

SPIS ZAWARTOŚCI

1. WSTĘP	
2. INSTALACJE ELEKTRYCZNE	
3. INSTALACJE AKPiA	
4. WYKAZ MATERIAŁOW	
5. RYSUNKI	
Plan sytuacyjny	1
Rzut węzła, instalacje elektryczne	2
Symbole i oznaczenia	2A
Jednokreskowy schemat zasilania	3
Schemat połączeń rozdzielnicy TWC	4
Wnętrze rozdzielnicy TWC	5
Schemat zasilania. Zasilanie pomp.	6
Sterowanie pomp	7
Schemat sterowania siłownikami zaworów reg. CO i CWU	8
Schemat sterowania siłownikiem zaworu reg. CT	9
Schemat połączeń czujników temperatury	10
RSW - Listwa zaciskowa X1	11
RSW - Listwa zaciskowa X2, X3	12
RSW - Wnętrze rozdzielnicy automatyki RSW	13
Schemat technologiczny	14
6. ZAŁĄCZNIKI	
• Uprawnienia Projektanta	
• Warunki MPEC	
• Trasa kabla WLZ	
• Schemat zasilania budynku	
• Krzywa grzewcza - wentylacja	
• Karta doboru urządzeń kompaktowego węzła cieplnego	
• Zestawienie urządzeń wg projektu technologicznego	

1. WSTĘP

Temat opracowania.

Tematem niniejszego opracowania jest projekt wykonawczy instalacji elektrycznych i AKPiA w węźle cieplnym w budynku Studenckiego Centrum Konstrukcyjnego AGH z wbudowaną stacją transformatorową, na części działek nr 653/44, 653/54, 653/59 obr. 4, jedn. ewid. Krowodrza, przy ul. Kawiory w Krakowie. lokalizację budynku wraz z węzłem cieplnym pokazano na planie sytuacyjnym rys. nr 1.

Podstawa opracowania.

Projekt opracowano na podstawie:

- a) Zlecenie Inwestora.*
- b) Projekt technologiczny.*
- c) Uzgodnienia międzybranżowe.*
- d) Obowiązujące normy i zarządzenia.*

Zakres opracowania.

Projekt obejmuje:

- a) Instalacje elektryczne węzła ciepłego*
- b) Układ AKPiA węzła trójfunkcyjnego C.O., C.W.U. i C.T.*

Opis węzła.

Projektowany węzeł cieplny będzie zlokalizowany w wydzielonym przystosowanym na potrzeby MPEC Kraków pomieszczeniu na poziomie 0.

Zbiorczy bilans potrzeb cieplnych przedstawia poniższa tabela:

Zapotrzebowanie ciepła sumaryczne w sezonie grzewczym:	341 900 W
Zapotrzebowanie ciepła w rozbiu na poszczególne instalacje w sezonie grzewczym:	
Instalacja centralnego ogrzewania:	72 000 W
Instalacja ciepła technologicznego dla central wentylacyjnych:	220 000 W
Instalacja dla ciepłej wody użytkowej:	49 900 W
Zapotrzebowanie ciepła w rozbiu na poszczególne instalacje poza sezonem grzewczym:	
Instalacja dla ciepłej wody użytkowej:	49 900 W
Zapotrzebowanie ciepła dla średnio godzinowego zużycia c.w.u.:	16 600 W

Dobrano węzły ciepłone:

- kompaktowy węzeł wymiennikowy c.o. i c.w.u. wg MPEC S.A. Kraków: **co-72-10-4 + cwu-50-6-bzc.**
- kompaktowy węzeł wymiennikowy c.t. wg MPEC S.A. Kraków: **ct-220-20-4**

<i>Łączna moc grzewcza węzła</i>	<i>Typ i producent regulatora lub sterownika</i>	<i>Telemetria węzła</i>
341,9 [kW]	ECL310	NIE

Dobór pomp

funkcja pompy	producent	typ	napięcie znamionowe	moc elektryczna	prąd znamionowy
			[V]		[A]
Pompa obiegowa c.o.	Grundfos	Magna3 25-100	230	153	1,33
Pompa cyrkulacyjna	Grundfos	Alpha2 25-80	230	50	0,44
Pompa obiegowa c.t.	Grundfos	Magna3 32-120F	230	345	1,55

Dobór pomp obiegowych c.o.

Przepływ nominalny $Q=3,15 \text{ m}^3/\text{h}$

Wysokość podnoszenia $H= 59 \text{ kPa}$

Dobrano pompę Grundfos Magna3 25-100

Dobór pompy cyrkulacyjnej c.w.u.

Przepływ nominalny $Q=0,31 \text{ m}^3/\text{h}$

Wysokość podnoszenia $H= 44 \text{ kPa}$

Dobrano pompę Grundfos Alpha2 25-80

Dobór pomp obiegowych c.t.

Przepływ nominalny $Q=9,64 \text{ m}^3/\text{h}$

Wysokość podnoszenia $H= 57 \text{ kPa}$

Dobrano pompę Grundfos Magna3 32-120F

Dobór liczników ciepła

instalacja	producent	typ	Dn	Qnom	Impulsowanie
			[mm]	m³/h	litrów/impuls
CO	Itron Polska	CF51 +US Echo II	15	1,5	2,5
CWU	Itron Polska	CF51 +US Echo II	15	1,5	2,5
CT	Itron Polska	CF51 +US Echo II	20	2,5	2,5

Dobór licznika ciepła dla instalacji c.o.

$$G = 0,8 [m^3/h]$$

Na podstawie wyliczonego przepływu ilości czynnika grzewczego dobrano licznik ciepła ciepła ultradźwiękowy typ US ECHO II $Q_{nom} = 1,5 [m^3/h]$, Dn = 15 [mm] ITRON POLSKA

Dobór licznika ciepła dla instalacji c.w.u.

$$G = 1,09 [m^3/h]$$

Na podstawie wyliczonego przepływu ilości czynnika grzewczego dobrano licznik ciepła ciepła ultradźwiękowy typ US ECHO II $Q_{nom} = 1,5 [m^3/h]$, Dn = 15 [mm] ITRON POLSKA

Dobór licznika ciepła dla instalacji c.t.

$$G = 2,44 [m^3/h]$$

Na podstawie wyliczonego przepływu ilości czynnika grzewczego dobrano licznik ciepła ciepła ultradźwiękowy typ US ECHO II $Q_{nom} = 2,5 [m^3/h]$, Dn = 20 [mm] ITRON POLSKA

Należy zachować jednakowe długości przewodów do czujników temperatury. W przypadku czujników bezgłowicowych ze zintegrowanymi fabrycznie przewodami – nie dopuszcza się ich skracania, nadwyżkę należy zabezpieczyć w puszkach PCV.

2. INSTALACJE ELEKTRYCZNE

Zasilanie w energię elektryczną.

Linia zasilająca węzeł cieplny „WLZ” została ujęta w projekcie instalacji elektrycznych ogólnych opracowanym w 2021 r.

Zasilanie węzła cieplnego będzie się odbywało wewnętrzną linią zasilającą „WLZ” typu N2XH-J 5 x 6 wyprowadzoną z rozdzielni głównej RGNN znajdującej się w na poziomie 0. Punkt doprowadzenia linii zasilającej węzeł cieplny pokazano na rysunku nr 2. Przebieg linii zasilającej WLZ pokazano na załączniku. Rozliczenie energii cieplnej węzła cieplnego będzie się odbywało zgodnie z taryfą S1-WIPE. Odbiorca ciepła doprowadzi przewód do węzła cieplnego we własnym zakresie. Przewód typu N2XH-J 5x6, prąd bezpiecznika $I_b = 25A$. Sposób wykonania zasilania przedstawiono na schemacie. Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej węzła cieplnego będzie się odbywał za pomocą licznika głównego Odbiorcy Ciepła po stronie 15 kV.

DANE ENERGETYCZNE WĘZŁA

$$P_p = 3,0 \text{ kW}$$

$$I_o = 4,35 \text{ A}$$

$$I_b = 25 \text{ A}$$

Pomiar energii elektrycznych.

Pomiar energii elektrycznej węzła cieplnego będzie się odbywał za pomocą głównego licznika Odbiorcy Ciepła po stronie 15 kV. Rozliczenie energii elektrycznej węzła cieplnego będzie się odbywało zgodnie z taryfą S1-WIPE.

Sposób wykonania instalacji.

W węźle cieplnym instalacje elektryczne wykonać jako natynkowe w korytku kablowym z zastosowaniem osprzętu natynkowego hermetycznego. Rozmieszczenie opraw oświetleniowych, gniazd wtyczkowych oraz osprzętu zaznaczono na planie instalacji. Przebieg instalacji elektrycznych w węźle cieplnym zaznaczono na planie instalacji.

Pompa wody schłodzonej

Zasilanie pompy wody schłodzonej należy wykonać z tablicy TWC poprzez gniazdo wtyczkowe hermetyczne. Zasilanie pompy wody schłodzonej wykonać przewodem dostarczonym wraz z pompą ułożonym w posadzce w rurce instalacyjnej. Miejsce zabudowania gniazda wtyczkowego do pompy wody schłodzonej zaznaczono na planie instalacji rys.nr 2. Wydzielony obwód pompy wody schłodzonej - wg wtycznych MPEC dostawa, montaż oraz późniejsza eksploatacja i konserwacja spoczywa w gestii właściciela/zarządcy budynku.

Szyna wyrównawcza.

W pomieszczeniu wymiennikowni przewidziano ułożenie szyny wyrównawczej z bednarki stalowej ocynkowanej typu Fe Zn 25 x 4. Uziemienie szyny wyrównawczej należy wykonać przez podłączenie do uziomu doprowadzonego do pomieszczenia węzła cieplnego przez Odbiorcę Ciepła. Przebieg szyny wyrównawczej wraz z szyną uziemiającą pokazano na rys. nr 2. Do szyny wyrównawczej należy podłączyć wszystkie urządzenia w wymiennikowni oraz punkt PE tablicy TWC oraz RSW.

Uziom

Odbiorca ciepła doprowadzi do wymiennikowni uziom we własnym zakresie. Rezystancja uziomu nie powinna przekroczyć $R_z \leq 10 \Omega$. Punkt doprowadzenia szyny uziemiającej zaznaczono na rys. nr 2.

Połączenia wyrównawcze

Połączenia wyrównawcze należy wykonać przewodem typu LY żo 16. Punkty wykonania połączeń wyrównawczych zaznaczono na rys. nr 2.

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym.

Jako system ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym zastosowano szybkie wyłączenie zasilania. Układ sieci w budynku TN – S, w pomieszczeniu wymiennikowni TN – S. Rozdzielenie przewodu ochronno – neutralnego PEN na przewód ochronny PE i neutralny N nastąpi w rozdzielni głównej RGNN

- Ochrona podstawowa

Ochronę podstawową stanowią będą osprzęt i obudowy izolacyjne oraz urządzeń, kabli i przewodów.

- Ochrona dodatkowa

Przewiduje się, że urządzenia elektryczne instalowane zgodnie z niniejszym projektem zasilane będą następującymi rodzajami napięć niebezpiecznych:

napięciem: 230V, 50 Hz w układzie TN-S.

Ochronę dodatkową stanowić będzie samoczynne szybkie wyłączenie zasilania za pomocą wyłączników różnicowo-prądowych o prądzie wyzwalającym 30mA.

Zgodnie z przepisami należy zrealizować następujące zalecenia:

- wszystkie obwody 1-fazowe wykonać 3-przewodowo L+N+PE - oświetleniowe,
- wszystkie gniazda wtykowe 230V wyposażone muszą być w bolce ochron Po wykonaniu instalacji należy dokonać pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym.

Uwagi końcowe.

- a) Instalacje objęte niniejszym projektem wykonać zgodnie z niniejszą dokumentacją obowiązującymi przepisami, w ścisłej koordynacji z częścią konstrukcyjną oraz instalacjami.
- b) Przy wykonywaniu robót objętych niniejszym projektem należy przestrzegać obowiązujących norm, przepisów i zarządzeń.
- c) Roboty prowadzić pod nadzorem Inwestora.
- d) **Po wykonaniu instalacji należy dokonać pomiarów skuteczności ochrony porażeniem prądem elektrycznym.**
- e) Zgodnie z zaleceniem MPEC Kraków Właściciel obiektu powinien zabezpieczyć ułożenie przewodu Ethernet, skrętka kategorii min. 5 najlepiej w pobliżu rozdzielnicy sterowniczej a pomieszczeniem (Rozdzielnią komunikacyjną budynku) Umożliwi to w przyszłości włączenie węzła ciepłego do monitoringu lub zdalnego odczytu liczników ciepła do systemu MPEC S.A. w Krakowie.

Oświadczenie

Dotyczy węzła ciepłego w budynku Studenckiego Centrum Konstrukcyjnego AGH z wbudowaną stacją transformatorową, na części działek nr 653/44, 653/54, 653/59 obr. 4, jedn. ewid. Krowodrza, przy ul. Kawiora w Krakowie. Po przeprowadzeniu analizy linii zasilającej projektowanej wymiennikowni projektant stwierdza, że dobrane zabezpieczenia są skuteczne.

Władysław Sadzikowski

3. INSTALACJE AKPiA

Instalacja AKPiA obejmuje układy automatyki i sterowania w instalacji grzewczej CO, CWU i CT – układ rozdzielni RSW. Układy automatycznej regulacji zaprojektowano w oparciu o wytyczne MPEC S.A. w Krakowie, dobrano regulator produkcji Danfoss z aplikacją A376.

Kompaktowe węzły cieplne wyposażone są w zakresie AKPiA (odpowiednio do zadań):

- szafę sterowniczą automatyki RSW
- układ automatycznej regulacji pogodowej produkcji Danfoss z regulatorem ECL Comfort 310 i urządzeniami pomiarowo – wykonawczymi
- pompy obiegowe instalacji grzewczej oraz ciepła technologicznego
- siłowniki zaworów regulacyjnych instalacji grzewczej oraz ciepła technologicznego
- pompę cyrkulacyjną CWU
- siłownik zaworu regulacyjnego CWU
- termostaty bezpieczeństwa dla CO i CT
- termostat bezpieczeństwa CWU
- czujniki temperatur

Podstawowe funkcje regulatora Danfoss ECL Comfort 310

- pogodowa regulacja temperatury wody dla potrzeb CO
- stałowartościowa regulacja temperatury CWU
- pogodowa regulacja temperatury wody dla potrzeb CT
- sterowanie pracą pomp obiegowych z ochroną przeciw zablokowaniu poza sezonem grzewczym
- sterowanie pracą pompy CWU
- ograniczenie temperatury powrotnej do miejskiej sieci ciepłowniczej dla obiegów grzewczych.

Automatyczna regulacja temperatury w instalacji grzewczej CO

Automatyczną regulację temperatury czynnika grzewczego w instalacjach wykonuje się za pomocą zaworu dwudrogowego regulacyjnego z siłownikiem w obiegu CO. Sterowanie siłownika odbywa się za pomocą regulatora Danfoss. Stopień otwarcia zaworu CO jest funkcją parametrów temperatury zewnętrznej, temperatury zasilania niskich parametrów oraz temperatury powrotu wysokich parametrów.

Automatyczna regulacja temperatury w instalacji grzewczej CT

Automatyczną regulację temperatury czynnika grzewczego w instalacjach wykonuje się za pomocą zaworu dwudrogowego regulacyjnego z siłownikiem w obiegu CT. Sterowanie siłownika odbywa się za pomocą regulatora Danfoss. Stopień otwarcia zaworu CT jest funkcją parametrów temperatury zewnętrznej, temperatury zasilania niskich parametrów oraz temperatury powrotu wysokich parametrów.

UWAGA: Regulator programować zgodnie z dołączoną krzywą grzewczą.

Automatyczna regulacja temperatury w instalacji CWU

Automatyczną regulację temperatury czynnika grzewczego w instalacji CWU wykonuje się za pomocą zaworu dwudrogowego regulacyjnego z siłownikiem w obiegu CWU. Sterowanie siłownika odbywa się za pomocą regulatora Danfoss. Stopień otwarcia zaworu CWU jest funkcją parametrów temperatury zasilania instalacji CWU oraz temperatury powrotu wysokich parametrów.

Czujnik temperatury zewnętrznej.

Instalację do czujnika temperatury zewnętrznej TE1.1 w pomieszczeniu wymiennikowni prowadzić w korytku kablowym, natomiast na zewnątrz budynku w rurce stalowej mocowanej za pomocą typowych uchwytów (przypadku ocieplenia budynku instalację prowadzić w rurce winidurowej). Instalację wykonać przewodem typu LiYCY2 x 1. Czujnik temperatury zewnętrznej zabudowany będzie na ścianie północno - wschodniej na wysokości ok 3 m nad poziomem gruntu. Montaż czujnika temperatury zewnętrznej wykonać pod nadzorem Architekta. Przebieg instalacji do czujnika temperatury zewnętrznej zaznaczono na rys. nr 2.

Wykonanie instalacji.

Dla przewodów i kabli przeznaczonych do ułożenia należy stosować trasy pionowe i poziome. Skośne prowadzenie kabli i przewodów eliminuje je jako wykonane zgodnie ze sztuką i przepisami, dlatego nie zostaną odebrane jako wykonane prawidłowo. Kable będą układane w korytkach metalowych i rurkach PCV dla ochrony przed uszkodzeniami mechanicznymi. Należy koniecznie zachować zasadę oddzielnego prowadzenia kabli siłowych i przewodów AKPiA. Końcowe prowadzenia kabli do pomp, czujników temperatury i siłowników wykonać w węzłach Peschla.

Odbiór instalacji.

Przed oddaniem instalacji od eksploatacji należy wykonać następujące pomiary:

- badanie stanu izolacji
- badanie poprawności działania zabezpieczeń różnicowoprądowych
- badanie rezystancji uziemienia
- badanie ciągłości połączeń wyrównawczych

Wykonawca musi dostarczyć potwierdzone protokoły skuteczności ochrony przeciwporażeniowej, pomiaru izolacji przewodów i działania wyłączników różnicowoprądowych. Powinno z nich wynikać, że instalacja odpowiada przepisom PN, została wykonana prawidłowo, odebrana przez Inspektora Nadzoru i nadaje się do eksploatacji.

Uwagi.

*Wszelkie zmiany w projekcie lub wątpliwości należy bezwzględnie konsultować z biurem projektów właściwym dla niniejszego opracowania. Rozruch układu przeprowadzić badając działanie regulatora i wszystkich elementów pomiarowych i wykonawczych. Zwrócić szczególną uwagę na poprawne ustawienie wartości zadanych do procesu regulacji. Rozruch należy przeprowadzić w porozumieniu z odpowiednimi służbami MPEC S.A. w Krakowie. **Po wykonaniu instalacji należy dokonać pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym.***

4. WYKAZ MATERIAŁÓW

SPIS ELEMENTÓW			
SYMBOL	NAZWA	Typ	PRODUCENT
Tablica rozdzielcza TWC			
TWC	Skrzynka do zabudowy aparatury modułowej 300x600	AKE36	SPELSBERG
WG	Wyłącznik 4 biegunowy do zabudowy na elewacji	4G25-92U S25	Apator Toruń
F1,F2,F3,F4	Wyłącznik różnicowo-prądowy kl A, Ir=0.03, In=25A	CD225J	Hager
F1.1, F2.1, F3.1, F3.2, F4.1	Wyłącznik nadprądowy C10	MC210A	Hager
GN	Gniazdo 230V na szynę TS35		
OG	Ochronniki klasy C		
X1, X2, X3, X4	Listwa zaciskowa, L1, L2, L3, N i PE		Pokój
Rozdzielnica RSW			
RSW	Szafka plastikowa 650x400x210, drzwi transparentne	VP72D	Hager
QG	Wyłącznik 4 biegunowy do zabudowy na elewacji	4G25-92U S25	Apator Toruń
	Listwa zaciskowa N		Pokój
	Listwa zaciskowa PE		Pokój
MC1	Regulator pogodowy	Comfort ECL310(a376)	Danfoss
FS	Wyłącznik nadmiaroprądowy dwubiegunowy, charakterystyka C, I=6A	MB206A	Hager
FCO,FC,FCT	Wyłącznik nadmiaroprądowy dwubiegunowy, charakterystyka C, I=4A	MC204A	Hager
KCO,KCT	Przełącznik interfejsowy wąskoprofilowy	PI6-1P-230VAC/DC	Relpol
KC	Stycznik modułowy 1 -fazowy	ESC225	Hager
SCO,SCT,SC	Łącznik trójpozycyjny, modułowy do montażu na szynię TS35	SF115	Hager
HCO,HCT,HC	Lampka sygnalizacyjna LED - zielona	SVN121	Hager
X1	Listwy zaciskowe	ZUG-G4 szara, żółta, niebieska	Pokój
X2,X3	Listwy zaciskowe	ZUG-G21 szara, żółta, niebieska	Pokój
	Szyna TS 35		
	Korytka plastikowe grzebieniowe		
	Dławiki kablowe		
Urządzenia zamontowane na obiekcie należące do instalacji CO, CWU, CT- współpracujące z rozdzielnicą RSW			
TE1.2, TE1.3, TE1.4, TE1.5, TE1.6, TE1.7	Zanurzeniowy czujnik temp,	ESMU100	Danfoss
TE1.1	Czujnik temperatury zewnętrznej	ESMT	Danfoss
M1.1, M1.3	Siłownik do zaworu regulacyjnego, trójstawny 230V, ze sprężyną; dla CO i CT	AMV23	Danfoss
TS1.1, TS1.3	Termostat STW	5343-2	Samson
M1.2	Siłownik do zaworu regulacyjnego, trójstawny 230V, ze sprężyną; dla CWU	AMV33	Danfoss
TS1.2	Termostat TR + STW	5348-2	Samson
	oprawa oświetleniowa bryzgo - pyło szczelna - sztuk 2	MAH PLUS-236- ABS/PS 2x36W	Kanlux
	łącznik klawiszowy - sztuk 1		
	Gniazdo wtyczkowe natynkowe, L,N,PE – sztuk 1		

SPIS KABLI I PRZEWODÓW WĘZŁA CIEPLNEGO				
Nazwa kabla	Typ	Skąd	Dokąd	Długość [m]
Dziennik kablowy dla rozdzielnicy TWC				
WLZ	N2XH-J 5x6 mm ²	TGNN	TWC	W projekcie instalacji budynku
WOS1, WOS2	YDYżo 3x1.5 mm ²	TWC	oprawy oświetleniowe	15
WRSW1	YDYżo 3x2.5 mm ²	TWC	rozdzielnica RSW	10
WPS	YDYżo 3x2.5 mm ²	TWC	gniazdo pompy wody schłodzonej	1
Dziennik kablowy dla rozdzielnicy RSW				
1.1WE1	OMYżo 5x1.5mm ²	rozdzielnica RSW	Pompa CO	7
1.1WE2	OMYżo 3x1.5mm ²	rozdzielnica RSW	Pompa cyrkulacyjna CWU	7
1.1WE4	OMYżo 5x1.5mm ²	rozdzielnica RSW	Pompa CT	17
1.3WA1	OLFEX 5x0.75mm ²	rozdzielnica RSW	Siłownik CO	7
1.3WA2	OLFEX 3x0.75mm ²	rozdzielnica RSW	Termostat CO	7
1.3WA3	OLFEX 5x0.75mm ²	rozdzielnica RSW	Siłownik CWU	7
1.3WA4	OLFEX 3x0.75mm ²	rozdzielnica RSW	Termostat CWU	7
1.3WA5	OLFEX 5x0.75mm ²	rozdzielnica RSW	Siłownik CT	17
1.3WA6	OLFEX 3x0.75mm ²	rozdzielnica RSW	Termostat CT	17
1.9WA1	LiYCY 2x1mm ²	rozdzielnica RSW	Czujnik temp zewnętrznej	13
1.4WA2	OMY 2x0.5mm ²	rozdzielnica RSW	Czujnik temp zasilania CO	7
1.4WA3	OMY 2x0.5mm ²	rozdzielnica RSW	Czujnik temp powrotu z CO do EC	7
1.4WA4	OMY 2x0.5mm ²	rozdzielnica RSW	Czujnik temp zasilania CWU	7
1.4WA5	OMY 2x0.5mm ²	rozdzielnica RSW	Czujnik temp powrotu z CWU do EC	7
1.4WA8	OMY 2x0.5mm ²	rozdzielnica RSW	Czujnik temp zasilania CT	17
1.4WA9	OMY 2x0.5mm ²	rozdzielnica RSW	Czujnik temp powrotu z CT do EC	17
1.4WA11	LiYCY 2x1mm ²	rozdzielnica RSW	Interfejsy Mbus w licznikach ciepła	20
bednarka	FeZn 4x25	połączenia wyrówn. dookoła pomieszczenia		20
przewód PE	LYżo 16	połączenia wyrównawcze		5