscach planowanego przyłączenia baterii kompensacyjnych
- d)** przeprowadzonych obliczeń

Zakres robót objętych niniejszym projektem obejmuje :

- demontaż istniejących układów kompensacyjnych
- uporządkowanie rozdzielni po pożarze
- przeprowadzenie badań rezystancji izolacji kabli zasilających baterie kompensacyjne
- przygotowanie istniejących obudów do zabudowy nowej aparatury
- zabudowę okablowania oraz montażu i podłączenia aparatury
- przeprowadzenie badań odbiorczych i uruchomienie układów do kompensacji
- przeszkolenie osób uprawnionych do obsługi

1.2. Podstawa opracowania i normy

Projekt niniejszy opracowano na podstawie:

- wizji lokalnej
- wykonanych pomiarów jakości energii,
- wytycznych Inwestora,
- aktualnych norm i przepisów.

2. Opis techniczny

2.1. Wstęp

Przedmiotem niniejszego opracowania jest wykonanie nowych układów do kompensacji energii biernej indukcyjnej zamontowanych w istniejących obudowach

2.2. Istniejące układy do kompensacji energii biernej indukcyjnej.

Uszkodzonym układem, wyłączonym awaryjnie z eksploatacji, jest bateria kondensatorów dla transformatora TR4 która ma oznaczenie BK2 i jest zasilana z pola RG2-B-8.4 przez rozłącznik SMP-3 630A kablem 2x(4xYAKY1x150) typ BKT-88N o mocy znamionowej 360kVAr.

Pozostałe wyeksploatowane układy kompensacyjne zainstalowane w obiekcie to:

- Bateria dla transformatora TR1 - oznaczenie BK3 zasilana z pola RG1-A-3.4 przez rozłącznik SMP-3 630A kablem 2x(4xYAKY1x150).
- Bateria dla transformatora TR2 ma oznaczenie BK1 i jest zasilana z pola RG2-A-3.4 przez rozłącznik SMP-3 630A kablem 2x(4xYAKY1x150).
- Bateria dla transformatora TR3 ma oznaczenie BK4 i jest zasilana z pola RG1-B-8.4 przez rozłącznik SMP-3 630A kablem 2x(4xYAKY1x150).

Baterie nie posiadają schematu elektrycznego.

Układ zasilania hali wyposażony w sprzęgła międzysekcyjne umożliwia zarówno pracę indywidualną, równoległą transformatorów jak i jednotransformatorowe zasilanie odbiorów (rys.1 schemat ideowy układu zasilania).

Organizowanie w hali wydarzeń powoduje obciążenie transformatorów odbiorami zewnętrznymi znacznej mocy mogącymi wprowadzać wysoki poziom zniekształceń. Dlatego modernizowane układy do kompensacji energii biernej indukcyjnej posiadają taką samą budowę dla wszystkich transformatorów.

Kondensatory muszą być chronione dławikami filtracyjnymi. Taki zespół elementów nazwany stopniem kondensatorowym musi być elementem o najwyższej trwałości i przeciążalności określonym przez producenta.

2.3. Budowa zmodernizowanego układu do kompensacji energii biernej indukcyjnej. Wymagania dotyczące prac i prefabrykacji

Modernizację należy wykonać na konstrukcji mechanicznej BKT-88N.

Kolejność wykonywanych robót:

1. Należy zdemontować wszystkie kable przyłączeniowe odchodzące od szyn wewnętrznych baterii BKT-88N oraz wszystkie podstawy bezpiecznikowe wraz z bezpiecznikami, styczniki i kable sterujące i zasilające oraz kondensatory wraz z kablami zasilającymi oraz regulator i lampki sygnalizacyjne wraz z kablami sterującymi. Zdemontowane materiały zutylizować zgodnie z przepisami.

2. Pozostałą obudowę wraz z konstrukcją wsporczą i płytami montażowymi, kablami zasilającymi i przekładnikowymi oraz szynami zasilającymi należy całkowicie oczyścić usuwając kurz i osadzone nagary, oraz wykonać dwa otwory wentylacji wywiewnej wymuszonej fi 115mm na wentylatory 120x120mm w dachu obudowy

3. Przeprowadzić badanie kabli zasilających baterii BKT-88N przy otwartym rozłączniku SMP-3 630A bez wkładek bezpiecznikowych w zakresie:

- sprawdzenie ciągłości żył i zgodności faz linii zasilającej
- pomiar rezystancji izolacji linii zasilającej
- próby napięciowe linii zasilającej z próbą napięciową izolacji kabla zgodnie z normą N-SEP-E-004 wraz z wykonaniem protokołu.

UWAGA : Wynik negatywny wymusza wymianę kabli na nowe 2x(4xYAKY1x150) prowadzone tą samą trasą i powtórzenie badania.

4. Wykonać i zamontować półkę poziomą sztywną z otworami montażowymi do trwałego zamocowania dławików filtracyjnych o wytrzymałości obciążeniowej min.200kg w górnej części baterii BKT-88N ponad szynami zasilającymi – w miejscu istniejącej górnej półki przeznaczonej do zamontowania usuniętych kondensatorów,

5. Zasłepić otwory po lampkach sygnalizacyjnych elementami izolacyjnymi plastikowymi lub gumowymi np. nieotwartymi przepustami kablowymi typu BDE.

6. Zamontować fabrycznie nowe urządzenia baterii kondensatorów rozmieszczone wg rysunku (rys.2 rzut konstrukcyjny BKT-88N), na poziomej płycie montażowej wg opisu:

- od dołu rozłączniki bezpiecznikowe podłączone kablami LgY-750 do szyn rozdzielczych,
- następnie powyżej rozłączników styczniki kondensatorowe połączone kablami LgY-750 z rozłącznikami,
- następnie powyżej na półce montażowej dławików filtracyjnych wspomniane dławiki filtracyjne
- na dolnej półce kondensatorów cylindrycznych wspomniane kondensatory, które są połączone z dławikami a te ze stycznikami kablami LgY-750.

Wymagane są kable typu linka miedziana LgY-750 V z uwagi na przepisy dot. podłączenia kondensatorów. Przekroje kabli są zawarte na schemacie baterii kondensatorów (rys.3 schemat baterii kondensatorów).

Rodzaj stosowanej końcówki kablowej wynika ze sposobu podłączenia urządzenia – tulejki pod zaciski jarzmowe albo konektory oczkowe pod połączenia śrubowe.

Wszystkie zaciski aparatów oznaczone jako zaciski ochronne muszą zostać podłączone z punktem ochronnym zgodnie z normą PN-HD 60364-5-54:2011 przewodem LgY-750 żółto-zielonym o przekrojach odpowiadających wymaganiom zawartym w tej normie.

Prefabrykacja urządzenia musi być potwierdzona protokołami z odbioru prefabrykowanego urządzenia przez osobę posiadającą uprawnienia budowlane do kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacji w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych

3. Wskazówki montażowe – oznaczenia aparatury i osprzętu.

3.1. Oznaczenie aparatów

Każdy zainstalowany aparat lub osprzęt należy oznaczyć symbolem literowo-cyfrowym zgodnie ze schematem połączeń wewnętrznych i przyłączeń.

W przypadku łączników i innych drobnych elementów bez obudowy, oznaczenia w kolorze białym, należy umieścić na płycie montażowej pod lub nad aparatem w miejscu dobrze widocznym.

Aparaturę należy wyposażyć w tabliczki informacyjne, zgodnie, co do wymiarów i treści z odpowiednim zestawieniem tabliczek opisowych.

3.2. Oznaczenie przewodów

Przewody należy oznaczyć wg następujących zaleceń:

Końcówki przewodów przy aparatach oznaczone są (w kolejności od strony aparatu):

- Numerem zacisku aparatu, do którego są przyłączone,
- Adresem wskazującym drugi koniec realizowanego połączenia, składającym się z:
- Symbolu listwy zaciskowej lub aparatu,
- Numeru zacisku

Końcówki tych samych przewodów biegnących od listwy zaciskowej oznaczone są (w kolejności od strony listwy zaciskowej):

- Numerem zacisku listwy zaciskowej, do którego są podłączone,
- Adresem wskazującym drugi koniec realizowanego połączenia, składającym się z:
- Symbolu aparatu lub listwy zaciskowej,
- Numeru zacisku.

Złączki przelotowe stosowane na listwy montażowe o różnych potencjałach, zakończenia listew, każdą parę (lub więcej sztuk) złączek zwartych za pomocą mostków stałych należy oddzielić od siebie przekładką izolacyjną zgodnie ze schematem montażowym.

3.3. Drutowanie przedziału obwodów wtórnych

Przedziały obwodów wtórnych należy drutować i wyposażyć zgodnie z odpowiednimi schematami połączeń wewnętrznych i przyłączeń.

Do drutowania należy stosować przewody miedziane typu LgY-750 o przekrojach określonych na poszczególnych schematach montażowych:

- obwody prądowe
 - przekrój 2,5mm²
- obwody napięciowe
 - przekrój 2,5mm²
- obwody sterownicze
 - przekrój 1,5mm²
- obwody sygnalizacyjne
 - przekrój 1,5mm²

W celu odróżnienia od siebie różnych obwodów, odrutowanie należy wykonać przewodem o różnokolorowej izolacji. Barwa kolorów zgodna z PN-HD 308 S2:2007

4. Wymagania dotyczące stosowanych aparatów.

Trwałość i niezawodność układu do kompensacji energii biernej indukcyjnej wynika wprost z trwałości i niezawodności zastosowanych aparatów. Dlatego też analizując podczas wizji lokalnej i inwentaryzacji przyczyny i skutki awarii oraz oceniając wykonane pomiary jakości energii zostały dobrane następujące aparaty:

4.1. Stopień kondensatorowy

Stopień kondensatorowy składający się z dławika i kondensatora powinien pochodzić od jednego producenta poprawiając dopasowanie zestawu do częstotliwości rezonansu 189Hz przy poziomie harmonicznych w prądzie przekraczającym 40%.

4.1.a. Kondensator

Kondensator typu MKP (dielektryk - folia polipropylenowa) w obudowie cylindrycznej aluminiowej montowanej śrubą M12 w dnie (najbardziej typowe rozwiązanie) (normy EN 60831-1 + 2) z rezystorem rozładowczym umożliwiającym rozładowanie do 50V w czasie krótszym niż 180 sek powinien mieć nie mniej niż:

napięcie zasilania U_n 480V | 50 i zgodnie z normą EN 60831-1 + 2

$1.0 \times U_n$ non stop | $1.1 \times U_n$ w czasie 8 godzin na dobę | $1.15 \times U_n$ 30 minut na dobę $1.2 \times U_n$ 200 x 5 minut | $1.3 \times U_n$ 200 x 1 minut w całym czasie życia

wytrzymywane trwałe przetężenie prądowe $2.0 \times I_n$ (I_n prąd znamionowy)

wytrzymywane przetężenie rozruchowe $400 \times I_n$ (I_n prąd znamionowy)

Czas życia (niezawodnej pracy tzw „life time”) 250 000 h w klasie temperaturowej D

tj. $-40+55^{\circ}\text{C}$

i nie więcej niż:

tolerancja pojemności $+/- 5\%$

Współczynnik strat $< 0.20 \text{ W / kvar}$ bez wliczania rezystorów rozładowczych

4.1.b. Dławik filtrujący

Dławik filtrujący (normy EN 60076-6, EN 61558-1-A1, EN 61558-2-20) powinien mieć nie mniej niż:

$U_n = 400 \text{ V} \pm 10\% | 50 \text{ Hz}$

stabilność indukcyjności $L (I_{Lin}) \geq 0,95$

liniowość indukcyjności do $1.85 \times I_n$ (I_n prąd znamionowy)

i nie więcej niż:

tolerancja indukcyjności $+/- 3\%$

Dobór napięcia kondensatora wynika wprost z rozporządzenia Dz. U. nr 2 poz 6 z roku 2005.

Przy dopuszczonym napięciu liniowym $+10\%$ tj. 440V 50Hz napięcie na zaciskach

kondensatora wyniesie 473V 50Hz. gdyż praca kondensatora powyżej napięcia

znamionowego skraca czas jego niezawodnego życia.

Skracanie czasu życia polega na zmniejszaniu jego pojemności w procesie samoregeneracji dielektryka i zwiększanie częstotliwości rezonansowej stopnia kondensatorowego zbliżając ją do częstotliwości 5-tej harmonicznej tj.250Hz co przyspiesza degradację kondensatora.

Stopień kondensatorowy 1 o mocy 12,5kVAr ma kondensator cylindryczny z rezystorem rozładowczym na napięcie międzyfazowe minimum 480V 50Hz i pojemności $C1=83\mu\text{F}$ i dławik o indukcyjności 2,85mH a częstotliwość rezonansową dokładnie 189Hz

Stopień kondensatorowy 2 o mocy 25kVAr ma kondensator cylindryczny z rezystorem rozładowczym na napięcie międzyfazowe minimum 480V 50Hz i pojemności $C2=154\mu\text{F}$ i dławik o indukcyjności 1,54mH a częstotliwość rezonansową dokładnie 189Hz

Stopień kondensatorowy 3 i 4 i 5 o mocy 50kVAr ma kondensator cylindryczny z rezystorem rozładowczym na napięcie międzyfazowe minimum 480V 50Hz i pojemności $C3AB, C4AB, C5AB=308\mu\text{F}$ i dławik o indukcyjności 1,54mH a częstotliwość rezonansową dokładnie 189Hz.

W dalszej części zamieszczono obliczenia techniczne doboru kondensatorów.

4.2. Stycznik kondensatorowy

Stycznik kondensatorowy z cewką sterującą 230V 50Hz z obwodem ładującym musi mieć moc znamionową wyższą niż stopień kondensatorowy. Należy uwzględnić również pracę w sieci z maksymalnym dopuszczalnym napięciem 440V 50Hz (rozporządzenie Dz. U. nr 2 poz 6 z roku 2005), oraz zdolność wytrzymywania przez stopień kondensatorowy ponadnormatywnego przeciążenia od dodatkowego prądu harmonicznych o 175% I_n . Dla stopnia kondensatorowego 1 przyjęto stycznik o mocy nie mniejszej niż 25kVAr. Dla stopnia kondensatorowego 2 przyjęto stycznik o mocy nie mniejszej niż 50kVAr. Dla stopnia kondensatorowego 3,4,5 przyjęto stycznik o mocy nie mniejszej niż 75kVAr. Ponadto wymagane są w stycznikach radiatory oporników ładujących kondensatory, przez co szansa na sklejenie stycznika jest znacznie zmniejszona.

4.3. Mikrokomputerowy sterownik nadążnej regulacji energii biernej

Mikrokomputerowy sterownik nadążnej regulacji energii biernej musi mieć wystarczającą dokładność i rozdzielczość pomiarową do pracy z przekładnikiem stacyjnym 1600/5A i stopniem kondensatorowym 12,5kVAr czyli prawidłowo pracować już z prądem przekładnika wtórnym na poziomie 5mA z rozpoznawaniem kierunku mocy biernej. Musi posiadać półprzewodnikowe wyjścia do załączania styczników czyli przekaźniki półprzewodnikowe (Solid State Relay -SSR) przez co sklejenie mechaniczne przekaźnika jest niemożliwe.

Ponadto wymagane jest wyświetlanie współczynnika energii czynnej $\cos \phi$ wyliczanego z sumowanej energii biernej i czynnej w okresie miesięcznym umożliwiającego ocenę poprawności działania długookresowego układu do kompensacji energii biernej indukcyjnej. Wynika to wprost z zatwierdzonego przez Urząd Regulacji Energii sposobu obliczania opłaty za ponadnormatywne zużycie energii biernej indukcyjnej na podstawie wyliczonego z pobranej energii biernej i czynnej w okresie rozliczeniowym współczynnika $\cos \phi$.

4.4. Zabezpieczenia nadmiarowo-prądowe

Zabezpieczenia nadmiarowo-prądowe i zwarciovowe oparte na wkładkach NH00 gG o wytrzymałości zwarciovowej nie mniejszej niż 50kA umieszczone w rozłącznikach bezpiecznikowych NH00 w klasie IP20 zgodnych z obowiązującymi normami PN-EN 60947-1, PN-EN 60947-3 o wytrzymałości zwarciovowej 25 kA / 0,1 s, przykręconych trwale do płyty montażowej pionowej. Rozwiązanie oparte na podstawach bezpiecznikowych NH00 w klasie IP00 nie chroniące przed bezpośrednim dotykiem obwodów czynnych jest dla tej konstrukcji obudowy w myśl aktualnych przepisów niebezpieczne i niedopuszczalne.

4.5. Wentylacja wymuszona

Wentylacja wymuszona wykonana jako dwa wentylatory wywiewne 230V 50Hz o wydajności min $150\text{m}^3/\text{h}$ każdy umieszczone w dachu obudowy usuwające ciepłe powietrze od dławików filtracyjnych. Wentylatory muszą mieć łożyska kulkowe. Wentylatory muszą być zakryte osłonami uniemożliwiającymi dostanie się do wnętrza obudowy kondensacji pary wodnej z sufitu (IP21 wg normy PN-EN 60529:2003) . Wentylatory powinny być sterowane regulatorem wg pkt.3 niniejszego akapitu.

5. Obliczenia techniczne stopni kondensatorowych

Obliczenia pojemności kondensatorów i napięć na zaciskach w stopniach kondensatorowych wykonano na podstawie poniższych wzorów w formie tabeli:

dla współczynnika tłumienności $p\%$ pomiędzy 3 a 5 harmoniczną

$$p\% = \left(\frac{f_n}{f_r} \right) \cdot 100\% = 7\% \text{ dla } f_n = 50\text{Hz i } f_r = 189\text{Hz}$$

$$C_d = \frac{Q_{cn}}{2 \cdot \pi \cdot f_n \cdot U_{cn}^2} \quad X_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_n \cdot C_d}$$

$$X_l = X_c \cdot p \quad X_{bat} = X_c - X_l$$

$$L_n = \frac{X_l}{2 \cdot \pi \cdot f_n} \quad I_s = \frac{U_L}{X_{BAT} \cdot \sqrt{3}} \quad U_{CR} = \frac{U_l}{1-p}$$

przy napięciu sieciowym 400V 50Hz

stopień	Qcn	fn	Ucn	C	C/3	Xc	p	Xl	Xbat	Ln	Us	Is	Ucr	Qcr	Ql	Qbat
Us=400V	kVAr	Hz	V	uF	uF	ohm	%	ohm	ohm	mH	V	A	V	kVAr	kVAr	kVAr
1	17,9	50	480	247,3	82,4	12,9	7	0,90	11,97	2,87	400	19,3	430,1	14,4	1,0	13,4
2	33,4	50	480	461,4	153,8	6,9	7	0,48	6,42	1,54	400	36,0	430,1	26,8	1,9	24,9
3,4,5	66,8	50	480	922,9	307,6	3,4	7	0,24	3,21	0,77	400	72,0	430,1	53,6	3,8	49,9

przy napięciu sieciowym 440V 50Hz

stopień	Qcn	fn	Ucn	C	C/3	Xc	p	Xl	Xbat	Ln	Us	Is	Ucr	Qcr	Ql	Qbat
Us=440V	kVAr	Hz	V	uF	uF	ohm	%	ohm	ohm	mH	V	A	V	kVAr	kVAr	kVAr
1	17,9	50	480	247,3	82,4	12,9	7	0,90	11,97	2,87	440	21,2	473,1	17,4	1,2	16,2
2	33,4	50	480	461,4	153,8	6,9	7	0,48	6,42	1,54	440	39,6	473,1	32,4	2,3	30,2
3,4,5	66,8	50	480	922,9	307,6	3,4	7	0,24	3,21	0,77	440	79,2	473,1	64,9	4,5	60,4

6. Uwagi końcowe

Po zamontowaniu urządzeń należy poprawić ewentualne uszkodzenia powierzchni, wykonać opisy i oznaczenia informacyjne, zamontować tabliczki bezpieczeństwa w pomieszczeniach i na zewnątrz na drzwiach wejściowych.

Obowiązkiem wykonawcy robót elektrycznych w zakresie niniejszego projektu jest:

- realizacja wszelkich prac elektro-montażowych wraz z dostawą urządzeń, niezbędnych dla wykonania i rozruchu,
- dokonanie wymaganych prób i badań technicznych,
- wykonanie dokumentacji technicznej powykonawczej, wraz ze wszystkimi wymaganymi protokołami z badań i pomiarów,
- dokonanie odbioru technicznego urządzenia.

Przed oddaniem urządzenia do eksploatacji należy sprawdzić pomiarem rezystancję uziemienia oraz wykonać badania i pomiary przewidziane warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano - montażowych.

Przewidywane zagrożenia podczas prowadzenia prac

W trakcie prac mogą wystąpić następujące zagrożenia:

- Zagrożenia wynikające z używania narzędzi ręcznych i elektrycznych – możliwość urazów mechanicznych, otarć, skaleczeń.
- Zagrożenia wynikające z transportu ciężkich elementów – możliwość przygniecenia, nadwyrężenia.
- Zagrożenia wynikające z prac rozładunkowych – możliwość przygniecenia.
- Zagrożenia wynikające z prac demontażowych i montażowych – możliwość przygniecenia, nadwyrężenia, upadku, urazów mechanicznych, otarć, skaleczeń.
- Zagrożenia wynikające z prac przy obwodach elektrycznych nN – możliwość porażenia prądem elektrycznym.
- Zagrożenia wynikające z prac przy obwodach elektrycznych SN – możliwość porażenia prądem elektrycznym.

Aby zapobiec wypadkom przy pracach montażowych, należy:

- Powierzyć kierownictwo budowy osobie posiadającej odpowiednie wymagane prawem przeszkolenie.
 - Przeszkolić pracowników w zakresie niebezpieczeństw występujących przy pracach demontażowych i montażowych przy instalacjach elektroenergetycznych.
 - Wyposażyć pracowników w odpowiedni strój roboczy, a w czasie prac spawalniczych, szlifierskich i podczas wierceń stosować środki ochrony wzroku i słuchu.
 - Stosować narzędzia i urządzenia posiadające atesty dopuszczeniowe i odpowiednie certyfikaty, będące w stanie technicznym nieistwarzającym zagrożenia dla obsługujących je osób.
 - Do prac wysokościowych stosować podesty i drabiny posiadające odpowiednie certyfikaty.
 - W miejscu prowadzenia prac powinny znajdować się środki gaśnicze oraz apteczka pierwszej pomocy.
- Wszystkie prace należy wykonać zgodnie z:
 - Warunkami technicznymi wykonania robót ogólnobudowlanych i instalacyjnych.
 - Warunkami technicznymi wykonania robót budowlano-montażowych.
 - Projektem technicznym oraz obowiązującymi przepisami i normami.

7. Rysunki i załączniki

Rys.1 - schemat ideowy układu zasilania.

Rys.2 - rzut konstrukcyjny BKT-88N

Rys.3 - schemat baterii kondensatorów.

Oświadczenie projektanta

Decyzja

Zaświadczenie