



PODSTAWOWE WYTYCZNE DO OKREŚLENIA WYMOGÓW TECHNICZNYCH I EKSPLOATACYJNYCH DLA INSTALACJI OZE

pompy ciepła, kolektory słoneczne, panele fotowoltaiczne,
kotły na biomasę

Nadzór merytoryczny:

Karolina Laszczak

Dyrektor Departamentu Środowiska UMWM

Tomasz Pietrusiak

Zastępca Dyrektora Departamentu Środowiska UMWM

Piotr Łyczko

Kierownik Zespołu Ochrony Powietrza UMWM

Justyna Mazurkiewicz

Inspektor ds. Projektu Life

Zespół autorski:

Paweł Lachman

Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła

Bogdan Szymański

Stowarzyszenie Branży Fotowoltaicznej

Grzegorz Burek

GLOBEnergia

Jarosław Kotyza

Wojciech Luboń

Grzegorz Pełka

Paulina Smaczna

Paweł Jastrzębski

Dominika Dawiec

Instytut Zrównoważonej Energii „Miękinia”



Spis treści :

Wstęp	4
1. Podstawy teoretyczne w zakresie urządzeń OZE.....	5
1.1 Pompy ciepła	5
1.1.1 Słowniczek pojęć	5
1.1.2 Opis technologii.....	6
1.2 Kolektory słoneczne.....	11
1.2.1 Słowniczek pojęć	11
1.2.2 Opis technologii.....	12
1.3 Instalacje fotowoltaiczne.....	18
1.3.1 Słowniczek pojęć	18
1.3.2 Opis technologii.....	19
1.4. Kotły na pellety	26
1.4.1. Słowniczek pojęć.....	26
1.4.2. Opis technologii	27
2. Podstawowe wytyczne w zakresie wymogów technicznych dla urządzeń OZE	32
2.1 Wytyczne w zakresie wymogów technicznych dla pomp ciepła powietrze–woda do ogrzewania pomieszczeń i przygotowania ciepłej wody użytkowej	32
2.2. Wytyczne w zakresie wymogów technicznych dla pomp ciepła powietrze–woda do przygotowania ciepłej wody użytkowej	35
2.3. Wytyczne do określenia wymogów technicznych dla instalacji z kolektorami słonecznymi do podgrzewania ciepłej wody użytkowej	37
2.4. Wytyczne do określenia wymogów technicznych dla instalacji fotowoltaicznych ...	40
2.5. Wytyczne do określenia wymogów technicznych dla kotłów na pellety drzewne	44
3. Przykładowe wymagania w zakresie szczegółowych opisów warunków zamówienia.	47
3.1. Założenia.....	47
3.2 Przykładowy opis przedmiotu zamówienia dla pomp ciepła typu powietrze–woda do c.o. i c.w.u.	48
3.3. Przykładowy opis przedmiotu zamówienia dla pomp ciepła do c.w.u.....	51
3.4 Przykładowy opis przedmiotu zamówienia dla kolektorów słonecznych do c.w.u. .	54
3.5 Przykładowy opis przedmiotu zamówienia dla instalacji fotowoltaicznych	59
3.6 Przykładowy opis przedmiotu zamówienia dla kotłów na pellety do c.o. i c.w.u. ...	69
4. Typowe błędy spotykane w specyfikacjach warunków zamówienia.....	71
4.1. Typowe błędy w specyfikacjach dla pomp ciepła do ciepłej wody użytkowej.....	71
4.2. Typowe błędy w specyfikacjach dla pomp ciepła typu powietrze–woda do celów ogrzewania budynków i przygotowania ciepłej wody użytkowej	71
4.3. Typowe błędy w specyfikacjach dla instalacji z kolektorami słonecznymi do celów ciepłej wody użytkowej.....	72
4.4. Typowe błędy w specyfikacjach dla instalacji fotowoltaicznych.....	72
4.5. Typowe błędy w specyfikacjach dla kotłów na pellety.....	73
5. Podsumowanie.....	74
6. Spis ilustracji.....	77
6.1. Figury	77
6.2. Tabele	77

Wstęp

Niniejsze opracowanie zostało przygotowane na podstawie umowy pomiędzy Urzędem Marszałkowskim Województwa Małopolskiego, a Instytutem Zrównoważonej Energii „Miękinia” sp. z o.o.

W związku z ogłoszonym naborem dotyczącym Poddziałania 4.1.1. – *Rozwój infrastruktury produkcji energii ze źródeł odnawialnych* Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Małopolskiego w ramach, którego zostanie zrealizowanych ponad 20 tys. instalacji OZE wytwarzających ciepło o łącznej mocy ponad 60 MW_t oraz blisko 20 tys. instalacji OZE wytwarzających energię elektryczną o łącznej mocy ponad 40 WM_e, zaistniała potrzeba usystematyzowania wymogów jakie powinny zostać postawione potencjalnym wykonawcom instalacji.

Ze względu na charakter naboru, sposobu realizacji wyłonionych w ramach procedury wyboru projektów, a także w związku z uwarunkowaniami dotyczącymi zamówień publicznych, istotne jest ujednoczenie wymagań i warunków jakimi powinny zostać opisane przygotowane przetargi publiczne.

Opracowanie ma na celu uhierarchizowanie zapisów, jakie powinny się znaleźć w opisach przedmiotu zamówienia w zakresie specyfikacji technicznej urządzeń. Powyższe elementy powinny zostać opisane jak najbardziej precyzyjnie przy zachowaniu zasady równości, uczciwej konkurencji i jawności postępowania o udzielenie zamówienia publicznego.

Ponieważ instalacje OZE będą realizowane na terenie całego województwa małopolskiego przez szereg samorządów intencją autorów było przygotowanie uniwersalnego opracowania wymogów w zakresie specyfikacji technicznej urządzeń, które pomoże w przygotowaniu opisów zamówienia niezależnie od lokalizacji oraz typu instalacji.

Opracowanie zostało podzielone na trzy części, gdzie:

- w pierwszej – omówiono zagadnienia związane z funkcjonowaniem instalacji OZE (tj. pomp ciepła, kolektorów słonecznych, paneli fotowoltaicznych, kotłów na biomasę);
- w drugiej – zestawiono wymagania w zakresie specyfikacji technicznej urządzeń oraz wskazano typowe błędy jakie najczęściej występują/pojawiają się w przygotowywanych specyfikacjach technicznych;
- w trzeciej – części przygotowano przykładowe specyfikacje techniczne dla każdej z omówionych technologii (pompy ciepła, kolektory słoneczne, panele fotowoltaiczne, kotły na biomasę).

Przedstawione opracowanie ma charakter poglądowy, nie może być jedynym źródłem wiedzy na temat tworzenia kryteriów i zasad wyłaniania wykonawców instalacji oraz dostawców urządzeń.

1. Podstawy teoretyczne w zakresie urządzeń OZE

1.1 Pompy ciepła

1.1.1 Słowniczek pojęć

Pompa ciepła – urządzenie służące do pozyskiwania ciepła niskotemperaturowego z dolnego źródła ciepła (wody, gruntu, powietrza) i przekazywania go do górnego źródła ciepła (instalacji centralnego ogrzewania i/lub ciepłej wody użytkowej), charakteryzującego się już użytkowym poziomem temperatur. Proces ten jest możliwy dzięki dostarczonej energii zewnętrznej (elektrycznej bądź cieplnej – w zależności od rodzaju pompy ciepła: sprężarkowej lub absorpcyjnej).

Dolne źródło ciepła – miejsce, z którego pobierane jest ciepło niskotemperaturowe.

Górne źródło ciepła – miejsce, do którego dostarczane jest ciepło o użytkowym poziomie temperatur.

Użytkowy poziom temperatur – zakres temperatur, umożliwiający przekazanie ciepła do ogrzewanego medium, np. dla płaszczyznowych systemów grzewczych to zakres temperatur od 28 do 40°C, dla przygotowaniu ciepłej wody użytkowej – od 45 do 65°C.

A/W (air–water) – oznaczenie pompy ciepła typu powietrze–woda (dolnym źródłem jest powietrze, a górnym woda), najczęściej oznaczenia te występują ze wskazanymi temperaturami, np. A2W35, co oznacza temperaturę powietrza 2°C, a temperaturę wody po stronie górnego źródła ciepła 35°C.

B/W (brine–water) – oznaczenie pompy ciepła typu solanka–woda (dolnym źródłem jest grunt, z którego ciepło odbierane jest za pomocą przepływającego przez dolne źródło ciepła wodnego roztworu glikolu – zwanego zwyczajowo solanką, a górnym woda), najczęściej oznaczenia te występują ze wskazanymi temperaturami, np. B0W35, co oznacza temperaturę solanki równą 0°C, a temperaturę wody po stronie górnego źródła ciepła 35°C.

W/W (water–water) – oznaczenie pompy ciepła typu woda–woda (dolnym źródłem jest woda podziemna, a górnym – woda z instalacji grzewczej budynku), najczęściej oznaczenia te występują ze wskazanymi temperaturami, np. W10W35, co oznacza temperaturę wody podziemnej równą 10°C, a temperaturę wody po stronie górnego źródła ciepła 35°C.

COP – *Coefficient of Performance* – współczynnik wydajności grzewczej – stosunek energii wytworzonej przez pompę ciepła do energii pobranej przez sprężarkę, sterownik oraz instalację dolnego źródła ciepła. Najczęściej dla pomp ciepła do ogrzewania COP określa się zgodnie z normą PN–EN 14511, natomiast dla pomp ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej, zgodnie z normą PN–EN 16147.

SCOP – *Seasonal Coefficient of Performance* – sezonowy współczynnik wydajności grzewczej – stosunek obliczonej energii dostarczonej do systemu grzewczego, do energii pobranej przez pompę ciepła. SCOP oblicza się zgodnie z normą PN–EN 14825. Określa się go na etapie projektowania systemu grzewczego z pompą ciepła. Innym rodzajem współczynnika SCOP jest współczynnik η_s , który można odczytać z karty produktu, odnosi się do zużytej energii pierwotnej i jest 2,5 razy mniejszy od SCOP.

SPF – *Seasonal Performance Factor* – sezonowy współczynnik wydajności grzewczej – jest to stosunek ciepła dostarczonego do układu, do energii pobranej przez pompę ciepła. Określa się go na podstawie pomiarów w już istniejącej instalacji.

Parownik – element układu chłodniczego pompy ciepła, w którym następuje przekazanie ciepła niskotemperaturowego, rozprężonemu i ochłodzonemu czynnikowi roboczemu. Odebranie ciepła z dolnego źródła (wody, gruntu, powietrza) powoduje odparowanie czynnika roboczego w parowniku. Powstała w parowniku para zostaje zassana przez sprężarkę.

Sprężarka – element układu chłodniczego pompy ciepła napędzany energią elektryczną. W sprężarce sprężane są pary czynnika roboczego, co powoduje podniesienie poziomu temperaturowego tego czynnika.

Skraplacz – element układu chłodniczego pompy ciepła, w którym następuje przekazanie ciepła od sprężonego czynnika roboczego do systemu górnego źródła (wodzie grzewczej instalacji centralnego ogrzewania). Przekazanie ciepła skutkuje ochłodzeniem i skropleniem czynnika roboczego.

Zawór rozprężny – element układu chłodniczego pompy ciepła dławiący przepływ skroplonego, dochłodzonego czynnika roboczego wypływającego ze skraplacza, co powoduje obniżenie jego ciśnienia i temperatury.

Pompa ciepła do c.w.u. – pompa ciepła służąca do przygotowania ciepłej wody użytkowej, najczęściej umieszczona wewnątrz budynku. Ogrzewa wodę użytkową wykorzystując ciepło zakumulowane w powietrzu wewnętrznym w miejscu instalacji lub doprowadzane do parownika systemem kanałów wentylacyjnych.

Ogrzewanie płaszczyznowe – ogrzewanie podłogowe lub ścienne, umożliwiające utrzymanie temperatury użytkowej w pomieszczeniu, przy temperaturze wody grzewczej w zakresie 28 do 40°C.

Średnotemperaturowe ogrzewanie konwekcyjne – umożliwia utrzymanie temperatury użytkowej w pomieszczeniu przy temperaturze wody grzewczej do 55°C. Wykorzystuje odpowiednio przewymiarowane grzejniki płytowe lub członowe.

Klimakonwektor – urządzenie umożliwiające utrzymanie użytkowej temperatury w pomieszczeniu, przy wykorzystaniu niskiej temperatury wody grzewczej w zakresie 28 do 40°C. Urządzenie posiada wymiennik ciepła oraz wentylator wymuszający przepływ powietrza przez nie.

Bufor ciepła – stalowy zbiornik wody grzewczej o znacznej pojemności (od 100 do nawet 1000 l), umożliwiający stabilizację pracy sprężarki w pompie ciepła oraz w niektórych przypadkach ograniczenie pracy sprężarki w okresach z wyższymi cenami prądu (taryfa dzienna).

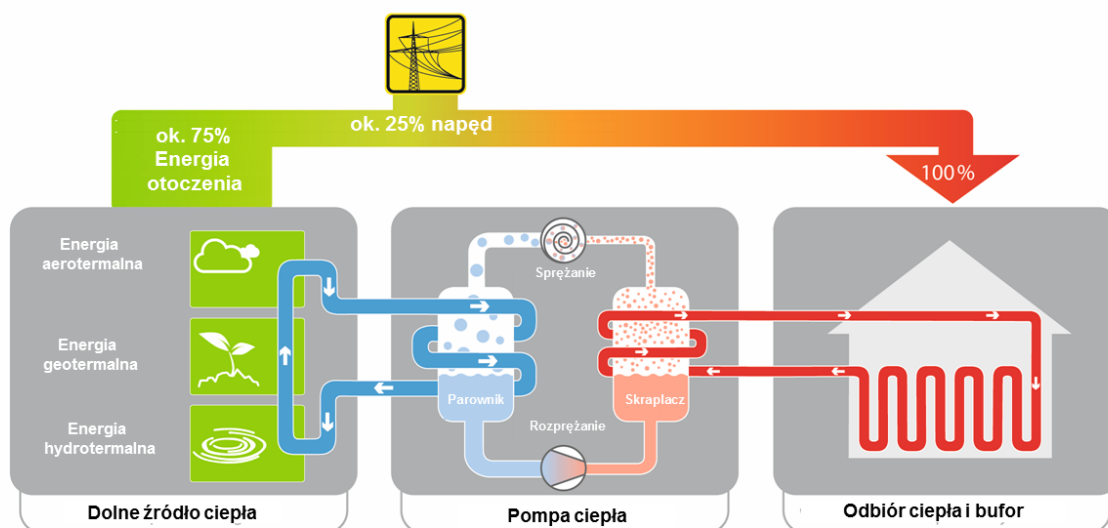
Układ chłodniczy – zespół połączonych ze sobą elementów (do których należą parownik, sprężarka, skraplacz i zawór rozprężny), w którym następuje przepływ czynnika roboczego wraz z jego zmianą stanów skupienia (w parowniku z cieczy w parę, a w skraplaczu z pary w ciecz), umożliwiających transport ciepła z dolnego źródła ciepła do górnego źródła.

1.1.2 Opis technologii

Pompy ciepła przetwarzają ciepło pochodzące ze źródeł odnawialnych takich jak powietrze, grunt czy woda, na ciepło użytkowe. Dodatkowo mogą wykorzystać ciepło odpadowe z procesów przemysłowych (tworząc potencjał do efektywniejszego wykorzystania energii) oraz gospodarstw domowych (np. powietrze wyrzutowe).

Pompy ciepła wykorzystując energię z odnawialnych źródeł przyczyniają się do zwiększenia efektywności energetycznej.

System z pompą ciepła składa się z dolnego źródła ciepła, jednostki pompy ciepła oraz z górnego źródła ciepła, czyli systemu dystrybucji ciepła/chłodu w budynku.



Rysunek 1 Pompa ciepła zasilana energią elektryczną pochodzącą z odnawialnych źródeł energii, może dostarczyć 100% ciepła z odnawialnych źródeł energii¹

W pompie ciepła obieg czynnika roboczego (rysunek 1) powoduje przekazywanie ciepła z dolnego źródła ciepła do górnego źródła ciepła. Do pracy systemu (do napędu sprężarki, sterownika i pomp obiegowych) potrzebna jest dodatkowa energia elektryczna. Istnieje możliwość odwrócenia kierunku obiegu pompy ciepła, aby wykorzystać to samo urządzenie zarówno do funkcji ogrzewania, jak i chłodzenia budynku.

Przy ogrzewaniu, dolne źródło ciepła jest zlokalizowane poza budynkiem (ciepło z powietrza, wody, gruntu). W przypadku chłodzenia, cykl jest odwrócony: budynek sam w sobie jest źródłem ciepła, podczas gdy powietrze, woda lub grunt przejmują ciepło odbierane z chłodzonego budynku. Obecnie sprężarkowe pompy ciepła zasilane są najczęściej energią elektryczną. Na rynku dostępne są jeszcze gazowe pompy ciepła: sprężarkowe lub absorpcyjne. Są one jednak stosunkowo rzadko stosowane w budynkach jednorodzinnych i zostały pominięte w tym opracowaniu.

➤ Sprężarkowe pompy ciepła typu powietrze/woda

Pompy ciepła typu powietrze–woda (rysunek 2) wykorzystują ciepło zgromadzone w powietrzu otoczenia lub powietrzu wyrzutowym – do ogrzewania, chłodzenia lub przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Urządzenia tego typu można podzielić, ze względu na miejsce instalacji:

- montowane na zewnątrz budynku:
 - monoblok – wszystkie elementy układu chłodniczego zlokalizowane są na zewnątrz budynku. Do pompy ciepła doprowadzane są z budynku rury z wodą

¹ BWP/PORTPC - <http://portpc.pl/opis-technologie/>

zasilającą i powrotną oraz przewód zasilający pompę ciepła w energię elektryczną i przewody sterownicze.

- split – w pompach ciepła tego typu układ chłodniczy jest rozdzielony. Przeważnie wewnątrz budynku znajduje się skraplacz pompy ciepła oraz układ sterowania ogrzewaniem, natomiast na zewnątrz znajdują się pozostałe komponenty układu chłodniczego (takie jak sprężarka, parownik, element rozprężny, zawór czterodrożny, itp.). Jednostka zewnątrz jest połączona z wewnętrzną rurami układu chłodniczego, przewodem z zasilaniem elektrycznym oraz przewodami łączącymi układ sterowania pompą ciepła.
- montowane wewnątrz budynku – cała pompa ciepła jest zamontowana wewnątrz budynku (powietrze do parownika doprowadzane i odprowadzane jest odpowiedniej wielkości kanałami).

Ciepło dostarczane z pompy ciepła jest najczęściej rozprowadzane w domu przez wodny system centralnego ogrzewania (ogrzewanie płaszczynowe – ściennie, podłogowe lub średnotemperaturowe ogrzewanie grzejnikowe) bądź poprzez klimakonwektory lub nagrzewnice w instalacjach wentylacji mechanicznej.

Obecnie stosowane rozwiązania technologiczne pomp ciepła typu powietrze–woda umożliwiają efektywne wykorzystanie tych systemów we wszystkich strefach klimatycznych Polski (wg PN–EN 12831).

Prowadzone prace naukowo–badawcze mające na celu m.in. podniesienie sprawności i niezawodności tego typu urządzeń, pozwalają sądzić, iż popularność tego typu pomp ciepła, zgodnie z obecnymi trendami na rynku systemów ogrzewania, będzie nadal rosła.

Zaletą pomp ciepła typu powietrze–woda jest nieograniczona dostępność dolnego źródła ciepła oraz prostota montażu takich urządzeń (w szczególności typu monoblok).



Rysunek 2 Schemat instalacji z powietrzną pompą ciepła²

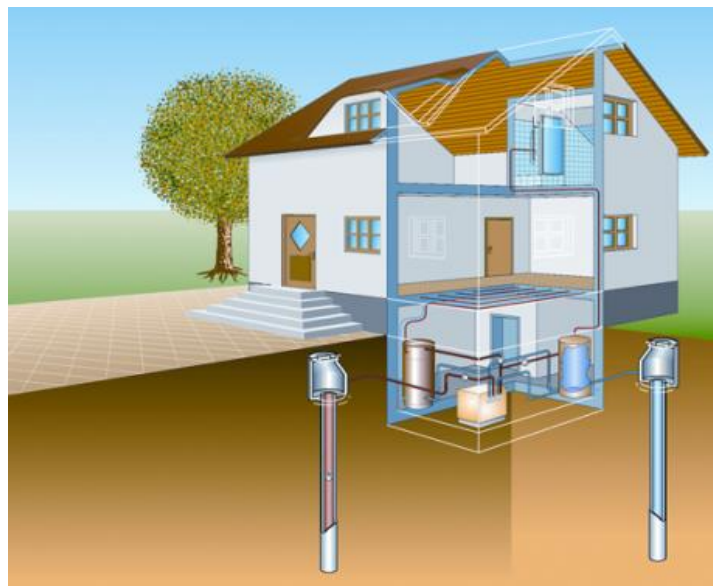
² BWP/PORTPC - <http://portpc.pl/opis-technologie/>

➤ Sprężarkowe pompy ciepła typu woda/woda

Pompy ciepła mogą również wykorzystywać jako dolne źródło, ciepło zakumulowane w wodach podziemnych, powierzchniowych lub morskich. Odbiór ciepła z wód podziemnych jest możliwy za pomocą systemu dwóch studni (produkcyjnej i chłonnej) (Rysunek 3) oraz studni pojedynczej z zrzutem wód do zbiorników powierzchniowych (stawu, jeziora lub rzeki) lub wykorzystaniem wód do celów gospodarczych (np. spożycia, nawadniania itp.).

Ciepło, podobnie, jak w przypadku powietrznych pomp ciepła, jest najczęściej rozprowadzane w budynku przez wodny system centralnego ogrzewania.

Zaletą pomp ciepła typu woda–woda jest szczególnie wysoka efektywność (wysoki wsp. COP i SCOP). Ze względu na dość wysokie temperatury wody podziemnej jako nośnika ciepła, współczynnik COP dla tego typu rozwiązań może wynosić nawet ponad 5,0 (dla parametrów W10/W35).



Rysunek 3 Schemat instalacji z pompą ciepła korzystającą z energii hydrotermalnej³

➤ Sprężarkowe pompy ciepła typu solanka/woda

Pompy ciepła pozwalają również na wykorzystanie do ogrzewania, chłodzenia i przygotowania ciepłej wody użytkowej energii skumulowanej w gruncie. Pompy takie pracują w oparciu o układ solanka/woda. Ciepło jest pobierane z gruntu za pomocą pionowych (rysunek 4) i poziomych gruntowych wymienników ciepła (rysunek 5). Ciepło, w przypadku takich instalacji, jest zwykle rozprowadzane przez system ogrzewania wodnego (nisko lub średnitemperaturowego).

Gruntowe pompy ciepła mogą pracować bardzo efektywnie (wysokie COP i SCOP) dzięki stabilnym i stosunkowo wysokim temperaturom gruntu:

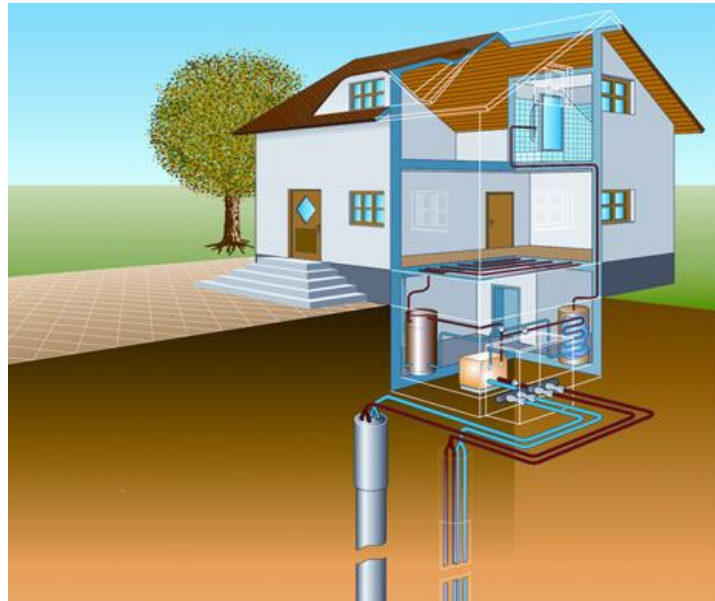
- dla pomp ciepła pozyskujących ciepło za pomocą otworowych wymienników ciepła temperatury płynu niezamarzającego wpływającego na parownik mogą wahać się od +12 do -2°C;

³ BWP/PORTPC - <http://portpc.pl/opis-technologie/>

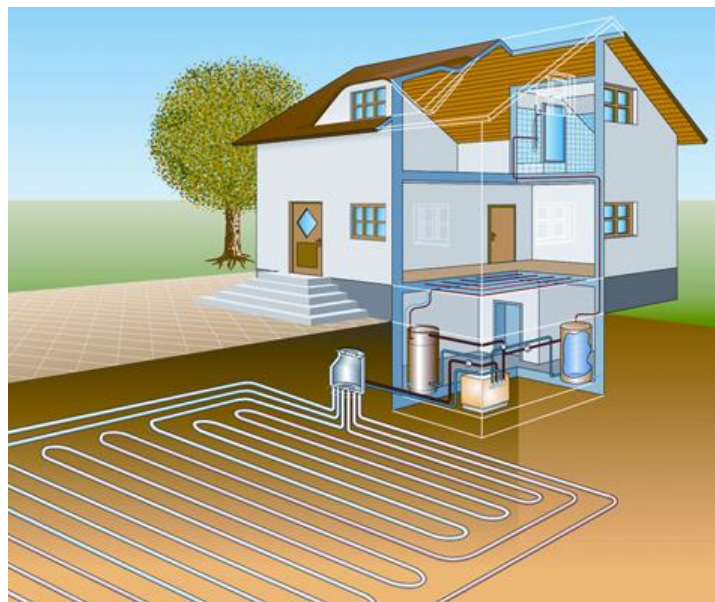
- dla pomp ciepła korzystających z poziomych dolnych źródeł ciepła temperatury te mogą wahać się w sezonie grzewczym od +8 do -5°C.

Podobnie jak w przypadku pomp ciepła typu woda/woda, gruntowe pompy ciepła mogą osiągać COP na poziomie 4,5 (dla parametrów B0W35).

Zaletą pomp ciepła typu solanka/woda jest większa dostępność dolnego źródła ciepła (w porównaniu z pompami ciepła typu woda-woda) oraz większa stabilność mocy pompy ciepła (w porównaniu z powietrze-woda, gdzie moc grzewcza pompy spada wraz z temperaturą powietrza zewnętrznego).



Rysunek 4 Schemat instalacji z pompą ciepła korzystającą z energii geotermalnej (pionowe gruntowe wymienniki ciepła⁴)



Rysunek 5 Schemat instalacji z pompą ciepła korzystającą z energii geotermalnej (poziome gruntowe wymienniki ciepła⁵)

⁴ BWP/PORTPC - <http://portpc.pl/opis-technologie/>

⁵ BWP/PORTPC - <http://portpc.pl/opis-technologie/>

Zalety stosowania pomp ciepła

Pompy ciepła mają sporo zalet, które powodują ich szybkie rozpowszechnianie. Najistotniejszymi argumentami przemawiającymi za tą technologią są:

- niskie koszty eksploatacyjne ogrzewania i przygotowania ciepłej wody w budynkach (w porównaniu z ogrzewaniem na olej opałowy, gaz LPG, ale także węglowym, szczególnie dla niskich i średnich temperatur zasilania);
- eliminacja niskiej emisji oraz redukcja emisji CO₂ przy produkcji ciepła;
- znaczny udział energii z OZE w przekazywanym ciepłe. Energia pobierana z dolnego źródła ciepła pochodzi z OZE;
- wysokie klasy energetyczne urządzeń (rysunek 6):
 - A+ oraz A++ dla pomp ciepła typu powietrze–woda do ciepłej wody użytkowej oraz pomp ciepła typu powietrze–woda do c.o.;
 - A++ dla pomp ciepła typu solanka–woda oraz woda–woda.



Rysunek 6 Klasy energetyczne urządzeń grzewczych centralnego ogrzewania wodnego (*klasa A+++ będzie wprowadzona od 26 września 2019 roku)

1.2 Kolektory słoneczne

1.2.1 Słowniczek pojęć

Kolektor słoneczny – urządzenie umożliwiające konwersję promieniowania słonecznego na ciepło użytkowe. Ze względu na rodzaj czynnika roboczego najbardziej rozpowszechnionymi typami kolektorów słonecznych są kolektory: powietrzne i cieczowe (płaskie, próżniowe).

Kolektor powietrzny – kolektor, który przekazuje ciepło słoneczne do przepływającego przez niego powietrza.

Kolektor cieczowy – kolektor, który przekazuje ciepło słoneczne do przepływającej przez niego cieczy (wody, płynu solarnego).

Kolektor płaski – kolektor zbudowany z absorbera (z blachy miedzianej lub aluminiowej) pokrytego warstwą selektywną, przymocowanego do układu odbioru ciepła w postaci rury miedzianej lub aluminiowej. Kolektor wraz z układem zamknięty jest w wypełnionej od spodu izolacją wannie przykrytej szybą hartowaną.

Kolektor próżniowy – rurowy – kolektor słoneczny zbudowany z szeregu rur próżniowych,

w których umieszczony jest absorber. Kolektory próżniowe mogą mieć różne konstrukcje, np. typu heat-pipe lub z bezpośrednim przepływem płynu solarnego.

Solarny stopień pokrycia – stosunek energii dostarczonej przez kolektory słoneczne w ciągu roku do całkowitego rocznego zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej, wyrażony w procentach. W przypadku domów jednorodzinnych najczęściej stopień solarnego pokrycia wynosi od 50 do 60%.

Zasobnik solarny – stojący, pionowy, cylindryczny zbiornik na wodę użytkową, od strony wody użytkowej zabezpieczony przed korozją emalią lub wykonany ze stali nierdzewnej, posiadający co najmniej dwie węzownice grzewcze: jedna – do źródła solarnego, druga (górna) – do źródła dodatkowego.

Solarna grupa pompowa – zespół urządzeń z pompą obiegową instalacji solarnej, zaworem bezpieczeństwa, zaworami napełniającymi i spustowymi, zaworem regulacji przepływu, często także z przepływomierzem i sterownikiem.

1.2.2 Opis technologii

Korzystne warunki dla wykorzystania energii słonecznej w celu przygotowania ciepłej wody użytkowej, występują praktycznie na terenie całego województwa małopolskiego. Południowa część województwa charakteryzuje się nasłonecznieniem powyżej 1000 kWh/m², natomiast północna – nieco niższym, w zakresie od 950 do 1000 kWh/m².

Na południu województwa małopolskiego (w Wysokogórskim Obserwatorium Meteorologicznym IMGW-PIB na Kasprowym Wierchu) odnotowano również najwyższą w Polsce wartość natężenia promieniowania słonecznego równą 1200 W/m², podczas gdy średnia wartość waha się w przedziale od 600 do 800 W/m²⁶.

Należy pamiętać, że pozyskiwanie energii słonecznej jest zróżnicowane pod względem dopływu tej energii o różnych porach dnia i roku. Najwięcej użytecznego promieniowania słonecznego w Polsce przypada w okresie letnim. Różnica ilości energii docierającej do powierzchni Ziemi w okresie zimowym i w okresie letnim, kiedy słońce znajduje się najwyżej nad horyzontem, jest bardzo zróżnicowana. Ilość docierającej energii w grudniu jest ok. 6 razy mniejsza niż w czerwcu. Decydują o tym zarówno sezonowe zmiany w kącie padania promieni słonecznych, jak również długość dnia, zachmurzenie czy wilgotność, zmgłnienie i zanieczyszczenie powietrza.

➤ Zasada działania instalacji

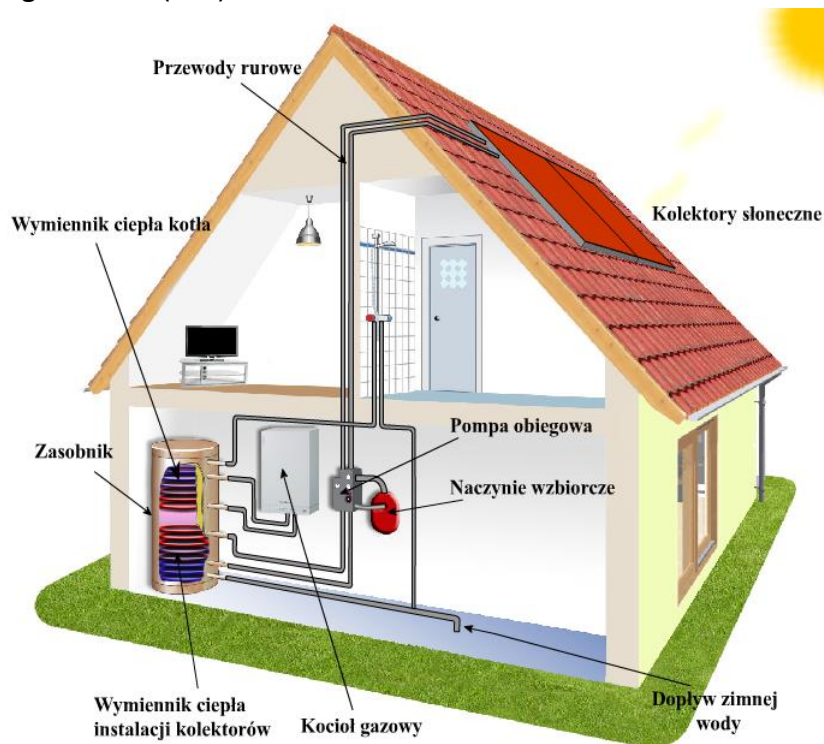
Docierająca do kolektora energia promieniowania słonecznego zamieniana jest na ciepło i przekazywana do nośnika, którym może być ciecz (np. woda, glikol – płyny o niskiej temperaturze krzepnięcia) lub gaz (np. powietrze). Nośniki przepływają między kanałami zlokalizowanymi w absorberze, odbierając od niego ciepło i przekazując je dalej, najczęściej do

⁶ Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne do obliczeń energetycznych budynków - <https://www.miiir.gov.pl/strony/zadania/budownictwo/charakterystyka-energetyczna-budynkow/dane-do-obliczen-energetycznych-budynkow-1/#Typowe%20lata%20meteorologiczne%20i%20statystyczne%20dane%20klimatyczne%20do%20oblicze%C5%84%20energetycznych%20budynk%C3%B3w>

zbiornika z wodą. Przepływ ciepła jest wymuszony działaniem urządzeń mechanicznych – pomp w systemach cieczowych czy wentylatorów w systemach powietrznych.

Standardowy system solarny, poza kolektorami służącymi do pozyskania ciepła słonecznego, składa się z zasobnika ciepłej wody, pompy obiegowej, naczynia wzbiorczego, oraz sterownika (rysunek 7).

Instalacja kolektorów słonecznych jest użyteczna zwłaszcza w układach przygotowania ciepłej wody użytkowej (c.w.u.), ale może być zastosowana również do wspomaganie centralnego ogrzewania (c.o.).



Rysunek 7 Przykładowy schemat instalacji solarnej w budynku jednorodzinnym⁷

➤ Podział kolektorów

Obecnie na rynku dostępnych jest wiele rodzajów kolektorów słonecznych charakteryzujących się różnymi parametrami cieplnymi i technicznymi.

Podstawowym kryterium podziału kolektorów jest zastosowany rodzaj nośnika ciepła:

- **Kolektory powietrzne**

W kolektorach powietrznych pochłonięta przez absorber energia oddawana jest przepływającemu w ukształtowanym kanale strumieniowi powietrza. Absorber z przymocowanymi kanałami powietrznymi zamknięty jest w prostopadłościennym obudowie przykrytej szybą. Kolektory te są stosunkowo rzadko wykorzystywane w Polsce.

⁷ Górecki et al., 2015, Efektywne wykorzystanie odnawialnych źródeł energii

- **Kolektory cieczowe**

Najbardziej rozpowszechnione w Polsce są kolektory cieczowe, które można podzielić na:

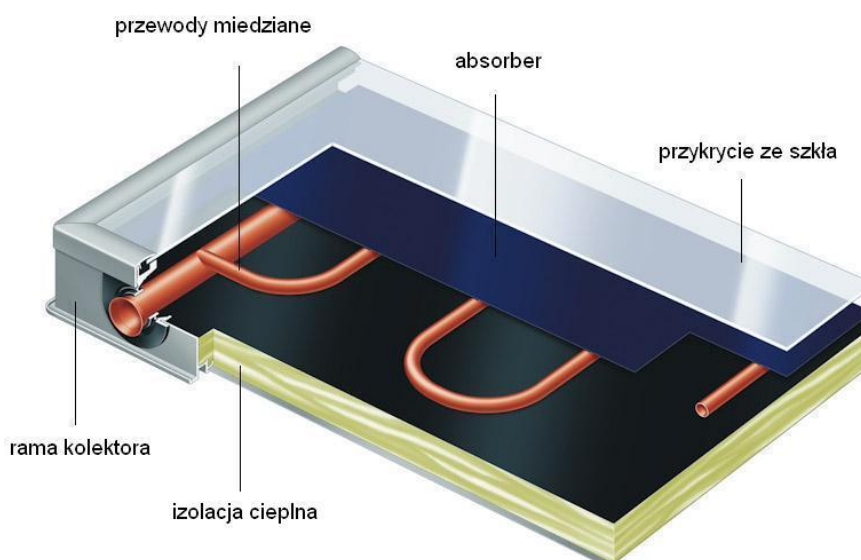
- kolektory płaskie,
- kolektory płaskie próżniowe,
- kolektory próżniowe–rurowe typu „heat–pipe”:
 - z podwójną rurą szklaną – typu „termos”,
 - z pojedynczą rurą szklaną,
- kolektory próżniowe–rurowe typu „U–pipe”.

Najbardziej popularne i najczęściej stosowane, szczególnie w układach przygotowania ciepłej wody użytkowej i w systemach basenowych, są kolektory płaskie cieczowe (rysunek 8). Wybierane są one głównie ze względu na prostotę budowy, bezawaryjną długoletnią eksploatację i stosunkowo niskie koszty produkcji w porównaniu do pozostałych typów.

Kolektory te zbudowane są z absorbera promieniowania słonecznego, przymocowanego do rur, przez które płynie nośnik ciepła. Absorber, jako zasadniczy element kolektora, odpowiedzialny za przemianę energii słonecznej w ciepło, wykonany jest z blachy miedzianej lub aluminiowej pokrytej wysokoselektywną substancją pochłaniającą promieniowanie słoneczne. Najczęściej tą substancją jest tlenek tytanu.

Wszystkie wymienione najważniejsze części kolektora słonecznego płaskiego umieszczone są w szczelnej obudowie wykonanej z aluminium lub z włókna szklanego. Absorber oraz rury wykonywane są w trzech wariantach:

- miedź – miedź;
- aluminium – miedź;
- aluminium – aluminium.

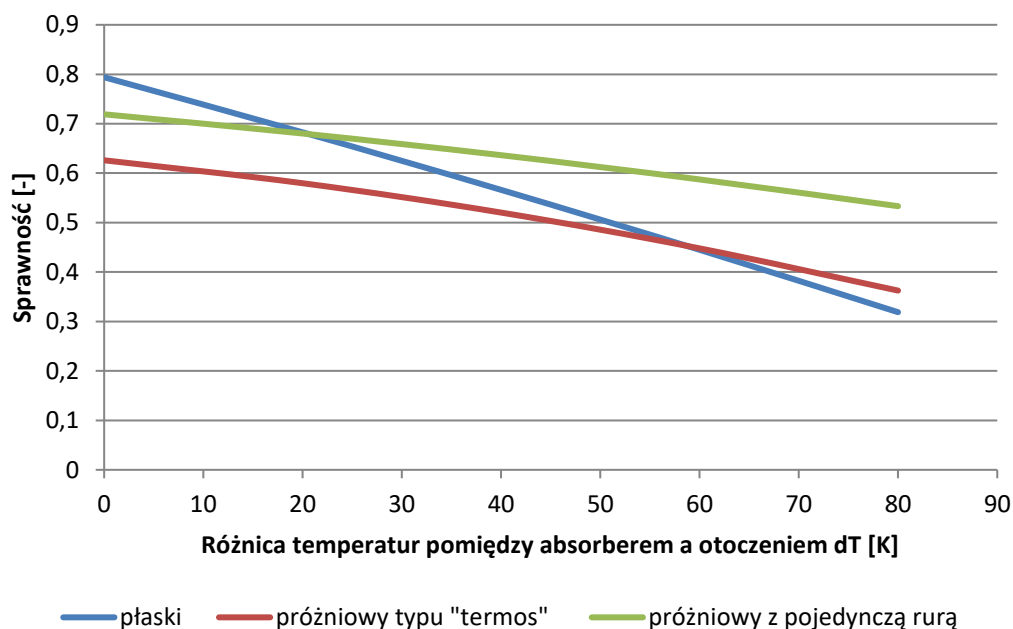


Rysunek 8 Schemat budowy kolektora płaskiego⁸

⁸ www.termoinstal.pl

Alternatywą dla kolektorów płaskich są kolektory próżniowo–rurowe cechujące się lepszymi parametrami cieplnymi, co z kolei wiąże się z wolniejszym spadkiem sprawności kolektora (rysunek 9) w zależności od temperatury otoczenia.

Próżniowo–rurowe kolektory słoneczne pozbawione są klasycznych materiałów izolacyjnych, gdyż izolacją cieplną jest znajdująca się w środku rury próżnia – izolacja doskonała. Kolektory próżniowo–rurowe zbudowane są z kilku do kilkunastu równolegle ułożonych rur szklanych, połączonych ze sobą w belce zbiorczej.



Rysunek 9 Przebieg sprawności kolektorów słonecznych w zależności od różnicy temperatur absorbera i otoczenia dla różnych typów kolektorów słonecznych⁹

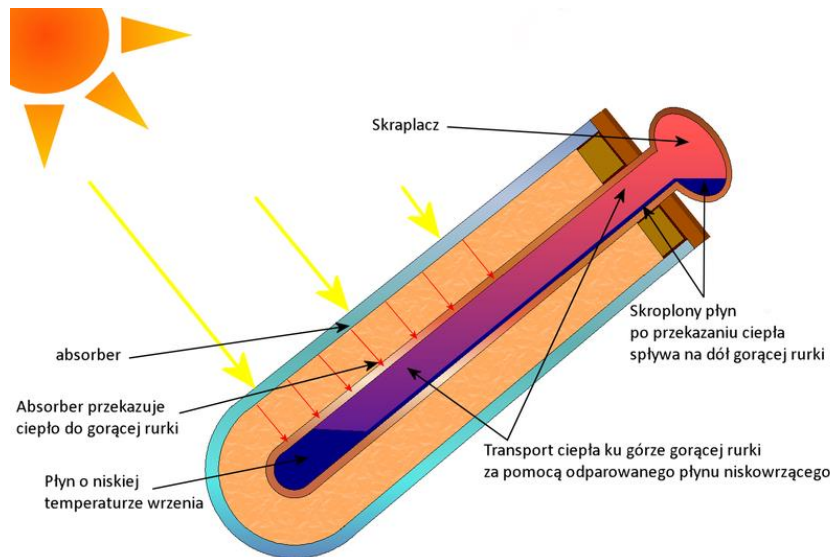
W kolektorach typu „heat–pipe” wewnątrz szklanej rury znajduje się tzw. ciepłowód – wydłużony walcowaty zbiornik (rurka) wypełniony cieczą o niskiej temperaturze wrzenia, zbudowany zazwyczaj z miedzi.

Zadaniem absorbera jest przekazanie zgromadzonego ciepła za pośrednictwem wyprofilowanej blachy miedzianej lub aluminiowej do ciepłowodu (rysunek 9). Energia ta wykorzystywana jest do odparowania cieczy niskowrzącej, która w postaci gazu kieruje się ku górze „gorącej rurki”. Następnie czynnik grzewczy instalacji słonecznej (wodny roztwór glikolu) odbiera ciepło od pary płynu niskowrzącego, powodując jego skroplenie. Schłodzony czynnik po powrocie do postaci płynnej sphywa na dno „gorącej rurki”, gdzie ulega ponownie nagrzananiu i odparowaniu – proces rozpoczyna się od nowa.

Kolektory próżniowe–rurowe typu „heat–pipe” mogą posiadać konstrukcję typu „termos” oraz typu pojedyncza rura.

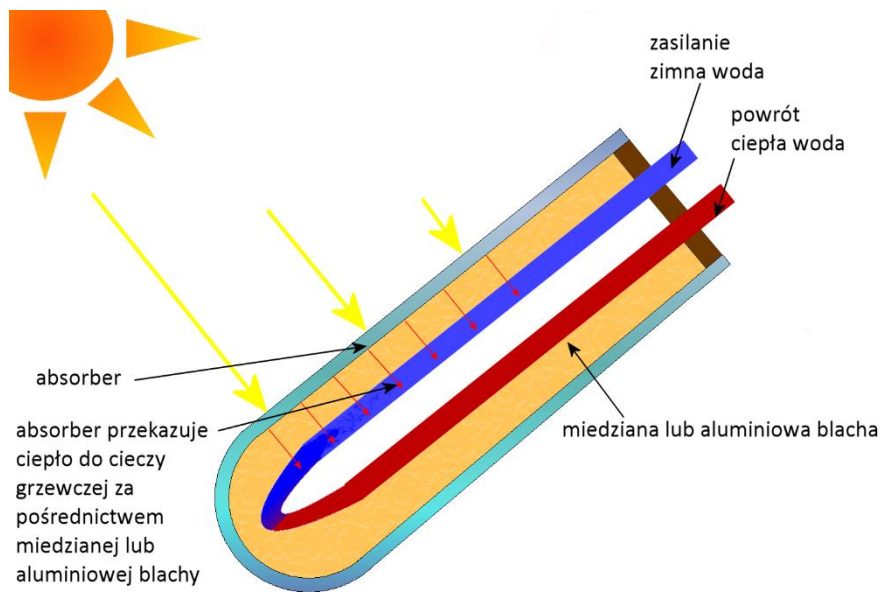
Kolektory typu „heat–pipe” stanowią obecnie kilka procent udziału w rynku kolektorów słonecznych (a wśród nich tylko kilka procent stanowi dobre jakościowo kolektory z pojedynczą rurą).

⁹ Opracowanie własne Instytut „Miękinia”



Rysunek 10 Budowa i schemat działania kolektora próżniowego typu „heat – pipe”¹⁰

Kolektory próżniowe „U–pipe” charakteryzują się bezpośrednim przepływem płynu solarnego przez miedzianą rurkę przymocowaną do absorbera (rysunek 11). Są one obecnie technologią niszową.



Rysunek 11 Budowa i schemat działania kolektora próżniowego typu „U–pipe”¹⁰

Zgodnie z wykresem przedstawionym na rysunku 9, należy zauważyć, że kolektory w technologii „heat–pipe” typu „termos” charakteryzują się niskimi sprawnościami, w porównaniu z kolektorami próżniowymi z pojedynczą rurą oraz z kolektorami płaskimi.

Biorąc pod uwagę doświadczenia eksploatacyjne oraz przebiegi sprawności kolektorów, obecnie optymalnym rozwiązaniem są kolektory płaskie.

¹⁰ Górecki et al., 2015, Efektywne wykorzystanie odnawialnych źródeł energii

➤ **Podział instalacji solarnych, ze względu na miejsce montażu**

• **Instalacje naziemne**

Montaż modułów w formie instalacji naziemnej pozwala na łatwy dostęp do kolektorów słonecznych i ich serwis. Lokalizacja instalacji naziemnej wymaga niezacienionej powierzchni, usytuowanej relatywnie blisko miejsca, w którym będzie znajdował się zasobnik ciepłej wody użytkowej. Takie konstrukcje posiadają często możliwość modulacji kąta pochylenia modułów, co daje możliwość optymalnego ustawienia całego systemu.

• **Instalacje na dachach płaskich**

Dla dachów płaskich często rekomendowanym przez firmy wykonawcze rozwiązaniem jest zastosowanie samonośnej konstrukcji wsporczej dociążanej bloczkami betonowymi. Tego typu konstrukcje są aerodynamiczne i wymagają jedynie niewielkiego dodatkowego balastu. Konstrukcja nie wymaga mocowania do dachu, dzięki czemu nie narusza jego pokrycia i szczelności. Takie konstrukcje posiadają często możliwość modulacji kąta pochylenia modułów, co daje możliwość optymalnego ustawienia całego systemu.

• **Instalacje na dachach skośnych**

Najczęstszymi instalacjami wykonywanymi w Polsce są instalacje dachowe, na dachach skośnych. W przypadku montażu instalacji solarnej na dachu należy pamiętać o wyborze odpowiedniej ekspozycji. Korzystne do montażu instalacji solarnej są ekspozycje od południowego wschodu do południowego zachodu. Poprawnie rozplanowane kolektory na dachu nie mogą wychodzić poza obrys dachu (odsunięte o ok. 1 m od krawędzi dachu) oraz muszą być odsunięte od wszystkich elementów zacieniających.

Zalety stosowania kolektorów słonecznych

Zaletą instalacji z kolektorami słonecznymi jest szybki i prosty montaż oraz możliwość podłączenia do konwencjonalnych systemów c.o. i c.w.u. Należy pamiętać, że instalacje z kolektorami słonecznymi służą głównie do wspomagania przygotowania c.w.u. oraz c.o., zatem do pokrycia całkowitego zapotrzebowania na ciepło niezbędne jest źródło główne (np. kocioł gazowy, grzałka elektryczna, itp.), które w pochmurne dni przejmuje funkcję grzania/dogrzewania.

1.3 Instalacje fotowoltaiczne

1.3.1 Słowniczek pojęć

Mikroinstalacja – instalacja odnawialnego źródła energii o łącznej zainstalowanej mocy elektrycznej nie większej niż 50 kW, przyłączona do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV albo o mocy cieplnej osiągalnej w skojarzeniu nie większej niż 150 kW, w której łączna zainstalowana moc elektryczna jest nie większa niż 50 kW.

Fotowoltaika – dziedzina nauki zajmująca się konwersją promieniowania słonecznego na energię elektryczną przy wykorzystaniu zjawiska (efektu) fotowoltaicznego.

Konwersja fotowoltaiczna – bezpośrednia zmiana energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną zachodząca w ogniwie fotowoltaicznym.

Falownik – przekształtnik prądu stałego na prąd zmienny (DC→AC). W instalacjach fotowoltaicznych przekształca prąd stały powstały w modułach fotowoltaicznych w prąd przemienny o parametrach zgodnych z parametrami odbiorników i sieci elektrycznej. Falownik obok modułów jest drugim najistotniejszym elementem instalacji PV.

Moduł – integralne, hermetycznie zamknięte urządzenie, składające się z ogniw fotowoltaicznych, zdolne do wytwarzania prądu stałego pod wpływem promieniowania świetlnego. Bardzo często moduł fotowoltaiczny określany jest mianem panelu.

Generator fotowoltaiczny – zespół połączonych ze sobą szeregowo paneli fotowoltaicznych.

Prosument – każdy odbiorca końcowy energii elektrycznej, który kupuje energię elektryczną z sieci, a także ją wytwarza w mikroinstalacji, w celu jej zużycia na potrzeby własne. Z definicji prosumenta wyłączeni są przedsiębiorcy wykorzystujący wytworzoną w mikroinstalacji energię na potrzeby prowadzonej działalności gospodarczej.

Opust – sposób bezgotówkowego rozliczenia energii elektrycznej pobranej przez prosumenta oraz wyprodukowanej w mikroinstalacji. Rozliczenie w ramach opustu odbywa się w okresie rocznym, przy czym dla instalacji o mocy do 10 kW za 1 kWh oddaną do sieci prosument może odebrać 0,8 kWh. W przypadku instalacji o mocy 10–50 kW rozliczenie odbywa się w stosunku ilościowym 1 do 0,7 kWh. Od energii rozliczanej w ramach opustu prosument nie uiszcza opłaty dystrybucyjnej. Należy zaznaczyć, że po roku, niewykorzystany w ramach opustu nadmiar energii elektrycznej przepada. Z tego względu moc instalacji PV powinna być precyzyjnie dobrana do zużycia energii.

Umowa kompleksowa – warunkiem koniecznym do rozliczenia energii elektrycznej w oparciu o system opustu jest posiadanie przez prosumenta umowy kompleksowej o świadczenie usług dystrybucji i sprzedaży energii elektrycznej. W przypadku zmiany dostawcy energii prosument musi zadbać, aby nowy sprzedawca posiadał tzw. Generalną Umowę Dystrybucji dla Usługi Kompleksowej GUD–K.

Pomoc publiczna – energia elektryczna wyprodukowana przez prosumenta nie podlega sprzedaży nawet w przypadku jej wprowadzenia do sieci. Nie mniej jednak zgodnie z Interpretacją UOKiK z dnia 5 sierpnia 2016 roku energia wprowadzona do sieci podlega obrotowi na rynku energii co wypełnia unijne definicje przedsiębiorczości. Z tego względu „... obecnie tak jak przed nowelizacją ustawy, wsparcie inwestycyjne udzielone prosumentowi na zakup mikroinstalacji odnawialnego źródła energii będzie stanowiło pomoc publiczną, jeśli energia wytwarzana w tej instalacji będzie wprowadzona do sieci.”

1.3.2 Opis technologii

Obecnie fotowoltaika wykorzystywana jest zarówno w wielkiej skali, w postaci farm fotowoltaicznych generujących gigawatogodzinę (GWh) energii elektrycznej w skali roku, jak również w mikro skali, gdzie moduły fotowoltaiczne produkują energię elektryczną w domostwach indywidualnych. W przypadku produkcji energii elektrycznej w skali mikro mówi się o energetyce rozproszonej.






Ogniwa fotowoltaiczne wykorzystuje się również w życiu codziennym np. do ładowania baterii, w kalkulatorach, telefonach itp. Przemysł fotowoltaiczny rozwija się coraz prężniej, powstają nowe rozwiązania wykorzystujące nowe technologie oraz obserwowany jest ciągły wzrost sprawności modułów fotowoltaicznych.

Elementy składowe mikroinstalacji fotowoltaicznych:

➤ Moduły fotowoltaiczne

Moduł fotowoltaiczny to podstawowy element instalacji fotowoltaicznej. Jest to urządzenie, które służy do bezpośredniej zamiany energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną w postaci prądu stałego.

Tabela 1 Charakterystyka modułów fotowoltaicznych w różnych technologiach

				
Monokrystaliczny	Polikrystaliczny	CIGS	CdTe	Amorficzny
Sprawność				
17%–18%	16–17%	12%–14%	11%–13%	8%–10%
Umiarkowany spadek wydajności przy wzroście temperatury pracy	Umiarkowany spadek wydajności przy wzroście temperatury pracy	Niski spadek wydajności przy wzroście temperatury pracy	Niski spadek wydajności przy wzroście temperatury pracy	Niski spadek wydajności przy wzroście temperatury pracy
Zazwyczaj w ramce	Zazwyczaj w ramce	Zazwyczaj w ramce	Zazwyczaj bez ramki	Zazwyczaj bez ramki
Bardzo wielu dostawców	Bardzo wielu dostawców	Ograniczona liczba dostawców	Bardzo ograniczona liczba dostawców	Ograniczona liczba dostawców

Podstawowy podział modułów fotowoltaicznych opiera się o budujące je ogniwa fotowoltaiczne (tabela 1).

Dominującym typem modułów fotowoltaicznych są moduły oparte o ogniwa z krzemu krystalicznego. Do tej grupy zaliczamy moduły monokrystaliczne i polikrystaliczne.

Drugą grupę stanowią moduły cienkowarstwowe produkowane odmienną technologią, w której nie występuje klasyczne łączenie ogniwa PV. Do tej grupy zaliczamy moduły z krzemu amorficznego, mieszaniny CIGS, tellurku kadmu (CdTe). Moduły tego typu są produkowane przy mniejszych nakładach energetycznych oraz z mniejszej ilości półprzewodnika.

Sprawność modułów fotowoltaicznych bezpośrednio przekłada się na zajmowaną przez nie przestrzeń montażową. Z kolei wysoka sprawność nie wpływa bezpośrednio na wysokie uzyski energii.

Moduły smart – warte uwagi

Moduły typu SMART to moduły, które zamiast tradycyjnej puszkii przyłączeniowej (taka znajduje się na tylnej stronie każdego modułu) mają optymalizator mocy, czyli urządzenie, które optymalizuje pracę poszczególnych ogniwa lub łańcuchów ogniwa na poziomie pojedynczego modułu. W typowych instalacjach optymalizacją pracy zajmuje się falownik, a optymalizacja dotyczy wszystkich modułów PV, które są przyłączone do danego falownika. Jeżeli na instalacji jest jeden falownik, to optymalizuje on moduły PV na całej instalacji.

Poszczególne moduły PV, a w szczególnych przypadkach nawet ogniwa PV na danym module pracują jednak z nieco odmiennymi parametrami, co wynika z okresowego zacienienia, różnego stopnia nagrzewania się modułów i ich chłodzenia, różnego stopnia zabrudzenia, nierównomiernego starzenia się ogniwa PV, uszkodzenia modułów itd.

W instalacjach opartych na modułach SMART elementy falownika odpowiadające za optymalizację pracy ogniwa są przeniesione do każdego modułu indywidualnie.

Moduły typu SMART są droższe od typowych modułów o ok. 10–15%. Inwestując w takie urządzenia należy więc liczyć się z tym, że wzrost nakładów inwestycyjnych w zakresie kompleksowej budowy instalacji może wynieść ok. 5%. Są one stosowane głównie na dachach o skomplikowanej konstrukcji, z mocno ograniczoną powierzchnią montażową, gdzie będzie występowało zacienienie poszczególnych partii instalacji.

➤ **Falowniki (inwertery) fotowoltaiczne**

Falowniki stosujemy zarówno do mikroinstalacji, jak i do dużych farm fotowoltaicznych. Ze względu na moc, wyróżniamy (rysunek 12):

- **mikrofalowniki** – współpracujące z jednym panelem fotowoltaicznym;
- **falowniki stringowe** – obsługujące w przypadku małej instalacji fotowoltaicznej (1–30 kW) wszystkie panele fotowoltaiczne;
- **falowniki centralne** – przeznaczone do pracy na farmach fotowoltaicznych o mocach setek kilowatów.



Mikro
Inwerter



Inwerter
Stringowy



Inwerter
Centralny

Rysunek 12 Inwertery fotowoltaiczne¹¹

Moc generatora fotowoltaicznego powinna być odpowiednio dobrana do mocy falownika, co oznacza, że inwerter powinien być optymalnie obciążony celem uzyskania możliwie najwyższej sprawności. Każdy falownik optymalną sprawność osiąga przy odpowiednich wartościach napięcia i natężenia prądu, przy czym w zależności od typu falownika rozkład ten wygląda nieco odmiennie.

Podział ze względu na technologię

Ze względu na technologię można wyróżnić falowniki transformatorowe i beztransformatorowe (rysunek 13).

Inwertery beztransformatorowe zdominowały obecnie rynek instalacji fotowoltaicznych i w porównaniu do konstrukcji transformatorowych są lżejsze oraz mają lepszą sprawność w szerokim zakresie obciążenia.

Z kolei zaletą konstrukcji transformatorowych jest możliwość uziemienia tablicy dzięki galwanicznej izolacji. Ta cecha jest niezbędna przy instalacji pewnych typów baterii słonecznych (np. modułów cienkowarstwowych).



Inwerter
Beztransformatorowy



Inwerter
Transformatorowy

Rysunek 13 Falownik beztransformatorowy i transformatorowy¹¹

- **Falownik transformatorowy** (inwerter transformatorowy) – pracuje optymalnie, gdy jest obciążony w zakresie 20–60% mocy nominalnej, przy czym wyższe obciążenie nie jest powodem znaczącego spadku sprawności, z kolei obciążenie poniżej 15–20% powoduje radykalną utratę sprawności. W przypadku inwerterów transformatorowych należy zaznaczyć, iż wyższą efektywność osiągają one w dolnym zakresie napięcia pracy.

¹¹ Szymański, 2015, Instalacje fotowoltaiczne, wyd. IV

- **Falownik beztransformatorowy** (inwerter beztransformatorowy) – pracuje optymalnie, gdy jest obciążony w zakresie 25–100% mocy nominalnej, przy czym zazwyczaj im wyższe obciążenie, tym wyższa sprawność, z kolei obciążenie poniżej 15–20% powoduje radykalną utratę sprawności.

W przypadku inwerterów beztransformatorowych należy zaznaczyć, iż sprawność w niedużym stopniu zależy od napięcia, a optymalnym napięciem jest środkowy zakres napięcia pracy.

Zarówno konstrukcje transformatorowe, jak i beztransformatorowe pracują bardzo nieefektywnie w dolnych zakresach mocy. Wyraźny spadek efektywności zaczyna być widoczny przy obciążeniu inwertera mocą z modułów fotowoltaicznych poniżej 20% mocy nominalnej falownika. Z tego względu przewymiarowanie mocy inwertera w stosunku do mocy modułów fotowoltaicznych będzie skutkowało spadkiem sprawności konwersji prądu stałego na przemienny.

Ważnym powodem nieprzewymiarowania mocy inwertera jest także różnica w cenie pomiędzy falownikiem mniejszym, dopasowanym do mocy modułów, a falownikiem większym, który jest droższy. W przypadku każdego producenta moce kolejnych modeli inwerterów rosną skokowo, np. 1500 W, 2000 W, 3000 W, 5000 W, itd. Im wyższe moce, tym skoki są coraz większe. Niewykorzystanie pełnej mocy inwertera będzie przekładać się na jego wyższą jednostkową cenę w przeliczeniu na Wat wykorzystanej mocy.

Podział instalacji fotowoltaicznych

➤ **Podział ze względu na współpracę z siecią**

- **Instalacje wyspowe off-grid**

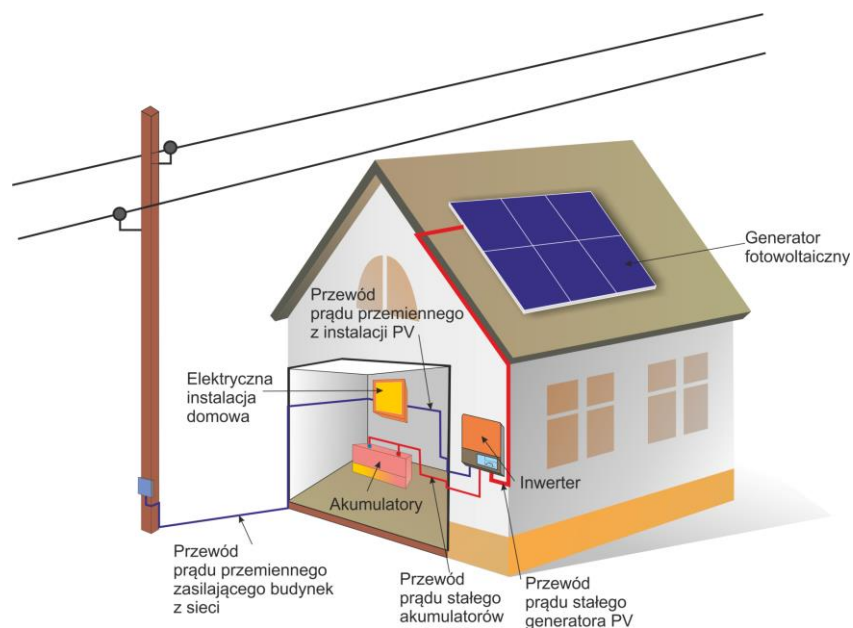
Podstawowymi elementami budującymi wyspowe instalacje fotowoltaiczne (rysunek 14) są moduły fotowoltaiczne, falownik oraz akumulatory.

W instalacji wyspowej wyprodukowana energia nie jest wyprowadzana poza sieć domową. Nadwyżki energii (ta część energii, której nie zużyją na bieżąco urządzenia pracujące w budynku) zostaje magazynowana w akumulatorach i wykorzystana w okresie późniejszym.

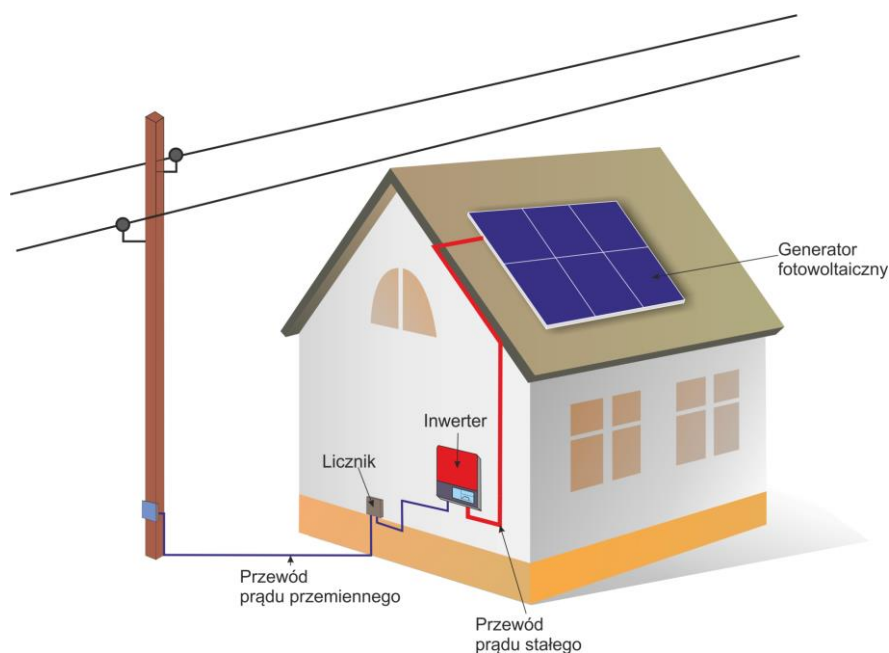
W instalacji wyspowej moc falownika musi być tak dobrana, aby w pełni pokryć zapotrzebowanie na moc w budynku, co jest szczególnie problematyczne, gdy wykorzystywane są urządzenia pracujące rzadko, lecz z dużą mocą.

- **Instalacje sieciowe on-grid**

Instalacje sieciowe (rysunek 15) w przeciwieństwie do instalacji wyspowych nie potrzebują akumulatorów do gromadzenia nadmiaru energii. Energia elektryczna jest wprowadzana do sieci wewnętrznej budynku i w pierwszej kolejności wykorzystywana do zasilania urządzeń. Nadmiar energii jest oddawany do sieci elektroenergetycznej, podobnie jak niedobór energii jest pokrywany energią z sieci publicznej.



Rysunek 14 Schemat poglądowy instalacji wyspowej¹²



Rysunek 15 Schemat poglądowy instalacji sieciowej¹²

- **Instalacje sieciowe z zerowym eksportem mocy**

W ramach instalacji sieciowych możliwe jest wykonanie instalacji z zerowym eksportem mocy. Taka instalacja, mimo iż podłączona jest do sieci, nie oddaje do niej energii.

Zastosowanie instalacji z zerowym eksportem mocy wymaga dokładnej analizy zapotrzebowania na moc w budynku. Zalecane jest także zastosowanie inteligentnego sterowania konsumpcją produkowanej energii np. poprzez wykorzystanie nadwyżek energii do grzania ciepłej wody czy gromadzenia jej w akumulatorach.

¹² Szymański, 2015, Instalacje fotowoltaiczne, wyd. IV

Budowa takiej instalacji może być interesująca dla samorządów szczególnie w kontekście przepisów o pomocy publicznej.

Instalacja z zerowym eksportem mocy nie jest istotnie droższa od klasycznej instalacji sieciowej pod warunkiem, że nie wykorzystuje ona akumulatorów do gromadzenia energii elektrycznej. Zgodnie z obowiązującymi przepisami taka instalacja powinna być zgłoszona do zakładu energetycznego.

➤ **Podział ze względu na lokalizację**

- **Instalacje naziemne**

Montaż modułów w formie instalacji naziemnej pozwala na łatwy dostęp do modułów PV i ich serwis. Lokalizacja instalacji naziemnej wymaga niezacienionej powierzchni usytuowanej relatywnie blisko miejsca, w którym instalacja będzie przyłączona do sieci. Takie konstrukcje posiadają często możliwość modulacji kąta pochylecia modułów, co daje możliwość optymalnego ustawienia całego systemu.

- **Instalacje na dachach płaskich**

Na dachach płaskich często rekomendowanym przez firmy wykonawcze rozwiązaniem jest zastosowanie konstrukcji wsporczej samonośnej dociążanej bloczkami betonowymi. Tego typu konstrukcje są aerodynamiczne i wymagają jedynie niewielkiego dodatkowego balastu. Konstrukcja nie wymaga mocowania do dachu, dzięki czemu nie narusza jego pokrycia i szczelności. Takie konstrukcje posiadają często możliwość modulacji kąta pochylecia modułów, co daje możliwość optymalnego ustawienia całego systemu.

- **Instalacje na dachach skośnych**

Najczęstszymi instalacjami wykonywanymi w Polsce są instalacje dachowe, na dachach skośnych. W przypadku montażu instalacji PV na dachu należy pamiętać o wyborze odpowiedniej ekspozycji. Korzystne do montażu instalacji PV są ekspozycje od południowego wschodu do południowego zachodu. Poprawnie rozplanowane moduły PV na dachu nie mogą wychodzić poza obrys dachu oraz muszą być odsunięte od wszystkich elementów zacieniających.

Miejsce montażu, a stawka podatku VAT

W przypadku, kiedy instalacja fotowoltaiczna pracuje na potrzeby energetyczne obiektu mieszkalnego, lecz zainstalowana jest na gruncie przy budynku nie jest możliwe zastosowanie obniżonej stawki VAT nawet, jeżeli energia jest wykorzystywana na potrzeby budynku jednorodzinne. Natomiast w przypadku montażu instalacji PV na budynkach mieszkalnych jednorodzinnych o powierzchni nieprzekraczającej 300 m² możliwe jest zastosowanie obniżonej stawki podatku VAT.

Monitoring pracy instalacji fotowoltaicznych

Sposób monitorowania pracy i informowania o awarii jest bardzo istotnym elementem, który z pewnością należy wziąć pod uwagę przy wyborze urządzenia. Najwygodniej jest, jeśli (dzięki monitoringowi i komunikacji), informacja o ewentualnych nieprawidłowościach działania urządzenia zostanie wysłana do serwisanta automatycznie – zapewni to szybkie reagowanie i minimalizację strat.

Z punktu widzenia rozliczenia efektu ekologicznego ważne jest aby, gmina posiadała dostęp online do uzysków energii z każdej instalacji w ramach jednego spójnego systemu monitoringu pracy.

Zasady doboru mocy mikroinstalacji

W przypadku programów wsparcia (typu Regionalne Programy Operacyjne) realizowanych w formule parasolowej, zdecydowanie praktyczniej jest dobierać moc instalacji jednakową dla wszystkich odbiorców. Jednak zdecydowanie profesjonalnie jest dobierać moc indywidualnie. Zalety i wady indywidualnego i grupowego podejścia do doboru mocy zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2 Zalety i wady indywidualnego i grupowego doboru mocy instalacji fotowoltaicznej

	MOC INSTALACJI JEDNAKOWA DLA WSZYSTKICH	MOC INSTALACJI DOBIERANA INDYWIDUALNIE
Zalety	<ul style="list-style-type: none">• wariant łatwiejszy• możliwość pominięcia audytów lub wykonanie ich w uproszczonej formie• prostszy serwis i obsługa• nieznacznie niższa cena jednostkowa• uznawany za sprawiedliwy społecznie	<ul style="list-style-type: none">• możliwość idealnego dopasowania mocy generatora fotowoltaicznego do potrzeb odbiorcy
Wady	<ul style="list-style-type: none">• duże prawdopodobieństwo niedopasowania mocy (przewymiarowania lub niedowymiarowania) generatora fotowoltaicznego do potrzeb odbiorcy	<ul style="list-style-type: none">• konieczność wykonania obszerniejszych audytów• trudniejsza zastępowalność przez osoby z listy rezerwowej

Dobór mocy instalacji fotowoltaicznej musi oprzeć się o:

- **Dostępną przestrzeń montażową** – może ona być ograniczona elementami zacieniającymi, stopniem skomplikowania połaci dachowej lub strefami bezpieczeństwa. Ocenę przeprowadza się w renderze za pomocą programu graficznego, albo dokonuje się rozplanowanie modułów w programie CAD-owskim. Stopień pokrycia dachu skośnego modułami mieści się w zakresie 75–95% jego powierzchni.
- **Moc umowną** – gdy moc instalacji przekroczy moc umowną danego budynku konieczne będzie wystąpienie o warunki przyłączenia, co generuje dodatkowe formalności. By ułatwić procedurę realizacji inwestycji, moc umowna powinna być limitem mocy dla instalacji po stronie prądu stałego (DC).

- **Techniczne możliwości przyłączenia** – w tej kwestii należy ustalić miejsce przyłączenia i ustalić możliwości montażu falownika oraz doprowadzenia kabli DC/AC, określić układ sieci, punkty przyłączenia, przekroje przewodów, impedancję pętli zwarcia.
- **Zużycie energii i rozliczenie w systemie opustu** – należy bazować na minimum rocznym zużyciu i szanować zmianę zużycia energii w kolejnych latach na podstawie wywiadu środowiskowego. Trzeba również uwzględnić coroczny spadek wydajności modułów.

Ponadto projektując instalację fotowoltaiczną należy sprawdzić zgodność założeń projektowych z kryteriami przyłączeniowymi oraz wymaganiami technicznymi dla mikroinstalacji i małych instalacji przyłączanych do sieci dystrybucyjnej niskiego napięcia. Kryteria takie przedstawia Operator Systemu Dystrybucji (OSD). W Małopolsce kryteria takie zostały opracowane przez Tauron Dystrybucja S.A.¹³

Zalety stosowania instalacji fotowoltaicznych

Zaletą instalacji fotowoltaicznych jest możliwość rzeczywistego obniżenia rachunków za energię elektryczną. Instalacje takie idealnie współpracują z pompami ciepła, wówczas w bilansie rocznym, budynek może korzystać nawet w 100% z energii z OZE.

1.4. Kotły na pellety

1.4.1. Słowniczek pojęć

Pellety drzewne – granulki wytworzone z rozdrobnionego drewna, posiadające średnice 6 do 8 mm, długość 3,15 do 40 mm, wilgotność względną nie większą niż 10%, gęstość nasypową większą niż 600 kg/m³, wartość opałowa pelletów wynosi od 16,5 do nawet 19 MJ/kg, zawartość popiołu mniej niż 0,7%.

Kocioł na pellety – urządzenie grzewcze, wytwarzające ciepło, przekazywane do wody instalacyjnej. Ciepło wydzielane jest na skutek reakcji spalania pelletów drzewnych. Kocioł tego typu w automatyczny sposób podaje paliwo na palenisko, moduluje moc oraz oczyszcza palenisko z pozostałego po spalaniu popiołu.

Sterownik kotła – urządzenie elektroniczne sterujące efektywną pracą kotła, regulujące temperaturę w kotle oraz w zależności od stopnia rozbudowania sterownika, może sterować instalacją grzewczą budynku.

Zapalarka – element grzewczy służący do ogrzewania powietrza powodujący rozpalanie pelletów.

Sonda lambda – element służący do pomiaru zawartości tlenu w spalinach. Sterownik kotła na podstawie informacji o zawartości tlenu w spalinach w optymalny sposób dozuje powietrze do spalania.

Pellety klasy A1 – pellety spełniające wymagania normy PN-EN 14961-2:2011 dla klasy A1. Jest to paliwo idealne do stosowania w małych kotłach na pellety.

¹³ <https://www.tauron-dystrybucja.pl/przylaczenie-do-sieci/dokumenty-do-pobrania>

Agropellety – pellety wyprodukowane z biomasy typu agro (słoma, siano, itp.), mogą powodować duże trudności eksploatacyjne, jeżeli są stosowane w małych kotłach na pellety. **Zabezpieczenie przed zbyt niską temperaturą powrotu** – układ umożliwiający zabezpieczenie kotła przed wodą powrotną o temperaturze poniżej 54°C. Układ taki jest wymagany w każdym stalowym kotle na paliwo stałe.

1.4.2. Opis technologii

Kotły na pellety drzewne są wysokosprawnymi kotłami w pełni automatycznymi. Urządzenia te automatycznie się rozpalają, oczyszczają palenisko z popiołu oraz wygaszają. Pellety drzewne do zastosowań domowych powinny posiadać klasę A1 według normy PN-EN 14961-2:2011.

Pellety idealnie nadają się do spalania w dedykowanych kotłach automatycznych. Kotły wyposażone w automatyczne podajniki charakteryzują się bardziej skomplikowaną budową.

Oprócz urządzeń mechanicznych, takich jak podajniki ślimakowe, czy ruszty ruchome, kotły te mają również rozbudowane systemy sterowania ilością podawanego paliwa i dostarczanego powietrza, a także posiadają zapalarkę paliwa i sondę lambda w celu efektywnej regulacji procesu spalania w każdych warunkach pracy. Dzięki temu kocioł może pracować efektywnie i ekologicznie w zakresie 30–100% mocy nominalnej.

W przypadku stosowania zasobnika paliwa o pojemności ok. 300 l i kotła o mocy 25 kW, przy nominalnej mocy kotła zapas paliwa powinien wystarczyć nawet na tydzień jego pracy.

Najpopularniejsze są trzy typy palników:

- rurowy;
- rynnowy;
- retortowy.

Ze względu na sposób podawania paliwa możemy wyróżnić trzy typy palenisk pelletowych:

- z podawaniem paliwa od dołu;
- z podawaniem poziomym;
- z podawaniem od góry.

➤ **Kotły z podawaniem paliwa od dołu – paleniska retortowe**

W przypadku kotłów z podawaniem paliwa od dołu, pellety są podawane z zasobnika ślimakiem i wypychane w górę na talerz retorty. Poprzez złożę przepływa powietrze pierwotne potrzebne do zainicjowania procesu spalania, zaś powyżej po obwodzie paleniska, tuż nad strefą żaru, wdmuchiwane jest powietrze wtórne, powodując dopalanie się gazów. Popiół przesuwany przez świeżą porcję paliwa osypuje się na zewnątrz retorty.

Zarówno ślimak, jak i palenisko bardzo często wykonane są z ognioodpornego żeliwa, czasem jest stosowany ślimak stalowy.

W konstrukcji tego typu kotła pellety płonące na retorcie są oddzielone od tych w zasobniku poprzez zastosowanie np. podwójnego ślimaka ze służą ogniową.

➤ **Kotły z podawaniem paliwa poziomym, z paleniskiem rynnowym**

Efektywne są również kotły z palnikiem podającym paliwo poziomo. Paliwo na palenisko dostarczane jest ślimakiem. W przypadku kotłów z zastosowanym skośnym podajnikiem paliwa z zasobnika, ślimak ten jest krótki, rzędu 20–30 cm.

Kotły te poza przedmuchem paleniska powietrzem, mogą posiadać także inne aktywne mechanizmy czyszczące, np. ruchomy ruszt lub w przypadku palenisk rurowych, obrotową rurę. Płomień w palenisku tego typu ma ułożenie poziome. Często paleniska takie mają obudowę z elementów ceramicznych, np. cegły szamotowej.

➤ **Kotły z podawaniem paliwa od góry**

Pellety w kotłach tego typu spadają rurą zasypową na ruszt. Powietrze pierwotne jest podawane spod rusztu. Popiół osypuje się przez ruszt do popielnika.

Zaletą tego typu palenisk jest idealne dopasowanie ilości podawanego paliwa do chwilowego zapotrzebowania mocy grzewczej. Niekorzystną cechą kotłów z podawaniem paliwa od góry może być wzmożone unoszenie drobnego popiołu, spowodowane spadającymi pelletami.

Większość kotłów automatycznych na pellety dostępnych na rynku charakteryzuje się wysoką efektywnością oraz bardzo niskimi emisjami zanieczyszczeń, potwierdzonych np. certyfikatem Ecodesign. Osiągnięto to poprzez odpowiednio zoptymalizowaną konstrukcję palenisk i wymienników ciepła, a także zastosowanie zaawansowanych algorytmów sterowania kotłem, m. in. w oparciu o informacje z sondy lambda.

Kotły automatyczne na pellety posiadają urządzenia zapalające – rozpalanie następuje poprzez nadmuchiwanie gorącego powietrza, systemy automatycznego lub ręcznego czyszczenia wymiennika ciepła oraz układ usuwania popiołu. Ponadto, oprócz zasobnika przykotłowego, istnieje możliwość zainstalowania układu podawania pelletów z większego magazynu. Podawanie z magazynu jest realizowane pneumatycznie lub poprzez układy podajników ślimakowych.

Uchwała nr XXXII/452/17 Sejmiku Województwa Małopolskiego z dnia 23 stycznia 2017 r. wprowadziła na obszarze województwa małopolskiego ograniczenia i zakazy w zakresie eksploatacji instalacji, w których następuje spalanie (z wyłączeniem gminy miejskiej Kraków, gdyż w tu obowiązuje uchwała z roku 2016). Uchwała zakazuje stosowania paliw zawierających biomasę o wilgotności w stanie roboczym powyżej 20%.

Uchwała dopuszcza eksploatację instalacji na paliwa stałe jeżeli zapewnia minimalne poziomy sezonowej efektywności energetycznej i sezonowych emisji zanieczyszczeń określone w Rozporządzeniu Komisji (UE) 2015/1189 z dnia 28 kwietnia 2015 r. (dotyczące

wykonania dyrektywy w zakresie ekoprojektu) oraz umożliwiają wyłącznie automatyczne podawanie paliwa, za wyjątkiem instalacji zgazowujących paliwo.

Ekoprojekt wprowadza graniczne wartości emisji w odniesieniu do emisji dotyczących sezonowego ogrzewania pomieszczeń.

Dla kotłów automatycznych na pellety emisje sezonowe można obliczyć w następujący sposób:

$$E_s = 0,85 * E_{s,p} + 0,15 * E_{s,n}$$

gdzie:

E_s – emisja dotycząca sezonowego ogrzewania pomieszczeń [mg/m^3] przy (10% zawartości tlenu w spalinach oraz w standardowych warunkach ciśnienia i temperatury: 1013 hPa, 0°C);

$E_{s,p}$ – emisja cząstek stałych, gazowych zanieczyszczeń organicznych (OGC), tlenku węgla i tlenków azotu [mg/m^3] (zmierzonych podczas pracy kotła z mocą równą 30% mocy nominalnej, przy 10% zawartości tlenu w spalinach oraz w standardowych warunkach ciśnienia i temperatury: 1013 hPa, 0°C);

$E_{s,n}$ – emisja cząstek stałych, gazowych zanieczyszczeń organicznych, tlenku węgla i tlenków azotu [mg/m^3] (zmierzonych podczas pracy kotła z mocą nominalną, przy 10% zawartości tlenu w spalinach oraz w standardowych warunkach ciśnienia i temperatury: 1013 hPa, 0°C).

Wprowadzono także pojęcie **sezonowej efektywności energetycznej** ogrzewania pomieszczeń, zdefiniowanej jako:

$$\eta_s = \eta_{\text{som}} - F(1) - F(2) + F(3)$$

gdzie:

η_{som} – sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń w trybie aktywnym, wyrażona w % i obliczana:

$$\eta_{\text{som}} = 0,85 * \eta_p + 0,15 * \eta_n$$

gdzie :

η_p – sprawność przy mocy równej 30% mocy nominalnej dla kotłów automatycznych;

η_n – sprawność przy mocy nominalnej kotła;

F(1) – strata sezonowej efektywności energetycznej ogrzewania pomieszczeń ze względu na skorygowany udział czynników związanych z regulatorami temperatury i wynosi 3%;

F(2) – procentowy udział energii elektrycznej na potrzeby własne w sezonowej efektywności energetycznej ogrzewania pomieszczeń; podobnie jak w przypadku sezonowej efektywności energetycznej sposób jego wyliczenia zależy od typu źródła ciepła oraz możliwości jego pracy z mocą niższą od nominalnej;

F(3) – procentowy udział sprawności elektrycznej kotłów kogeneracyjnych na paliwo stałe w sezonowej efektywności energetycznej ogrzewania pomieszczeń.

W tabeli 3 przedstawiono minimalne sezonowe efektywności energetyczne i graniczne wartości emisji, które muszą spełniać kotły instalowane w Małopolsce.

Tabela 3 Minimalne sezonowe efektywności energetyczne i graniczne wartości emisji sezonowych wg wymagań ekoprojektu

Rodzaj kotła	Minimalna sezonowa efektywność energetyczna [%]	Graniczne wartości emisji sezonowych [mg/m ³] przy 10% O ₂			
		Cząstek stałych (pyłu)	Gazowych zanieczyszczeń organicznych	Tlenku węgla	Tlenków azotu
Z automatycznym podawaniem paliwa	77 (a w przypadku kotłów o mocy nominalnej ≤20kW–75)	40	20	500	200 dla kotłów na biomasę 350 dla kotłów na paliwa kopalne
Z ręcznym podawaniem paliwa		60	30	700	

1 kwietnia 2017 r. wszedł w życie obowiązek etykietowania energetycznego kotłów na paliwo stałe. Obowiązek ten wynika z dyrektywy ramowej Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/30/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie wskazania poprzez etykietowanie oraz standardowe informacje o produkcji, zużycia energii oraz innych zasobów przez produkty związane z energią i jest wprowadzony przez rozporządzenie Komisji Europejskiej 2015/1187 z dnia 27 kwietnia 2015 r. w odniesieniu do etykiet efektywności energetycznej dla kotłów na paliwo stałe i zestawów zawierających kocioł na paliwo stałe, ogrzewacze dodatkowe, regulatory temperatury i urządzenia słoneczne.

Wprowadzono dziesięć klas efektywności energetycznej od G (najniższa) do A+++ (najwyższa). Klasa efektywności energetycznej danego kotła będzie zależać od posiadanego współczynnika efektywności energetycznej (EEI).

W tabeli 4 poniżej przedstawiono klasyfikację kotłów pod względem efektywności energetycznej.

Tabela 4 Klasy efektywności energetycznej kotłów na paliwa stałe w zależności od współczynnika efektywności energetycznej¹⁴

Klasa efektywności energetycznej	Współczynnik efektywności energetycznej (EEI)
A+++	EEI ≥ 150
A++	125 ≤ EEI < 150
A+	98 ≤ EEI < 125
A	90 ≤ EEI < 98
B	82 ≤ EEI < 90
C	75 ≤ EEI < 82
D	36 ≤ EEI < 75
E	34 ≤ EEI < 36
F	30 ≤ EEI < 34
G	EEI < 30

¹⁴ Rozporządzenie Komisji Europejskiej 2015/1187 z dnia 27 kwietnia 2015 r.

Współczynnik efektywności energetycznej (EEI) oblicza się zgodnie z poniższym wzorem:

$$EEI = \eta_{son} * 100 * BLF - F(1) - F(2) * 100 + F(3) * 100$$

gdzie :

η_{son} – sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń w trybie aktywnym; obliczona według wytycznych przedstawionych w pkt 4 lit. b) załącznika VIII rozporządzenia Komisji Europejskiej nr 2015/1187;

BLF – współczynnik dla biomasy na potrzeby etykietowania efektywności energetycznej; wynoszący 1,45 dla kotłów na biomasę;

F(1) – negatywny udział we współczynniku efektywności energetycznej ze względu na skorygowane czynniki związane z regulacją temperatury; F(1) = 3;

F(2) – negatywny udział zużycia energii elektrycznej na potrzeby własne we współczynniku efektywności energetycznej; obliczony według wytycznych z pkt 4 lit. c) załącznika VIII tegoż rozporządzenia;

F(3) – pozytywny udział sprawności elektrycznej kotłów kogeneracyjnych na paliwo stałe we współczynniku efektywności energetycznej; obliczony jako:

$$F(3) = 2,5 * \eta_{(el,n)}$$

gdzie :

$\eta_{(el,n)}$ – sprawność elektryczna; wyrażona jako stosunek ilości wytworzonej energii elektrycznej do całkowitej ilości energii pobranej przez kogeneracyjny kocioł na paliwo stałe.

Zalety stosowania kotłów na pellety

Stosowanie pelletów, w porównaniu z innymi paliwami stałymi wymaga najmniejszego zaangażowania w obsługę kotła (czyszczenie, wynoszenie popiołu, zasypywanie paliwa). Pellety w przeciwieństwie do węgla są paliwem niebrudzącym.

Kotły na pellety idealnie sprawdzają się w budynkach wymagających wysokiego parametru zasilania c.o. (powyżej 55°C).

2. Podstawowe wytyczne w zakresie wymogów technicznych dla urządzeń OZE

2.1 Wytyczne w zakresie wymogów technicznych dla pomp ciepła powietrze-woda do ogrzewania pomieszczeń i przygotowania ciepłej wody użytkowej

- Projekt instalacji grzewczej z pompą ciepła powinien zostać wykonany dla każdego budynku indywidualnie.
- Projekt instalacji z pompą ciepła powinien zostać wykonany przez osobę, która posiada:
 - uprawnienia budowlane do projektowania w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń cieplnych, wentylacyjnych, gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych, o których jest mowa w Rozdziale 2 Art. 14 ust. 1 Ustawy *Prawo budowlane* (Dz. U. z 2018 r. poz. 1202 z późn. zm.) **lub**
 - certyfikat wystawiony przez Prezesa Urzędu Dozoru Technicznego w zakresie pomp ciepła.
- Projekt instalacji powinien zawierać:
 - schemat i opis instalacji wraz z parametrami technicznymi urządzeń (w tym: moc, efektywność, koszty);
 - sprawdzenie wydajności istniejącej instalacji grzewczej pod kątem współpracy z pompą ciepła (przepływy, odpowiednie różnice temperatur, utrzymanie niskiego parametru zasilania);
 - obliczenia parametrów instalacji (moc grzewcza, pojemność zasobnika i bufora) np. za pomocą programu symulacyjnego producenta lub zewnętrznego;
 - obliczenie zapotrzebowania na ciepło na cele centralnego ogrzewania (c.o.) i ciepłej wody użytkowej (c.w.u.);
 - informację o sposobie pomiaru ciepła dostarczonego przez pompę ciepła oraz energii elektrycznej pobranej przez pompę ciepła (informacje o zastosowanym liczniku ciepła i energii elektrycznej);
 - optymalizację ustawienia pompy ciepła, aby spełnić wymagania dotyczące poziomu hałasu zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska w *sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku* (Dz. U. 2014 poz. 112).
- Dokumentacja techniczna powinna być opracowana zgodnie z obowiązującymi przepisami, a w szczególności:
 - Ustawą z dnia 7 lipca 1994 r. *Prawo Budowlane* (Dz. U. z 2018 r. poz. 1202 z późn. zm.);

- Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie *szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego* (Dz. U. z 2012 r. poz. 462 z późn. zm.);
 - Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie *bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych* (Dz. U. 2003 r. nr 47 poz. 401 z późn. zm.);
 - Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie *informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa* (Dz. U. 2003 r. nr 120 poz. 1126 z późn. zm.);
 - Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie *szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót oraz programu funkcjonalno-użytkowego* (Dz. U. 2013 r. poz. 1129 z późn. zm.);
 - Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie *dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku* (Dz. U. 2014 poz. 112 z późn. zm.);
 - przepisami techniczno-budowlanymi;
 - obowiązującymi normami;
 - zasadami wiedzy technicznej i sztuką budowlaną.
- Zaleca się projektowanie i wykonanie instalacji zgodnie z wytycznymi branżowymi np. PORT PC. Mogą one stanowić podstawę realizacji umowy wykonawstwa instalacji.
 - Instalacja powinna być wykonana zgodnie z instrukcją instalacji i zaleceniami producenta.
 - Podstawą do projektu powinien być przeprowadzony audyt energetyczny budynku lub obliczenia ciepłe, z których wynika projektowe obciążenie cieplne budynku oraz sezonowe zapotrzebowanie na ciepło.
 - Dostawca pomp ciepła powinien dostarczyć etykiety produktu i karty produktu zgodnie z aktualnym Rozporządzeniem KE 811/2013 (Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) nr 811/2013 z dnia 18 lutego 2013 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/30/UE w odniesieniu do etykiet efektywności energetycznej dla ogrzewaczy pomieszczeń, ogrzewaczy wielofunkcyjnych, zestawów zawierających ogrzewacz pomieszczeń, regulator temperatury i urządzenie słoneczne oraz zestawów zawierających ogrzewacz wielofunkcyjny, regulator temperatury i urządzenie słoneczne). Zaleca się, aby minimalna klasa energetyczna dla ogrzewania dla parametrów zasilania 35°C oraz 55°C, w klimacie umiarkowanym była nie niższa niż A+ (z etykiety energetycznej produktu lub karty produktu zgodnej z rozporządzeniem KE 811/2013).

- Zaleca się, aby projektowa temperatura biwalentna przy pracy pompy ciepła na potrzeby c.o. nie była wyższa niż -7°C (parametr obligatoryjny, w przypadku, gdy dodatkowym źródłem ciepła jest grzałka elektryczna).
- Wymagana jest deklaracja zgodności CE producenta pompy ciepła (w języku polskim).
- Zaleca się, aby okres gwarancji na pompę ciepła oraz główne elementy instalacji (zasobnik c.w.u., bufor, itp.) był nie mniejszy niż okres trwałości projektu.
- Regulacja ogrzewania powinna być realizowana za pomocą regulatora pogodowego (umożliwiającego zastosowanie krzywej grzania).
- Wymagane jest zastosowanie bufora wody grzewczej o pojemności zgodnej z zaleceniami i wymogami producenta pomp ciepła lub zgodnie z wymogami z wytycznymi branżowymi PORT PC.
- Sterownik pompy ciepła powinien umożliwiać uruchomienie urządzenia w trybie pracy c.o. oraz c.w.u. Sterownik powinien być intuicyjny dla użytkownika końcowego.
- Automatyka zainstalowanej pompy ciepła powinna uniemożliwić pracę sprężarki w przypadku dużego spadku napięcia zasilania, zaniku napięcia na jednej z faz lub niewłaściwym podłączeniu faz zasilania (niewłaściwy kierunek obrotów sprężarki).
- Przepusty pod rury zasilającą i powrotną oraz pod zasilanie elektryczne i przewody sterownicze powinny zostać wykonane zgodnie ze sztuką budowlaną oraz po wykonaniu instalacji odpowiednio zabezpieczone. Rury zasilająca i powrotna powinny być na całej długości zaizolowane cieplnie zgodnie z normą PN-B-02421:2000.
- Pompa ciepła powinna być usytuowana i zamontowana zgodnie z warunkami wskazanymi przez producenta urządzenia (powinny być zachowane minimalne odległości od ścian budynku, minimalna wysokość instalacji od powierzchni terenu, wykonany odpływ skroplin, itp.).
- Przed przyłączeniem pompy ciepła do istniejącej instalacji grzewczej należy przepłukać instalację grzewczą.
- Przed uruchomieniem pompy ciepła należy dokonać wstępnej kontroli bezpieczeństwa elektrycznego (zgodnie z PN-IEC 60364-6) przez wykwalifikowanego elektryka. Zaleca się dokręcenie wszystkich zacisków elektrycznych na przekaźnikach, stycznikach i listwach zaciskowych, ponieważ te połączenia mogły zostać poluzowane przez wstrząsy podczas transportu.
- Pierwsze uruchomienie pompy ciepła powinno być wykonane przez serwis fabryczny producenta urządzenia lub przez autoryzowanego instalatora. Jest to niezbędne w celu właściwego ustawienia parametrów pracy oraz kontroli jakości instalacji z pompą ciepła.
- Przed oddaniem instalacji z pompą ciepła do użytkowania należy wykonać wyrównoważenie hydrauliczne instalacji, które ma na celu osiągnięcie zgodnego

z projektem rozkładu zadanych przepływów wody do różnych punktów instalacji odbioru ciepła (ogrzewania płaszczyznowego w pomieszczeniach, powierzchni chłodzących w pomieszczeniach, wymienników ciepła itp.). Wyrównoważenie polega na wykonaniu odpowiednich obliczeń i nastawieniu oporów regulacyjnych przepływu. Oprócz osiągnięcia podstawowych funkcji instalacji dąży się również do tego, by przez właściwy rozdział strumieni wody zminimalizować ilość ciepła do ogrzewania lub chłodzenia przy jej przekazywaniu do pomieszczeń i minimalizować nakłady na energię elektryczną pobieraną przez pompy obiegowe.

- Najpóźniej z chwilą zakończenia robót powinna zostać przekazana właścicielowi książka instalacji z pompą ciepła. Książka instalacji z pompą ciepła powinna zawierać wszystkie dokumenty i informacje, które są niezbędne do instalacji (obsługi, przeglądu, okresowej konserwacji, utrzymania w sprawności, optymalizacji pracy). Każdy uczestniczący wykonawca ma obowiązek dostarczyć dokumenty związane z jego udziałem w realizacji inwestycji. Książka instalacji powinna zawierać:
 - kopie wszystkich publicznych zezwoleń (w tym wszystkie złożone dokumenty dotyczące inwestycji, zezwolenia wymagane prawem budowlanym), wyjaśnienia ekspertów firm specjalistycznych, ekspertyzy, kopię wszystkich projektów (kondygnacje, schematy ciągi, plany instalacji) i dokumentację użytych elementów (w tym aprobaty / certyfikaty / zatwierdzenia);
 - opracowane przez producenta instrukcje obsługi i konserwacji instalacji i jej części składowych oraz zestawienie części zamiennych do okresowej wymiany (listę części zamiennych) wraz z materiałami eksploatacyjnymi według typu i ilości;
 - książkę urzędnika według Rozporządzenia (WE) 517/2014 w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych z dnia 16 kwietnia 2014 r. Ponadto w przypadku przekroczenia równoważnika emisji CO₂ wynoszącego 5 ton (układy niehermetyczne) lub 10 ton (układy hermetyczne), poinformować o konieczności bezzwłocznej rejestracji urządzenia przez Klienta w centralnym rejestrze operatorów systemów f–gazowych.

2.2. Wytyczne w zakresie wymogów technicznych dla pomp ciepła powietrze–woda do przygotowania ciepłej wody użytkowej

- Projekt instalacji z pompą ciepła do c.w.u. powinien zostać wykonany przez osobę, która posiada:
 - uprawnienia budowlane do projektowania w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń cieplnych, wentylacyjnych, gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych, o których jest mowa w rozdziale 2 Art. 13 i 14 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. *Prawo budowlane* (Dz. U. z 2018 r. poz. 1202 z późn. zm.) **lub**

- certyfikat wystawiony przez Prezesa Urzędu Dozoru Technicznego w zakresie pomp ciepła.
- Podstawą do wykonania projektu powinien być audyt związany z określeniem zapotrzebowania ciepłej wody użytkowej w budynku oraz na tej podstawie określonego profilu rozbioru wody, zgodnie z Rozporządzeniem KE 811/2013.
- Projekt instalacji powinien zawierać:
 - schemat instalacji i opis instalacji wraz z parametrami technicznymi urządzeń (w tym: moc, efektywność, itp.);
 - obliczenie zapotrzebowania ciepła na cele ciepłej wody użytkowej;
 - obliczenia parametrów instalacji (dobór pojemności zasobnika ciepłej wody użytkowej, czasu nagrzewania, dobór naczynia wzbiorczego oraz zaworu bezpieczeństwa na wodzie użytkowej – dostosowanych do zastosowania z instalacją c.w.u.);
 - informację o sposobie pomiaru ciepła dostarczonego przez pompę ciepła oraz energii elektrycznej pobranej przez pompę ciepła (informacje o zastosowanym liczniku ciepła i energii elektrycznej).
- Pompa ciepła do c.w.u. powinna być wyposażona w dodatkowe (awaryjne) źródło ciepła dla przygotowania ciepłej wody użytkowej – grzałka elektryczna umieszczona w zasobniku c.w.u., itp.
- Zamawiający powinien określić czy występuje/wystąpi dodatkowe źródło ciepła dla przygotowania ciepłej wody użytkowej (np. kocioł na paliwo stałe lub kocioł gazowy) – w takiej sytuacji zasobnik c.w.u. wyposażony powinien być w przynajmniej jedną wężownicę lub w dwie wężownice, jeżeli instalacja c.w.u. będzie posiadać dwa dodatkowe źródła ciepła w postaci kotła i kolektorów słonecznych.
- Dostawca pomp ciepła powinien dostarczyć etykiety energetyczne produktu i karty produktu zgodnie z aktualnym Rozporządzeniem KE 812/2013.
- Minimalna klasa energetyczna ogrzewacza wody z pompą ciepła (dla profilu rozbioru wody L) powinna być nie niższa niż A.
- Zastosowany w pompie ciepła zasobnik wody użytkowej musi posiadać zabezpieczenie antykorozyjne w postaci emalii (z anodą ochronną, np. tytanową) lub zasobnika wykonanego ze stali nierdzewnej. Zasobnik powinien posiadać atesty higieniczne.
- Przed uruchomieniem pompy ciepła należy dokonać wstępnej kontroli bezpieczeństwa elektrycznego (zgodnie z PN–IEC 60364–6) przez wykwalifikowanego elektryka. Zaleca się dokręcenie wszystkich zacisków elektrycznych na przekaźnikach, stycznikach i listwach zaciskowych, ponieważ te połączenia mogły zostać poluzowane przez wstrząsy podczas transportu.
- Wykonawca powinien dokonać wyrównoważenia hydraulicznego cyrkulacji c.w.u. (jeżeli występuje cyrkulacja c.w.u.).

- Wykonawca powinien dokonać optymalizacji działania systemu przygotowania c.w.u. (temperatura zadana, histereza załączenia, itp.).
- Uruchomienia pompy ciepła powinien dokonać serwisant lub uprawniony przez producenta urządzenia instalator.
- Uruchomienie pompy ciepła powinno zostać zaprotokołowane.
- Najpóźniej z chwilą zakończenia robót powinna zostać przekazana właścicielowi książka instalacji z pompą ciepła. Książka instalacji z pompą ciepła powinna zawierać wszystkie dokumenty i informacje, które są niezbędne do instalacji (obsługi, przeglądu, okresowej konserwacji, utrzymania w sprawności, optymalizacji pracy). Każdy uczestniczący wykonawca ma obowiązek dostarczyć dokumenty związane z jego udziałem w realizacji inwestycji.

2.3. Wytyczne do określenia wymagań technicznych dla instalacji z kolektorami słonecznymi do podgrzewania ciepłej wody użytkowej¹⁵

- Zastosowane kolektory słoneczne powinny mieć sprawność optyczną powyżej 78% (zalecana wartość 80%) i być wykonane w technologii kolektorów płaskich.
- Instalacja słoneczna powinna być zabezpieczona przed skutkami stanu stagnacji. Dopuszcza się różne rozwiązania techniczne spełniające wyżej wymieniony warunek.
- Projekt instalacji kolektorów słonecznych powinien zostać wykonany przez osobę, która posiada:
 - uprawnienia budowlane do projektowania w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń cieplnych, wentylacyjnych, gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych, o których jest mowa w rozdziale 2 Art. 13 i 14 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. *Prawo budowlane* (Dz. U. z 2018 r. poz. 1202 z późn. zm.) **lub**
 - certyfikat wystawiony przez Prezesa Urzędu Dozoru Technicznego w zakresie słonecznych systemów grzewczych.
- Projekt instalacji powinien zawierać:
 - schemat instalacji i opis instalacji wraz z parametrami technicznymi urządzeń (w tym: moc, sprawność, uzysk energii);

¹⁵ Opracowano w oparciu o zapisy specyfikacji technicznej – *Ograniczenie niskiej emisji na terenie Powiatu Suskiego – montaż instalacji solarnych w budynkach mieszkalnych* – autor: W. Olesek – udostępnionej przez Pawła Dyrca, Naczelnika Wydziału Środowiska Starostwa Powiatowego w Suchoj Beskidzkiej.

- obliczenia dotyczące parametrów instalacji (powierzchnia kolektorów, pojemność zasobnika c.w.u., dobór zabezpieczeń – zaworu bezpieczeństwa oraz naczynia wzbiorczego, dobór izolacji rur solarnych, itp.);
 - obliczenie zapotrzebowania na ciepło na cele ciepłej wody użytkowej;
 - informację o sposobie pomiaru ciepła pozyskanego przez kolektory słoneczne (informacje o zastosowanym liczniku ciepła).
- Instalacja powinna być tak zaprojektowana, aby minimalny udział ciepła z kolektorów słonecznych w bilansie rocznym był nie mniejszy niż 50%.
 - Kolektory słoneczne zastosowane w projekcie powinny posiadać jeden z następujących certyfikatów, wydany przez właściwą akredytowaną jednostkę certyfikującą: zgodność z normą PN-EN 12975-1 wraz ze sprawozdaniem z badań przeprowadzonym zgodnie z normą PN-EN 12975-2 lub PN-EN ISO 9806:2014 lub europejski znak jakości „Solar Keymark”.
 - W przypadku kolektorów posadowionych na gruncie na obudowie bocznej kolektorów słonecznych należy umieścić czytelne naklejki informujące o możliwości poparzenia.
 - Każdy zamontowany zestaw solarny musi zapewniać prawidłowe współdziałanie z istniejącym na danej nieruchomości systemem przygotowania ciepłej wody użytkowej, celem uzyskania maksymalnego efektu ekonomicznego i ekologicznego. Podłączenie zestawu solarnego musi zapewnić prawidłowe funkcjonowanie istniejącej instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej.
 - Instalacja solarna powinna być wyposażona w dedykowany przez producenta odpowietrznik (o ile jest on wymagany).
 - Powinny zostać zastosowane systemy mocujące dopuszczone do stosowania przez producenta zastosowanych kolektorów, nie naruszające struktury kolektorów słonecznych.
 - Wykonawca robót powinien prowadzić rurę w obrębie kolektorów pod kolektorami. W przypadku rozwiązań równoważnych – dążyć do maksymalnego ograniczenia długości rury na zewnątrz budynku.
 - Należy stosować rury miedziane łączone metodą lutu twardego lub elastyczne rury nierdzewne łączone przy użyciu złączy zaciskowych.
 - Izolacja przewodów powinna być wykonana w sposób trwały na całej ich długości w sposób uniemożliwiający jej rozszczelnienie, rozwinięcie, itp. Ponadto izolacja przewodów winna spełniać następujące warunki:
 - przewodność cieplna izolacji $\lambda \leq 0,045 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, przy temperaturze 40°C;
 - odporność izolacji prowadzonej na zewnątrz budynku na promieniowanie UV;

- odporność na wysokie temperatury, które mogą powodować przepływające ciecze w przewodach izolowanych;
 - zabezpieczona przed uszkodzeniem mechanicznym (np. dziobaniem ptaków);
 - wykonana na całej długości przewodów, kształtek, połączeń rurowych, armatury itp.;
 - na zakończeniach izolacji (na zewnątrz i wewnątrz) należy stosować systemowe rozety zakończeniowe aluminiowe;
 - miejsca nacięć, zakończeń izolacji muszą być zabezpieczone w sposób dopuszczony przez producenta izolacji, zapewniający na całym obwodzie przewodu ciągłość izolacji;
 - na każdym rozgałęzieniu należy umieścić strzałki kierunkowe;
 - celem zapewnienia ciągłości izolacji, obejmującej przewody należy montować po założeniu izolacji.
- Zastosowany zasobnik ciepłej wody użytkowej powinien spełniać następujące wymagania:
 - zabezpieczenie antykorozyjne w postaci emalii i anody ochronnej (np. tytanowej) lub zasobnik ze stali nierdzewnej;
 - klasa energetyczna zasobnika c.w.u. nie niższa niż C (wg Rozporządzenia Komisji (UE) nr 812/2013 z dnia 18 lutego 2013r. *w odniesieniu do etykiet efektywności energetycznej dla podgrzewaczy wody, zasobników ciepłej wody użytkowej i zestawów zawierających podgrzewacz wody i urządzenie słoneczne*);
 - maksymalne ciśnienie pracy zbiornika – min. 0,6 MPa;
 - maksymalna temperatura pracy zbiornika – min. 95°C;
 - płaszcz ochronny wykonany z materiału typu skay lub malowanej proszkowo blachy;
 - izolowana wyczystka zasobnika.
 - Zamawiający powinien określić ilość i charakterystykę dodatkowych źródeł ciepła dla przygotowania ciepłej wody użytkowej (np. kocioł na paliwo stałe, kocioł gazowy lub grzałka eklektyczna umieszczona w zasobniku c.w.u., itp.).
 - W celu ochrony przed zbyt wysoką temperaturą wody w instalacji c.w.u. musi być ona wyposażona w termostatyczny zawór mieszający. Zawór ten umożliwi zadanie odpowiedniej temperatury wody użytkowej. Sposób montażu zaworu antyoparzeniowego musi zapewniać możliwość okresowego przegrzewu wody celem zabezpieczenia instalacji przed rozwojem bakterii Legionella.
 - Po stronie ciepłej wody użytkowej instalacja powinna być zabezpieczona dobranym w projekcie naczyniem wzbiorczym (dedykowanym do instalacji c.w.u., posiadającym odpowiednie atesty PZH) oraz dobranym w projekcie zaworem bezpieczeństwa (również dedykowanym do instalacji c.w.u.).
 - Część glikolowa instalacji solarnej powinna być zabezpieczona dobranym w projekcie naczyniem wzbiorczym (dedykowanym do glikolowych instalacji solarnych) oraz

dobranym w projekcie zaworem bezpieczeństwa (dedykowanym do glikolowych instalacji solarnych).

- Instalacja solarna powinna zostać napełniona gotowym płynem solarnym, przygotowanym i dostarczonym przez producenta. Nie zaleca się stosowania koncentratów rozcieńczanych wodą.
- Zaleca się, aby gotowe zestawy pochodziły od jednego producenta i w obrębie danej nieruchomości stanowiły jeden model (np. kolektory słoneczne wszystkie jednego modelu i od tego samego producenta, zasobnik wody wszystkie od jednego producenta). Jest to istotne z punktu widzenia serwisu gwarancyjnego.
- Menu sterowników i instrukcje instalacji oraz obsługi muszą być napisane w języku polskim.
- Regulator solarny powinien posiadać niżej wymienione funkcje i spełniać następujące wymagania:
 - gwarancja bezobsługowej pracy instalacji solarnej;
 - sterowanie pracą solarnej pompy obiegowej w oparciu o wskazania temperatury;
 - sterowanie pracą trójdrogowego zaworu przełączającego w oparciu o wskazania temperatury;
 - funkcja odmrażania kolektorów słonecznych;
 - funkcja schładzania kolektorów w przypadku zagrożenia ich przegrzania;
 - tryb urlopowy;
 - możliwość podłączenia modułu sterującego pozwalającego na zdalną kontrolę pracy instalacji przez Internet;
 - wyświetlać ilość ciepła całkowitego uzyskanego dzięki pracy kolektorów słonecznych;
 - wyświetlać całkowity czas pracy pompy obiegowej.

2.4. Wytyczne do określenia wymagań technicznych dla instalacji fotowoltaicznych

- Projekt instalacji fotowoltaicznej powinien zostać wykonany przez osobę, która posiada:
 - uprawnienia budowlane do projektowania w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych, o których jest mowa w rozdziale 2 Art. 13 i 14 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. *Prawo budowlane* (Dz. U. z 2018 r. poz. 1202 z późn. zm.) **lub**
 - certyfikat wystawiony przez Prezesa Urzędu Dozoru Technicznego w zakresie systemów fotowoltaicznych.

- Zastosowane moduły fotowoltaiczne powinny posiadać następujące parametry:
 - sprawność modułu nie mniejsza niż 16%;
 - typ ogniw: krzemowe;
 - moc maksymalna modułu w warunkach STC nie mniejsza niż 275 Wp (dla modułów 60–ogniwoowych);
 - wartość bezwzględna temperaturowego wskaźnika mocy nie większa niż 0,45%/°C;
 - odporność na PID zgodnie z normą IEC 62804–1:2015 lub równoważną;
 - współczynnik wypełnienia nie mniejszy niż 0,775;
 - tylko dodatnia tolerancja mocy;
 - wytrzymałość mechaniczna nie mniejsza niż 5 400 Pa;
 - spadek mocy modułów po pierwszym roku pracy nie większy niż 3%.

- Zastosowane w instalacjach fotowoltaicznych falowniki (inwertery) powinny posiadać następujące parametry:
 - typ falownika: beztransformatorowy;
 - sprawność euro nie mniejsza niż 96%;
 - stopień ochrony: min. IP65;
 - współczynnik zakłóceń harmoniczných prądu poniżej 3%;
 - deklaracja zgodności z Dyrektywą 2014/35/UE Dyrektywą 2014/30/UE;
 - sposób chłodzenia: naturalna konwekcja lub wymuszona wentylatorowa;
 - posiada dowolny protokół komunikacji;
 - posiada bezprzewodową komunikację;
 - gwarancja na wady ukryte nie krótsza niż 10 lat;
 - możliwość modyfikacji współczynnika mocy $\cos\phi$: 0,90 niedowzbudzenie do 0,90 przewzbudzenie.

- Jeżeli w instalacji fotowoltaicznej istnieje konieczność zastosowania optymalizatorów mocy, powinny posiadać następujące parametry:
 - współpraca z dowolnym falownikiem;
 - sprawność maksymalna nie mniejsza niż 98%;
 - gwarancja na optymalizator mocy nie mniej niż 10 lat;
 - zastosowane optymalizatory mocy nie powinny ograniczać sposobu montażu modułów fotowoltaicznych.

- Konstrukcja wsporcza dla modułów fotowoltaicznych powinna posiadać następujące parametry:
 - powinna być dedykowana do miejsca montażu (odpowiednia konstrukcja do posadowienia na gruncie, dachu płaskim i skośnym);
 - wykonanie konstrukcji z aluminium lub stali nierdzewnej;
 - sposób montażu konstrukcji dedykowany do istniejącego pokrycia dachowego, zgodnie z wytycznymi producenta konstrukcji.

- Ochrona przeciwporażeniowa powinna być zapewniona poprzez:
 - zachowanie odległości izolacyjnych;
 - izolację roboczą;
 - szybkie samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym;
 - projektowanie instalacji zgodne z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-IEC-6364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”.

- Ochrona przeciwprzepięciowa:
 - Usytuowanie ograniczników przepięć powinno być zawsze jak najbliżej chronionego obiektu. Oprócz miejsca lokalizacji, należy brać pod uwagę, czy budynek ma urządzenie piorunochronne LPS. Należy brać pod uwagę odległość pomiędzy miejscem instalacji, a chronionym obiektem oraz który typ ograniczników przepięć (typ 1 lub typ 2) zostanie zastosowany.
 - Ogólne zasady doboru typów zabezpieczeń SPD w systemie PV, które należy zweryfikować na etapie realizacji instalacji.
 - Dla obiektu z urządzeniem piorunochronnym należy zastosować ograniczniki przepięć typu 1 (np. ETITEC B-PV) lub typu 2, w przypadku, gdy są zachowane odstępów izolacyjne (np. ETITEC C-PV). Po stronie zmiennoprądowej, w każdym przypadku należy zastosować ochronę przeciwprzepięciową typu 1 lub typu 2, gdy są zachowane odstępów izolacyjne, zabezpieczając inwerter przed przepięciami w sieci elektroenergetycznej. Użytkownik obiektu oraz instalacji PV powinien w swoim zakresie posiadać już zainstalowany w rozdzielnicy głównej ogranicznik typu 1 lub 1+2. Powyższe zasady obowiązują jeżeli długość przewodu pomiędzy panelami fotowoltaicznymi a inwerterem DC/AC nie przekracza 10 m. Jeżeli długość kabla jest większa niż 10 m, pierwszy stopień ochrony zgodnie z w/w wymaganiami instalujemy w pobliżu paneli, natomiast drugi stopień w postaci ogranicznika typu II instalujemy przy inwerterze.
 - Dla obiektu bez urządzenia piorunochronnego – jeżeli budynek mieszkalny nie jest wyposażony w instalację odgromową, to należy w takim przypadku dokonać ekwipotencjalizacji systemu PV, poprzez połączenie przewodem wyrównawczym konstrukcji wsporczej generatora PV z główną szyną wyrównania potencjału budynku. W takim przypadku, po stronie stałoprądowej inwerter należy zabezpieczyć ogranicznikami przeciwprzepięciowymi typu II, jako minimalnego poziomu ochrony zalecane jest stosowanie ograniczników typu 1+2. Po stronie zmiennoprądowej w każdym przypadku należy zastosować ochronę przeciwprzepięciową typu II zabezpieczającą inwerter przed przepięciami w sieci elektroenergetycznej. Powyższe zasady obowiązują jeżeli długość przewodu pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a inwerterem DC/AC nie przekracza 10 m. Jeżeli długość kabla jest większa niż 10 m pierwszy stopień ochrony zgodnie z w/w

wymaganiemi instalujemy w pobliżu paneli, natomiast drugi stopień w postaci ogranicznika typu II instalujemy przy inwerterze.

- Do połączeń SPD należy stosować przewód o przekroju wynoszącym co najmniej:
 - 6 mm² Cu – w instalacji bez urządzenia piorunochronnego;
 - 6 mm² Cu – w instalacji z urządzeniem piorunochronnym przy zachowaniu bezpiecznego odstępu izolacyjnego;
 - 16 mm² Cu – w instalacji z urządzeniem piorunochronnym bez zachowania bezpiecznego odstępu izolacyjnego.
- Ochrona odgromowa – urządzenia systemu fotowoltaicznego nie zwiększają ryzyka wyładowania piorunowego. Jednak zainstalowanie systemu fotowoltaicznego na dachu zwiększa ryzyko przedostania się prądu piorunowego do wnętrza budynku, w przypadku wyładowania bezpośrednio w panel. Ochrona odgromowa powinna być realizowana w następujący sposób.
 - W przypadku obiektu, który jest wyposażony instalację odgromową panele fotowoltaiczne należy lokalizować w przestrzeni chronionej przy zachowaniu odpowiedniego odstępu izolacyjnego, uniemożliwiającego wystąpienie przeskoków iskrowych pomiędzy elementami instalacji odgromowej (zwody i przewody), a metalowymi elementami chronionego urządzenia. Minimalny odstęp izolacyjny musi być wyliczony indywidualnie dla każdego budynku oddzielnie, na podstawie wymiarów budynku i zewnętrznej ochrony odgromowej. Jeżeli odstęp izolacyjny nie może być zachowany należy wykonać połączenie pomiędzy metalowymi elementami instalacji PV (konstrukcja nośna i ramy paneli PV) i elementami urządzenia piorunochronnego.
 - W przypadku obiektu bez instalacji odgromowej panele i konstrukcję nośną należy uziemić. Przewód uziemiający powinien tworzyć najkrótszą i bezpośrednią drogę do uziomu. Jako przewody uziemiające należy stosować przewody o przekroju nie mniejszym niż:
 - 50 mm² – Fe;
 - 25 mm² – Al;
 - 16 mm² – Cu.

Przewód uziemiający należy przyłączyć do jednego z opisanych uziomów:

- uziomu fundamentowego obiektu lub sztucznego uziomu fundamentowego (jeśli takie uziomy są dostępne);
- uziomu pionowego, który należy pogrążyć w gruncie w taki sposób, aby najniższa jego część była umieszczona na głębokości nie mniejszej niż 3 m, a najwyższa nie mniej niż 0,5 m pod powierzchnią ziemi;
- uziomu poziomego o długości minimum 5 m, który należy układać na głębokości nie mniejszej niż 0,6 m i w odległości nie mniejszej niż 1 m od zewnętrznej krawędzi budynku.

- Po wykonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary:
 - stanu izolacji kabli zasilających;
 - rezystancji uziemienia;
 - inne wymagane przepisami badania i pomiary.
- Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji objętych projektem instalacji.
- Przyłączenie do sieci elektroenergetycznej wymaga spełnienia kryteriów zawartych w dokumencie pt. *Kryteria przyłączenia oraz wymagania techniczne dla mikroinstalacji i małych instalacji przyłączanych do sieci dystrybucyjnej niskiego napięcia TAURON Dystrybucja S.A. – załącznik 1.*

2.5. Wytyczne do określenia wymagań technicznych dla kotłów na pellety drzewne

- Zastosowany kocioł musi spełniać wymagania Rozporządzenia Komisji (UE) 2015/1189 w odniesieniu do wymagań dotyczących ekoprojektu dla kotłów na paliwo stałe.
- Projekt kotłowni z kotłem na pellety powinien zostać wykonany przez osobę, która posiada:
 - uprawnienia budowlane do projektowania w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń cieplnych, wentylacyjnych, gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych, o których jest mowa w rozdziale 2 Art. 13 i 14 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. *Prawo budowlane* (Dz. U. z 2018 r. poz. 1202 z późn. zm.) **lub**
 - certyfikat wystawiony przez Prezesa Urzędu Dozoru Technicznego w zakresie kotłów i pieców na biomasę.
- Kocioł musi posiadać klasę energetyczną wg Rozporządzenia Komisji (UE) 2015/1187 z dnia 27 kwietnia 2015 nie niższą niż A+.
- Dostawca kotłów powinien dostarczyć etykiety produktu i karty produktu zgodnie z aktualnym rozporządzeniem KE 2015/1187.
- Kocioł musi spełniać wymagania normy PN-EN 303-5:2012 w pełnym zakresie m.in. w zakresie bezpieczeństwa pracy kotła (tj. zabezpieczenie przed cofnięciem żaru do zasobnika pelletu oraz zabezpieczenie przed wzrostem temperatury w kotle, np. typu STB).

- Kocioł nie może posiadać rusztu dodatkowego (awaryjnego) – zgodnie z wymogami rozporządzenia Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 1 sierpnia 2017 r. w *sprawie wymagań dla kotłów na paliwo stałe*.
- Sterownik kotła powinien umożliwiać uruchomienie urządzenia w trybie pracy c.o. oraz c.w.u. Sterownik powinien być intuicyjny dla użytkownika końcowego.
- Instalacja kominowa musi spełniać wymagania dla instalowanego kotła na pellety (wysokość, średnica/przekrój, materiał z którego komin jest skonstruowany). Należy pamiętać, że obecnie dostępne na rynku kotły grzewcze na pellety charakteryzują się wysokimi sprawnościami cieplnymi (nawet do 94% przy mocy nominalnej), a co za tym idzie emitują spaliny o niskich temperaturach (np. przy mocy nominalnej temperatura spalin może wynosić ok. 80°C, przy niższej mocy może być jeszcze niższa). Tak niska temperatura spalin może skutkować niższym ciągiem kominowym, a zarazem możliwością wykrapłania pary wodnej ze spalin na ściankach komina. Konstrukcja komina powinna być zgodna z wytycznymi producenta kotła.
- W ramach prac instalacyjnych należy dokonać przyłączenia do źródła ciepła istniejącego zasobnika c.w.u.
- Przyłączenie kotła do istniejącego komina powinno być poprzedzone ekspertyzą kominiarską tego komina.
- Kocioł powinien być zabezpieczony przed zbyt niską temperaturą wody powrotnej z instalacji do kotła. Uchroni to kocioł przed korozją niskotemperaturową. Zabezpieczenie przed zbyt niską temperaturą powrotu jest warunkiem koniecznym w celu spełnienia warunków gwarancji na kocioł.
- Kocioł powinien być dostosowany do pracy w instalacji otwartej (zgodnie z PN–B–02413:1991) i/lub zamkniętej (zgodnie z PN–B–02414:1999), zgodnie z typem instalacji, w której zostanie on zainstalowany.
- W przypadku montażu kotła w istniejącej instalacji otwartej (wykonanej zgodnie z PN–B–02413:1991 lub PN–EN 12828) należy zwrócić uwagę na odpowiednie wykonanie rury bezpieczeństwa i rury wzbiorczej po wykonaniu układu zabezpieczenia przed zbyt niską temperaturą powrotu kotła (zawór trzy lub czterodrogowy). Rura bezpieczeństwa i rura wzbiorcza nie mogą być dławione przez żadną armaturę regulacyjną lub odcinającą.
- W przypadku montażu kotła w istniejącej instalacji zamkniętej należy zwrócić uwagę, czy instalacja ta jest wykonana zgodnie z obowiązującymi normami (z PN–B–02414:1999) i przepisami (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 lipca 2015 r. w *sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* – Dz. U. z 2015 r. poz. 1422). Szczególnie należy zwrócić uwagę na obecność dodatkowego urządzenia schładzającego w instalacji, jeżeli urządzenie takie w postaci wężownicy schładzającej nie występuje w kotle.

- Rurarz powinien zostać zaizolowany cieplnie zgodnie z normą PN-B-02421:2000.

Uruchomienia instalacji grzewczej z kotłem na pellety powinien dokonać certyfikowany instalator OZE w zakresie kotłów i pieców na biomasę (certyfikat wydany przez Prezesa Urzędu Dozoru Technicznego).

3. Przykładowe wymagania w zakresie szczegółowych opisów warunków zamówienia.

3.1. Założenia

W celu określenia przykładowych warunków jakie powinny spełniać poszczególne urządzenia, przyjęto następujące założenia do miejsca instalacji:

- budynek jednorodzinny z piwnicą o powierzchni użytkowej 200 m², po termomodernizacji, dach skośny z dobrą ekspozycją w kierunku południowym, bez zacienieni okresowego, bez okien dachowych i komina na połaci południowej;
- w budynku istnieje instalacja grzewcza – kocioł węglowy pozaklasowy, instalacja wewnętrzna – grzejnikowa wysokotemperaturowa (90/70);
- ciepła woda przygotowywana przez podgrzewacz elektryczny dla 4 osób mieszkających w budynku;
- w wyniku prac termomodernizacyjnych źródła ciepła planowana jest następująca modernizacja:
 - Wariant A
Wymiana źródła ciepła, obejmująca wymianę starego kotła oraz podgrzewacza elektrycznego na powietrzną pompę ciepła wraz ze zbiornikiem na potrzeby c.w.u. Ponadto przewidziano wymianę grzejników na niskotemperaturowe (50/40), w celu zapewnienia optymalnej pracy pompy ciepła i zapewnienia komfortu cieplnego. Przy czym prace te nie są objęte postępowaniem przetargowym, a wykonane są we własnym zakresie przez inwestora.
 - Wariant B
Wymiana podgrzewacza elektrycznego na powietrzną pompę ciepła do c.w.u. z wbudowanym zasobnikiem, bez wymiany kotła węglowego, który pozostaje jako źródło ciepła do c.o. i c.w.u. w okresie sezonu grzewczego.
 - Wariant C
Wymiana podgrzewacza elektrycznego na instalację kolektorów słonecznych, ze zbiornikiem do c.w.u. oraz niezbędną armaturą, bez wymiany kotła węglowego, który pozostaje jako źródło ciepła do c.o. i c.w.u. w okresie niesprzyjających warunków atmosferycznych do pracy instalacji kolektorów słonecznych.
 - Wariant D
Wymiana źródła ciepła, obejmująca wymianę starego kotła oraz podgrzewacza elektrycznego na stałopalny kocioł biomasowy wraz ze zbiornikiem na potrzeby c.w.u.
- Przewiduje się również montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 5 kWp.

3.2. *Przykładowy opis przedmiotu zamówienia dla pomp ciepła typu powietrze-woda do c.o. i c.w.u.*¹⁶

➤ **Wymagania odnośnie zastosowanych materiałów:**

- Użyte do realizacji zamówienia urządzenia, elementy i materiały instalacji muszą być fabrycznie nowe.
- Wykonawca robót zapewnić musi w okresie gwarancji dostęp do elementów instalacji w zakresie napraw gwarancyjnych i poza gwarancyjnych lub zamienników o parametrach równoważnych.
- Stosowane urządzenia narażane na wyładowania atmosferyczne posiadać muszą zabezpieczenie przed takim zdarzeniem. Montaż elementów instalacji musi odbywać się w sposób minimalizujący wpływ wyładowań atmosferycznych.
- Wszystkie urządzenia danego typu muszą pochodzić od jednego producenta (np. pompy ciepła wszystkie od tego samego producenta, pompy obiegowe wszystkie od jednego producenta, aczkolwiek nie musi to być ten sam producent, który wytwarza pompy ciepła).
- Wykonawca dostarczy i zamontuje na każdej instalacji licznik ciepła oraz licznik energii elektrycznej służące do zliczania ilości ciepła wytworzonego i energii elektrycznej pobieranej przez pompę ciepła.
- Wykonawca w ramach prac montażowych wykona przepust w przegrodzie zewnętrznej w celu połączenia pompy ciepła z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej oraz zbiornikiem buforowym. Przepust wykonany zgodnie z wytycznymi PORT PC.
- Wykonawca we własnym zakresie w ramach wynagrodzenia ryczałtowego wykona instalację elektryczną spełniającą wymogi obowiązujących norm i przepisów prawa w pomieszczeniu pompy ciepła (np. norma PN-HD 60364-4-41:2017-09).
- Wykonawca zobligowany jest do tego, aby pierwszego uruchomienia pompy ciepła dokonał serwis fabryczny producenta urządzenia lub autoryzowany instalator.

➤ **Minimalne parametry pompy ciepła:**

- moc grzewcza min. 7,0 kW dla parametrów A-7W35;
- klasa energetyczna dla ogrzewania dla parametrów zasilania 35°C oraz 55°C, w klimacie umiarkowanym nie niższa niż A++ (z etykiety energetycznej produktu lub karty produktu zgodnej z rozporządzeniem KE 811/2013);
- sterownik powinien umożliwić uruchomienie urządzenia w trybie pracy, co + c.w.u.

¹⁶ Opracowano w oparciu o zapisy specyfikacji technicznej – *Ograniczenie niskiej emisji na terenie Powiatu Suskiego – montaż pomp ciepła w budynkach mieszkalnych* – autor: W. Olesek – udostępnionej przez Pawła Dyrca, Naczelnika Wydziału Środowiska Starostwa Powiatowego w Suchoj Beskidzkiej.

Sterownik powinien być intuicyjny dla użytkownika końcowego. Regulacja ogrzewania powinna być realizowana za pomocą regulatora pogodowego (umożliwiającego zastosowanie krzywej grzania);

- moc akustyczna pompy ciepła (jednostki zewnętrznej) <70 dB (z karty produktu urządzenia);
- możliwość współpracy z centralą komunikacyjną do zdalnej (internetowej) obsługi pompy ciepła;
- automatyczny system odszraniania;
- pompa ciepła typu monoblok z deklaracją producenta, że urządzenie jest szczelne, hermetyczne;
- automatyka wyposażona w funkcje czasowe pozwalające dostosować pracę pompy ciepła, a także pompy cyrkulacyjnej wody użytkowej do potrzeb mieszkańców;
- automatyka wyposażona w funkcje przegrzewu zabezpieczającego przed bakteriami Legionella.

➤ **Wymagane parametry zasobnika ciepłej wody:**

- minimalna pojemność zasobnika ciepłej wody użytkowej – 300 l;
- węzownica zasobnika spełniająca warunek $0,2 \text{ m}^2/\text{kW}$ mocy grzewczej pompy ciepła;
- klasa efektywności energetycznej – min. B;
- minimalna temperatura podgrzewu wody – 55°C ;
- zasobnik wody zabezpieczony ochroną warstwą emalii (z anodą ochronną, np. tytanową) lub wykonany ze stali nierdzewnej.

➤ **Wymagane parametry bufora wody grzewczej**

- minimalna pojemność bufora wody grzewczej – zgodnie z wytycznymi producenta.

➤ **Naczynie przeponowe po stronie instalacji centralnego ogrzewania**

- wielkość naczynia dobrana do instalacji ciepłej wody użytkowej;
- dopuszczalne ciśnienie pracy: min. 10 bar;
- dopuszczalna temperatura pracy: min. 70°C ;
- ciśnienie wstępne: 4,0 bar.

➤ **Zawór bezpieczeństwa po stronie instalacji centralnego ogrzewania**

- zawór dobrany do instalacji ciepłej wody użytkowej;
- maksymalna temperatura pracy – min. 110°C .

➤ **Naczynie przeponowe w instalacji ciepłej wody użytkowej:**

- naczynie wzbiornicze powinno być dedykowane do wody użytkowej oraz posiadać odpowiednie atesty PZH;
- wielkość naczynia dobrana do instalacji ciepłej wody użytkowej;
- dopuszczalne ciśnienie pracy: min. 10 bar;
- dopuszczalna temperatura pracy: min. 70°C;
- ciśnienie wstępne: 4,0 bar.

➤ **Zawór bezpieczeństwa instalacji wodnej:**

- zawór powinien być dedykowany do wody użytkowej oraz posiadać odpowiednie atesty PZH;
- zawór dobrany do instalacji ciepłej wody użytkowej;
- maksymalna temperatura pracy – min. 110°C.

➤ **Połączenia hydrauliczne**

Instalację hydrauliczną należy wykonać w technologii rur PP lub innej odpowiadającej. Wykonane połączenia hydrauliczne należy zaizolować termicznie, według obowiązujących przepisów (np. norma PN–B02421:2000).

➤ **Zamawiający wymaga następującego okresu gwarancji:**

- na wykonane roboty montażowe 5 lat;
- na główne elementy instalacji (pompa ciepła, zbiorniki, itp.) 5 lat.

Okresy gwarancyjne będą liczone od odbioru końcowego inwestycji z jednostką udzielającą dofinansowania. Wykonawca uzyska wszystkie wymagane gwarancje na własny koszt.

➤ **Wymagania odnośnie serwisowania**

Wykonawca robót zapewni usługi serwisowania wykonanych przez siebie robót. Koszty wynikające z usług serwisowania w okresie gwarancyjnym Wykonawca powinien doliczyć do swojej ceny ofertowej, gdyż nie podlegają one odrębnej zapłacie.

Wykonawca zapewni:

- czas reakcji serwisu na zgłoszone nieprawidłowości działania instalacji – max. 24 godziny od zgłoszenia,
- czas usunięcia awarii/nieprawidłowości w działaniu instalacji – max. 48 godzin od zgłoszenia. Jednakże czas ten może ulec zmianie tylko w przypadku wystąpienia poważniejszych awarii, niemożliwych do usunięcia w wyżej przewidzianym czasie. Sytuacje takie należy każdorazowo uzgodnić z właścicielem lub użytkownikiem obiektu, w którym wykonywane były roboty.

➤ **Uwagi końcowe**

Wykonawca robót musi przed rozpoczęciem prac w obrębie danego budynku mieszkalnego dokonać szczegółowej analizy istniejącego systemu przygotowania c.w.u., mającej na uwadze optymalizację efektu ekonomicznego i ekologicznego.

Optymalizacja może polegać wyłącznie na propozycji wykonania przez Wykonawcę robót takich zmian w stosunku do niniejszej Specyfikacji Technicznej, które będą prowadzić do uzyskania lepszej efektywności instalacji grzewczej. Propozycja optymalizacji musi zostać zaakceptowana na piśmie przez Zamawiającego i Inspektora Nadzoru przed wykonaniem prac.

Instalacja przed podpisaniem protokołu odbioru winna być przetestowana, wyregulowana i gotowa do pracy.

Wykonawca zapewni udział osoby dysponującej wiedzą w zakresie instalacji pomp ciepła w spotkaniach z mieszkańcami, która przygotuje i omówi przy użyciu prezentacji komputerowej tematykę instalacji pomp ciepła.

W przypadku, gdy dla wykonania prac objętych przedmiotem umowy, okaże się konieczne wykonanie prac rozbiórkowych elementów budynku (np. demontaż drzwi i futryny zewnętrznych lub wewnętrznych budynku dla umożliwienia wniesienia elementów instalacji do pomieszczenia montażu), Wykonawca robót będzie zobowiązany do wykonania tych prac oraz przywrócenia stanu poprzedniego w ramach wynagrodzenia ryczałtowego.

3.3. Przykładowy opis przedmiotu zamówienia dla pomp ciepła do c.w.u.¹⁷

➤ **Wymagania odnośnie zastosowanych materiałów:**

- Użyte do realizacji zamówienia urządzenia, elementy i materiały instalacji muszą być fabrycznie nowe.
- Wykonawca robót zapewnić musi w okresie gwarancji dostęp do elementów instalacji w zakresie napraw gwarancyjnych i poza gwarancyjnych lub zamienników o parametrach równoważnych.
- Wykonawca przed rozpoczęciem robót przedstawi zamawiającemu i inspektorowi nadzoru zestawienie wszystkich przeznaczonych do użycia przy realizacji umowy materiałów i urządzeń, wraz z dokumentami potwierdzającymi ich zgodność z wymaganiami niniejszej specyfikacji technicznej wraz ze wszystkimi załącznikami, a także wymagań określonych w aktualnych na dzień realizacji przepisach prawa.
- Przed wykorzystaniem przy realizacji umowy materiałów i urządzeń danego rodzaju wykonawca robót jest zobowiązany do uzyskania ich pisemnego zatwierdzenia przez zamawiającego i inspektora nadzoru.

¹⁷ Opracowano w oparciu o zapisy specyfikacji technicznej – *Ograniczenie niskiej emisji na terenie Powiatu Suskiego – montaż pomp ciepła w budynkach mieszkalnych* – autor: W. Olesek – udostępnionej przez Pawła Dyrca, Naczelnika Wydziału Środowiska Starostwa Powiatowego w Suchoj Beskidzkiej.

- Stosowane urządzenia narażane na wyładowania atmosferyczne posiadać muszą zabezpieczenie przed takim zdarzeniem.
 - Montaż elementów instalacji musi odbywać się w sposób minimalizujący wpływ wyładowań atmosferycznych.
 - Wszystkie urządzenia danego typu muszą pochodzić od jednego producenta (np. pompy ciepła wszystkie od tego jednego producenta, pompy obiegowe wszystkie od innego producenta).
- **Minimalne parametry przyjętych pomp ciepła:**
- minimalna klasa energetyczna urządzenia przygotowania ciepłej wody użytkowej powinna być nie niższa niż A+;
 - zbiornik wyposażony w grzałkę elektryczną, pełniącą funkcję źródła szczytowego o mocy min. 2 kW;
 - maksymalna temperatura podgrzewu wody – nie mniej niż 55°C;
 - poziom mocy akustycznej w pomieszczeniu – max. 59 dB(A) (zalecana wartość 50 dB(A));
 - minimalna pojemność podgrzewacza wody powinna być nie mniejsza niż 250 l;
 - podgrzewacz wody wyposażony przynajmniej w jedną dodatkową węzownicę grzejącą;
 - zbiornik wody powinien posiadać zabezpieczenie antykorozyjne w postaci emalii (z anodą ochronną, np. tytanową) lub zasobnika wykonanego ze stali nierdzewnej. Zasobnik powinien posiadać atesty higieniczne;
 - automatyka zapewniająca współpracę pompy ciepła z kotłem stałopalnym, gazowym, olejowym lub grzałką elektryczną;
 - automatyka wyposażona w funkcje czasowe pozwalające dostosować pracę pompy ciepła, a także pompy cyrkulacyjnej wody użytkowej do potrzeb mieszkańców;
 - automatyka wyposażona w funkcje przegrzewu zabezpieczającego przed bakterią Legionella.
- **Naczynie przeponowe instalacji wodnej:**
- naczynie wzbiorcze powinno być dedykowane do wody użytkowej oraz posiadać odpowiednie atesty PZH;
 - wielkość naczynia dobrana do instalacji ciepłej wody użytkowej;
 - dopuszczalne ciśnienie pracy: min. 10 bar;
 - dopuszczalna temperatura pracy: min. 70°C;

- ciśnienie wstępne: 4,0 bar.

➤ **Zawór bezpieczeństwa instalacji wodnej:**

- zawór powinien być dedykowany do wody użytkowej, oraz powinien posiadać odpowiednie atesty PZH;
- zawór dobrany do instalacji ciepłej wody użytkowej;
- maksymalna temperatura pracy – min. 110°C.

➤ **Połączenia hydrauliczne**

Instalację hydrauliczną należy wykonać w technologii rur PP lub innej odpowiadającej. Wykonane połączenia hydrauliczne należy zaizolować termicznie, według obowiązujących przepisów (np. norma PN-B02421:2000)

➤ **Zamawiający wymaga następującego okresu gwarancji:**

- na wykonane roboty montażowe 5 lat;
- na główne elementy instalacji (pompa ciepła, zbiorniki, itp.) 5 lat.

Okresy gwarancyjne będą liczone od odbioru końcowego inwestycji z jednostką udzielającą dofinansowania. Wykonawca uzyska wszystkie wymagane gwarancje na własny koszt.

➤ **Wymagania odnośnie serwisowania**

Wykonawca robót zapewni usługi serwisowania wykonanych przez siebie robót. Koszty wynikające z usług serwisowania w okresie gwarancyjnym Wykonawca powinien doliczyć do swojej ceny ofertowej, gdyż nie podlegają one odrębnej zapłacie.

Wykonawca zapewni:

- czas reakcji serwisu na zgłoszone nieprawidłowości działania instalacji – max. 24 godziny od zgłoszenia,
- czas usunięcia awarii/nieprawidłowości w działaniu instalacji – max. 48 godzin od zgłoszenia. Jednakże czas ten może ulec zmianie tylko w przypadku wystąpienia poważniejszych awarii, niemożliwych do usunięcia w wyżej przewidzianym czasie. Sytuacje takie należy każdorazowo uzgodnić z właścicielem lub użytkownikiem obiektu, w którym wykonywane były roboty.

➤ **Uwagi końcowe**

Wykonawca robót musi przed rozpoczęciem prac w obrębie danego budynku mieszkalnego dokonać szczegółowej analizy istniejącego systemu przygotowania c.w.u. mającej na uwadze optymalizację efektu ekonomicznego i ekologicznego.

Optymalizacja może polegać wyłącznie na propozycji wykonania przez Wykonawcę robót takich zmian w stosunku do niniejszej Specyfikacji Technicznej, które będą prowadzić do

uzyskania lepszej efektywności instalacji grzewczej. Propozycja optymalizacji musi zostać zaakceptowana na piśmie przez Zamawiającego i Inspektora Nadzoru przed wykonaniem prac.

Instalacja przed podpisaniem protokołu odbioru winna być przetestowana, wyregulowana i gotowa do pracy.

Wykonawca zapewni udział osoby dysponującej wiedzą w zakresie instalacji pomp ciepła w spotkaniach z mieszkańcami, która przygotuje i omówi przy użyciu prezentacji komputerowej tematykę instalacji pomp ciepła.

W przypadku, gdy dla wykonania prac objętych przedmiotem umowy okaże się konieczne wykonanie prac rozbiórkowych elementów budynku (np. demontaż drzwi i futryny zewnętrznych lub wewnętrznych budynku dla umożliwienia wniesienia elementów instalacji do pomieszczenia montażu), Wykonawca robót będzie zobowiązany do wykonania tych prac oraz przywrócenia stanu poprzedniego w ramach wynagrodzenia ryczałtowego.

3.4. Przykładowy opis przedmiotu zamówienia dla kolektorów słonecznych do c.w.u.¹⁸

➤ Charakterystyka systemu kolektorów słonecznych:

- kolektory słoneczne płaskie o minimalnej łącznej powierzchni absorpcji 6,30 m²;
- biwalentny zasobnik solarny o pojemności min. 300 l;
- kompletna automatyka sterująca pracą instalacji;
- naczynie przeponowe wzbiórcze solarne o pojemności min. 20 l;
- naczynie przeponowe wzbiórcze wodne o pojemności min. 30 l;
- zawór bezpieczeństwa na instalacji solarnej;
- zawór bezpieczeństwa na instalacji wodnej;
- zawór odpowietrzający instalacji solarnej;
- zawór antypoparzeniowy na wyjściu ciepłej wody użytkowej na obiekt;
- przewody instalacji glikolowej z rur miedzianych lub ze stali nierdzewnej wraz z izolacją cieplną gr. min. 25 mm, odporną na wysokie temperatury;
- przewody instalacji wodnej z rur z wielowarstwowych z wkładką aluminiową lub ze stali nierdzewnej łączonej poprzez zaciskanie wraz z izolacją cieplną.

¹⁸ Opracowano w oparciu o zapisy specyfikacji technicznej – *Ograniczenie niskiej emisji na terenie Powiatu Suskiego – montaż instalacji solarnych w budynkach mieszkalnych* – autor: W. Olesek – udostępnionej przez Pawła Dyrca, Naczelnika Wydziału Środowiska Starostwa Powiatowego w Suchoj Beskidzkiej.

➤ **Wymagania odnośnie zastosowanych urządzeń i materiałów:**

- Użyte do realizacji zamówienia urządzenia i elementy instalacji muszą być fabrycznie nowe.
- Wykonawca zapewnić musi w okresie gwarancji dostęp do elementów instalacji w zakresie napraw gwarancyjnych i poza gwarancyjnych lub zamienników o parametrach równoważnych.
- Menu urządzeń i instrukcje obsługi muszą być napisane w języku polskim.
- Systemy mocujące powinny być metalowe, niekorodujące, dopuszczone do stosowania przez producenta zastosowanych kolektorów, nie naruszające struktury kolektorów słonecznych.
- Wykonawca robót powinien prowadzić rurarz w obrębie kolektorów pod kolektorami. W przypadku rozwiązań równoważnych dążyć do maksymalnego ograniczenia rurarzu, w szczególności na zewnątrz budynku.
- Przyjęte w niniejszej specyfikacji technicznej rury miedziane łączone poprzez lutowanie twarde lub ze stali nierdzewnej łączonej przy użyciu złączek zaciskowych, nie mogą być zastępowane rurami wykonanymi z innych materiałów, rura spustowa glikolu musi być stabilizowana podporą.
- Izolacja przewodów powinna być wykonana w sposób trwały na całej ich długości w sposób uniemożliwiający jej rozszczelnienie, rozwinięcie itp. Ponadto izolacja przewodów winna spełniać następujące warunki:
 - przewodność cieplna izolacji $\lambda \leq 0,045 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, przy temperaturze 40°C;
 - odporność izolacji prowadzonej na zewnątrz budynku na promieniowanie UV;
 - odporność na wysokie temperatury, które mogą powodować przepływające ciecze w przewodach izolowanych;
 - zabezpieczona przed uszkodzeniem mechanicznym (np. dziobaniem ptaków);
 - wykonana na całej długości przewodów, kształtek, połączeń rurowych, armatury itp.;
 - na zakończeniach izolacji (na zewnątrz i wewnątrz) należy stosować systemowe rozety zakończeniowe aluminiowe;
 - miejsca nacięć, zakończeń izolacji muszą być zabezpieczone w sposób dopuszczony przez producenta izolacji, zapewniający na całym obwodzie przewodu ciągłość izolacji;
 - na każdym rozgałęzieniu należy umieścić strzałki kierunkowe;
 - celem zapewnienia ciągłości izolacji, obejmują mocujące przewody należy montować po założeniu izolacji.
- Zawory montowane na części glikolowej muszą posiadać dopuszczenie do pracy z glikolem w instalacji solarnej przy wysokich temperaturach tj. minimum $T=150^{\circ}\text{C}$.

- Zawory montowane na zewnątrz dodatkowo muszą być odporne na warunki atmosferyczne, w tym korozje.
- Wykonawca określi w protokole odbioru optymalny przepływ płynu solarnego zapewniający uzyskanie największego efektu ekologicznego i ekonomicznego.
- Wykonawca robót zapewnić musi zastosowanie urządzeń i rozwiązań zapobiegających uszkodzeniu instalacji w wyniku: przegrzania instalacji oraz jej elementów w okresie stanów postojowych podczas silnego nasłonecznienia (np. nieobecności Właściciela w związku z wyjazdem wakacyjnym, zanikiem prądu) oraz mrozów.
- W celu ochrony przed zbyt wysoką temperaturą wody w instalacji c.w.u., instalację należy wyposażyć w termostatyczny zawór mieszający. Zawór ten umożliwi zadanie odpowiedniej temperatury wody w instalacji i jej utrzymanie poprzez mieszanie wody gorącej z podgrzewacza z wodą zimną z sieci.
- Do instalacji może być stosowany jedynie gotowy płyn solarny przygotowany przez producenta. Zamawiający nie dopuszcza możliwości rozcieńczania koncentratów płynu przez Wykonawcę.
- Wykonawca robót zapewnić musi odpowiednie ustawienie ciśnienia w naczyniach przeponowych na części wodnej i glikolowej, zapewniające prawidłową pracę całego układu.
- Czujnik temperatury przy kolektorze dopuszczony do stosowania na zewnątrz. Przewód do wymienionego czujnika na zewnątrz ukryty pod izolacją lub w rurze ochronnej (odpornej na warunki atmosferyczne) na całej długości.
- Całością pracy instalacji solarnej winna sterować automatyka oparta o sterownik z wyświetlaczem LCD. Sposób sterownia instalacji przez regulator winien zapewniać całkowitą bezobsługowość pracy instalacji solarnej. Dodatkowo zastosowana automatyka winna sterować trójdrogowym zaworem przełączającym służącym do współpracy zasobnika solarnego z istniejącym zasobnikiem c.w.u. Funkcje automatyki sterującej:
 - sterowanie pracą solarnej pompy obiegowej w oparciu o wskazania temperatury;
 - sterowanie pracą trójdrogowego zaworu przełączającego w oparciu o wskazania temperatury;
 - funkcja odmrażania kolektorów słonecznych;
 - funkcja schładzania kolektorów, w przypadku zagrożenia ich przegrzania;
 - tryb urlopowy;
 - możliwość podłączenia modułu sterującego pozwalającego na zdalną kontrolę pracy instalacji przez Internet;
 - możliwość podłączenia modułu sterującego pozwalającego na zdalną kontrolę pracy instalacji przy pomocy telefonu komórkowego;
 - język obsługi – polski.

➤ **Kolektory słoneczne płaskie powinny spełniać następujące parametry:**

- sprawność optyczna kolektora – min. 80%;
- współczynnik strat ciepła A_1 nie większy niż 3,9 W/m²K;
- współczynnik strat ciepła A_2 nie większy niż 0,014 W/m²K;
- szyba na kolektorze – antyrefleksyjna, szkło hartowane;
- wszystkie elementy metalowe (obudowy, ramy), niekorodujące, malowane proszkowo lub w sposób równoważny;
- absorber wykonany z miedzi bądź aluminium z powłoką selektywną, orurowanie absorbera wykonane z rur miedzianych lub aluminiowych;
- kolektory słoneczne zastosowane w projekcie powinny posiadać jeden z następujących certyfikatów, wydany przez właściwą akredytowaną jednostkę certyfikującą: zgodność z normą PN-EN 12975-1 wraz ze sprawozdaniem z badań przeprowadzonym zgodnie z normą PN-EN 12975-2 lub PN-EN ISO 9806:2014 lub europejski znak jakości „Solar Keymark”.

➤ **Wymagania w zakresie zasobnika ciepłej wody użytkowej:**

- wyposażony w dwie wężownice;
- z wbudowaną anodą ochronną (np. tytanową);
- izolacja termiczna o przewodności cieplnej $\lambda \leq 0,035$ W/(m*K);
- minimalna grubość izolacji 50 mm;
- maksymalne ciśnienie pracy zbiornika – min. 10 bar;
- maksymalna temperatura pracy zbiornika – min. 95°C;
- pojemność podgrzewacza – min. 300 l;
- płaszcz ochronny wykonany z materiału typu skay lub malowanej proszkowo blachy;
- izolowana wyczystka.

➤ **Wymagania w zakresie naczyń wzbiorniczych i zaworów bezpieczeństwa:**

- Naczynie przeponowe instalacji wodnej:
 - naczynie wzbiornicze powinno być dedykowane do wody użytkowej oraz posiadać odpowiednie atesty PZH;
 - wielkość naczynia dobrana do instalacji ciepłej wody użytkowej;
 - dopuszczalne ciśnienie pracy: min. 10 bar;

- dopuszczalna temperatura pracy: min. 70°C;
- ciśnienie wstępne: 4,0 bar.
- Zawór bezpieczeństwa instalacji wodnej:
 - zawór powinien być dedykowany do wody użytkowej oraz posiadać odpowiednie atesty PZH;
 - zawór dobrany do instalacji ciepłej wody użytkowej;
 - maksymalna temperatura pracy – min. 110°C.
- Naczynie przeponowe instalacji glikolowej:
 - dopuszczalne ciśnienie pracy: min. 10 bar;
 - dopuszczalna temperatura pracy: min. 120°C;
 - dodatek środka przeciw zamarzaniu: do 50%.
- Zawór bezpieczeństwa instalacji glikolowej:
 - maksymalna temperatura pracy – min. 160°C;
 - odporność na działanie glikolu o stężeniu min. do 50%.

➤ **Zamawiający wymaga następującego okresu gwarancji:**

- na wykonane roboty montażowe 5 lat;
- na główne elementy instalacji (pompa ciepła, zbiorniki, itp.) 5 lat.

Okresy gwarancyjne będą liczone od odbioru końcowego inwestycji z jednostką udzielającą dofinansowania. Wykonawca uzyska wszystkie wymagane gwarancje na własny koszt.

➤ **Wymagania odnośnie serwisowania**

Wykonawca robót zapewni usługi serwisowania wykonanych przez siebie robót. Koszty wynikające z usług serwisowania w okresie gwarancyjnym Wykonawca powinien doliczyć do swojej ceny ofertowej, gdyż nie podlegają one odrębnej zapłacie.

Wykonawca zapewni:

- czas reakcji serwisu na zgłoszone nieprawidłowości działania instalacji – max. 24 godziny od zgłoszenia;
- czas usunięcia awarii/nieprawidłowości w działaniu instalacji – max. 48 godzin od zgłoszenia. Jednakże czas ten może ulec zmianie tylko w przypadku wystąpienia poważniejszych awarii, niemożliwych do usunięcia w wyżej przewidzianym czasie. Sytuacje takie należy każdorazowo uzgodnić z właścicielem lub użytkownikiem obiektu, w którym wykonywane były roboty.

➤ Uwagi końcowe

Wykonawca robót musi przed rozpoczęciem prac w obrębie danego budynku mieszkalnego dokonać szczegółowej analizy istniejącego systemu przygotowania c.w.u., mającej na uwadze optymalizację efektu ekonomicznego i ekologicznego.

Optymalizacja może polegać wyłącznie na propozycji wykonania przez Wykonawcę takich zmian w stosunku do niniejszej Specyfikacji Technicznej, które będą prowadzić do uzyskania lepszej efektywności instalacji solarnej. Propozycja optymalizacji musi zostać zaakceptowana na piśmie przez Zamawiającego i Inspektora Nadzoru przed przystąpieniem do wykonania prac.

Instalacja przed podpisaniem protokołu odbioru winna być odpowiednio i wyregulowana, gotowa do pracy.

Wykonawca zapewni udział osoby dysponującej wiedzą w zakresie instalacji solarnych w spotkaniach z mieszkańcami, która przygotuje i omówi przy użyciu prezentacji komputerowej tematykę instalacji.

W przypadku, gdy dla wykonania prac objętych przedmiotem umowy okaże się konieczne wykonanie prac rozbiórkowych elementów budynku (np. demontaż drzwi i futryny zewnętrznych lub wewnętrznych budynku dla umożliwienia wniesienia elementów instalacji do pomieszczenia montażu), Wykonawca robót będzie zobowiązany do wykonania tych prac oraz przywrócenia stanu poprzedniego w ramach wynagrodzenia ryczałtowego.

3.5 Przykładowy opis przedmiotu zamówienia dla instalacji fotowoltaicznych

- **Ogólny opis przedmiotu zamówienia:**
 - Przedmiotem zamówienia jest dostawa, montaż oraz uruchomienie instalacji fotowoltaicznej, o jednostkowej mocy nie mniejszej niż 5 kWp.
 - Instalacja fotowoltaiczna musi składać się z modułów fotowoltaicznych o mocy nie mniejszej niż 275 Wp.
 - Moduły fotowoltaiczne muszą zostać podłączone do trójfazowego falownika beztransformatorowego za pomocą kabli solarnych.
 - Falownik za pomocą kabla lub przewodu zostanie podłączony do rozdzielni głównej lub wewnętrznego obwodu budynku, którego parametry techniczne pozwolą na przyłączenie danej mocy.
 - Energia wyprodukowana przez instalację PV będzie używana na potrzeby własne budynku, a nadwyżki oddawane do sieci w systemie opustów.
 - Instalacja fotowoltaiczna musi posiadać możliwość podłączenia do systemu monitoringu, umożliwiającego monitorowanie jej pracy z wykorzystaniem komputera lub urządzenia mobilnego.

- **Zakres zamówienia**

W ramach zamówienia do obowiązków wykonawcy należy:

- dokonanie wizji lokalnej obiektu;
- przygotowanie dokumentacji wykonawczej i przedstawienie jej zamawiającemu do akceptacji;
- dostawa i sprzedaż nowych urządzeń i komponentów składających się na kompletną instalację fotowoltaiczną;
- wykonanie prac montażowych;
- przyłączenie instalacji do sieci wewnętrznej obiektu i jej uruchomienie;
- wykonanie pomiarów instalacji;
- przeprowadzenie instruktażu dla użytkowników obiektu w zakresie obsługi instalacji oraz postępowania w sytuacjach awaryjnych;
- sporządzenie i przekazanie właścicielowi obiektu kompleksowej dokumentacji powykonawczej, zawierającej m.in. projekt instalacji, instrukcję obsługi, karty katalogowe urządzeń, raport z testów i pomiarów końcowych instalacji, nastawy zabezpieczeń falownika;
- przygotowanie wniosku do Zakładu Energetycznego w celu włączenia instalacji fotowoltaicznej do sieci elektroenergetycznej na warunkach najbardziej korzystnych dla Inwestora;
- serwisowanie instalacji w okresie wskazanym w dokumentacji przetargowej.

Zakres prac montażowych obejmuje:

- montaż konstrukcji wsporczej dla modułów fotowoltaicznych;
- montaż modułów fotowoltaicznych;
- montaż falownika fotowoltaicznego;
- poprowadzenie tras kablowych strony AC i DC;
- montaż zabezpieczeń strony AC i DC;
- wykonanie testów i pomiarów końcowych;
- wykonanie testowego uruchomienia instalacji fotowoltaicznej;
- instruktaż użytkownika instalacji fotowoltaicznej.

➤ **Minimalne wymagania dla komponentów instalacji PV :**

- moduły fotowoltaiczne

Zastosowane moduły fotowoltaiczne muszą być zgodne z wymaganiami przedstawionymi w tabeli 5.

Tabela 5 Wymagania stawiane modułom fotowoltaicznym

Nazwa parametru	Wartość
Typ ogniw	Krzemowe
Sprawność modułu	Nie mniejsza niż 16%
Liczba ogniw	60 ogniw
Moc maksymalna w STC	nie mniejsza niż 275 Wp
Wartość bezwzględna temperaturowego wskaźnika mocy	Nie większa niż 0,45 %/°C
Dopuszczalny prąd wsteczny	Nie mniej niż 15 A
Rama	Wymagana aluminiowa
Odporność na PID zgodnie z normą ICE 62804–1:2015 lub równoważną	Tak, potwierdzona certyfikatem
Współczynnik Wypełnienia	Nie mniejszy niż 0,755
Tolerancja mocy	Tylko dodatnia
Wytrzymałość mechaniczna (parcie)	Nie mniejsza niż 5400 Pa
Wymagane normy	PN–EN 61730:2007 (lub równoważne) PN–EN 61215:2005 (lub równoważne)
Spadek mocy modułów po pierwszym roku pracy	Nie więcej niż 3%

- **Falowniki fotowoltaiczne (inwertery)**

Moduły fotowoltaiczne zostaną podłączone do falownika beztransformatorowego za pomocą kabli solarnych podwójnie izolowanych. Falownik zostanie podłączony do instalacji wewnętrznej budynku. Do zamiany prądu stałego na przemienny zostanie zastosowany falownik trójfazowy beztransformatorowy umożliwiający montaż wewnątrz budynku.

Minimalne wymagania dla falownika przedstawia tabela 6.

Tabela 6 Wymagania dla falownika fotowoltaicznego

Nazwa parametru	Wartość
Typ	Beztransformatorowy
Liczba zasilanych faz	3
Sprawność euro	Nie mniej niż 96%
Stopień ochrony	min. IP 65
Współczynnik zakłóceń harmonicznego prądu	Poniżej 3%
Deklaracja zgodności z Dyrektywą 2014/35/UE Dyrektywą 2014/30/UE	Tak
Możliwość modyfikacji współczynnika mocy $\cos\phi$	0,90 niedowzbudzenie do 0,90 przewzbudzenie
Zgodność z normami PN-EN 61000-6-3 PN-EN 61000-3-12 PN-EN 61000-3-11	Tak
Sposób chłodzenia	Naturalna konwekcja lub wymuszona wentylatorowa
Protokół komunikacji	Dowolny
Komunikacja bezprzewodowa	Dowolna
Gwarancja na wady ukryte	Nie mniej niż 10 lat

- **Instalacja przepięciowa i odgromowa**

Instalację odgromową należy dostosować do zainstalowanej instalacji fotowoltaicznej. W zakresie instalacji przepięciowej od strony AC falowniki muszą być chronione minimum ogranicznikami przepięć typ II. Po stronie DC falowniki muszą być chronione ogranicznikami przepięć typu I+II. Niezależnie od zainstalowanej ochrony przepięciowej i odgromowej metalowe elementy konstrukcji oraz modułów należy objąć uziemionymi połączeniami wyrównawczymi.

- **Wymagania w zakresie monitorowania pracy instalacji PV i gromadzenia danych**

Instalacja fotowoltaiczna musi mieć możliwość zbierania danych o ilości wyprodukowanej energii w cyklach dziennych, miesięcznych i rocznych. Dane o ilości wyprodukowanej energii muszą być prezentowane lokalnie, z wykorzystaniem wyświetlacza

falownika lub innego urządzenia do prezentowania danych, jeżeli falownik nie jest wyposażony w wyświetlacz.

Dodatkowo system monitorowania musi posiadać następujące funkcje:

- wizualizacji aktualnej mocy instalacji;
- wizualizacji informacji o uzyskach energii;
- przedstawianie komunikatów o błędach;
- gromadzenia danych w chmurze.

Do zadań wykonawcy należy konfiguracja systemu monitoringu na wskazanym przez właściciela obiektu urządzeniu mobilnym lub stacjonarnym. Zapewnienie łącza internetowego w obrębie budynku powinno być zapewnione przez inwestora. Doprowadzenie sygnału do falownika przewodowo lub bezprzewodowo leży po stronie wykonawcy.

System musi posiadać możliwość archiwizacji danych w okresie nie krótszym niż 5 lat.

- **Wymagania dla konstrukcji wsporczej**

Wymaga się zastosowania konstrukcji wsporczej dostosowanej do pokrycia dachowego budynku. Moduły fotowoltaiczne zostaną przymocowane do konstrukcji za pomocą klem montażowych o wysokości dostosowanej do grubości ramek modułów PV.

Minimalne wymagania dla konstrukcji wsporczej dedykowanej dla instalacji dachowych przedstawia tabela 7.

Tabela 7 Wymagania stawiane konstrukcji montażowej dedykowanej dla instalacji dachowych

Nazwa parametru	Wartość
Materiał głównych elementów nośnych	Stal nierdzewna / Aluminium
Materiał elementów łączących	Stal nierdzewna
Wymagane normy	PN-EN 1090
Gwarancja na wady ukryte	Przynajmniej na okres 10 lat, potwierdzona warunkami gwarancji producenta konstrukcji wsporczej

- **Wymagania w zakresie okablowania**

Do połączenia modułów PV z falownikiem należy zastosować kable dedykowane do instalacji fotowoltaicznych odporne na UV i warunki zewnętrzne.

Minimalne wymagania w zakresie zastosowanych kabli po stronie DC i AC przedstawiają poniższe Tabele 8 i 9.

Tabela 8 Minimalne wymagania w zakresie okablowania po stronie DC

Nazwa parametru	Wartość
Maksymalne dopuszczalne napięcie pracy DC	nie mniej niż 1,5 kV
Minimalna temperatura pracy	-40°C
Maksymalna temperatura pracy	90°C
Materiał żyły	Miedź
Budowa żyły	Wielodrutowa linka cynowana
Izolacja	Podwójna
Materiał izolacji	Guma bezhalogenowa lub polietylen sieciowany
Dodatkowe właściwości	Odporne na UV, wodę

Tabela 9 Minimalne wymagania w zakresie okablowania po stronie AC

Nazwa parametru	Wartość
Maksymalne napięcie po stronie AC	nie mniej niż 0,7 kV
Minimalna temperatura pracy	-20°C
Maksymalna temperatura pracy	80°C
Materiał żyły	Miedź
Budowa żyły	Wielodrutowa lub jednodrutowa
Izolacja	Pojedyncza
Materiał izolacji żyły	Polwinit lub guma bezhalogenowa
Materiał powłoki zewnętrznej w przypadku zastosowania kabla/przewodu wewnątrz budynku	Polwinit lub guma bezhalogenowa
Materiał powłoki zewnętrznej w przypadku zastosowania kabla na zewnątrz	Guma bezhalogenowa
Dodatkowe właściwości w przypadku zastosowania zewnętrznego	Odporne na UV, wodę

- **Wymagania w zakresie prac montażowych**

- **Wymagania ogólne**

Wykonawca zobowiązany jest prowadzić prace montażowe w sposób minimalizujący uciążliwość dla osób przebywających na terenie obiektu.

- **Zabezpieczenie prac montażowych**

Przed rozpoczęciem wszelkich prac monterskich, Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia wizji lokalnej terenu, na którym będą prowadzone prace oraz terenu w bezpośrednim sąsiedztwie (budynków, dróg wewnętrznych, obszarów zielonych, chodników itp.), które przylegają do miejsca wykonywania prac lub na które prace te będą w jakikolwiek sposób oddziaływać.

Wszelkie istniejące uszkodzenia np. pokrycia dachu i inne ważne szczegóły należy zidentyfikować, opisać i sfotografować. Pracownicy firmy powinni posiadać odpowiednie uprawnienia pozwalające na pracę na wysokości. W trakcie prac montażowych na dachu, pracownicy powinni poruszać się w odpowiednich szelkach bezpieczeństwa z systemem zabezpieczeń linowych.

- **Montaż modułów fotowoltaicznych**

Zamawiający wymaga, aby:

- moduły fotowoltaiczne były zamocowane zgodnie z wytycznymi projektu wykonawczego;
- montaż i rozplanowanie należy wykonać zgodnie z projektem wykonawczym i instrukcją dostarczoną przez producenta;
- przy dokręceniu połączeń śrubowych moment dokręcenia należy kontrolować za pomocą klucza dynamometrycznego;
- w przypadku montażu elementów ze stali ocynkowanej należy zabezpieczyć antykorozyjnie wszystkie miejsca, w których doszło do uszkodzenia ochronnej powłoki;
- nie dopuszcza się wykorzystania nośnych połączeń skręcanych konstrukcji wsporczej do montażu innych elementów konstrukcyjnych, w tym połączeń wyrównawczych.

- **Montaż falownika**

Zamawiający wymaga, aby:

- montaż falownika wykonać zgodnie z wymaganiami producenta zastosowanego falownika;
- falownik należy przymocować do materiału niepalnego;
- wysokość montażu należy tak dobrać, aby wyświetlacz znajdował się nie niżej niż 150 cm i nie wyżej niż 180 cm, o ile istnieją techniczne możliwości;

- wokół falownika należy zachować wolne przestrzenie niezbędne do prawidłowej wentylacji zgodnie z wymaganiami producenta falownika.
- **Wykonanie robót kablowych**

Zamawiający wymaga, aby:

- Okablowanie było wykonane zgodnie z przepisami krajowymi (norma PN–HD 60364–1:2010 oraz PN–IEC 60364–3:2000). Wielkość tras i kanałów kablowych powinny umożliwiać łatwe wciąganie i wyciąganie odpowiednich kabli. Dostęp powinien być zamykany za pomocą zdejmowanych lub uchylnych pokryw.
 - Obwody należy prowadzić tak, aby unikać tworzenia pętli indukcyjnej. Szczególnie w przypadku układania kabli strony DC należy wykonywać to w taki sposób, aby przewód plusowy znajdował się możliwie blisko przewodu minusowego.
 - Przewody prowadzone w miejscach narażonych na bezpośrednie oświetlenie promieniami słonecznymi muszą być dodatkowo zabezpieczone poprzez ich prowadzenie w rurach ochronnych.
 - Przejścia przewodów między elementami konstrukcji wsporczej w miejscach mogących narażać kabel na uszkodzenie należy dodatkowo zabezpieczyć peszlem lub rurą ochronną.
 - Połączenia kabli pod modułami PV wykonane za pomocą szybko–złączy należy zabezpieczyć przed wnikaniem wilgoci poprzez zamocowanie ich do szyn znajdujących się pod modułami.
 - Wewnątrz budynku przewody należy prowadzić wykorzystując systemowe korytka kablowe, nie dopuszcza się prowadzenia kabla w sposób niezabezpieczony dodatkową osłoną.
- **Wymagania dotyczące prac zanikających i terenu montażu**

Prowadzenie prac wykończeniowych w ramach montażu instalacji PV wymaga pozostawienia stanu budynku, w tym przegród, elewacji i elementów instalacyjnych, w stanie niepogorszym niż stan zastany. Prace wykończeniowe muszą uwzględniać wszystkie aspekty dotyczące zapewnienia bezpieczeństwa i konserwacji występujących instalacji.

- **Testy i pomiary końcowe**

Po wykonaniu montażu instalacji fotowoltaicznej należy przeprowadzić (jeszcze przed zgłoszeniem gotowości do odbioru – jeden z warunków odbioru) testy końcowe oraz próby zdefiniowane w normie PN–HD 60364–6:2016–07.

W ramach przeprowadzonych testów oraz kontroli instalacji należy wykonać wymienione poniżej czynności:

- kontrola strony DC;
- kontrola ochrony przeciw przepięciom i porażeniom prądem elektrycznym;
- kontrola strony AC;
- kontrola oznakowania i identyfikacji;

- testy ciągłości uziemienia ochronnego lub ekwipotencjalnych przewodów kompensacyjnych;
- test polaryzacji;
- pomiar napięcia obwodu otwartego;
- pomiar prądu;
- testy funkcjonalności;
- testy rezystancji izolacji;
- kontrola ochrony przeciwporażeniowej;
- oraz dodatkowo pomiary zalecane przez normę PN-EN 62446-1:2016-08;
- badanie kamerą termowizyjną.

Wszystkie prace oraz pomiary muszą zostać wykonane przez osoby posiadające odpowiednie przeszkolenie potwierdzone stosownymi uprawnieniami – Stowarzyszenia Elektryków Polskich (SEP).

- **Szkolenie**

Wykonawca zobowiązany jest przeprowadzić szkolenie z zakresu użytkowania instalacji PV, szkolone będą osoby wskazane przez Inwestora.

Ramowy Program Szkolenia :

1. Charakterystyka i specyfika zainstalowanych urządzeń.
2. Instrukcja ruchowa i użytkowania – omówienie.
3. Serwis i eksploatacja.
4. Zasady BHP i PPOŻ.
5. Monitoring pracy instalacji.
6. Kontrola stanu pracy instalacji.
7. Rozpoznanie stanów awaryjnych i wymagane postępowanie.

- **Wymagania w zakresie gwarancji oraz rękojmi**

Wykonawca musi zapewnić co najmniej:

- 5 letni okres gwarancji dla wszystkich kluczowych urządzeń instalacji fotowoltaicznej tj, modułów PV, falowników, konstrukcji montażowej;
- 5 lat rękojmi na całość wykonanych prac. Okres gwarancji liczony będzie od daty podpisania protokołu odbioru.

Wykonawca musi zapewnić ponadto:

- maksymalny czas naprawy (usunięcie wszelkich nieprawidłowości w działaniu wybudowanej instalacji), nie dłuższy niż 14 dni;
- maksymalny czas reakcji serwisu, rozumiany jako czas od przyjęcia zgłoszenia do rozpoczęcia działań serwisowych, nie dłużej niż 7 dni;
- w przypadku konieczności wymiany urządzeń czas naprawy może zostać wydłużony powyżej 14 dni, lecz nie dłużej niż 30 dni.

Wykonawca zobowiązany jest zapewnić obsługę zgłoszeń gwarancyjnych i utrzymania numeru telefonu i adresu poczty elektronicznej do zgłoszeń zdarzeń objętych gwarancją, przez cały okres gwarancji.

Wszystkie zgłoszenia drogą elektroniczną i telefoniczne muszą być zapisywane i gromadzone na odpowiednich nośnikach, z możliwością wglądu lub odsłuchu przez Inwestora.

- **Wymagania serwisowe**

Zamawiający wymaga, aby w okresie trwania rękojmi (5 lat) Wykonawca wykonywał cykliczne przeglądy zamontowanych instalacji. Urządzenia mają być serwisowane wedle wymagań producentów jednak nie mniej niż 1 raz w ciągu trwania rękojmi z zastrzeżeniem, że ostatni z przeglądów ma się odbyć na 6 miesięcy przed zakończeniem rękojmi.

Wykonawca przedłoży harmonogram przeglądów wraz z ich zakresem do akceptacji Zamawiającego. Przegląd każdej z instalacji zakończy się podpisaniem stosownego protokołu serwisowego, w którym wyszczególnione zostaną wykonane czynności. Do podpisania protokołu zobowiązana jest osoba wykonująca przegląd, a także gospodarz obiektu objętego pracami serwisowymi (osoba wyznaczona przez Zamawiającego). Protokół musi zostać sporządzony w 2 egzemplarzach, po jednym dla: Wykonawcy, właściciela obiektu.

W razie stwierdzenia awarii lub uszkodzeń instalacji Wykonawca ma obowiązek usunięcia awarii lub uszkodzeń w terminach zapisanych w wymaganiach w zakresie gwarancji oraz rękojmi.

W ramach przeglądu instalacji fotowoltaicznych do obowiązków Wykonawcy będzie należeć sprawdzenie minimum:

- poprawności pracy i funkcjonowania instalacji w tym wszystkich zamontowanych zabezpieczeń;
- pomiar rezystancji izolacji strony AC i DC;
- pomiar wydajności instalacji;
- badanie kamerą termowizyjną.

W ramach przeglądu należy również wykonać czynności serwisowe przewidziane przez producentów urządzeń składających się na kompletną instalację PV.

Przeprowadzenie czynności serwisowych musi zostać poprzedzone poinformowaniem właściciela nieruchomości o takowym zamiarze, minimum 7 dni roboczych przed planowanym serwisem. Serwis musi zostać zakończony przekazaniem właścicielowi obiektu protokołem z wykonanych czynności serwisowych.

Kształt i zakres protokołu zostanie ustalony z Zamawiającym na etapie realizacji inwestycji.

Kopia protokołu dla każdego z obiektów musi zostać również przekazana Zamawiającemu w terminie 14 dni od daty przeprowadzenia czynności serwisowych.

3.6. Przykładowy opis przedmiotu zamówienia dla kotłów na pellety do c.o. i c.w.u.

- Kocioł o mocy 14 kW (dopuszczalny kocioł o mocy do 15% wyższej od mocy wynikającej z przeprowadzonego audytu).
- Kocioł musi być fabrycznie nowy.
- Gwarancja na szczelność kotła nie krótsza niż 5 lat, gwarancja na elementy elektryczne nie krótsza niż 2 lata.
- Dostarczony kocioł musi posiadać zasobnik paliwa z prawej strony.
- Paliwem podstawowym dla dostarczanego kotła są pellety drzewne w klasie A1 wg PN–EN 14961.
- Kocioł spełnia wymagania Rozporządzenia Komisji (UE) 2015/1189 w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla kotłów na paliwo stałe.
- Kocioł musi posiadać klasę energetyczną wg Rozporządzenia Komisji (UE) 2015/1187 z dnia 27 kwietnia 2015, nie niższą niż A+.
- Kocioł musi spełniać wymagania normy PN–EN 303–5:2012 w pełnym zakresie, m.in. w zakresie bezpieczeństwa pracy kotła (tj. zabezpieczenie przed cofnięciem żaru do zasobnika pelletów oraz zabezpieczenie przed wzrostem temperatury w kotle, np. typu STB) oraz spełniać wymagania emisji zanieczyszczeń i sprawności dla klasy 5.
- Kocioł nie może posiadać rusztu dodatkowego (awaryjnego) – zgodnie z wymogami Rozporządzenia Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 1 sierpnia 2017 r. w sprawie wymagań dla kotłów na paliwo stałe.
- Wymaga się zabezpieczenia kotła przed zbyt niską temperaturą wody powrotnej z instalacji grzewczej do kotła.
- Kocioł powinien posiadać możliwość przyłączenia do instalacji zamkniętej (wg PN–B–02414:1999).
- Maksymalne dopuszczalne ciśnienie pracy kotła dla instalacji zamkniętej: min. 2 bar.
- Kocioł musi posiadać węzownicę schładzającą wmontowaną w płaszcz wodny kotła, ewentualnie zamiennie dostawa powinna obejmować zawór schładzający dwufunkcyjny, którego instalacja zostanie uwzględniona w projekcie wykonawczym.
- Sterownik kotła musi posiadać możliwość podłączenia kotła do sieci internetowej (dopuszczalna jest także rozbudowa sterownika o moduł komunikacji Internet, który powinien znaleźć się w dostawie kotła). Z pozycji Internetu powinna być możliwość zdalnego załączenia/wyłączenia, dokonania zmiany nastaw kotła, itp.).
- Palnik zamontowany w kotle musi posiadać układ automatycznego rozpalamia pelletów.

- Palnik zamontowany w kotle musi posiadać układ odpopielania.
- Czyszczenie oraz obsługa kotła powinna być prosta i ograniczona do minimum.
- Pojemność zasobnika pelletów nie mniejsza niż 150 l.
- Uruchomienia instalacji grzewczej z kotłem na pellety musi dokonać certyfikowany instalator OZE w zakresie kotłów i pieców na biomasę (certyfikat wydany przez Prezesa Urzędu Dozoru Technicznego).
- Czas reakcji serwisu powinien być nie dłuższy niż 24 godziny od momentu zgłoszenia (w dni robocze).

4. Typowe błędy spotykane w specyfikacjach warunków zamówienia

4.1. Typowe błędy w specyfikacjach dla pomp ciepła do ciepłej wody użytkowej

- Podawanie konkretnej mocy grzewczej pompy ciepła. Nierzadko w specyfikacjach podawana jest moc grzewczą pompy ciepła bez podania warunków odniesienia dla tej mocy. Ta sama pompa ciepła będzie mieć np. moc grzewczą 2 kW dla temperatury powietrza 20°C i temperatury wody 45°C, ale już 1,5 kW dla temperatury powietrza 10°C i temperatury wody 45°C, itp..

Jeżeli z określonych powodów zachodzi potrzeba podania mocy grzewczej, to należy wskazać warunki odniesienia, np. moc grzewcza pompy ciepła nie mniej niż 1,5 kW dla A15W45. Jednak bardziej właściwe byłoby podanie średniej mocy grzewczej podczas podgrzania zasobnika ciepłej wody użytkowej, np. moc grzewcza nie mniejsza niż 1,5 kW dla A15W15–55 wg PN–EN16147.

- Nierzadko w specyfikacjach wskazana jest stosunkowo wysoka moc grzewcza pompy ciepłą do c.w.u. (pracującej na powietrzu wewnętrznym). Z jednej strony taka pompa ciepła w krótszym czasie zagrzeje daną objętość wody użytkowej, jednak z drugiej strony przy ograniczonej kubaturze pomieszczeń szybko je nadmiernie schłodzi i przyczyni się do powstawania dyskomfortu termicznego w pomieszczeniach. Moc pompy ciepłą do c.w.u. w zakresie 1,3–2 kW dla A15W15–55, jest wystarczająca do obsłużenia profilu rozbioru wody użytkowej L lub XL (we współpracy z zasobnikiem wody użytkowej o pojemności 200 do 300 l).
- Podobnie jak w przypadku mocy, tak samo dla COP pomimo wskazania minimalnych wartości liczbowych, brak jest odniesienia dla jakich parametrów dane COP ma zostać osiągnięte.
- Dobrym wskaźnikiem efektywności pompy ciepła jest klasa energetyczna (np. minimalna klasa energetyczna A+ lub minimalna efektywność przygotowania wody użytkowej η_{wh}) dla danego profilu rozbioru wody i COP lub moc może być tylko parametrem pomocniczym.
- Brak podanego profilu rozbioru wody (zużycia np. L, XL).
- Skraplacz umieszczony w zasobniku wody użytkowej (w przestrzeni wody) – rozwiązanie niedopuszczalne.

4.2. Typowe błędy w specyfikacjach dla pomp ciepła typu powietrze–woda do celów ogrzewania budynków i przygotowania ciepłej wody użytkowej

- Pomimo określenia minimalnych wartości COP dla danych parametrów pracy, brak wskazania normy lub metody obliczenia COP, np. COP wg PN–EN 14511 dla A7W35 min. 4,0.

- Brak wymogu dostarczania etykiet energetycznych produktu, kart produktu oraz minimalnych wytycznych odnośnie klasy energetycznej dostarczonego urządzenia.
- Brak wskazania, jaką minimalną temperaturą pracy (minimalną temperaturą powietrza zewnętrznego, przy której pompa ciepła będzie jeszcze pracować), powinna charakteryzować się dostarczona pompa ciepła.
- Brak wymogów montażu układu pomiarowego odnośnie dostarczonego ciepła i pobranej energii elektrycznej.
- Brak wymogu maksymalnego poziomu mocy akustycznej jednostki wewnętrznej i zewnętrznej.
- Brak wymogów odnośnie kontroli poprawności montażu pompy ciepła.

4.3. Typowe błędy w specyfikacjach dla instalacji z kolektorami słonecznymi do celów ciepłej wody użytkowej

- Zbyt ogólne podejście do kwestii doboru powierzchni absorbera do danych warunków rozbioru wody użytkowej – zbyt duże powierzchnie kolektorów słonecznych w stosunku do założonego poboru ciepłej wody.
- W zapisach SOPZ brak wymagań w zakresie weryfikacji poprawności montażu i ustawień sterownika kolektorów oraz przekonfigurowania sterownika dla źródła dodatkowego (kotła gazowego, kotła na pellety, grzałki, itp.). Skutkuje to niskim w stosunku do założonego solarnym stopniem pokrycia ciepła na cele c.w.u., np. zamiast projektowanego stopnia pokrycia równego 50%, osiągnięte jest 30%. Nierzadko, proste zmiany w ustawieniach sterowników oraz poprawne rozmieszczenie czujników temperatury w zasobniku przynoszą zauważalne efekty.
- Aby móc zweryfikować efekty pracy instalacji solarnej należy zastosować opomiarowanie zużycia ciepłej wody użytkowej oraz opomiarowanie instalacji solarnej, w celu zliczania ciepła dostarczonego przez kolektory.
- Zbyt szczegółowe opisy dotyczące wymiarów kolektorów słonecznych, np. dokładne określenie powierzchni apertury pojedynczego kolektora.
- Konkretnie wymagania dotyczące sprawności optycznej – zbyt wysoko ustawiona poprzeczka odnośnie sprawności optycznej znacząco zawęża konkurencję, jednak eksploatacyjnie różnica w sprawności optycznej kolektora rzędu kilku %, jest praktycznie niezauważalna.

4.4. Typowe błędy w specyfikacjach dla instalacji fotowoltaicznych

- Zbyt szczegółowe wymagania odnośnie wymiarów modułów fotowoltaicznych, grubości ramek, prądu zwarcia, prądu w punkcie mocy maksymalnej, napięcia obwodu otwartego, mocy modułu itp.. Wpisanie zbyt szczegółowych wymagań jest niecelowe i może

spowodować kłopoty z realizacją zamówienia (np. od momentu pisania specyfikacji do dostawy mija okres połowy roku i wówczas aktualne wymagania są już zdezaktualizowane, co może generować kłopoty z dostawą komponentów).

- Podawanie sprawności ogniwa fotowoltaicznego zamiast sprawności modułu.
- Wymaganie ustawień konfiguracyjnych falowników fotowoltaicznych dla sieci elektroenergetycznej innej niż polskiej.
- Określenie sztywnego zakresu napięcia pracy oraz prądu pracy falownika fotowoltaicznego.
- Brak wymagań odnośnie ochrony odgromowej instalacji fotowoltaicznej
- Brak wymagań odnośnie ochrony przeciwprzebieciowej instalacji fotowoltaicznej.
- Wymaganie dostawy falownika z określeniem jego wagi.

4.5. Typowe błędy w specyfikacjach dla kotłów na pellety

- Stosowanie sformułowań typu, np. optymalna sprawność cieplna (bez wskazania metody wg której powinna zostać ona oznaczona, np. wg PN-EN 303-5, lub innej).
- Stosowanie zawężonych kryteriów odnośnie sprawności cieplnej kotła, zamiast postępowania się np. klasą energetyczną kotła – określenie minimalnej klasy energetycznej, np. A+ lub minimalnej sezonowej efektywności energetycznej η_s .
- Stosowanie wymagań znacząco obniżających ilość dostępnych konkurencyjnych urządzeń, np. klasa energetyczna dla kotła na pellety minimum A++. Zbyt wygórowane wymagania odnośnie klasy energetycznej kotła mogą przyczynić się do wysokiej ceny dostawy, znacznego ograniczenia oferentów, a z drugiej strony korzyści eksploatacyjne mogą być niezauważalne itp.
- Konkretność wymagań odnośnie materiału konstrukcji palnika pelletowego, np. stal nierdzewna, stal żaroodporna oraz dokładne wskazanie metody czyszczenia palnika pelletowego.
- Brak przytoczenia wymogu spełnienia przez kocioł normy PN-EN 303-5 (nie tylko w kwestii emisji zanieczyszczeń i sprawności, ale także w kontekście bezpieczeństwa pracy takiego kotła).
- Dokładne wytyczne, co do formy wyświetlania informacji na wyświetlaczu sterownika, np. wymaganie kolorowego wyświetlacza, itp.). Wytyczne takie mogą zawęzić konkurencję, a z drugiej strony nie mają przełożenia na komfort eksploatacji.
- Bardzo skonkretyzowana postać wymiennika ciepła, np. wymiennik dwu, trójciągowy, poziomy, pionowy, itp.
- Brak wymogu pomiaru dostarczonego ciepła.

5. Podsumowanie

Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii (OZE) w mikroenergetyce rozproszonej jest bardzo ważnym kierunkiem zrównoważonego rozwoju Małopolski zwłaszcza w aspekcie ograniczania i likwidacji niskiej emisji.

W najbliższej przyszłości należy spodziewać się intensywnego rozwoju mikroinstalacji hybrydowych opartych na pompach ciepła i panelach fotowoltaicznych, umożliwiających kogenerację energii cieplnej i elektrycznej z OZE.

Jednocześnie w odniesieniu do planowanych instalacji OZE niezależnie od ich typu ważne jest właściwe przeprowadzenie fazy projektowo–przygotowawczej, która umożliwia właściwe zinventaryzowanie zapotrzebowania na energię, jak i dobór odpowiedniej technologii i mocy stosowanych urządzeń. Dokładne określenie oczekiwanych parametrów i warunków pracy instalacji (np. nasłonecznienie, warunki hydrogeologiczne, itp.) oraz zapotrzebowania na energię, pozwoli na taki jej dobór, aby efektywnie wykorzystać pozyskaną energię ze źródeł odnawialnych.

Wyłaniając wykonawcę instalacji na drodze postępowania przetargowego, Zamawiający, nie mający doświadczeń w zakresie OZE, powinien skorzystać z konsultacji, wsparcia merytorycznego specjalistów wywodzących się z organizacji branżowych – takich jak: Stowarzyszenie Branży Fotowoltaicznej Polska PV (SBF), czy Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła (PORT PC), celem stworzenia optymalnych warunków technicznych dla instalowanych urządzeń.

Wsparciem w przyszłych postępowaniach przetargowych może być opracowanie wzorcowej specyfikacji technicznej urządzeń, której stworzenie wymaga konsultacji z projektantami, wykonawcami instalacji oraz producentami poszczególnych rodzajów urządzeń.

Tworząc kryteria oceny w postępowaniu przetargowym należy wziąć pod uwagę (poza kryterium cenowym) dodatkowe wymagania pozwalające na zapewnienie jakości i terminowości. Takimi kryteriami mogą być:

- okres gwarancji (przy czym zaleca się premiowanie gwarancji na wykonane prace sięgającej do 5 lat; gwarancja powyżej 5 lat może znacząco podrażać usługę i dawać preferencję firmom tzw. „sezonowym”, które mogą przestać istnieć w okresie trwania gwarancji).

Zapis dotyczący gwarancji może określać minimalny okres gwarancyjny np. na 2 lata. Za każdy dodatkowy rok będą przyznawane dodatkowe punkty, przy czym, dla okresu od 5–ciu lat wzwyż przyznawana będzie maksymalna możliwa liczba punktów.

- Efektywność stosowanych urządzeń (w tym zakresie można posłużyć się etykietami energetycznymi – im wyższa klasa urządzenia tym większa ilość punktów). Analogicznie

jak w przypadku okresu gwarancyjnego należy określić minimalną klasę energetyczną. Za każdą klasę stopień wyższą od minimalnej, przyznawane będą dodatkowe punkty.

- Czas realizacji zlecenia (to kryterium umożliwia wyłonienie firmy, które w danym czasie i w danej lokalizacji dysponują odpowiednim potencjałem wykonawczym). W takim przypadku należy określić maksymalny termin realizacji zamówienia (np. w miesiącach) oraz przyznawać dodatkowe punkty za termin krótszy od maksymalnego założonego (również w analogicznej jednostce czasu np. w miesiącach). Należy jednak dodać, że przyjęcie kryterium czasu wiąże się z koniecznością wprowadzenia do umowy ze Zleceniobiorcą zapisów dotyczących sankcji w przypadku przekroczenia terminów, które zostały podane w ofercie podlegającej ocenie. Uchroni to Zamawiającego przed ryzykiem opóźnień, związanych ze zbyt „optymistycznymi” terminami przedawnionymi w ofercie uczestników postępowania o zamówienie.
- Czas reakcji serwisowej (to kryterium umożliwia wyłonienie firmy, które dysponują odpowiednim potencjałem w zakresie serwisu w danej lokalizacji, co znacząco usprawni okres eksploatacji urządzeń i trwałości projektu). Należy przyjąć kryteria i obostrzenia zapisów umowy, jak w przypadku dla kryterium czas realizacji.

Mając na uwadze przyszłe programy dofinansowujące mikroinstalacje OZE, poza wspomnianymi wcześniej preferencjami dla układów hybrydowych (pompa ciepła – fotowoltaika), należy rozważyć również sposób organizacji dystrybucji środków pomocowych.

Obecne systemy projektów tzw. „parasolowych” może generować wiele problemów związanych z kumulacją prac w stosunkowo krótkim czasie oraz kumulacją obrotu bardzo dużą sumą środków finansowych. Może to powodować znaczne ograniczenie w zakresie wykonawców instalacji – lokalne firmy, które nie dysponują dużym potencjałem kadrowym i finansowym, nie są w stanie zrealizować dużego zamówienia, choć dysponują zadawalającym potencjałem technicznym. Kolejną kwestią sporną jest znaczne ograniczenie możliwości wyboru rozwiązań przez Inwestorów.

Rozwiązaniem w przyszłych projektach może być system tzw. grantowy, w którym końcowy Beneficjent – użytkownik instalacji stara się o wsparcie finansowe i sam zleca dostawę i wykonanie instalacji. To rozwiązanie, choć nie pozbawione mankamentów, jest rozwiązaniem lepszym od obecnie zastosowanego.

Dbając o ciągły rozwój technologii mikroenergetyki rozproszonej oraz podnoszenie kompetencji i jakości osób/firm działających w całym procesie inwestycyjnym, poczynając od architektów, projektantów poprzez doradców energetycznych/urzędników wszystkich szczebli samorządowych, jak również instalatorów oraz dostawców urządzeń i technologii OZE, należy zaplanować cykle szkoleń, warsztatów i konsultacji, zwłaszcza na etapie planowania nowych projektów współfinansowanych ze środków unijnych z uwzględnieniem i zastosowaniem się do prawodawstwa unijnego.

Centrum Zrównoważonego Rozwoju i Poszanowania Energii AGH w Miękinii jest placówką edukacyjno-badawczą, która rozwija swoją infrastrukturę oraz kadry, wychodząc naprzeciw rosnącym potrzebom w zakresie szkoleń, edukacji i promocji OZE ze szczególnym

naciskiem na pompy ciepła i fotowoltaikę, a jednocześnie w zakresie badawczo–rozwojowym, obejmującym prototypowanie i testowanie urządzeń oraz technologii hybrydowych systemów mikroenergetyki.

Opracowanie zostało przygotowane jako element działania E.3. Tworzenie sieci wymiany doświadczeń z innymi projektami w ramach projektu „Wdrażanie Programu ochrony powietrza dla województwa małopolskiego – Małopolska w zdrowej atmosferze”, LIFE–IP MALOPOLSKA, LIFE14 IPE/PL/021 współfinansowanego z programu LIFE Unii Europejskiej. Podsumowanie przedstawia wyłącznie poglądy autorów, a Komisja Europejska nie ponosi odpowiedzialności za żadne ewentualne wykorzystanie zawartych w nim informacji.

6. Spis ilustracji

6.1. Figury

Rysunek 1 Pompa ciepła zasilana energią elektryczną pochodzącą z odnawialnych źródeł energii, może dostarczyć 100% ciepła z odnawialnych źródeł energii	7
Rysunek 2 Schemat instalacji z powietrzną pompą ciepła	8
Rysunek 3 Schemat instalacji z pompą ciepła korzystającą z energii hydrotermalnej	9
Rysunek 4 Schemat instalacji z pompą ciepła korzystającą z energii geotermalnej (pionowe gruntowe wymienniki ciepła).....	10
Rysunek 5 Schemat instalacji z pompą ciepła korzystającą z energii geotermalnej (poziome gruntowe wymienniki ciepła).....	10
Rysunek 6 Klasy energetyczne urządzeń grzewczych centralnego ogrzewania wodnego (*klasa A+++ będzie wprowadzona od 26 września 2019 roku)	11
Rysunek 7 Przykładowy schemat instalacji solarnej w budynku jednorodzinnym.....	13
Rysunek 8 Schemat budowy kolektora płaskiego	14
Rysunek 9 Przebieg sprawności kolektorów słonecznych w zależności od różnicy temperatur absorbera i otoczenia dla różnych typów kolektorów słonecznych	15
Rysunek 10 Budowa i schemat działania kolektora próżniowego typu „heat – pipe”	16
Rysunek 11 Budowa i schemat działania kolektora próżniowego typu „U–pipe” ¹⁰	16
Rysunek 12 Inwertery fotowoltaiczne.....	21
Rysunek 13 Falownik beztransformatorowy i transformatorowy ¹¹	21
Rysunek 14 Schemat poglądowy instalacji wyspowej.....	23
Rysunek 15 Schemat poglądowy instalacji sieciowej ¹²	23

6.2. Tabele

Tabela 1 Charakterystyka modułów fotowoltaicznych w różnych technologiach	19
Tabela 2 Zalety i wady indywidualnego i grupowego doboru mocy instalacji fotowoltaicznej.	25
Tabela 3 Minimalne sezonowe efektywności energetyczne i graniczne wartości emisji sezonowych wg wymagań ekoprojektu.....	30
Tabela 4 Klasy efektywności energetycznej kotłów na paliwa stałe w zależności od współczynnika efektywności energetycznej.....	30
Tabela 5 Wymagania stawiane modułom fotowoltaicznym.	61
Tabela 6 Wymagania dla falownika fotowoltaicznego.....	62
Tabela 7 Wymagania stawiane konstrukcji montażowej dedykowanej dla instalacji dachowych.....	63
Tabela 8 Minimalne wymagania w zakresie okablowania po stronie DC	64
Tabela 9 Minimalne wymagania w zakresie okablowania po stronie AC.....	64