


INWESTOR:	NADLEŚNICTWO ZWOLEŃ MIODNE LEŚNICZÓWKA 107/1 26-700 ZWOLEŃ <div>  Nadleśnictwo Zwoleń </div>
GENERALNY PROJEKTANT:	EKO BROKER SP. Z O.O. POWSTAŃCÓW ŚLĄSKICH 5 53-332 WROCŁAW
ZADANIE:	BUDOWA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH ORAZ POMP CIEPŁA DLA BUDYNKÓW NADLEŚNICTWA ZWOLEŃ
NUMER EWIDENCYJNY DZIAŁKI I ADRES :	DZ. NR 625, OBRĘB: MIĘCISZÓW GMINA ZWOLEŃ
DATA OPRACOWANIA:	grudzień 2024
KATEGORIA OBIEKTU:	

Na podstawie Art. 20 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 roku – Prawo budowlane Dz. U. z 2020 r. poz. 1333, że projekt budowlany, został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

PROJEKTANCI

mgr inż. Krzysztof Woronowicz
upr nr 160/DUW/02

inż. Krzysztof Woronowicz
uprawnienia budowlane do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specj. instal. w zakresie sieci, instalacji
i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
nr ewiden. 160/02/DUW

mgr inż. Hubert Gremblewski
upr. nr WKP/0181/PWOS/22

mgr inż. Hubert Gremblewski
Uprawnienia budowlane do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci,
instalacji i urządzeń cieplnych, wentylacyjnych,
gazowych, wodociagowych i kanalizacyjnych
Nr uprawnień WKP/0181/PWOS/22

Spis treści

Oświadczenie, uprawnienia i wpisy do Izby.....	3
BRANŻA ELEKTRYCZNA: INSTALACJE FOTOWOLTAICZNE	9
Podstawa opracowania	9
Przedmiot opracowania	9
Zakres opracowania	9
BUDYNEK BIUROWY	10
1. Założenia projektowe	10
2. Opis rozwiązania projektowego	10
3. Obliczenia	14
4. Rysunki	15
Okablowanie	18
Uwagi końcowe	21
Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia w trakcie wykonywania robót elektrycznych	22
Zestawienie materiałów:	23
BRANŻA ELEKTRYCZNA: INSTALACJA KOMPENSACJI MOCY BIERNEJ	23
Podstawa opracowania	23
Dobór baterii	24
Zestawienie materiałów:	24
BRANŻA ELEKTRYCZNA: SYSTEM MONITORINGU I ZARZĄDZANIA ENERGIĄ EMS	25
Podstawa opracowania	25
Przedmiot opracowania	25
Zakres opracowania	25
1. Istniejący stan systemów kontroli klimatu	25
2. Projektowany system monitoringu i zarządzania energią EMS	25
3. Dobór rozwiązań nadrzędnej automatyki kotłowni	26
4. Algorytmy EMS	27
5. Integracja z automatyką producentów urządzeń grzewczych	32
6. Wielopunktowy system sensoryczny	32
7. Aparatura kontrolno-pomiarowy nośników energii napędowej, pomocniczej oraz ciepła	32
8. Integracja z systemem fotowoltaicznych i magazynem energii	33
9. Stanowisko operatorskie z systemem typu SCADA.	34
10. Szkolenie dla użytkowników i operatora.	35
11. Utrzymanie i zarządzanie (kontrola i korygowanie)	35
12. Zestawienie materiałów:	35
BRANŻA SANITARNA: INSTALACJA POMPY CIEPŁA	36
Podstawa opracowania	36
Przedmiot opracowania	36
Zakres opracowania	36
1. Informacje ogólne	36
2. Opis projektowanych rozwiązań	36
3. Rysunki	39
4. Zestawienie materiałów:	42

Oświadczenie, uprawnienia i wpisy do Izby

Wrocław 20.12.2024 r.

OŚWIADCZENIE

Zgodnie z art.20 ust.4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 – Prawo budowlane tj. Dz. U. Nr 207 z 2003, poz. 2016 z późniejszymi zmianami niniejszym oświadczam, że projekt:

„Projekt BUDOWA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH ORAZ POMP CIEPŁA DLA BUDYNKÓW
NADLEŚNICTWA ZWOLEŃ”

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej

PROJEKTANT

mgr inż. Krzysztof Woronowicz

nr upr.: 160/DUW/02

inż. Krzysztof Woronowicz
uprawnienia budowlane do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specj. instal. w zakresie sieci, instalacji
i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
nr ewiden. 160/02/DUW

PROJEKTANT

mgr inż. Hubert Gremblewski

upr. nr WKP/0181/PWOS/22

mgr inż. Hubert Gremblewski
Uprawnienia budowlane do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci,
instalacji i urządzeń cieplnych, wentylacyjnych,
gazowych, wodociagowych i kanalizacyjnych
Nr uprawnień WKP/0181/PWOS/22



WOJEWODA DOLNOŚLĄSKI

RR.IX.U-1.7131.7132-1450/02

Wrocław, dnia 9 grudnia 2002 r.

D E C Y Z J A

Na podstawie art. 104 § 1 i 2 Kodeksu postępowania administracyjnego (tekst jednolity: Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071, z późniejszymi zmianami) i art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1 i 2, art. 14 ust. 1 pkt 5 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2000 r. Nr 106, poz. 1126, z późniejszymi zmianami) oraz § 9 ust. 1 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 1995 r. Nr 8, poz. 38, z późniejszymi zmianami), w związku z art. 1 ust. 2 ustawy z dnia 15 lutego 2002 r. o zmianie ustawy o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz. U. Nr 23, poz. 221)

n a d a j ę

Panu **Krzysztofowi Woronowiczowi**
inżynierowi elektrotechniki
urodzonemu dnia 25 lipca 1970 w Nowej Rudzie

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny 160/02/DUW**

**do projektowania i do kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych
i elektroenergetycznych**

U Z A S A D N I E N I E

Komisja egzaminacyjna powołana przez Wojewodę Dolnośląskiego Zarządzeniem nr 46 z dnia 17 marca 1999 r. (Dz. Urz. Nr 6, poz. 209, z późniejszymi zmianami) stwierdziła, że Pan Krzysztof Woronowicz posiada wymagane prawem wykształcenie i praktykę zawodową konieczną do uzyskania uprawnień budowlanych w w/w specjalności i uzyskał pozytywny wynik egzaminu na uprawnienia budowlane. W związku z powyższym orzekam jak w sentencji.

Od niniejszej decyzji przysługuje odwołanie do Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego za pośrednictwem Wojewody Dolnośląskiego w terminie 14 dni od daty otrzymania decyzji.

Otrzymują:

1. Pan Krzysztof Woronowicz
ul. Wojska Polskiego 19/217
57-402 Nowa Ruda
2. Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego
3. a/a



Z up. WOJEWODY DOLNOŚLĄSKIEGO

Janusz Jurgielanec
p.o. DYREKTOR WYDZIAŁU
Rozwoju Regionalnego



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:
DOŚ-RB6-G85-EK1 *

Pan Krzysztof Woronowicz o numerze ewidencyjnym DOŚ/IE/0155/03
adres zamieszkania ul. Błękitna 42, 55-002 Dobrzykowice
jest członkiem Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2024-02-01 do 2024-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-02-27 roku przez:

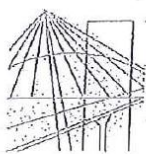
Marek Kalinski, Zastępca Przewodniczącego Rady Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.
§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piiib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.





WIELKOPOLSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

OKRĘGOWA KOMISJA KWALIFIKACYJNA
sygn. akt WOIB-OKK-SP-SW-0054-0055-106/2022

Poznań, dnia 21 czerwca 2022 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (tekst jednolity: Dz. U. z 2019 r. poz. 1117) i art. 12 ust. 1 pkt 1 i 2, art. 12 ust. 2, 3, 4, 4c pkt 3, art. 13 ust. 1, 2, 3 i 4, art. 14 ust. 1 pkt 4b oraz art. 15a ust. 20 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2021 r. poz. 2351 z późn. zm.) po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan
Hubert Gremblewski
 magister inżynier
 kierunek: Inżynieria Środowiska
 urodzony dnia 11 września 1994 r. Krotoszyn
 otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE nr ewidencyjny WKP/0181/PWOS/22

do projektowania i do kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
 w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
 cieplnych, wentylacyjnych, gazowych, wodociagowych i kanalizacyjnych

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. – Kodeks postępowania administracyjnego (tekst jednolity: Dz.U. z 2021 r. poz. 735 z późn. zm.) zwana dalej „K.p.a.” odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwołanie decyzji.

Powinno

1. Podstawą do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego.
2. Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Wielkopolskiej Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Poznaniu w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Zgodnie z treścią art. 127a ustawy K.p.a.:

§ 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję.

§ 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna.

W przypadku złożenia przez stronę oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji (określonego w § 2) stronie nie przysługuje prawo do odwołania się ani skargi do sądu administracyjnego.



Przewodniczący
 Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej WOIB

mgr inż. Jerzy Witeczak

Na podstawie art. 12 ust. 1 pkt 1, 2, 3, 4 i 5 oraz art. 13 ust. 3 i 4 ustawy Prawo budowlane Pan Hubert Gremblewski jest upoważniony w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń cieplnych, wentylacyjnych, gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych do:

- projektowania, sprawdzania projektów budowlanych w specjalności objętej niniejszymi
 - uprawnieniami i sprawowania nadzoru autorskiego,
 - kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
 - kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,
 - wykonywania nadzoru inwestorskiego,
 - sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych
- bez ograniczeń.

Zgodnie z art. 15a ust. 20 ustawy Prawo budowlane niniejsze uprawnienia upoważniają do projektowania obiektu budowlanego i kierowania robotami budowlanymi związanymi z obiektem budowlanym takim jak: sieci i instalacje cieplne, wentylacyjne, gazowe, wodociągowe i kanalizacyjne.

Na podstawie art. 15a ust. 1 ustawy Prawo budowlane niniejsze uprawnienia budowlane do projektowania w odpowiedniej specjalności uprawniają do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie tej specjalności.

Skład orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

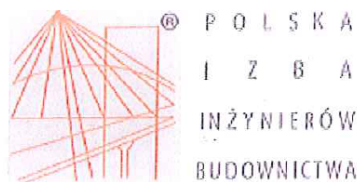
mgr inż. Jerzy Witeczak:.....

mgr inż. Renata Makowska:.....

mgr inż. Jacek Weiss:.....

Otrzymują:

1. Pan Hubert Gremblewski
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4. a/a

**Zaświadczenie**

o numerze weryfikacyjnym:

WKP-EJW-D87-HWR *

Pan Hubert Gremblewski o numerze ewidencyjnym WKP/IS/0295/22
adres zamieszkania ul. Krotoszyńska 127 a, 63-430 Odolanów
jest członkiem Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2024-10-01 do 2024-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-09-06 roku przez:

Andrzej Kulesa, Przewodniczący Rady Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie z art. 78¹ K.c.)

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piiib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.



BRANŻA ELEKTRYCZNA: INSTALACJE FOTOWOLTAICZNE

Podstawa opracowania

- projekt architektoniczny budynku,
- zlecenie inwestora,
- aktualne przepisy i normy.

Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowy instalacji fotowoltaicznych wraz z bateryjnymi magazynami energii dla budynków biurowego, magazynu sadzonek, hydroforni oraz socjalnego wraz z wyprowadzeniem mocy z falowników do rozdzielni.

Zakres opracowania

- instalacje fotowoltaiczne,
- bateryjne magazyny energii,
- instalację ochrony przeciwprzepięciowej,
- instalacja kompensacji mocy biernej,
- wyprowadzenie mocy do rozdzielni.

BUDYNEK BIUROWY

DZ. NR 625, OBRĘB: MIĘCISZÓW

1. Założenia projektowe

- Typ instalacji: hybrydowa z magazynem bateryjnym,
- Moc instalacji: 40,4 kWp,
- Pojemność użytkowa magazynu bateryjnego: 58 kWh
- Lokalizacja paneli fotowoltaicznych: grunt,
- Liczba paneli PV: 88 sztuk,
- Typ paneli: monokrystaliczne, glass-glass, bi-facial, flat-screen
 - Kąt nachylenia paneli: 25°
- System montażowy:
 - Jednoporowowy,
 - Jednorzędowy,
 - Dedykowany instalacjom dwustronnym,
- Zacienienie PV: częściowe,
- Lokalizacja inwertera: na gruncie, przy systemie montażowym paneli
- Lokalizacja magazynu bateryjnego: na gruncie, przy systemie montażowym paneli w dedykowanej warunkom zewnętrznym obudowie

2. Opis rozwiązania projektowego

Budynek zostanie wyposażony w instalację fotowoltaiczną o łącznej mocy DC 40,5 kWp oraz bateryjny magazyn energii o mocy 40 kW i pojemności 58 kWh. Moc z systemu fotowoltaicznego oraz magazynu energii będzie dostarczana za pośrednictwem inwertera hybrydowego o mocy AC 40kW. Instalacja będzie pracowała w układzie ON GRID i będzie podłączona do wewnętrznej instalacji elektrycznej budynku. Instalacja będzie umożliwiała oddawanie energii elektrycznej do sieci za pośrednictwem istniejącej rozdzielniczy zlokalizowanej w budynku. Z uwagi na pobieraną przez obiekt ilość energii elektrycznej zakłada się, że całość energii będzie zużywana na jego potrzeby.

SYSTEM MONTAŻOWY

Panele montować na konstrukcjach systemowych, bezpośrednio, za pomocą otworów montażowych ramki paneli, wzdłuż dłuższego boku. Stosować należy wyłącznie materiały odporne na korozję – wykonane ze stali nierdzewnej, ocynkowanej, pokrytej powłoką Magnelis lub aluminium.

Dla budynku biurowego zastosowano rozwiązanie polegające na montażu konstrukcji jednorzędowej, jednoporowej. Należy wykonać jedną grupę paneli zorientowanych w kierunku południowym, zgodnie z rzutem i schematem instalacji. Należy dochować zasad poprawnego montażu i wytycznych producentów paneli oraz konstrukcji wsporczej.

Przewidziano zastosowanie paneli dwustronnych (bi-facial) umożliwiających wytwarzanie energii z tylnej strony dzięki promieniowaniu odbitemu od podłoża. Do wykorzystania właściwości paneli dwustronnych należy zminimalizować zacienianie ich tylnej strony.

Aby uniknąć nadmiernego zacienienia tylnej strony paneli należy zastosować systemy montażowe pozbawione dodatkowych, np. ukośnych stężeń konstrukcji oraz elementów aerodynamicznych przesłaniających promieniowanie słoneczne padające na powierzchnie pod panelami i pomiędzy rzędami paneli.

Preferowanym rozwiązaniem jest system montażowy oparty o: pojedynczą podpórę, pojedynczą płytę i profile typu omega.

Panele montować tak żeby dystans pomiędzy panelem a podłożem wynosił nie mniej niż 115 cm oraz żeby kolejne panele się nie zacieniały.

Podczas montażu należy skorygować rozmieszczenie paneli fotowoltaicznych tak żeby zminimalizować ich zacienianie.

PANELE FOTOWOLTAICZNE

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej przewiduje się zastosowanie 88 szt. paneli fotowoltaicznych wykonanych w technologii dwustronnej, monokrystalicznej, glass-glass, flat screen, o mocy nie mniejszej niż 460W. Łączna moc zainstalowana paneli wynosi 40,4 kWp.

Parametry modułów dla warunków STC nie mogą być gorsze niż przedstawione poniżej:

Maksymalna moc znamionowa (P _{max}):	nie mniejsza niż	460W
Napięcie obwodu otwartego (V _{oc}):	mniejsze niż	42,6V
Napięcie mocy maksymalnej (V _{mpp}):	mniejsze niż	36,0V
Prąd zwarcia (I _{sc}):	mniejszy niż	14,00A
Prąd w punkcie pracy maksymalnej (I _{mp}):	mniejszy niż	13,5A
Sprawność modułu:	nie mniejsza niż	21,0%

Moduły fotowoltaiczne należy połączyć w łańcuchy zgodnie z parametrami zastosowanych inwerterów za pomocą dedykowanych instalacjom fotowoltaicznym przewodów odpornych na promieniowanie UV.

INWERTER – PRZEKSZTAŁTNIK AC/DC

Zadaniem inwertera jest przekształcanie energii prądu stałego z paneli fotowoltaicznych lub baterii na energię prądu przemiennego. Dla niniejszej instalacji przewidziano jeden inwerter o mocy AC 40kW. Urządzenie należy zabudować wraz z magazynem bateryjnym w dedykowanej warunkom zewnętrznym obudowie, zgodnie z lokalizacją wskazaną na rzucie instalacji.

Parametry inwertera muszą być nie gorsze niż:

Ilość MPPT	nie niższa niż	4
Znamionowa moc AC	nie niższa niż	40kW
Znamionowa moc AC w trybie UPS	nie niższa niż	40kW
Maksymalna moc wejściowa DC	nie niższa niż	50kW
Zakres napięć wejściowych MPPT:	nie niższy niż	200-850V
Maksymalne napięcie wejściowe DC:	nie niższe niż	1000V
Maksymalna prąd wejściowy DC:	nie niższy niż	4 x 30A
Maksymalny prąd zwarciaowy MPPT:	nie niższy niż	4 x 40A
Znamionowe napięcie sieci		3/N/PE~400 VAC 50Hz
Zakres napięcia AC		150-400V
Topologia przekształtnika		beztransformatorowy
Temperatura pracy		- 25°C do 60°C
Stopień ochrony IP (pyłoszczelność)	nie niższy niż	6
Stopień ochrony IP (wodoszczelność)	nie niższy niż	5
Komunikacja z obiektowymi systemami BMS		Modbus RTU, Modbus TCP lub BACnetIP

Parametry wyprodukowanej energii (po stronie prądu przemiennego) inwertera muszą być zgodne z parametrami jakościowymi zawartymi w IRiESD i wymaganymi przez OSD. Przed wyborem urządzenia należy się upewnić, że spełnia on wszystkie wymagania oraz posiada niezbędne certyfikaty. Uruchomienie instalacji wymaga zgłoszenia do lokalnego OSD.

Urządzenie musi być wyposażone w izolacyjny rozłącznik DC na wejściu oraz zabezpieczenie przed upływem prądu do sieci w przypadku zaniku zasilania sieciowego.

Inwertery dodatkowo należy wyposażyć w dodatkową kartę komunikacyjną pozwalającą na zdalne monitorowanie parametrów pracy. Komunikacja powinna odbywać się z wykorzystaniem sieci bezprzewodowej WiFi lub sieci przewodowej LAN (Ethernet).

BATERYJNY MAGAZYN ENERGII

Zadaniem magazynu energii jest przechowanie energii elektrycznej, stanowiącej nadwyżkę produkcji instalacji fotowoltaicznej ponad bieżące zużycie obiektu, w celu uwolnienia jej w okresach zapotrzebowania przekraczającego produkcję. Magazyn będzie również umożliwiał ładowanie prądem sieciowym, przy czym warunkiem tego procesu jest zależność relacji ekonomicznej chwilowej ceny energii w okresie ładowania do potencjalnej ceny w momencie uwalniania energii.

Sterowanie okresami ładowania i uwalniania energii sterować będzie system EMS zintegrowany z automatyką inwertera hybrydowego i magazynu baterijnego.

Urządzenie należy zabudować w dedykowanej warunkom zewnętrznym obudowie, w sposób zapewniający ochronę klasy IP 55, zgodnie z lokalizacją wskazaną na rzucie instalacji.

Parametry magazynu baterijnego muszą być nie gorsze niż:

Technologia ogniw		LFP
Klasa ogniw	nie niższa niż	A
Napięcie nominalne	nie niższe niż	600V
Pojemność ogniw	nie niższa niż	100 Ah
Pojemność nominalna	nie niższa niż	60 kWh
Pojemność użytkowa	nie niższa niż	58 kWh
Sprawność	nie niższy niż	95%
Stopień ochrony IP (pyłoszczelność)	nie niższy niż	5
Stopień ochrony IP (wodoszczelność)	nie niższy niż	5
Temperatura pracy		- 25°C do 50°C
Komunikacja z obiektowymi systemami BMS		Modbus RTU, Modbus TCP lub BACnetIP

3. Obliczenia

DOBÓR PANELI FOTOWOLTAICZNYCH

Poniżej przedstawiono wyniki doboru paneli fotowoltaicznych.

Liczba modułów: 88 szt. o mocy 460 Wp

Sumaryczna moc znamionowa modułów: 40,4 kWp

Do obliczeń przyjęto:

- nasłonecznienie na poziomie: 1020 kWh/m²/rok

DOBÓR PRZEWODU ORAZ BEZPIECZNIKÓW - STRONA AC

DOBÓR BEZPIECZNIKÓW

Dobór bezpieczników

Prąd obciążenia:

$$I_{obc} = \frac{P}{\sqrt{3} * \cos\varphi * U_n} = 60,08A$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$I_n \geq 1,05 * I_{obc} = 1,05 * 60,08 = 65,18A$$

Dobrano zabezpieczenie o prądzie znamionowym $I_n = 80A$

Obciążalność długotrwała kabla:

$$I_z \geq \frac{k_2 * I_n}{1,45} = \frac{1,6 * 65,18}{1,45} = 71,92A$$

Dobrano przewód o obciążalności dopuszczalnej długotrwanie $I_z = 186 A$

$$60,08A \leq 80A \leq 186A$$

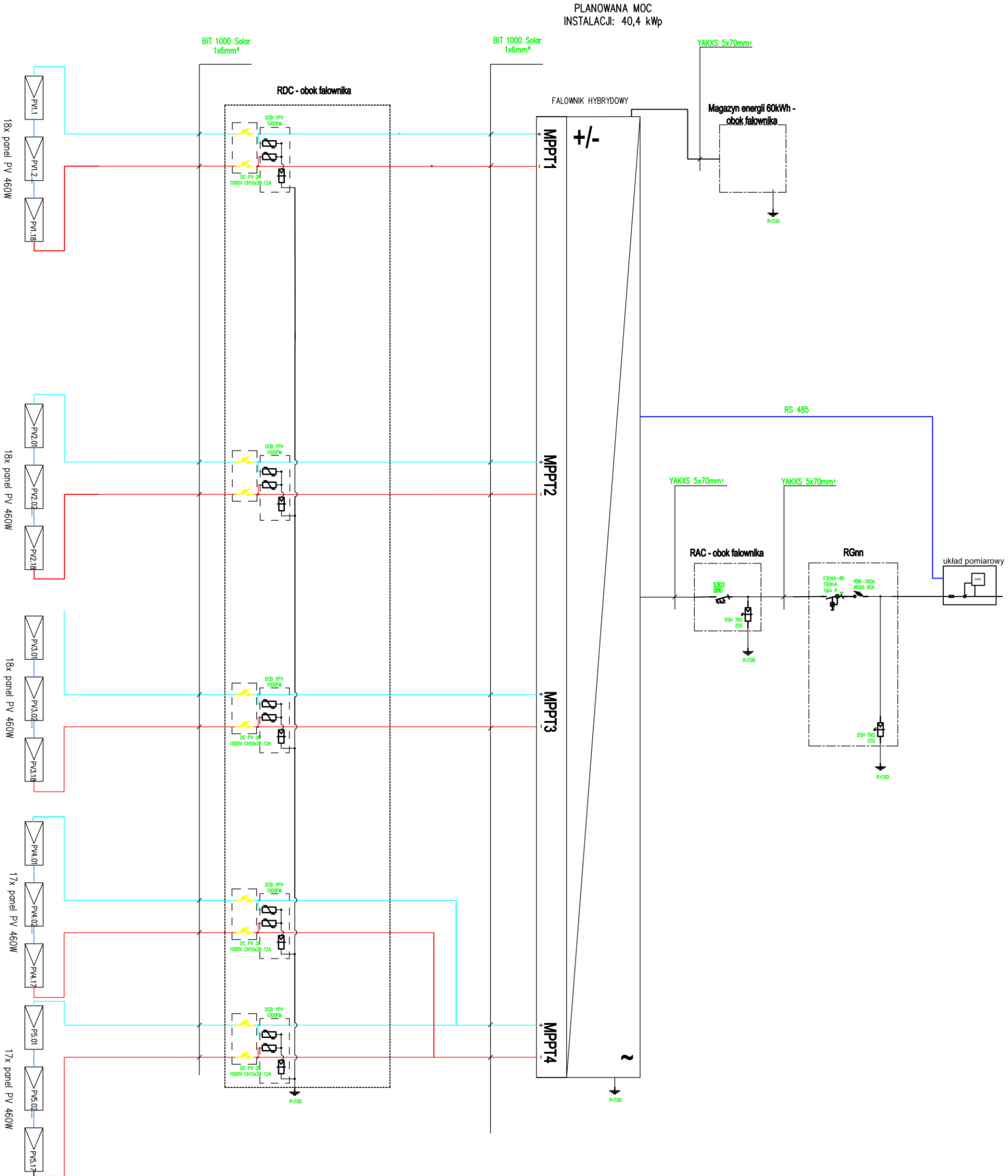
Spadek napięcia

$$\Delta U_{\%} = \frac{P * L * 100}{\gamma * S * U_n^2} = \frac{40400 * 80 * 100}{35 * 70 * 400^2} = 0,82\%$$

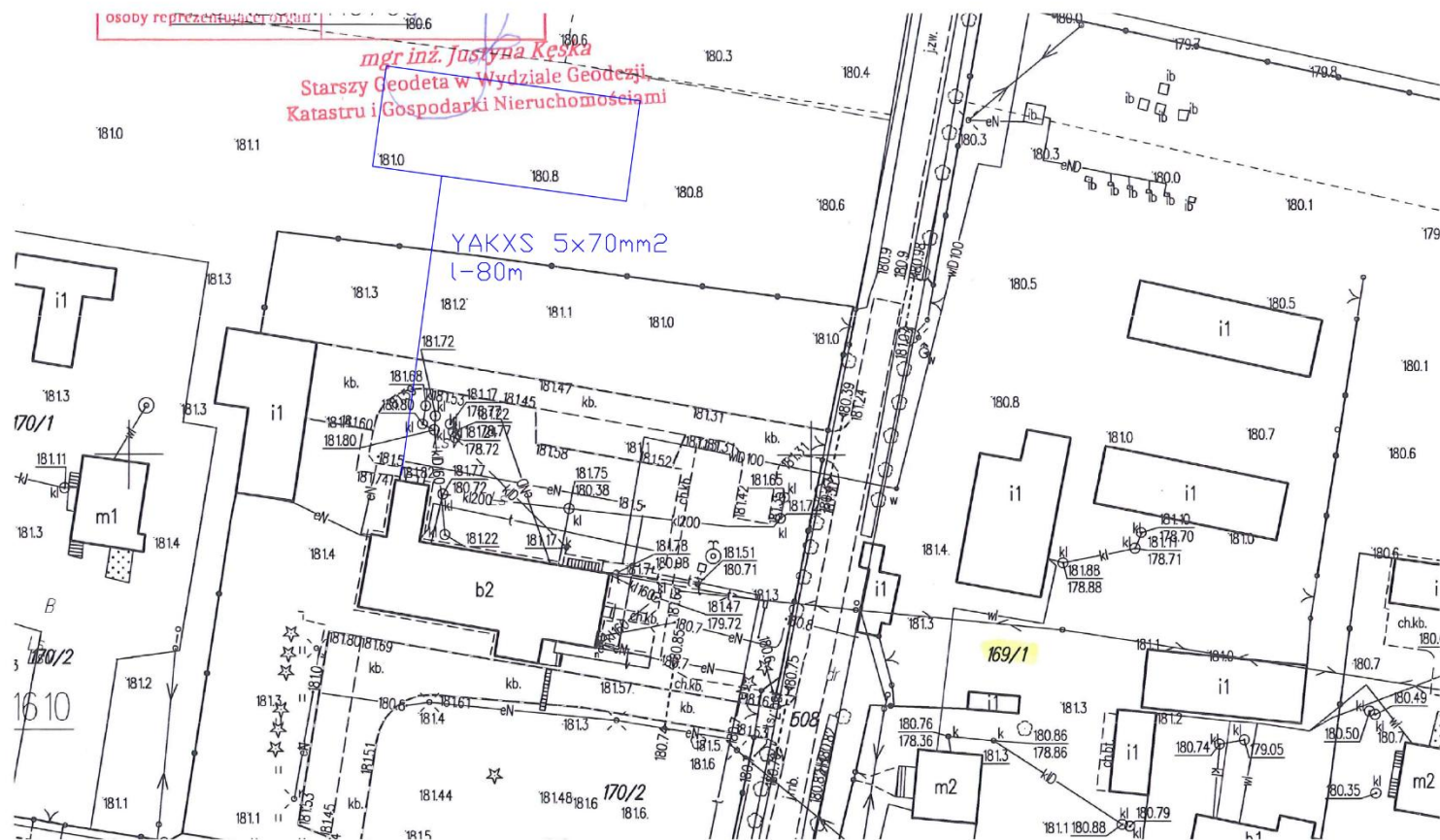
W związku z powyższym biorąc pod uwagę dopuszczalny spadek napięcia nieprzekraczający 1% oraz obciążanie kabla dobrano kabel typu YAKXS 5x70mm²

4. Rysunki

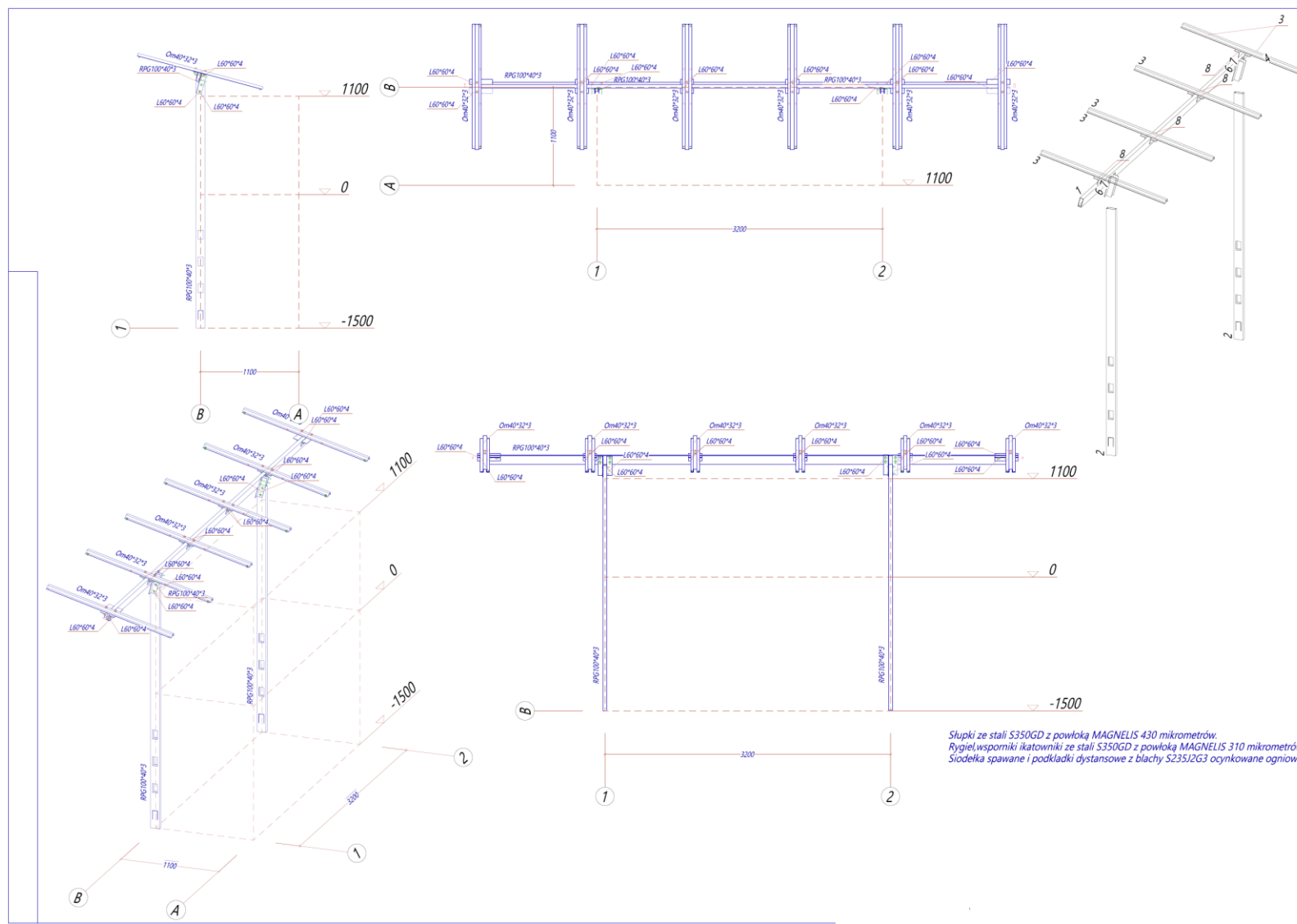
E.1 Schemat ideowy



E-2 Rzut



E-3 KARTA JEDNOPODPOROWEGO SYSTEMU MONTAŻOWEGO DLA PANELI



Okablowanie

Okablowanie DC

Połączenia modułów w łańcuchy należy wykonywać specjalistycznymi kablami przystosowanymi do pracy w instalacjach fotowoltaicznych. Kable w izolacji podwójnej.

Łączenie kabli z modułami oraz innymi elementami instalacji należy wykonać z wykorzystaniem standardowych złączek MC-4. Stosować kable o przekroju nie mniejszym niż 6mm², zgodnie ze schematem. Kable dla obu biegunów należy wyróżnić kolorami, biegun dodatni – kolorem czerwonym, biegun ujemny – kolorem czarnym.

Przy układaniu kabli należy minimalizować tworzenie pętli. Wszystkie kable należy trwale oznaczyć numerem łańcucha. Okablowanie montować do konstrukcji wsporczej modułów tak aby nie obciążać mechanicznie złącz. Pomiędzy odległymi elementami instalacji kable układać w rurkach osłonowych UV i ognioodpornych. Kable w budynku układać podtynkowo w rurze osłonowej $\phi 20$ wykorzystując systemowe złączki i kolanka.

Przepusty instalacyjne w elementach oddzielenia przeciwpożarowego wykonać, jako zabezpieczone do klasy odporności ogniowej danego elementu oddzielenia stref pożarowych lub pomieszczeń wydzielonych pożarowo. Pozostałe przepusty uszczelnić materiałem niepalnym. Przepusty instalacyjne przez ściany zewnętrzne wykonać, jako szczelne, nieprzepuszczające wilgoci (wody) do wewnątrz budynku. Kable i przewody prowadzić w kanałach/korytach i rurach ognioodpornych o klasie odpowiedniej do klasy strefy pożarowej.

Okablowanie AC

Podłączenie inwertera do sieci wewnętrznej budynku należy wykonać w rozdzielnicach budynku zlokalizowanych na parterze budynku. Połączenie wykonać kablem typu YAKXS 5x70 mm². Kable w budynku do rozd. głównej układać natynkowo w korycie kablowym.

W rozdzielnicy nN należy zabudować rozłącznik izolacyjny bezpiecznikowy 160A wyposażony w bezpieczniki 80A oraz wyłącznik różnicowoprądowy typu B o czułości 100 mA i prądzie znamionowym 80A.

Przepusty instalacyjne w elementach oddzielenia przeciwpożarowego wykonać, jako zabezpieczone do klasy odporności ogniowej danego elementu oddzielenia stref pożarowych lub pomieszczeń wydzielonych pożarowo. Pozostałe przepusty uszczelnić materiałem niepalnym. Przepusty instalacyjne przez ściany zewnętrzne wykonać, jako szczelne, nieprzepuszczające wilgoci (wody) do wewnątrz budynku. Kable i przewody prowadzić w kanałach/korytach i rurach ognioodpornych o klasie odpowiedniej do klasy strefy pożarowej.

Linie kablową na zewnątrz budynku należy układać w gruncie na głębokości min. 70 cm od górnej zewnętrznej powierzchni kabla. Kabel należy ułożyć na warstwie piasku o grubości co najmniej 10 cm, a następnie, po ułożeniu, zasypać go najpierw warstwą piasku o grubości co najmniej 10 cm a następnie zasypać go gruntem rodzimym. Ominięcie kolizji należy wykonać zgodnie z normami branżowymi dotyczącymi konkretnej sieci. W miejscu skrzyżowań lub w

miejscach gdzie będzie brak możliwości zachowania wystarczających odległości należy zastosować rury ochronne lub osłony. Roboty w sąsiedztwie istniejących urządzeń należy wykonać ręcznie. Kable ułożone w ziemi powinny być na całej odległości i szerokości oznaczone folią perforowaną o trwałym niebieskim kolorze. Grubość folii perforowanej powinna wynosić co najmniej 0,3 mm. Folia powinna być ułożona nie mniej niż 25 cm i więcej niż 35 cm nad ułożonym kablem, krawędzie folii powinny wystawać co najmniej 50 mm poza zewnętrzną krawędź ułożonych kabli

Nie dopuszcza się układania kabli/przewodów AC i DC we wspólnych rurach/korytach.

DOBÓR KABLI, PRZEWODÓW

Przewody i kable powinny być tak dobrane do obciążeń, aby przepływający przez nie prąd nie powodował przekraczania w żadnej części przewodu lub kabla dopuszczalnych dla nich obciążalności ustalonych dla określonych warunków ułożenia, właściwości środowiska i rodzaju obciążenia.

Przy doborze przewodów i kabli do obciążeń prądem elektrycznym należy uwzględnić przewidywany przyrost tych obciążeń oraz wpływ na dopuszczalne obciążenia zmiany warunków ułożenia przy rozbudowie urządzeń.

Przy doborze kabli uwzględniono:

- kryterium dopuszczalnej obciążalności prądowej,
- kryterium dopuszczalnej obciążalności zwarciorowej,
- kryterium dopuszczalnego spadku napięcia.

Z uwagi na warunki ułożenia kabli i przewodów w korytkach kablowych, rurach i przepustach kablowych, dopuszczalna obciążalność kabli i przewodów zmniejsza się wg tablic 52-E1 polskiej normy PN-IEC 60364-5-523:2001 "Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów".

ROZDZIELNICA RDC I RAC

Rozdzielnica PV-DC

Wszystkie urządzenia zabezpieczające zostaną umieszczone w skrzynce połączeniowo - ochronnej DC (rozdzielniczy PV-DC). Projektowana obudowa rozdzielcy PV-DC będzie hermetyczna (IP65) i będzie wykonana z odpornego na promieniowanie UV tworzywa sztucznego.

Rozdzielnica fotowoltaiczna PV-AC

W celu odbioru energii z projektowanej instalacji fotowoltaicznej oraz wprowadzenia jej do instalacji elektrycznej obiektu projektuje się montaż rozdzielnic PV-AC.

W rozdzielniczy PV-AC zostanie zainstalowany ochronnik przeciwprzepięciowy typu I+II AC.

Rozdzielnica PV-AC zamontowana zostanie w pobliżu inwertera.

OCHRONA PRZECIWPRIĘCIOWA

Ochronę przepięciową należy zrealizować w oparciu o ograniczniki przepięć zarówno po stronie AC jak i DC.

Po stronie DC należy zainstalować ochronniki klasy I+II specjalizowane do zastosowań w obwodach DC układów fotowoltaicznych. W przypadku możliwości zachowania odstępów bezpiecznych paneli PV od elementów instalacji odgromowej należy zastosować zabezpieczenie typu II.

Po stronie AC należy zastosować ograniczniki klasy I+II. Zaleca się zastosowanie ograniczników przepięć zbudowanych z połączonego szeregowo warystora i iskiernika gazowego.

W przypadku zastosowania inwertera z wbudowanymi ogranicznikami przepięć stosowanie dodatkowych zewnętrznych zabezpieczeń nie jest konieczne.

W celu wyrównywania potencjałów należy zachować ciągłość galwaniczną konstrukcji wsporczej oraz ram samych paneli. Połączenia z główną szyną wyrównawczą wykonać przewodami o minimalnym przekroju 16mm².

OCHRONA ODGROMOWA

Ze względu na umiejscowienie instalacji fotowoltaicznej na gruncie nie przewiduje się konieczności stosowania instalacji odgromowej

OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA

Ochronę przeciwporażeń należy zrealizować zgodnie z normą PN-HD 60364-4-41:2009. W instalacji pracującej w układzie TN-S jako środek ochrony podstawowej zastosowano izolację części czynnych. Jako środek ochrony przy uszkodzeniu należy zastosować Samoczynne Wyłączenie Zasilania, realizowane przy pomocy bezpieczników topikowych oraz wyłączników instalacyjnych. Maksymalny czas wyłączenia zwarc jest równy: 5 sek. - dla WLZ-ów oraz 0,4 sek. i 0,2 sek. dla obwodów o napięciu odpowiednio 230V i 400V.

OCHRONA PRZECIWPÓŻAROWA

Zastosowany falownik ma zabezpieczenie przed pracą wyspową. W przypadku zaniku napięcia automatycznie wyłączy upływ energii do sieci. Na rozdzielnicach głównych oraz przy wejściu do budynku należy umieścić naklejkę informującą o zainstalowanej w obiekcie instalacji fotowoltaicznej. Projektowaną instalację fotowoltaiczną należy włączyć do sieci za przeciwpożarowy wyłącznik prądu tak żeby w wyniku wyzwolenia PPWP instalacja PV nie była zasilana.

Dodatkowo w celu wyłączenia podczas pożaru napięcia na przewodach DC zaleca się zabudowanie wyłączników DC. Do wyłącznika zlokalizowanego przy panelach z skrzynki RAC należy doprowadzić kabel sterujący N2XY-J 2x1mm². W normalnym stanie pracy, podczas obecności napięcia AC w instalacji budynku wyłącznik jest zamknięty. Podczas zaniku napięcia AC na dłużej niż 5 sek. styki wyłącznika zostają otwarte.

INSTALACJA UZIEMIAJĄCA

Przewiduje się realizację uziemienia ochronnego, któremu podlegać będą metalowe części, normalnie nieprzewodzące prądu, lecz mogące stanowić niebezpieczeństwo porażenia w trakcie pojawienia się na tych elementach napięcia.

Główną szynę uziemiającą GSU projektuje się przy inwerterze. W szczególności należy uziemić stoły za pomocą przewodu LgY 1x16 mm² konstrukcje rozdzielnic i szaf. Główną szynę uziemiającą należy podłączyć do instalacji uziemiającej oraz zabezpieczyć przed korozją i ewentualnymi uszkodzeniami mechanicznymi. Połączenia wyrównawcze pomiędzy panelami należy wykonać przewodem LgY 1x6 mm².

Przewody użyte do wykonania uziemień powinny mieć kolor żółto – zielony.

Rezystancja uziemiania <10Ω

Uwagi końcowe

Zgodnie z:

1. Ustawą z dnia 7 lipca 1994 roku Prawo Budowlane (tekst jednolity Dz. U. 2016r. nr 0 poz. 290 wraz z późniejszymi zmianami);
2. Ustawą z dnia 16 kwietnia 2004r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. 2014r. nr 0, poz. 883);
3. Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. 2004r. nr 198, poz. 2041 wraz z późniejszymi zmianami);
4. Ustawą z dnia 30 maja 2014 r.. o prawach konsumenta (Dz. U. 2014r., poz. 827), przy wykonywaniu prac budowlano - montażowych należy stosować wyroby dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie.
5. Za dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie uznaje się wyroby, dla których zgodnie z odrębnymi przepisami wydano:
 - certyfikat na znak bezpieczeństwa wykazujący, że zapewniono zgodność z kryteriami technicznymi określonymi na podstawie polskich norm, aprobat technicznych oraz właściwych przepisów i dokumentów technicznych;
 - deklarację zgodności lub certyfikat zgodności z polską normą lub aprobatą techniczną (w wypadku wyrobów, dla których nie ustanowiono polskiej normy), jeżeli nie są objęte certyfikacją na znak bezpieczeństwa.

Wszystkie użyte w projekcie nazwy produktów jak i firm mają tylko i wyłącznie zastosowanie do określenia parametrów technicznych i jakościowych urządzeń i materiałów wymaganych przez Zamawiającego do realizacji zadania.

Zamawiający dopuszcza możliwość stosowania „produktów” równoważnych, tj. zastosowanie innych materiałów i urządzeń, niż podane w dokumentacji projektowej, pod

warunkiem zapewnienia parametrów nie gorszych niż określone w tej dokumentacji (materiały i urządzenia równoważne).

Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia w trakcie wykonywania robót elektrycznych

1. Wszelkie prace prowadzone na budowie winny być wykonywane i nadzorowane przez osobę posiadającą uprawnienia wykonawcze do prowadzenia robót branży elektrycznej.
2. Roboty wykonywane przy urządzeniach pod napięciem może wykonywać tylko elektryk uprawniony (wymagane kwalifikacje określa rodzaj urządzeń oraz napięcie sieci, przy jakiej prowadzone są prace)
3. Sposób prowadzenia prac w pobliżu urządzeń i sieci podziemnych będących pod napięciem należy uzgodnić z użytkownikiem.
4. Urządzenia, instalacje elektroenergetyczne lub ich części, przy których będą prowadzone prace montażowe, konserwacyjne, remontowe lub modernizacyjne, powinny być wyłączone z ruchu, pozbawione czynników stwarzających zagrożenie i skutecznie zabezpieczone przed ich przypadkowym uruchomieniem
5. Jeżeli ruch urządzeń znajdujących się w pobliżu miejsca instalowania urządzeń instalacji energetycznych zagraża bezpieczeństwu pracowników, to urządzenia te powinny być na czas wykonywania tych prac wyłączone z ruchu.
6. Wyłączenie urządzeń i instalacji elektroenergetycznych spod napięcia powinno być dokonane w taki sposób, aby uzyskać przerwę izolacyjną w obwodach zasilających urządzenia i instalacje.
7. Prace pod napięciem należy wykonywać w oparciu o właściwą technologię pracy i przy zastosowaniu wymaganych narzędzi i środków ochronnych, określonych w instrukcji tych prac.
8. Prace w warunkach szczególnego zagrożenia dla zdrowia i życia ludzkiego powinny być wykonywane co najmniej przez dwie osoby, z wyjątkiem prac z zakresu prób i pomiarów, konserwacji i napraw urządzeń i instalacji elektroenergetycznych do 1kV, wykonywanych przez osobę wyznaczoną na stałe do tych prac w obecności pracownika asekurującego, przeszkolonego w udzielaniu pierwszej pomocy:
 - konserwacyjne, modernizacyjne i remontowe przy urządzeniach elektroenergetycznych lub ich części znajdujących się pod napięciem;
 - wykonywane w pobliżu nie osłoniętych urządzeń elektroenergetycznych lub ich części, znajdujących się pod napięciem;
 - przy wyłączonych spod napięcia, lecz nie uziemionych urządzeniach energoelektrycznych lub uziemionych w taki sposób, że żadne z uziemień - uziemiaczy nie jest widoczne z miejsca pracy;
 - związane z identyfikacją i przecinaniem kabli.

9. Prace w warunkach szczególnego zagrożenia zdrowia i życia ludzkiego należy wykonywać na podstawie polecenia pisemnego. Bez polecenia dozwolone jest wykonywanie czynności związanych z ratowaniem zdrowia i życia ludzkiego oraz zabezpieczenie urządzeń i instalacji przed zniszczeniem

10. Narzędzia pracy i sprzęt ochronny należy przechowywać w miejscach wyznaczonych, w warunkach zapewniających utrzymanie ich w pełnej sprawności.

11. Narzędzia pracy i sprzęt ochronny powinny mieć aktualne atesty (zgodnie z PN i dokumentacją producenta).

12. Zabronione jest używanie narzędzi sprzętu ochronnego, które nie są oznakowane a ich stan techniczny powinien być sprawdzony bezpośrednio przed użyciem.

Zestawienie materiałów:

Lp.	BRANŻA ELEKTRYCZNA: INSTALACJE FOTOWOLTAICZNE - biuro	Ilość
1	Panele fotowoltaiczne mono, bi-facial, glass-glass moc min 460W	88
2	Inwerter hybrydowy moc AC 40 kW, 4 MPPT	1
3	Bateryjny magazyn energii LFP min 58 kWh wraz z obudową zewnętrzną IP 55	1
4	Rozdzielnica RDC I RAC IP 65 wraz z zabezpieczeniami AC oraz DC typu I+II, wyłącznik DC	1
5	System montażowy jednorzędowy, jednopodporowy magnelis - kompletny	88
6	Przewód DC solarny w podwójnej izolacji min 6mm ²	120
7	Przewód połączeń wyrównawczych LgY 1x6 mm ² mb	100
8	Przewód uziemiający stoły LgY 1x16 mm ²	100
9	Przewód AC YAKXS żo SE 0,6/1kV 5x70mm ² mb	80
10	Wykop min 80cm głębokości mb	80
11	Przewód AC N2XH-J 5x16mm ² B2ca mb	20

BRANŻA ELEKTRYCZNA: INSTALACJA KOMPENSACJI MOCY BIERNEJ

Podstawa opracowania

- projekt architektoniczny budynku,
- zlecenie inwestora,
- aktualne przepisy i normy.

Wraz ze wzrostem zapotrzebowania na energię elektryczną i dynamicznym rozwojem technologii odnawialnych źródeł energii, takich jak instalacje fotowoltaiczne, coraz większe znaczenie zyskuje optymalizacja jakości energii elektrycznej dostarczanej do sieci oraz odbieranej przez odbiorców.

Jednym z kluczowych elementów wpływających na efektywność energetyczną systemów elektroenergetycznych jest kompensacja mocy biernej, która pozwala zminimalizować straty energii i poprawić współczynnik mocy ($\cos\phi$).

Cel projektu

Głównym celem niniejszego projektu jest zaprojektowanie układu kompensacji mocy biernej dla instalacji fotowoltaicznej o mocy 40,4 kWp. Zastosowanie baterii kondensatorów umożliwi:

- Zmniejszenie opłat związanych z poborem energii biernej, zgodnie z taryfami operatora systemu dystrybucyjnego.
- Poprawę jakości energii elektrycznej, co wpłynie korzystnie na stabilność pracy urządzeń elektrycznych i elektronicznych.
- Ograniczenie strat energii w przewodach przesyłowych i transformatorach.
- Spełnienie norm i wymagań dotyczących współczynnika mocy narzuconych przez lokalnych operatorów sieci energetycznych.

Projekt uwzględnia wymogi norm krajowych i międzynarodowych, w tym PN-EN 61921 oraz PN-EN 50160, które określają wymagania dla systemów kompensacji mocy biernej. Dodatkowo, rozwiązanie zostało zaprojektowane z myślą o wysokiej niezawodności, bezpieczeństwie i minimalnych kosztach eksploatacyjnych, co czyni je optymalnym rozwiązaniem zarówno dla małych, jak i średnich instalacji fotowoltaicznych.

Dobór baterii

Parametry wejściowe systemu:

Moc czynna (P) – 40kW

Napięcie znamionowe (U) – 400V AC

Częstotliwość – 50 Hz

Zapotrzebowanie na moc bierną – Przy współczynniku mocy $\cos\phi=0,9$ moc bierna wynosi:

$$Q = P * \tan \arccos(0.9) = 19,3kVar$$

W związku z powyższym zaleca się zastosowanie kompensatora aktywnego, typu SVG, o mocy 20kVar.

Zestawienie materiałów:

Lp.	BRANŻA ELEKTRYCZNA: INSTALACJA KOMPENSACJI MOCY BIERNEJ - biuro	Ilość
1	Aktywny kompensator mocy biernej 20 kVar	1

BRANŻA ELEKTRYCZNA: SYSTEM MONITORINGU I ZARZĄDZANIA ENERGIĄ EMS

Podstawa opracowania

- projekt architektoniczny budynku,
- zlecenie inwestora,
- aktualne przepisy i normy.

Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowy systemu monitoringu i zarządzania energią EMS dla budynku biurowego.

Zakres opracowania

- dobór rozwiązań nadrzędnej automatyki kotłowni
- algorytmy EMS
- integracja z automatyką producentów urządzeń grzewczych
- integracja z inwerterem instalacji fotowoltaicznej i baterijnym magazynem energii
- wielopunktowy system sensoryczny kontroli klimatu
- system kontrolno-pomiarowy nośników energii napędowej, pomocniczej oraz ciepła
- szkolenie dla użytkowników i operatora.
- utrzymanie i zarządzanie (kontrola i korygowanie).

1. Istniejący stan systemów kontroli klimatu

Automatyka istniejących systemów grzewczych dostosowuje temperaturę zasilania obiegów grzewczych do temperatury zewnętrznej w formie funkcji krzywej grzewczej.

Kontrola temperatur w pomieszczeniach odbywa się za pomocą ręcznie sterowanych głowic termostatycznych na grzejnikach.

2. Projektowany system monitoringu i zarządzania energią EMS

Projektowany system EMS rozszerzy kontrolę i zarządzanie funkcjonowaniem systemów grzewczych, fotowoltaicznych oraz bateryjnych magazynów energii.

Kontrola temperatury zbiorników buforowych i obiegów zostanie zrealizowana w formie krzywej grzewczej temperatury zewnętrznej uzupełnionej o korektę wynikającą z analizy odczytów systemu sensorycznego kontroli klimatu i wyniku pracy algorytmów zarządzających bezwładnością ciepłą budynku.

Zezwolenie pracy źródeł ciepła o zróżnicowanej sprawności wytwarzania będzie realizowane w funkcji dwóch warunków logicznych:

- analizy zapotrzebowania budynku na ciepło uwzględniającej również czasy rozgrzewania i wychładzania obszarów oddziaływania poszczególnych obiegów grzewczych monitorowanych za pomocą uśrednionych odczytów systemu sensorycznego kontroli klimatu
- analizy opłacalności stosowania alternatywnie lub łącznie źródeł o zmiennym koszcie wytworzenia ciepła.

NA SYSTEM SKŁADAJĄ SIĘ:

- Nadrzędna automatyka zintegrowana ze sterownikami producentów urządzeń grzewczych, instalacji fotowoltaicznej i bateryjnych magazynów energii realizująca funkcje zwiększające efektywność energetyczną i ekonomiczną.
- Wielopunktowy system sensoryczny czujników kontroli klimatu wewnątrz budynków.
- Aparatura kontrolno-pomiarowa nośników energii napędowej, pomocniczej oraz ciepła.
- Panel operatorski HMI z możliwością zdalnego dostępu z użyciem VPN.
- Szkolenie dla użytkowników i operatora.
- Utrzymanie i zarządzanie (kontrola i korygowanie).

3. Dobór rozwiązań nadrzędnej automatyki kotłowni

NA SYSTEM SKŁADAJĄ SIĘ:

- Swobodnie programowalny w środowisku np. CodeSys, TwinCAT, Niagara lub podobnym systemie komputer przemysłowy typu PLC wyposażony w wejścia i wyjścia analogowe, cyfrowe oraz możliwość obsługi protokołów: MQTT, Modbus RTU i TCP, BACnet IP, MS/TP, SNMP i M-bus.
- Panel operatorski HMI udostępniany przez przeglądarkę internetową i serwer HTTP.
- Osprzęt sieciowy obejmujący, co najmniej pięcioportowy switch, umożliwiający zasilanie w technologii POE.

Funkcje zwiększające efektywność energetyczną i ekonomiczną automatyka EMS realizuje poprzez parametryzowanie funkcji automatyki podrzędnej (producentów urządzeń grzewczych i bateryjnych magazynów energii) z użyciem protokołów Modbus RTU, Modbus TCP lub BACnet IP oraz zarządzanie pracą zaworów mieszających, przełączających, pomp obiegowych, ładowaniem i rozładowaniem magazynów energii.

Algorytmy sterujące automatyką producentów urządzeń zostaną rozbudowane o możliwość zadawania korekt dla wyników funkcji krzywych grzewczych obiegów CO i temperatur zadanych na zbiornikach buforowych oraz monitorowania i korekt wymaganego poziomu naładowania baterijnego magazynu energii.

Mechanizm załączania źródeł szczytowych poprzez wejście/wyjście cyfrowe lub protokół cyfrowy zostanie rozbudowane o „pozwolenie pracy z systemu EMS” w ten sposób, by system EMS mógł okresowo zablokować załączanie poszczególnych źródeł.

4. Algorytmy EMS

ALGORYTMY EMS dopasowywać będą wartości zadane pracy urządzeń takie jak:

- Temperatur zasilania lub powrotu obiegów grzewczych bezpośrednio poprzez regulowanie funkcjami PID sygnałów sterujących siłownikami zaworów mieszających, przełączających lub pośrednio poprzez parametryzowanie temperatury zadanej w sterowniku producenta urządzenia.
- Temperatur w zbiornikach buforowych zasilających obiegi grzewcze.
- Wymagany poziom naładowania baterijnego magazynu energii tak, aby kontrolować przepływy pomiędzy magazynem a instalacją budynku i przyłączem energetycznym OSD.

W celu zwiększenia efektywności energetycznej i ekonomicznej obiektu system EMS wykorzystuje funkcje:

- **Priorytetyzowania pracy źródła ciepła o niższym koszcie wytworzenia ciepła** poprzez obliczanie i porównywania kosztu dla pompy ciepła oraz źródła szczytowego w postaci kotła zasilanego olejem opałowym.

Dla kotła system EMS przyjmuje koszt wytworzenia ciepła równy iloczynowi:

- wartości opałowej 1 litra oleju opałowego w kWh
- sprawności wytwarzania urządzenia
- kosztu zakupu 1 litra oleju opałowego

Wartość opałową oraz aktualny koszt zakupu wprowadza użytkownik systemu EMS w dedykowanej do tego celu sekcji wizualizacji HMI

Dla pompy ciepła EMS przyjmuje koszt wytworzenia ciepła równy ilorazowi:

Koszt wytworzenia ciepła = (Sumaryczny kosztu zakupu 1 kWh energii elektrycznej) / (Współczynnik sprawności wytwarzania COP dla danego punktu pracy pompy ciepła)

- Sumaryczny kosztu zakupu 1 kWh sieciowej energii elektrycznej, składa się z:
 - sumy składowych opłat zmiennych związanych z przesyłem energii
 - sumy składowych opłat zmiennych związanych z zakupem energii elektrycznej dla danego okresu godzinowego lub 15-minutowego.

Składowe opłat zmiennych zakupu i przesyłu energii dzielą się na wartości stałe oraz zależne od godziny, dnia tygodnia, aktualnego miesiąca oraz kalendarza dni wolnych ustawowo.

Algorytm będzie obliczał wysokość składników zgodnie z wbudowanym RTC oraz zaprogramowanym harmonogramem i wartościami poszczególnych składowych kosztu dla danego okresu godzinowego lub 15-minutowego.

W dedykowanej do tego celu sekcji wizualizacji HMI należy przewidzieć odpowiednio:

- *pola do wprowadzania składowych stałych*
- *pola do wprowadzania składowych opisanych harmonogramem*
- *harmonogramy dla poszczególnych składowych.*

Dla składowych stałych należą:

- *Stawka jakościowa*
- *Opłata OZE*
- *Opłata kogeneracyjna*

Do składowych zmiennych należą, w zależności od taryfy:

- *W zależności od stosowanej taryfy 1,2 lub 3-strefowej:*
 - *Energia elektryczna: szczyt*
 - *Energia elektryczna: poza szczytem*
 - *Energia elektryczna: szczyt przedpołudniowy*
 - *Energia elektryczna: szczyt popołudniowy*
 - *Energia elektryczna: dzienna*
 - *Energia elektryczna: nocna*
 - *Energia elektryczna: pozostałe godziny doby*
- *Składnik zmienny stawki sieciowej strefa 1*
- *Składnik zmienny stawki sieciowej strefa 2*
- *Składnik zmienny stawki sieciowej strefa 3*
- *Opłata mocowa*

W przypadku zastosowania taryfy strefowej zakupu energii elektrycznej podstawą do wyliczenia kosztu zakupu energii elektrycznej będą dane o stawkach dla poszczególnych stref czasowych w godzinach i dniach obowiązywania danej strefy.

W przypadku zastosowania taryfy dynamicznej zakupu energii podstawą do wyliczenia kosztu zakupu energii elektrycznej będą dane stosownego indeksu Towarowej Giełdy Energii, o rozdzielczości godzinowej lub 15-minutowej, powiększone o narzut kwotowy lub procentowy stosowany przez sprzedawcę energii.

Godzinowe lub piętnastominutowe dane stosownego indeksu Towarowej Giełdy Energii system EMS pobiera za pomocą rozwiązania typu API z ogólnodostępnych źródeł np. serwisów Polskich Sieci Elektroenergetycznych .

Dla energii elektrycznej, pochodzącej bezpośrednio z instalacji fotowoltaicznej, przyjmuje się zerową wartość zakupu w przypadku wystąpienia korelacji czasu produkcji i zużycia przez pompę ciepła.

W przypadku, gdyby ilość energii, wytworzona w instalacji fotowoltaicznej nie pokrywała w całości zużycia przez pompę ciepła, brakujące części energii należy przypisać koszt:

- *obliczonego kosztu energii w magazynie bateryjnym*
- *sumaryczny kosztu zakupu 1 kWh sieciowej energii elektrycznej*

Dla energii zmagazynowanej w bateryjnym magazynie przyjmuje się średnią ważoną, przy czym do średniej przyjmuje się energię z PV, jako zerowy koszt, a energię zakupioną z sieci

jako „Sumaryczny kosztu zakupu 1 kWh sieciowej energii” dla wolumenów i okresów ładowania.

- Współczynnik sprawności wytwarzania COP dla danego punktu pracy pompy ciepła:
Algorytm będzie korzystał z wewnętrznej bazy danych wartości COP dla różnych punktów pracy. Do bazy danych należy pierwotnie wprowadzić współczynniki COP deklarowane przez producenta pompy ciepła.

Wartości COP, dla temperatur zewnętrznych oraz temperatury wypływu z pompy ciepła znajdujące się poza punktami zapisanymi w bazie danych przybliża się funkcją liniową, na podstawie dwóch najbliższych punktów zapisanych w bazie danych.

Algorytm będzie obliczał dynamiczne i agregował w bazie danych rzeczywiste wartości współczynnika sprawności wytwarzania pompy ciepła COP w punktach pracy poprzez:

- Obliczenie, dla założonego okresu 15 do 30 minut, ilorazu ilości wytworzonego ciepła odczytanej z ciepłomierza oraz ilości energii elektrycznej, napędowej, odczytanej z licznika energii, zużytej przez pompę ciepła w tym samym okresie.

Metoda obliczania ilości ciepła i energii elektrycznej, napędowej uwzględni eliminację z analizowanego okresu danych rozruchu urządzeń np. poprzez pominięcie okresu 3 do 5 pierwszych minut po uruchomieniu pompy ciepła.

Zmierzone dynamicznie, w różnych punktach pracy, wartości będą agregowane w wewnętrznej bazie danych i posłużą do dalszego liniowego przybliżania metodą opisaną powyżej.

W przypadku wystąpienia pomiaru punktu pracy, który już znajduje się w bazie danych, z wartości historycznej oraz zmierzonej zostanie wyciągnięta średnia i zapisana w miejsce poprzedniej wartości historycznej.

Okres działania dynamicznego pomiaru rzeczywistego COP należy dostosować do specyfiki użytkowania obiektu i osiągniętej dokładności bazy danych.

Po zebraniu wystarczającej ilości prób i kontroli poprawności wyników, funkcjonalność można okresowo wyłączać by uniknąć obciążania systemu tym procesem.

Algorytm zarządza pracą alternatywną źródeł ciepła i kolejnością załączania urządzeń grzewczych tak, aby priorytetyzować pracę urządzenia o niższym koszcie wytworzenia ciepła tak długo, aż do uzyskania wymaganego parametru grzewczego konieczne jest uruchomienie źródła o wyższym koszcie wytwarzania.

Przykładowo, jeżeli w aktualnym okresie, koszt wytworzenia ciepła przez pompę ciepła, wynikający z sumarycznego kosztu energii elektrycznej, napędowej i pobranego z bazy danych COP, jest wyższy, niż pracy kotła na olej opałowy system wyłącza pompę ciepła aż do czasu, gdy nastąpi zmiana warunku ekonomicznego.

Analogicznie, jeżeli koszt wytworzenia ciepła, przez pompę ciepła, jest niższy, algorytm wyłączy kocioł olejowy aż do czasu, gdy nastąpi zmiana warunku ekonomicznego lub wystąpi długotrwały uchyb osiągniętej temperatury zasilania/powrotu względem zadanej wartości.

Algorytm monitoruje uzyskiwane temperatury bufora oraz obiegów grzewczych, by wymuszać pracę alternatywną, sterowaną sygnałami cenowymi tak długo, aż nie wystąpi długotrwały uchyb pomiędzy zadaną temperaturą a uzyskiwanym na obiegach parametrem.

W takim przypadku alternatywną pracę urządzeń należy wstrzymać oraz załączyć oba źródła ciepła aż do uzyskania na obiegach wymaganej temperatury.

Maksymalny czas pracy układu, w przypadku wystąpienia długotrwałego uchybu, będzie definiowany w dedykowanej do tego celu sekcji wizualizacji HMI.

- **Korekta krzywej grzewczej** obiegów i bufora w oparciu o odczyt temperatury wewnętrznej.

Algorytm monitoruje i dostosowuje parametry zasilania/powrotu obiegów CO i bufora w funkcji temperatury zewnętrznej (krzywa grzewcza) oraz korekty opartej o algorytm PID i uchyb uśrednionych odczytów temperatury wewnętrznej dla zdefiniowanych obszarów względem temperatury zadanej z harmonogramów pracy.

W przypadku zmierzenia uchybu uśrednionej temperatury wewnętrznej od wartości zadanej w harmonogramie zadana temperatura zasilania/powrotu lub bufora zostanie odpowiednio podwyższona lub obniżona tak, aby uzyskiwać temperatury wewnętrzne możliwie bliskie zadanym w harmonogramie.

W dedykowanej sekcji wizualizacji HMI należy umożliwić definiowanie:

- punktów co najmniej 4-punktowej krzywej grzewczej
- maksymalnych zakresów korekty, osobno dla obniżania i podwyższania, w funkcji uchybu temperatury wewnętrznej
- górnego oraz dolnego ograniczenia temperatury obiegów i bufora
- tygodniowych harmonogramów dni i godzin użytkowania obiektu z podziałem na:
 - strefy przypadające na obiegi grzewcze
 - temperaturę komfortu w godzinach użytkowania
 - obniżoną temperaturę poza godzinami użytkowania

Harmonogramy uwzględnią kalendarz dni ustawowo wolnych od pracy.

- **Zarządzanie bezwładnością cieplną budynku** tj. obniżenia temperatur wewnętrznych poza okresami użytkowania budynku i wstępne rozgrzewanie:

- Algorytm z wyprzedzeniem oblicza czas potrzebny na skompensowanie uchybu temperatur wewnętrznych względem zadanej tak, aby osiągnąć pożądaną temperaturę komfortu użytkowników na początek godzin użytkowania, zgodnie z wprowadzanymi przez użytkowników harmonogramami.
- Uruchamia w obliczonym czasie wielostopniowe rozgrzewanie zbiorników buforowych a następnie obiegów grzewczych.
 Pierwszym stopniem rozgrzewania jest podniesienie temperatury zbiorników buforowych do wartości wynikającej z krzywej grzewczej (zniesienie obniżenia lub

podwyższenia zadanej temperatury obiegów CO wynikających z uchybu temperatury wewnętrznej względem zadanej temperatury wewnętrznej budynku oraz obniżenia na godziny poza okresem użytkowania).

Drugim stopniem jest podniesienie temperatur zadanych na obiegach CO i buforze do wartości docelowej wynikającej z krzywej grzewczej i następnie jej powiększanie o wartość wynikającą z uchybu temperatury wewnętrznej.

Trzecim stopniem, o ile będzie wymagany, jest umożliwienie załączania źródeł szczytowych tj. źródła o wyższym koszcie wytwarzania ciepła.

- Do obliczania czasu rozgrzewania obszaru budynku algorytm wykorzystuje zebrane dane statystyczne zmierzonych czasów rozgrzewania:

Tworzy bazę danych obejmującą przedziały temperatur zewnętrznych i średnich wewnętrznych dla danego obiegu.

Dla temperatur zewnętrznych przedziałem są 3 stopnie, przykładowo wartości pomiędzy 15 a 12 stopni, 12-9, 9-6 itd. na -18 kończąc.

Dla temperatur wewnętrznych przedziały mają zakres 0,2 stopnia, przykładowo wartości pomiędzy 20 a 19,8 stopni, 19,8-19,6 oraz 19,6-19,4 itd. na 15 kończąc.

Dla każdej kombinacji tych danych zapisuje zmierzony czas od wyłączenia obniżenia na buforze, obiegach CO do osiągnięcia zadanej w harmonogramie temperatury komfortu użytkowników, przykładowo czas, jaki upłynął od rozgrzania obszaru z 18,1 do 20 stopni. Zapisany do bazy danych, nowy czas stanowi średnią arytmetyczną pomiędzy poprzednim, pobranym z bazy zapisem, a zmierzonym danego dnia. W ten sposób algorytm stopniowo zwiększa dokładność ograniczając wpływ sytuacji nietypowych.

- Oblicza i wdraża wstępne wychładzania obiektu (ograniczenia parametrów zadanych w zbiornikach buforowych a następnie obiegów CO) przed zakończeniem godzin użytkowania uwzględniając bezwładność cieplną budynku tak, by zmniejszyć zużycie energii przy zachowaniu warunków względnego komfortu użytkowników (zdefiniowane maksymalne obniżenie temperatury w pomieszczeniach na godzinę zakończenia użytkowania budynku np. 0,5 stopnia).

Wartość względnego obniżenia, będzie definiowana w dedykowanej do tego celu sekcji wizualizacji HMI.

- Obliczane czasy dla obiegów są uwarunkowane interwałami przekazywania danych przez system sensoryczny wobec czego obliczenia zostają zawsze zaokrąglone w górę do pełnych pięciu minut.
- Czas wstępnego wychładzania obiektu obliczany jest analogicznie, jak rozgrzewania – funkcja monitoruje temperaturę zewnętrzną i z bazy danych pobiera wartość spadku temperatury na interwał 5 minutowy przypadającą na dane warunki zewnętrzne. Następnie oblicza, ile minut przed zakończeniem okresu harmonogramu należy ograniczyć temperatury zadane bufora i CO tak, aby na zakończenie temperatury w budynku nie spadły o więcej niż zdefiniowane przykładowo 0,5 stopnia. Po osiągnięciu zadanego spadku zwraca do bazy danych nową wartość będącą średnią arytmetyczną pobranej wcześniej wartości historycznej oraz zmierzonej danego dnia zaokrągloną w dół do pełnym 5 minut.

W trakcie działania tej funkcji aktywny jest mechanizm sterujący temperaturą zadaną dla buforów w relacji do pozycji zaworów mieszających.

5. Integracja z automatyką producentów urządzeń grzewczych

System EMS należy skomunikować dwustronnie ze sterownikami producenta pomp ciepła.

EMS będzie pobierał ze sterownika i udostępniał użytkownikowi kluczowe dane z urządzenia takie jak:

- Błędy i awarie wraz z datą wystąpienia, kodem i opisem producenta
- Tryb pracy
- Wartości zadanych parametrów pracy
- Wartości odczytanych parametrów pracy

Zarządzanie załączaniem i temperaturą wypływu z kotła zasilanego olejem opałowym odbywa się poprzez pozwolenie pracy realizowane analogowo oraz za pomocą zaworu czterodrogowego, mieszającego obiegi pompy ciepła i kotła.

6. Wielopunktowy system sensoryczny

NA SYSTEM SKŁADAJĄ SIĘ:

- Koncentrator prywatnej sieci LoRa z funkcją Gateway LTE, brokera MQTT, szyfrowania TLS, LoRa Server, obsługą OpenVPN, w wykonaniu zewnętrznym zapewniającym klasę odporności IP67/NEMA-6 i zasilanie POE.
- Bezprzewodowe czujniki temperatury i wilgotności pracujące w sieci prywatnej LoRa umożliwiające transmisję danych w interwałach pięciominutowych.
- Przewodowe czujniki temperatury zewnętrznej podłączone do PLC w kotłowni

Czujnik należy montować w porozumieniu z administratorem obiektu, tak, aby średnia z pomiaru dla zdefiniowanego obszaru było możliwe reprezentatywna.

Lokalizacja czujnika powinna, w miarę możliwości, znajdować się na ścianie wewnętrznej, w oddaleniu od źródeł ciepła, na wysokości twarzy i poza obszarem bezpośredniego nasłonecznienia.

W salach gimnastycznych i miejscach wskazanych przez administratora, jako narażone na uszkodzenia lub wandalizm należy zastosować dodatkowe osłony czujników.

Dla poszczególnych obiegów grzewczych należy przyporządkować grupy czujników, na które oddziałują odbiorniki ciepła z danego obiegu i, poza indywidualnymi odczytami, obliczać średnie dla danego obiegu grzewczego.

7. Aparatura kontrolno-pomiarowy nośników energii napędowej, pomocniczej oraz ciepła

W celu dokumentowania osiągnięcia efektu ekologicznego obiektu system EMS będzie agregował w czasie rzeczywistym stany licznikowe i obliczał okresowe zużycie mediów energetycznych oraz ciepła zgodnie z podziałem na rodzaje energii. W tym celu należy zintegrować aparaturę kontrolno-pomiarową oraz umożliwić użytkownikowi systemu wprowadzanie daty oraz ilości dostarczonego oleju opałowego.

NA SYSTEM SKŁADAJĄ SIĘ:

- Dwukierunkowy licznik energii elektrycznej dla RG obiektu zintegrowany z inwerterem hybrydowym i systemem EMS, energii napędowej pomp ciepła, wyposażone w moduły komunikacji przewodowej z użyciem protokołu Modbus RTU, TCP, M-bus lub bezprzewodowej LoRa.
- Licznik energii elektrycznej, napędowej pompy ciepła, wyposażony w moduły komunikacji Modbus RTU, TCP, M-bus lub bezprzewodowej LoRa zlokalizowany w kotłowni, realizujący pomiar energii zużytej przez pompę ciepła.
Licznik nie będzie agregował energii pomocniczej osprzętu pompy ciepła i kotłowni.
- Ciepłomierz wyposażony w moduły komunikacji Modbus RTU, zlokalizowany w kotłowni, realizujący pomiar ciepła wytworzonego przez pompę ciepła.

Pozyskiwane dane z systemu kontrolno-pomiarowego będą prezentowane w podziale kalendarzowym – na bieżące odczyty, dni, miesiące i lata oraz rodzaje energii:

- Energia elektryczna, wytworzona w instalacji fotowoltaicznej
- Energia elektryczna zmagazynowania w bateryjnych magazynach energii i oddana do zasilania obiektu
- Energia elektryczna, napędowa zużyta na potrzeby zasilania pompy ciepła
- Energia elektryczna, napędowa pompy ciepła pochodząca z instalacji fotowoltaicznej lub magazynów energii (w przypadku produkcji przez PV lub rozładowania magazynu przyjmuje się, iż pierwszeństwo zasilania ma pompa ciepła, czyli należy przyporządkować tę energię do zasilania pompy ciepła porównując licznik energii napędowej do produkcji lub rozładowania magazynu następujących w tym samym okresie)
- Ciepło wytworzone przez pompę ciepła

8. Integracja z systemem fotowoltaicznych i magazynem energii.

System EMS należy skomunikować dwustronnie z inwerterem hybrydowym i sterownikiem baterijnego magazynu energii.

EMS będzie pobierał, obliczał, agregował w wewnętrznej bazie danych i udostępniał użytkownikowi kluczowe dane z urządzeń takie jak:

- Błędy i awarie wraz z datą wystąpienia, kodem i opisem producenta
- Tryb pracy
- Wartości zadanych parametrów pracy
- Wartości odczytanych parametrów pracy
- Moc strony DC instalacji fotowoltaicznej z podziałem na sumaryczną, stringi lub MPPT
- Moc strony AC instalacji fotowoltaicznej, oddawaną do obiektu
- Moc ładowania magazynu baterijnego wraz z informacją, czy ładowanie odbywa się z wykorzystaniem energii z instalacji PV, czy energii sieciowej OSD
- Moc rozładowania magazynu baterijnego do obiektu
- Wymagany, minimalny stan naładowania magazynu baterijnego

- Rzeczywisty stan naładowania magazynu bateryjnego
- Ilości energii z podziałem na aktualny dzień, miesiąc, kolejne lata oraz sumaryczne:
 - wytworzonej w instalacji fotowoltaicznej
 - wytworzonej w instalacji fotowoltaicznej i zużytej na autokonsumpcję (bez ładowania magazynu)
 - wytworzonej w instalacji fotowoltaicznej i zmagazynowanej w baterijnym magazynie energii
 - sumarycznej, zużytej na autokonsumpcję (autokonsumpcja z PV + wytworzonej w instalacji fotowoltaicznej i zmagazynowanej w baterijnym magazynie energii)
 - wytworzonej w instalacji fotowoltaicznej i oddanej do sieci OSD
 - ładowanej do magazynu baterijnego z sieci OSD

9. Stanowisko operatorskie z systemem typu SCADA.

NA SYSTEM SKŁADAJĄ SIĘ:

- Oprogramowanie typu SCADA obsługiwane poprzez HMI, umożliwiające:
 - Komunikację z pozostałymi elementami systemu EMS z wykorzystaniem protokołów: MQTT, Modbus RTU i TCP, BACnet IP i MS/TP, SNMP.
 - Kontrolę dostępu hasłami dla poziomów: serwisu, operatora i użytkownika.
 - Dostęp do nieograniczonej liczby użytkowników oraz możliwość konfiguracji praw dostępu użytkowników do danych i funkcji w systemie.
 - Zdalny dostęp do SCADA musi przewidywać możliwość logowania z prostych, domowych zestawów komputerowych oraz urządzeń mobilnych z wykorzystaniem popularnych przeglądarek internetowych oraz przy stałym i zmiennym adresie IP z zachowaniem szyfrowania TLS i kontroli dostępu.
 - Obsługę wizualizacji paneli operatorskich/użytkownika:
 - Wyświetlanie stanu pracy urządzeń, temperatur obiegów grzewczych, temperatur systemu sensorycznego, aktualnego okresu harmonogramu, alarmów urządzeń kotłowni, przekroczeń ustalonych wskaźników, w tym alarmów dochowania komfortu użytkowników (długotrwałe obniżenie mierzonej temperatury poniżej wartości zadanych).
 - Alarmy powinny być wyświetlane z poziomu dostępu każdego użytkownika, a powiadomienia o wystąpieniu muszą być wysyłane na definiowane adresy e-mail i numery telefonów.
 - Definiowanie harmonogramów pracy/czasów użytkowania, zadanych temperatur komfortu użytkowników oraz zakresu obniżen poza godzinami użytkowania.
 - Wyświetlanie stanów licznikowych, aktualnie mierzonej mocy, zużycia w zadanym okresie, z podziałem na wartości dobowe, miesięczne, roczne i sumaryczne dla okresu użytkowania.
 - Parametryzowanie funkcji EMS, m.in. temperatury bazowej, punktów biwalentnych załączania źródeł, okresu trwałego uchyby temperatur zasilania/powrotu, zakresu korekt krzywych grzewczych etc.
 - Agregowanie danych z pozostałych elementów systemu do bazy danych.

- Wyświetlanie i zestawianie dowolnych danych z bazy w formie graficznej z możliwością eksportu do formatu XLS i/lub CSV.
- Tworzenie raportów z zebranych danych w formacie PDF.

10. Szkolenie dla użytkowników i operatora.

NA SZKOLENIE SKŁADAJĄ SIĘ:

- Przekazanie i omówienie instrukcji obsługi systemu dla poziomu dostępu użytkownika i operatora wraz z wytycznym do postępowania w przypadku wystąpienia alarmów lub awarii.
- Przeprowadzenie zajęć praktycznych z:
 - wprowadzania zmian funkcji z użyciem paneli HMI i stanowiska operatora
 - zestawiania danych w systemie SCADA
 - generowania raportów
 - wykonywania dodatkowych kopii zapasowych danych, poza mechanizmem automatycznym

11. Utrzymanie i zarządzanie (kontrola i korygowanie).

Po zakończeniu wdrożenia Wykonawca będzie zarządzał EMS przez okres 24 miesięcy. Zarządzanie EMS będzie polegało na kontroli oraz korygowaniu funkcji dostępnych z poziomu EMS, takich jak m.in.:

- regulacja PID zarządzających pracą zaworów mieszających i temperaturą zadaną zbiorników buforowych,
- kontrola poprawności obliczania czasu wstępnego rozgrzewania budynków wraz z mechanizmem zapisywania i odczytywania dedykowanej bazy danych,
- ustaleniu trendu wychładzania dolnego źródła, strategii regeneracji i korekcie punktów biwalentnych temperatur dla blokady załączania gruntowych pomp ciepła,

Wykonawca sporządzi raporty z wyszczególnieniem wprowadzonych zmian i rekomendacji dla operatora i użytkowników systemu EMS po zakończeniu 12 i 24 miesięcy zarządzania EMS.

12. Zestawienie materiałów:

Lp.	Nazwa	Ilość
1	Komputer przemysłowy PLC wyposażony w wejścia i wyjścia analogowe, cyfrowe oraz możliwość obsługi protokołów: MQTT, Modbus RTU i TCP, BACnet IP, MS/TP, SNMP i M-bus	1 szt.
2	Switch Gigabit Ethernet	1 szt.
3	Koncentrator prywatnej sieci LoRa z funkcją Gateway LTE, brokera MQTT, szyfrowania TLS, LoRa Server, obsługą OpenVPN	1 szt.
4	Bezprzewodowe czujniki temperatury i wilgotności pracujące w sieci prywatnej LoRa umożliwiające transmisję danych w interwałach pięciominutowych.	8 szt.
5	Przewodowy czujnik temperatury	6 szt.
6	Trójfazowy, dwukierunkowy licznik energii elektrycznej, komunikacja Modbus RTU, TCP lub M-bus	1 szt.
7	Trójfazowy licznik energii elektrycznej, komunikacja Modbus RTU, TCP lub M-bus	1 szt.
8	Ciepłomierz z komunikacją Modbus RTU, TCP lub M-bus	1 szt.

BRANŻA SANITARNA: INSTALACJA POMPY CIEPŁA

Podstawa opracowania

- projekt architektoniczny budynku,
- zlecenie inwestora,
- aktualne przepisy i normy.

Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest przebudowa i rozbudowa kotłowni olejowej zlokalizowanej w budynku biurowym dla budynku biurowego.

Zakres opracowania

- sterowanie pracą kotłowni
- dobór głównych parametrów pompy ciepła
- dobór armatury, sposób montażu

1. Informacje ogólne

Budynek biura Nadleśnictwa Zwoleń zlokalizowany jest w m. Miodne Leśniczówka obręb 0014 Męciszów dz. nr 625. Jest to budynek wolnostojący, dwukondygnacyjny, częściowo podpiwniczony. Budynek ogrzewany jest za pomocą instalacji grzejnikowej zasilanej z kotłowni olejowej. Przygotowanie c.w.u. w podgrzewaczach elektrycznych. Szacunkowe zapotrzebowanie budynku na moc w warunkach obliczeniowych wynosi około 50kW, dobór pompy ciepła o mocy około 22kW na punkt pracy A2/W55 pozwoli na pokrycie minimum 83% sumarycznego rocznego zapotrzebowania na energię.

2. Opis projektowanych rozwiązań

W projekcie przewiduje się rozbudowę i przebudowę kotłowni olejowej o pompę ciepła. Kocioł olejowy, zbiornik oleju opałowego oraz zabezpieczenia kotła pozostaną bez zmian. Na nowo wykonane będą rozdzielacze zasilania i powrotu dwóch obiegów grzewczych (przy zachowaniu istniejących pomp wraz z zaworami zwrotnymi). Dobrano pompę ciepła o mocy 22kW w punkcie pracy A2/W55. Projektuje się rozbudowę obiegu kotła olejowego o sprzętło hydrauliczne i pompę obiegową wraz z osprzętem, montaż zaworu czterodrogowego, pompę obiegu pompy ciepła wraz z armaturą i bufor o pojemności 200 litrów.

STEROWANIE PRACĄ KOTŁOWNI ZA POMOCĄ STEROWNIKA POMPY CIEPŁA:

Sterowanie nadrzędne odbywa się poprzez parametryzowanie sterownika pompy ciepła przez system EMS zadaną temperaturą zasilania obliczoną zgodnie z wynikiem algorytmów EMS.

Regulacja temperatury zasilania przy pracy łącznej z kotłem olejowym za pomocą zaworu czterodrogowego.

Pompę ciepła należy usadowić na postumencie wykonanym wg DTR urządzenia. Pompa powinna znaleźć się co najmniej 1,5m od budynku jeśli kierunek przepływu powietrza będzie prostopadły do ściany (przepływ musi być w kierunku od ściany budynku) lub w bliższej odległości w przypadku przepływu powietrza równoległe do ściany budynku.

DOBÓR GŁÓWNYCH PARAMETRÓW POMPY CIEPŁA:

- w punkcie pracy A2/W55 moc 22kW (lub wyższa)
- maksymalny pobór mocy 14kW
- maksymalny poziom mocy akustycznej w trybie normalnej pracy 65dB(A)
- możliwość pracy w temperaturze do -20°C
- maksymalna temperatura zasilania minimum 60°C

DOBÓR ARMATURY, SPOSÓB MONTAŻU:

Przewody zasilania i powrotu z pompy ciepła do kotłowni należy prowadzić w izolacji termicznej poniżej strefy przemarzania. Przewody należy prowadzić z minimalnym spadkiem w kierunku kotłowni. Przebiecie ściany kotłowni należy wykonać jako wodoszczelne. W kotłowni w najniższym punkcie instalacji zamontować zawory spustowe i następnie zawory odcinające. Przewody prowadzić pod sufitem w kierunku rozdzielacza obiegów c.o.

Na przewodzie powrotnym należy umieścić pompę obiegową o wydajności 3,2m³/h oraz wysokości podnoszenia 4,0mH₂O oraz zawory odcinające DN40, zawór zwrotny DN40, filtr siatkowy DN40 oraz licznik ciepła DN32 Q₃=3,5m³/h. Bezpośrednio za rozdzielaczem powrotu instalacji c.o. należy umieścić separator powietrza i zanieczyszczeń DN40. Przewód zasilania z pompy ciepła należy prowadzić przez zawór 4-drogowy mieszający. Dobrano zawór 4-drogowy DN25 o Kvs=10m³/h.

Nastawa pozycji zaworu 4-drogowego ze sterownika pompy ciepła, w przypadku, gdy możliwe jest parametryzowanie z systemu EMS. Jeżeli sterownik pompy ciepła nie umożliwia kontroli na poziomieysterowania zaworu należy przyłączyć go bezpośrednio do sterownika systemu EMS.

Na przewodzie zasilania pomiędzy zaworem 4-drogowym a rozdzielaczem zasilania obiegów c.o. projektuje się bufor o pojemności 200 litrów. Pomiędzy przewodami zasilania i powrotu należy umieścić zawory zwrotne DN40 wg schematu technologicznego. Bufor należy umieścić w pomieszczeniu gospodarczym za ścianą kotłowni. Bufor powinien mieć co najmniej 2 króćce DN32 lub DN40. Przy buforze w pomieszczeniu gospodarczym należy umieścić naczynie wzbiorcze o pojemności 50 litrów, zawór bezpieczeństwa o średnicy ¾" i ciśnieniu otwarcia 3bar, manometr i zawór spustowy. Przed naczyniem wzbiorczym należy zamontować zawór DN20 zabezpieczony przed zamknięciem.

Minimalne ciśnienie pracy instalacji wg DTR pompy ciepła, jednak nie niższe niż 1bar i nie wyższe niż 3 bar. Uzupełnianie wody w instalacji wodą uzdatnioną poprzez ręczne otwarcie dwóch zaworów i obserwację manometru. Nie zaleca się montażu automatycznego uzupełniania wody w instalacji. Przewód napełniania należy wpiąć w rozdzielacz powrotu. Zaleca się napełnianie instalacji w tempie nie większym niż 1 piętro/godzina. Przed napełnieniem instalacji należy wykonać próbę szczelności. Próbę szczelności

wykonać na ciśnienie równie 1,5 ciśnienia roboczego instalacji w czasie jednej godziny. Podczas próby manometr nie powinien pokazać spadku ciśnienia. Po próbie szczelności należy wykonać płukanie chemiczne instalacji i następnie napełnić ją wodą uzdatnioną.

Na instalacji należy zamontować termometry i manometry – rozmieszczenie wg schematu technologicznego. Instalację należy wyposażać w zawory spustowe – przy ścianie budynku w celu wypuszczenia wody z pompy ciepła, pod rozdzielaczami, przy buforze oraz przy zwrotnicy hydraulicznej na obiegu kotła olejowego.

Na obiegach c.o. należy zamontować pompy obiegowe (dopuszcza się wykorzystanie istniejących pomp), zawory odcinające, zawory zwrotne i filtry siatkowe.

Na obiegu kotła olejowego zamontować pompę obiegową o wydajności 3,5m³/h oraz wysokości podnoszenia 3,0mH₂O, zawory odcinające, zawór zwrotny oraz sprzęgło hydrauliczne z filtrowymulnikiem DN50 z króćcami DN32, sprzęgło powinno być wyposażone w zawór spustowy i odpowietrznik. Zabezpieczenia kotła olejowego – naczynie wzbiornicze, zawór bezpieczeństwa i zabezpieczenie stanu wody – bez zmian.

Rozmieszczenie czujników temperatury zasilania, powrotu, temperatury kotła olejowego i temperatury zewnętrznej wg schematu technologicznego. Czujnik temperatury zewnętrznej zaleca się umieścić w zacienionym miejscu na ścianie północnej budynku.

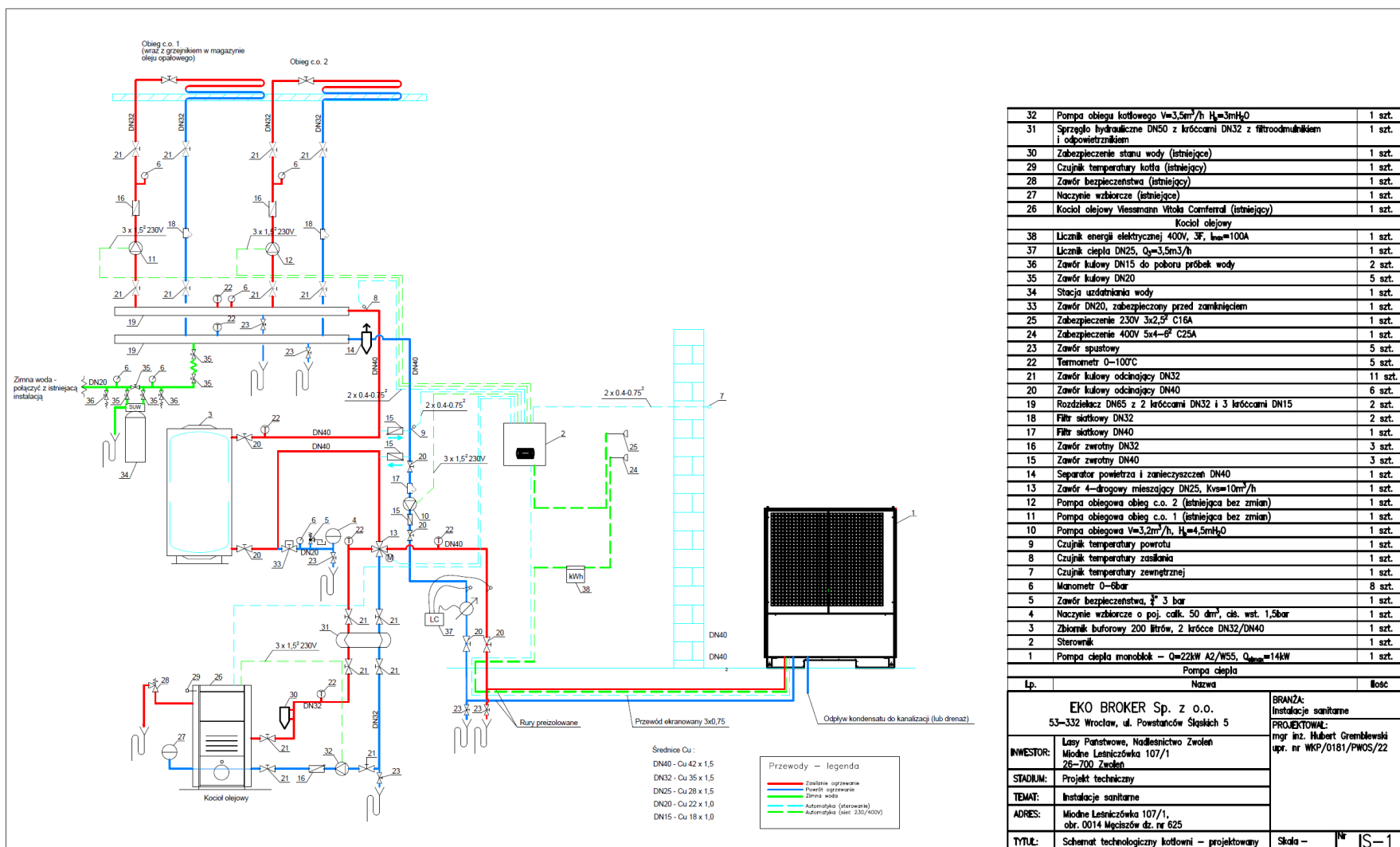
Armatura i orurowanie powinno być odporne na ciśnienie co najmniej 6 bar i temperaturę 100°C. Po próbie szczelności przewody należy izolować zgodnie z Rozporządzeniem w sprawie warunków jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Przewody należy izolować pianką poliuretanową w twardym płaszczu PCV. Przewody należy oznaczyć kolorowymi strzałkami z kierunkami przepływu w instalacji. Nie wolno izolować armatury oraz ograniczać widoczności tabliczek znamionowych urządzeń.

UWAGI:

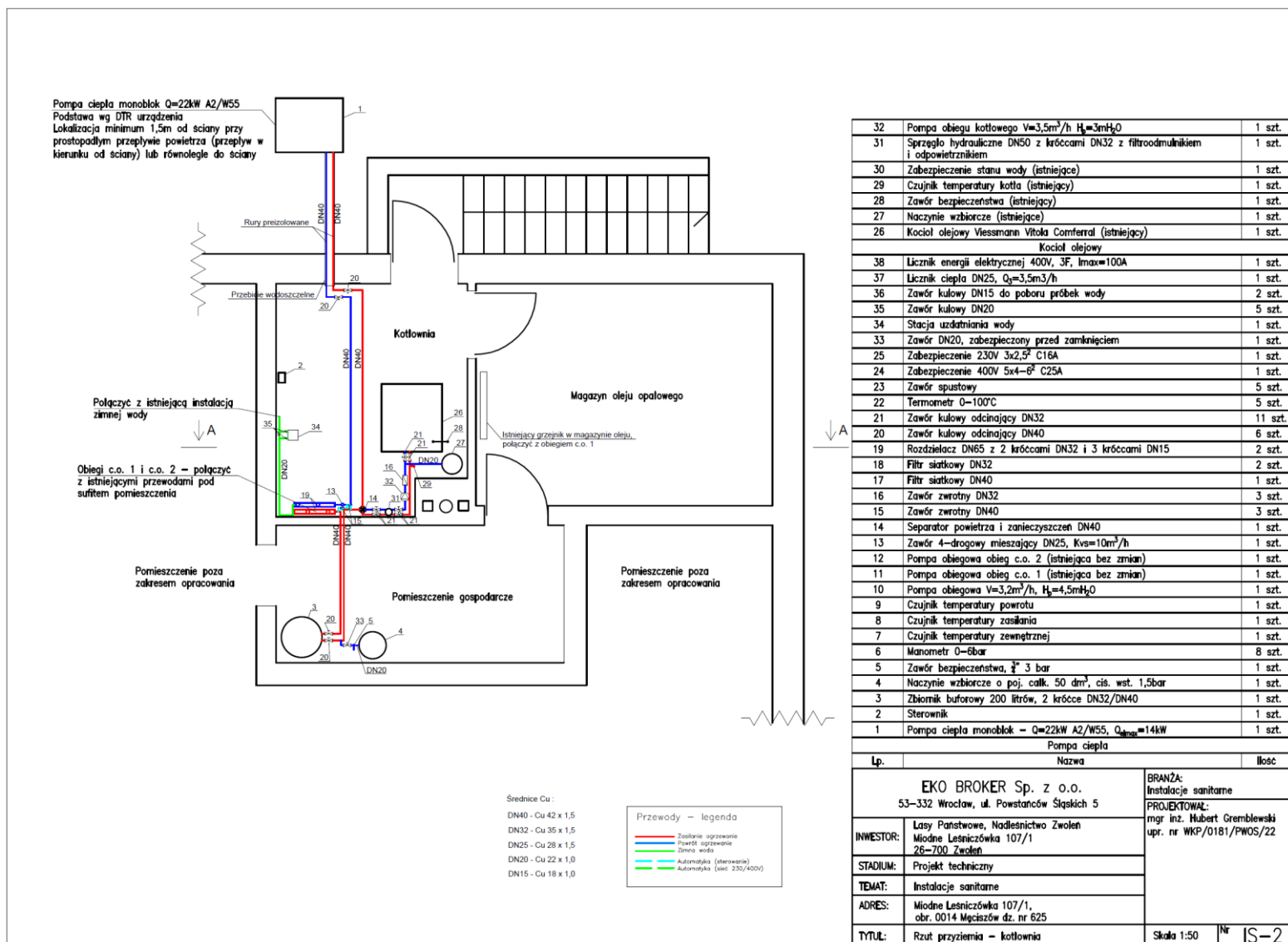
- w kotłowni powinien znaleźć się schemat technologiczny oraz instrukcja obsługi, wykonawca przeszkoli obsługę kotłowni
- niniejsza dokumentacja nie obejmuje instalacji wodociągowej (poza uzupełnianiem wody w instalacji c.o.), instalacji kanalizacyjnej i elektrycznej (zasilanie pomp obiegowych, pompy ciepła, sterownika i stacji uzdatniania wody wg odrębnego opracowania)
- dokumentacja nie obejmuje przystosowania pomieszczeń kotłowni, magazynu oleju i pomieszczenie gospodarczego do wymogów normy PN-87/B-02411. Projekt robót budowlanych – posadzki, ściany, wymiana drzwi lub okien – wg odrębnego opracowania
- zasilanie pompy ciepła wyprowadzić z rozdzielni głównej przewodem N2XH-J 5x6m² do pomieszczenia kotłowni – maszynowni pompy ciepła. Okablowanie na całym odcinku należy ułożyć w korytach kablowych o wymiarach 50x50mm
- wszystkie przepusty pomiędzy pomieszczeniami należy uszczelnić ognioochronną masą uszczelniającą
- w kotłowni należy wykonać szafkę rozdzielczą do sterowania i zasilania urządzeń oraz zabezpieczenia 400V 5x4-6² C25A oraz 230V 3x2,5² C16A

3. Rysunki

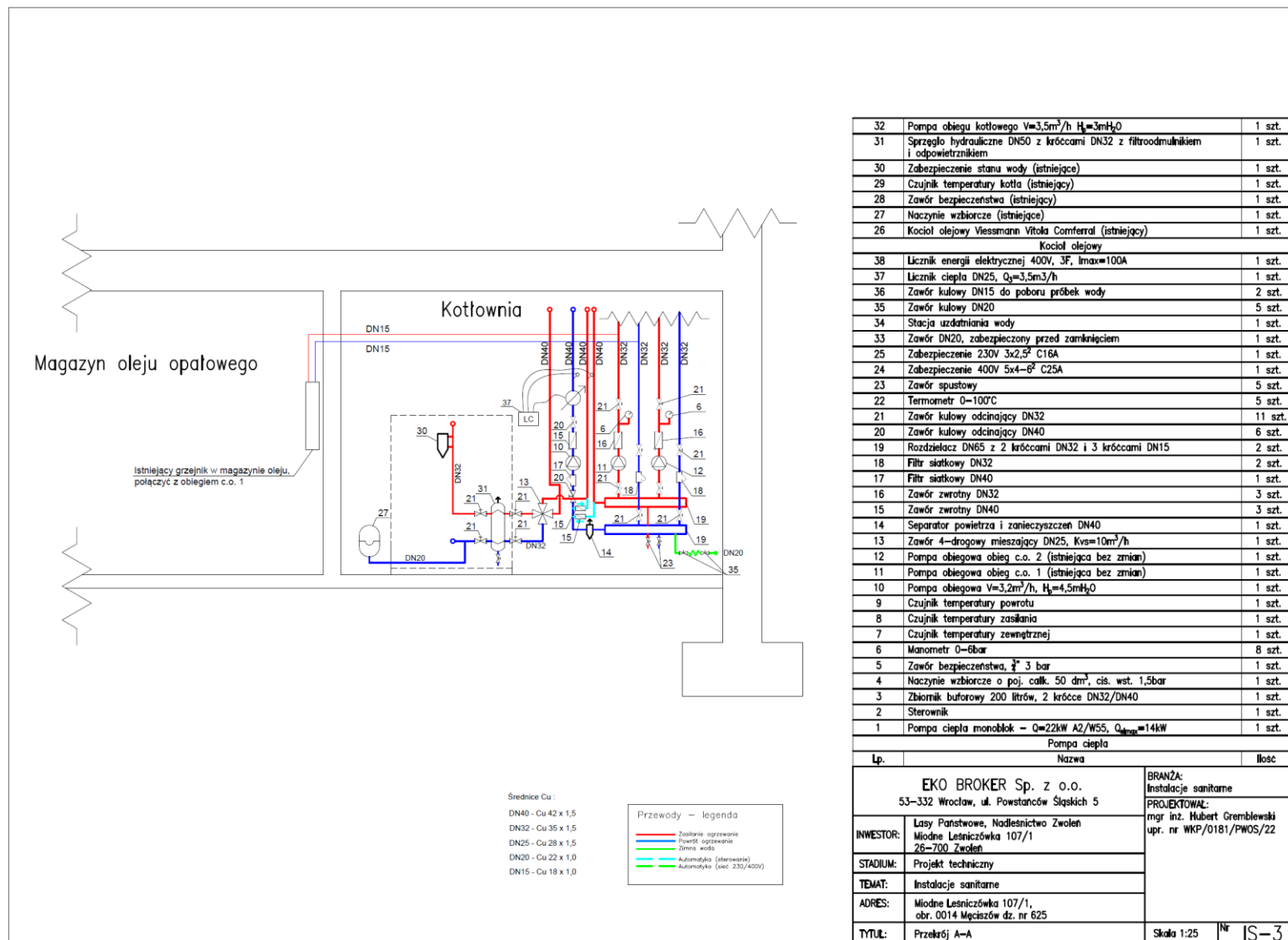
IS-1 schemat kotłowni



IS-2 rzut przyziemia



IS-2 przekrój A-A



4. Zestawienie materiałów:

Lp.	Nazwa	Ilość
1	Pompa ciepła monoblok – Q=22kW A2/W55, Q _{elmax} =14kW	1 szt.
2	Sterownik pompy ciepła i układu biwalentnego	1 szt.
3	Zbiornik buforowy 200 litrów, 2 króćce DN32/DN40	1 szt.
4	Naczynie wzbiorcze przeponowe o poj. całkowitej 35 dm ³ , ciśnienie wstępne 1,5 bar	1 szt.
5	Zawór bezpieczeństwa ¾", 3 bar	1 szt.
6	Manometr 0-5bar	6 szt.
7	Czujnik temperatury zewnętrznej	1 szt.
8	Czujnik temperatury zasilania	1 szt.
9	Czujnik temperatury powrotu	1 szt.
10	Pompa obiegowa V=3,2m ³ /h, Hp=4,0mH ₂ O	1 szt.
11	Pompa obiegowa obieg c.o. 1 (istniejąca bez zmian)	1 szt.
12	Pompa obiegowa obieg c.o. 2 (istniejąca bez zmian)	1 szt.
13	Zawór 4-drogowy mieszający DN25, Kvs=10m ³ /h	1 szt.
14	Separator powietrzna i zanieczyszczeń DN40	1 szt.
15	Zawór zwrotny DN40	3 szt.
16	Zawór zwrotny DN32	3 szt.
17	Filtr siatkowy DN40	1 szt.
18	Filtr siatkowy DN32	2 szt.
19	Rozdzielacz DN65 z 2 króćcami DN32 i 3 króćcami DN15	2 szt.
20	Zawór kulowy odcinający DN40	6 szt.
21	Zawór kulowy odcinający DN32	11 szt.
22	Termometr 0-100°C	5 szt.
23	Zawór spustowy	5 szt.
24	Zabezpieczenie 400V 5x4-6 ² C25A	1 szt.
25	Zabezpieczenie 230V 3x2,5 ² C16A	1 szt.
26	Kocioł olejowy Viessmann Vitola Comferral (istniejący)	1 szt.
27	Naczynie wzbiorcze (istniejące)	1 szt.
28	Zawór bezpieczeństwa (istniejący)	1 szt.
29	Czujnik temperatury kotła	1 szt.
30	Zabezpieczenie stanu wody (istniejące)	1 szt.
31	Sprzęgło hydrauliczne DN50 z króćcami DN32	1 szt.
32	Pompa obiegu kotłowego V=3,5m ³ /h Hp=2mH ₂ O	1 szt.
33	Zawór DN20, zabezpieczony przed zamknięciem	1 szt.
34	Stacja uzdatniania wody	1 szt.
35	Zawór kulowy DN20	5 szt.
36	Zawór kulowy DN15 do poboru próbek wody	2 szt.
37	Licznik ciepła DN25 Q ₃ =3,5m ³ /h	1 szt.
38	Licznik energii elektrycznej 400V, 3F, I _{max} =100A	1 szt.
39	Rozdzielnica sterująco-zasilająca wraz z zabezpieczeniami 400V 5x4-6 ² C25A oraz 230V 3x2,5 ² C16A	1 szt.