

Odnawialne źródła energii w hybrydowych systemach grzewczych obiektów sakralnych

Mgr inż. MIECZYŚLAW BAJSZCZAK

WODTERM Sp. z o.o.

Gorzów Wielkopolski

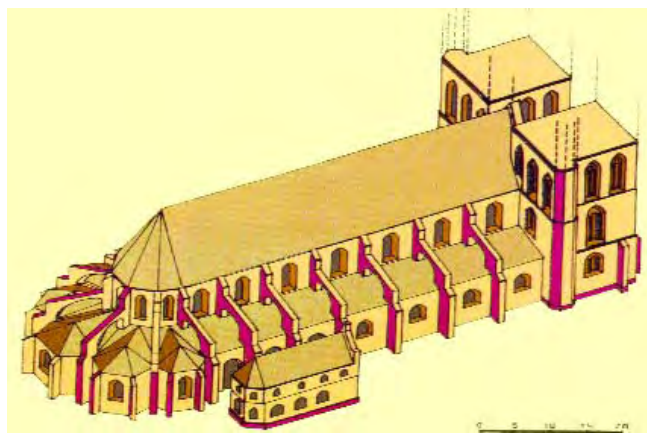
Opisano dwa nowoczesne rozwiązania systemów ogrzewania budynków sakralnych wykorzystujące odnawialne źródła energii. W systemie grzewczym Bazyliki Metropolitalnej pod wezwaniem św. Jakuba Apostoła podstawowym źródłem energii są pompy ciepła, które w warunkach szczytowego obciążenia wspomagane są kotłami opalanymi biomasą (peletami).

W budowanej w Warszawie Świątyni Opatrzności Bożej zastosowano hybrydowy system ogrzewania, w którym źródło ciepła stanowią: sprężarkowe, gruntowe pompy ciepła, instalacja solarna oraz gazowy zespół kogeneracyjny.

PRZYKŁADEM zastosowania odnawialnych źródeł ciepła w dużych obiektach sakralnych jest zrealizowana, ekologiczna instalacja ogrzewania Archikatedralnej Bazyliki Metropolitalnej pod wezwaniem św. Jakuba Apostoła (wraz z trzema Kanoniami) położonej w centrum zabudowy miejskiej Szczecina.

Katedra, zlokalizowana na wzgórzu nad brzegiem Odry, w sąsiedztwie Zamku Książąt Pomorskich i Wałów Chrobrego, wzniesiona w XII w., zaliczana jest do najcenniejszych zabytków budownictwa gotyckiego i wpisana jest do rejestru zabytków (rys. 1). Obecnie spełnia ona funkcję Archikatedry Metropolii Szczecińsko-Kamieńskiej. W bezpośrednim sąsiedztwie Katedry znajduje się Kanonia Parafialna, zniszczona w znacznym stopniu podczas II Wojny Światowej i odbudowana w okresie powojennym. Kolejne dwie Kanonie zostały niedawno wzniesione na ścianach fundamentowych średniowiecznych piwnic.

Kolejnym przykładem nowoczesnego rozwiązania jest, znajdujący się obecnie w fazie realizacji, hybrydowy system ogrzewania Świątyni Opatrzności Bożej oraz Domu Parafialno-Diecezjalnego w Warszawie, przy ul. F. Klimczaka 17/21 (Wilanów).



Rys. 1. Wygląd kościoła pod wezwaniem św. Jakuba Ap. z przełomu XIII/XIV w. według koncepcji inż. arch. Stefana Kwileckiego (1991 r.)[1]

1. Modernizacja systemu grzewczego Archikatedralnej Bazyliki Metropolitalnej w Szczecinie

1.1. Gospodarka cieplna przed realizacją projektu

Dotychczas obiekty Katedry i Kanonii były zaopatrywane w ciepło do ogrzewania z miejskiej sieci ciepłowniczej przez indywidualne, jednofunkcyjne węzły ciepłownicze o łącznej mocy cieplnej 550 kW. Nośnikiem ciepła w sieci była woda o znamionowych parametrach 130/80 °C, a instalacje odbiorcze eksploatowane były przy parametrach wody 95/70 °C. Wyposażenie węzłów stanowiły przeciwprądowe wymienniki ciepła, pompy obiegowe i układy do pomiaru zużycia ciepła.

Węzły ciepłownicze, zlokalizowane w wydzielonych pomieszczeniach technicznych ogrzewanych budynków, nie były wyposażone w automatykę pogodową. Ciepła woda użytkowa przygotowywana była w miejscowych podgrzewaczach elektrycznych.

Instalacja ogrzewania Katedry wyposażona była w grzejniki z rur stalowych ożebrowanych, umieszczonych w osłoniętych kanałach podłogowych. Stan techniczny instalacji odbiorczych był zły (występowały znaczne ubytki izolacji termicznej rurociągów, a część armatury była niesprawną), co w połączeniu z brakiem urządzeń automatycznej regulacji było przyczyną nadmiernego zużycia ciepła. Ponadto istniejąca instalacja nie zapewniała wymaganej temperatury wewnątrz budynku, a szczególnie w strefie przebywania ludzi. Rozkład temperatury w Katedrze przy temperaturze zewnętrznej -9 °C kształtował się następująco: temperatura w kanale z grzejnikami rurowymi +5 °C, temp. przy posadzce 0 °C, temperatura na wysokości 2 m nad posadzką +1 °C, a temperatura na wysokości 24 m (pod sklepieniem) +15 °C.

Taki rozkład temperatury wpływał niekorzystnie na konstrukcję budowli oraz zgromadzone dzieła i zbiory Muzeum Diecezjalnego.

W końcowej fazie budowy i rozbudowy dwóch nowych Kanonii rozważano możliwość zasilania obiektów w ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej lub z indywidualnych kotłowni węglowych, wyposażonych w nowoczesne kotły stalowe.

Bezpośrednią przyczyną podjęcia decyzji o kompleksowej modernizacji systemu grzewczego było zużycie techniczne i technologiczne istniejących węzłów ciepłowniczych i instalacji odbiorczych oraz wysokie koszty zakupu ciepła z miejskiej sieci cieplnej, co nie znajdowało żadnego odzwierciedlenia w komforcie cieplnym ogrzewanych obiektów.

Postanowiono, że istniejący system ogrzewania zastąpiony zostanie nowoczesnym systemem zasilanym z przyjaznych dla środowiska źródeł energii odnawialnej.

1.2. Opis i charakterystyka nowego systemu grzewczego

Do ogrzewania Katedry i trzech Kanonii zaprojektowano i wykonano hybrydowy, skojarzony węzeł grzewczy zlokalizowany w części średniowiecznych pomieszczeń piwnicznych pod śródkową Kanonią.

Zrealizowano nowoczesny system grzewczy wykorzystujący energię promieniowania słonecznego, ciepło pobierane z powietrza zewnętrznego oraz ciepło uzyskane ze spalania peletów.

Hybrydowe źródło ciepła zasila instalacje centralnego ogrzewania:

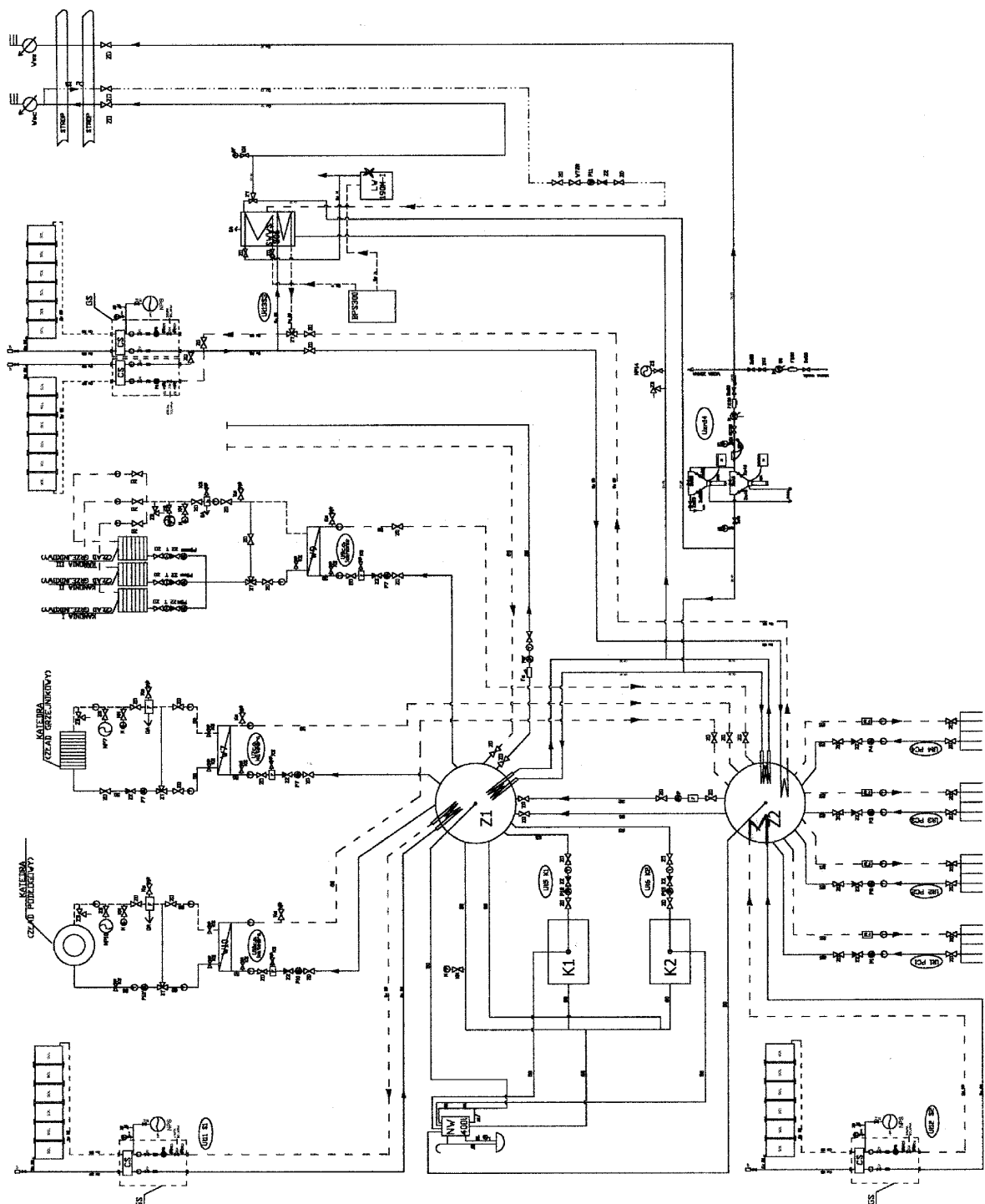
a) w części sakralnej Katedry – niskotemperaturowe ogrzewanie podłogowe o parametrach 45/35 °C,

b) w pomieszczeniach pomocniczych Katedry – niskotemperaturowe ogrzewanie grzejnikowe o parametrach 55/45 °C,

c) w Kanoniach – niskotemperaturowe ogrzewanie grzejnikowe o parametrach 55/45 °C.

Ideowy schemat hybrydowego systemu ogrzewania Archikatedralnej Bazyliki Metropolitalnej w Szczecinie pokazano na rys. 2.

Ogrzewanie podłogowe zasilane jest przez cztery pompy ciepła systemu powietrze/woda typu ECON-6 o łącznej mocy grzewczej 100,8 kW (dolnym źródłem ciepła jest powie-



Rys. 2. Ideowy schemat hybrydowego systemu ogrzewania Archikatedralnej Bazyliki Metropolitalnej w Szczecinie; główne urządzenia instalacji: K1, K2 – kotły CSI 99, opalane peletami, PC1, PC2, PC3 i PC4 – pompy ciepła ECON 6 systemu powietrze /woda, Z1, Z2 – zbiorniki buforowo – akumulacyjno – rozdzielcze WODTERM 1500L, SOL – kolektory słoneczne Watt 3000S, NW – naczynie wzbiorcze otwarte, NPS – przeponowe naczynia wzbiorcze, CS – centrale solarne, W – płytowe wymienniki ciepła SONDEX, LW 190 M-1 – pompa ciepła Alpha Inno Tec systemu powietrze/woda, SWWS 506 – zasobnik ciepła Alpha Inno Tec



Rys. 3. Wymienniki ciepła dolnego źródła pomp ciepła ECON 6

trze zewnętrzne). Pompy ciepła eksploatowane są w biwalentnym układzie kaskadowym, a szczytowe źródło ciepła stanowią dwa kotły grzewcze typu CSI 99 o mocy 115 kW każdy, opalane peletami.

Ciepło użyteczne, wytworzone w kotłach grzewczych CSI 99 i kolektorach słonecznych, zasila dwa zbiorniki buforowo-akumulacyjno-rozdzielcze WODTERM 1500L, a stąd przesyłane jest rurami preizolowanymi do rozdzielacza ogrzewania podłogowego w Katedrze.

Preizolowane rury magistralne ogrzewania podłogowego ułożone zostały na podsypce piaskowej w istniejących kanałach po zdemontowanych grzejnikach z rur ożebrowanych. Trasa kanałów umożliwiła wykonanie połączeń rozdzielacza do rur magistralnych w układzie Tichelmana, co znacznie ułatwiło regulację pętli grzejnych.

Pętle grzejne ułożone zostały na siatce o oczkach 100 x 100 mm zgrzewanej z drutu o średnicy 3 mm. Przed zabetonowaniem siatka z pętlami grzejnymi została ułożona na plastikowych podkładkach dystansowych; zapewniło to wzmocnienie posadzki oraz umożliwiło wykorzystanie całej powierzchni rur (również od spodu) do przekazywania ciepła. W celu poprawienia właściwości akumulacyjnych posadzki do mieszanki piaskowo-cementowej dodawany był kamień o frakcji 2-8 mm. Posadzkę wykonano z użyciem plastyfikatora.

Niskotemperaturowe ogrzewanie grzejnikowe w pomieszczeniach pomocniczych Katedry i Kanonii zasilane jest oddzielnymi obiegami grzewczymi z tych samych zbiorników buforowych. Każdy z obiegów grzewczych sterowany jest indywidualnie, niezależnie od pozostałych.

Hybrydowe źródło ciepła systemu grzewczego stanowią następujące urządzenia:

- pompa ciepła systemu powietrze /woda ECON-6 o mocy 25,2 kW – 4 szt.; oszronione wymienniki tych pomp, za pośrednictwem których pobierane jest niskotemperaturowe ciepło z powietrza zewnętrznego pokazano na rys. 3,



Rys. 4. Pompa ciepła systemu powietrze /woda Alpha InnoTec LW 190 M-1 o mocy 18,5 kW



Rys. 5. Wodny kocioł grzewczy na pelety CSI-99 o mocy 115 kW



Rys. 6. Zbiornik buforowo-akumulacyjno-rozdzielczy WODTERM 1500L

- pompa ciepła systemu powietrze /woda Alpha InnoTec LW 190 M-1 o mocy 18,5 kW – 1 szt. (rys. 4),
- kocioł na pelety CSI-99 o mocy 115 kW – 2 szt. (rys. 5),
- kolektor słoneczny Hewalex – 24 szt.

Centralnymi elementami układu grzewczego są dwa zbiorniki buforowo-akumulacyjno-rozdzielcze WODTERM 1500L, w wykonaniu indywidualnym (rys. 6). Każdy ze zbiorników wyposażony jest w 2 węzownice zasilane przez układ 6 kolektorów słonecznych i 2 węzownice wodne przepływowe, do wstępnego podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Węzownice wodne obydwu zbiorników połączone są ze sobą równolegle.

Jeden ze zbiorników jest ładowany przez pompy obiegowe kotłów na pelety. Ten sam zbiornik zasila wymienniki płytowe SONDEX trzech niezależnych obiegów grzewczych – z zaworami mieszającymi sterowanymi automatyką pogodową. Wszystkie powroty strony gorącej wymienników podłączone zostały do drugiego zbiornika. Dodatkowo obwód szeregowo połączonych ze sobą zbiorników WODTERM 1500L zamyka, sterowana czasowo, mała pompa obiegowa, co pozwala w okresie letnim na przyspieszenie wyrównywania temperatury wody w zbiornikach przy akumulowaniu energii promieniowania słonecznego.

Układ zbiorniki-kotły jest instalacją eksploatowaną w otwartym systemie zabezpieczeń, z naczyniem zbiorczym. Pozostałe obiegi, tj. obieg ogrzewania podłogowego Katedry, obieg grzejnikowy Katedry i zasilane ze wspólnego rozdzielacza obiegi poszczególnych Kanonii są obiegami zamkniętymi, zabezpieczonymi przeponowymi naczyniami zbiorczymi Reflex o odpowiednio dobranych wielkościach.

Do powrotnego przewodu magistralnego w obiegu ogrzewania podłogowego Katedry (strona zimna wymiennika SONDEX) włączono cztery sprężarkowe pompy ciepła systemu powietrze /woda.

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest w systemie z dwustopniowym podgrzewaniem:

- podgrzewanie wstępne następuje w zbiornikach buforowo-akumulacyjno-rozdzielczych (przepływowo przez 4 węzownice),

- podgrzewanie końcowe w zasobniku Alpha Inno Tec SWWS 506 o pojemności nominalnej 445 litrów z węzownicą o pow. 1,85 m² zasilaną przez 12 kolektorów Hewalex i węzownicą o pow. 4,3 m² zasilaną przez pompę ciepła Alpha Inno Tec LW 190 M-1.

W okresie letnim, po nagrzaniu wody w zbiorniku SWWS 506, nadmiar energii słonecznej kierowany jest przez centralę solarną do ładowania zbiorników buforowo-akumulacyjno-rozdzielczych WODTERM 1500L.

Dodatkowy obieg grzewczy pompy ciepła Alpha Inno Tec LW 190 M-1 został podłączony do rury powrotnej obiegu grzewczego Kanonii.



Rys. 7. Sondy podwójne typu U z głowicami



Rys. 8. Zapuszczanie sondy podwójnej



Rys. 9. Podłączenie sondy podwójnej do rurociągów magistralnych

Włączenie pomp ciepła ECON-6 i pompy Alpha Inno Tec LW 190 M-1 do powrotów zamkniętych układów centralnego ogrzewania zabezpiecza te pompy przed zbyt wysoką temperaturą powrotu, która może wystąpić po uruchomieniu kotłów na pelety.

Podłączenie pomp ciepła do zbiorników buforowo-akumulacyjno-rozdzielczych WOD-TERM 1500L w układzie otwartym było wprawdzie możliwe, ale odstąpiono od tego ze względu na możliwość zamulania filtrów, zanieczyszczenia skraplaczy pomp ciepła oraz powstawanie dodatkowych strat ciepła w trakcie jego akumulowania w zbiornikach i przesyłania do poszczególnych obiegów grzewczych.

Zastosowane rozwiązania pozwalają na:

- ładowanie w okresie zimowym zbiorników WODTERM 1500L przez kotły na pelety i kolektory słoneczne,
- wykorzystanie w okresie letnim zbiorników WOD-TERM 1500L do akumulowania ciepła pozyskiwanego z energii słonecznej,
- wyrównywanie temperatury w zbiornikach WODTERM 1500L w celu zwiększenia ich pojemności cieplnej,
- wykorzystanie ciepła słonecznego ze zbiorników WOD-TERM 1500L do wstępnego podgrzewania ciepłej wody użytkowej,
- wykorzystanie nadmiaru ciepła słonecznego ze zbiorników WODTERM 1500L do zasilania ogrzewania podłogowego Katedry w okresie letnim (np. wygrzewanie jastrychu),
- zasilanie w okresie jesiennym i wiosennym ogrzewania podłogowego posadzki Katedry przez włączane kaskadowo pompy ciepła ECON-6, bez konieczności uruchamiania kotłów na pelety,
- zasilanie w okresie jesiennym i wiosennym niskotemperaturowego ogrzewania grzejnikowego przez pompę ciepła Alpha Inno Tec LW 190 M-1 (po uprzednim przygotowaniu ciepłej wody użytkowej),
- ograniczenie ilości przygotowanej ciepłej wody użytkowej do ok. 500 litrów z zapewnieniem okresowej dezynfekcji termicznej wody w zbiorniku podgrzewania końcowego wyposażonym w grzałkę z termostatem, w celu niszczenia bakterii z rodziny *Legionelli*.

Obecnie, niezależnie od modernizacji systemu grzewczego, prowadzone są roboty związane z wymianą okien w Katedrze oraz z dostosowaniem budynków Kanonii do obowiązujących standardów w zakresie ochrony cieplnej.

Na podstawie wyników dotychczasowej eksploatacji instalacji można stwierdzić, że spełnione zostały oczekiwania zarówno inwestora, jak i projektantów.

Skutkiem kompleksowej termomodernizacji obiektu oraz instalacji jest:

- zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło z 5877 do ok. 3330 GJ /rok, tj. o 43,3%,
- zmniejszenie zużycia energii pierwotnej (energii chemicznej paliwa) z 8382,6 do 1900,7 GJ /rok, tj. o 77,3%,
- zmniejszenie emisji dwutlenku siarki o ok. 91%, tlenków azotu o ok. 82%, dwutlenku węgla o ok. 91%.

Koszt modernizacji systemu grzewczego został pokryty z następujących źródeł:

- EKOFUNDUSZ – 30%,
- WFOŚ i GW w Szczecinie – 40%,
- środki własne parafii – 30%.

2. Hybrydowy system ogrzewania Świątyni Opatrzności Bożej oraz Domu Parafialno-Diecezjalnego w Warszawie

Świątynia Opatrzności Bożej, wznoszona obecnie w Warszawie, została wyposażona w nowoczesny system ogrzewania wykorzystujący głównie odnawialne źródła ciepła (promieniowanie słoneczne i zasoby ciepła zawartego w gruncie) w połączeniu z kogeneracją rozproszoną.

Zapotrzebowanie na moc cieplną do ogrzewania i wentylacji kompleksu świątynnego wynosi:

- budynek Świątyni: ogrzewanie 180 kW,
- budynek Świątyni: wentylacja 404 kW,
- dom parafialny: ogrzewanie 226 kW,
- dom parafialny: wentylacja 80 kW.

Łączne zapotrzebowanie na moc cieplną do ogrzewania i wentylacji wynosi 890 kW, a prognozowane, roczne zużycie ciepła na te potrzeby wyniesie 6060 GJ /a.

Zapotrzebowanie na szczytową moc cieplną do przygotowania c.w.u. wynosi 90 kW, moc średniodobowa – 27,9 kW, a roczne zużycie ciepła na potrzeby c.w.u. 660 GJ /a.

Moc zainstalowanych urządzeń elektrycznych wynosi 858 kW, a przewidywane roczne zużycie energii elektrycznej – 1127 MWh/a.

Do pokrycia potrzeb cieplnych i energetycznych Świątyni Opatrzności Bożej został zaprojektowany układ grzewczo-energetyczny złożony z następujących, głównych elementów:

- trzech gruntowych, sprężarkowych pomp ciepła systemu wodny roztwór glikolu /woda,
- baterii kolektorów słonecznych,
- zespołu kogeneracyjnego z silnikiem gazowym,
- gazowego kotła grzewczego (szczytowe źródło ciepła).

Podstawowe źródło ciepła na potrzeby c.o. i c.w.u. stanowią sprężarkowe pompy ciepła o następującej charakterystyce:

- typ SWP 1600 (Alpha-InnoTec GmbH) szt. 2,
 - znamionowa moc grzejna pompy B0/W50 161,8 kW,
 - czynnik roboczy R 407C,
- typ SWC 140H (Alpha-InnoTec GmbH) szt. 1,
 - znamionowa moc grzejna pompy B0/W50 12,8 kW,
 - czynnik roboczy R 407C.

Niskotemperaturowe ciepło jest pozyskiwane z gruntu przez 42 podwójne sondy typu U o głębokości 150 m każda (rys. 7 i 8), przy czym otwory technologiczne nawierczone zostały w utworach czwartorzędowych (plejstocенских i holocенских) oraz trzeciorzędowych osadach plicenu.

Gruntowe wymienniki ciepła, zabudowane w bezrurkowych otworach technologicznych, wykonane są z rur polietylenowych RAUPEX-UV 32/2,9 mm, a nośnikiem ciepła niskotemperaturowego jest wodny roztwór glikolu propylenowego (ERGOLID EKO). Działanie gruntowych wymienników ciepła jest wspomagane przez kolektory słoneczne oraz ciepłem odpadowym z układu chłodzenia transformatorów średniego napięcia i układu chłodzenia obudowy bloku elektrociepłowniczego.

Sondy rozmieszczone są w odległości ok. 12,5 m od siebie na okręgu współśrodkowym z drogą wokół Świątyni i połączone rurociągami magistralnymi w układzie Tichelmanna wykonanymi z rur RAUPEX-UV 160/14,6 mm (rys. 9).

W projekcie przewidziano wykorzystanie wymienników gruntowych do pasywnego chłodzenia budynków w okresie letnim.

Energia elektryczna do napędu sprężarek pomp ciepła wytwarzana jest w gazowym, kogeneracyjnym zespole prądowórczym (z obudową dźwiękochłonną) typu GESCO/MAN-143-G o następującej charakterystyce technicznej:

- moc elektryczna trwała (przy pracy równoległej z siecią $\cos\varphi = 1$): 143 kW,
- moc elektryczna trwała (przy pracy na wyspę $\cos\varphi = 0,8$): 119 kW,
- moc cieplna (praca równoległa z siecią): 211 kW,
- sprawność elektryczna: 35,8%,
- sprawność cieplna: 52,8%,
- sprawność ogólna: 88,6%,
- strumień ciepła z energią pierwotną: 400 kW.

Ciepło z zespołu kogeneracyjnego jest wykorzystane do ładowania zbiorników buforowo-akumulacyjno-rozdzielczych, z których zasilane są obiegi grzewcze o różnych wartościach temperatury nośnika ciepła. Zbiorniki te są również ładowane przez pompy ciepła (załączane kaskadowo) oraz szczytowy, gazowy kocioł żeliwny typu GT 410 DIEMATIC-m Delta (De Dietrich) o znamionowej mocy cieplnej 340 kW. Kocioł wyposażony jest w gazowy palnik nadmuchowy o pracy modulowanej typu G40-1S/SR z pokrywą dźwiękoszczelną.

Spaliny z silnika zespołu kogeneracyjnego oraz kotła gazowego odprowadzono za pomocą dwóch dwupłaszczowych, izolowanych przewodów spalinowych wstawionych do istniejącego szachtu kominowego.

W instalacji solarnej, do konwersji energii promieniowania słonecznego na ciepło, zastosowano wysokosprawne kolektory słoneczne typu NEOSOL 250 o konstrukcji meandrowej z powłoką sunselect o współczynniku absorpcji promieniowania $\alpha > 95\%$ i współczynniku transmisji $\varepsilon < 5\%$. Kolektory te, w liczbie 36 sztuk, zostały zamontowane na dachu budynku Parafialno-Diecezjalnego na zaprojektowanej konstrukcji wsporczej, przy czym do montażu kolektorów wykorzystano typowe elementy dostarczone przez producenta kolektorów.

Do przygotowania c.w.u. zaprojektowano trójstopniowy system podgrzewania w następującym układzie:

- podgrzewanie wstępne: przepływowo w zbiorniku WODTERM 3000L z 14 węzownicami zasilanymi przez 24 kolektory oraz chłodnicę obudowy zespołu kogeneracyjnego,
- podgrzewanie pierwszego stopnia: przepływowo przez wymiennik JAD zasilany z niskotemperaturowego zbiornika buforowo-akumulacyjno-rozdzielczego
- podgrzewanie drugiego stopnia: w 2 zasobnikach Alpha Inno Tec SWWS 506 zasilanych przez 12 kolektorów słonecznych i pompę ciepła.

Zasobniki ciepła ładowane będą kaskadowo przez poszczególne źródła ciepła, przy czym będą one załączane automatycznie w zależności od chwilowego zapotrzebowania na ciepło.

Zaprojektowany hybrydowy, skojarzony układ grzewczy stanowi alternatywę w stosunku do zasilania obiektów Świątyni Opatrzności Bożej w ciepło i energię z miejskiej sieci ciepłowniczej i miejskiego systemu elektroenergetycznego. A zatem ostateczne efekty ekologiczne będą stanowić różnicę pomiędzy emisją do otoczenia szkodliwych produktów przy wytwarzaniu i przesyłaniu ciepła oraz energii w systemach scentralizowanych i wykonanym hybrydowym układzie kogeneracji rozproszonej z wykorzystaniem odnawialnych źródeł ciepła. Zagadnienia te były tematem audytu energetycznego stanowiącego część projektu.

Czynnikiem roboczym, który służy w dobranych pompach ciepła do transportu ciepła z niższego na wyższy poziom temperatury jest R 407C.

Zgodnie z normą PN-EN 378-1:2002 „Instalacje ziemnicze i pompy ciepła. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska. Część 1: Wymagania podstawowe, definicje, klasyfikacja i kryteria wyboru” wpływ czynników roboczych na środowisko określają następujące wskaźniki:

ODP (Ozone Depletion Potential) – potencjał niszczenia ozonu,

GWP (Global Warming Potential) – globalny potencjał ocieplenia,

TEWI (Total Equivalent Warming Impact) – całkowity równoważny wskaźnik ocieplenia.

Dobrym czynnikiem roboczym R 407 C ma następujące wskaźniki:

$$\text{ODP} = 0$$

$$\text{GWP} = 1600;$$

wskaźniki te spełniają wymagania obowiązujących przepisów dotyczących ochrony środowiska.

Całkowity wpływ czynników roboczych pomp ciepła na potencjowanie efektu cieplarnianego charakteryzuje wskaźnik TEWI, który uwzględnia emisję CO₂ związaną z produkcją energii zużywanej do napędu sprężarek pomp ciepła i urządzeń pomocniczych oraz wytwarzania czynnika roboczego. Wskaźnik TEWI określony jest wzorem:

$$\text{TEWI} = \text{GWP} \cdot L \cdot n + \text{GWP} \cdot m(1-f) + n \cdot E \cdot z$$

gdzie:

L – emisja czynnika roboczego do atmosfery, kg/a,

n – czas eksploatacji urządzenia, a,

m – napełnienie urządzenia czynnikiem roboczym, kg,

f – stopień odzyskiwania czynników podczas zabiegów serwisowych w okresie eksploatacji urządzenia,

E – roczne zużycie energii do napędu urządzenia, kWh/a,

z – jednostkowa emisja CO₂ przy produkcji energii napędowej, kg/kWh.

Na podstawie wyników orientacyjnych obliczeń można stwierdzić, że całkowita, równoważna emisja CO₂ z zaprojektowanego hybrydowego, skojarzonego układu grzewczego (przy założeniu: standardowych wartości wycieków czynników roboczych do otoczenia oraz 25-letniego okresu eksploatacji urządzeń) będzie o ok. 60% niższa niż w scentralizowanym systemie wytwarzania ciepła i energii, wykorzystującym jako pierwotny nośnik energii – miał węglowy.

Obecnie prowadzone są końcowe prace związane z montażem źródła ciepła i instalacji odbiorczych. Sondy gruntowe zostały wykonane, sprawdzone i napełnione ERGOLIDEM EKO w sierpniu ubiegłego roku.

Koncepcja zastosowania hybrydowego, skojarzonego układu grzewczego w obiektach Świątyni Opatrzności Bożej w Warszawie jest uzasadniona względami poszanowania energii i ochrony środowiska, a także charakterem obiektu. Koncepcja ta odpowiada obecnym tendencjom w odniesieniu do racjonalizacji użytkownika paliw pierwotnych (wysokotemperaturowych nośników energii) oraz spełnia wymagania Dyrektyw Europej-

skich dotyczących zaopatrzenia w energię obiektów budowlanych.

L I T E R A T U R A

- [1] Studnia Jakubowa nr 2 (5)/2007- pismo parafii św. Jakuba Apostoła w Szczecinie
- [2] Rubik M.: *Pompy ciepła*. Poradnik. Wydanie III. Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie”, Warszawa 2006

Przedsiębiorstwo
HYDRO-TECH
Konin
wyłączny przedstawiciel w Polsce

Pompy ciepła
... rozwiązanie dla wymagających

**Największy asortyment
w Europie !!!**
Moc od 4,5 do 161 kW.

Siedziba główna:
ul. Zakładowa 4D
62-510 Konin
tel. (0 63) 245 34 79
faks. (0 63) 242 37 28

Oddział Poznań:
ul. Samotna 4
61-441 Poznań
tel. (0 61) 830 03 52
faks. (0 61) 830 21 21

Oddział Trójmiasto:
ul. 10 Lutego 16
81-364 Gdynia
tel. (0 58) 783 17 12
faks. (0 58) 783 17 11
www.hydro-tech.pl

alphaInnoTec
... przyszłość pomp ciepła

Czasopismo CIEPŁOWNICTWO, OGRZEWNICTWO, WENTYLACJA

można zaprenumerować w dowolnym terminie

składając zamówienie:

e-mailem: kolportaz@sigma-not.pl
faxem: (022) 840 35 89, 840 59 49, 891 13 74
telefonicznie: (022) 840 30 86, 840 35 89
przez Internet: www.sigma-not.pl