

Aleksandra REPELEWICZ

Politechnika Częstochowska

ANALIZA WAD I ZALET ZASTOSOWANIA OGRZEWANIA PODŁOGOWEGO W OBIEKTACH SAKRALNYCH

Obiekty sakralne, ze względu na specyficzne cechy swoich wnętrz oraz krótko-trwale i nieregularne ich użytkowanie, wymagają bardzo przemyślanego doboru rodzaju ogrzewania. W pracy dokonano analizy zalet i wad stosowania w kościołach ogrzewania podłogowego oraz przedstawiono przykład skutecznego funkcjonowania takiego systemu w parafii akademickiej w Częstochowie.

Słowa kluczowe: ogrzewanie podłogowe, obiekty sakralne, ogrzewanie kościołów

WPROWADZENIE

Wybór systemu ogrzewania budynku kościoła musi być poprzedzony dokładną analizą konkretnego przypadku, gdyż na przyjęcie optymalnego rozwiązania wpływa wiele czynników. W podejmowaniu decyzji dotyczących doboru systemu grzewczego dużą rolę odgrywają specyficzne cechy monumentalnej architektury sakralnej, stosowane we wnętrzach sakralnych rozwiązania funkcjonalne i konstrukcyjne oraz szczególnie aranżacja wnętrza, wymagająca dużej dbałości o estetykę. Kościół jest budynkiem użyteczności publicznej, którego mikroklimat musi spełniać wymagania wynikające z prawa budowlanego. Jako miejsce kultu religijnego obiekt ten musi jednocześnie spełniać wymagania wynikające ze sposobu jego użytkowania. Oba rodzaje wymagań mają wpływ na całe techniczne wyposażenie kościołów, w tym na sposób ich ogrzewania.

Wnętrze kościoła jest najczęściej pomieszczeniem o masywnej obudowie, stosunkowo wysokim, o dużej kubaturze, zawierającym często cenne wyposażenie, wrażliwe na zmiany temperatury i wilgotności powietrza. Ze względu na znaczną wysokość takich budowli strefa przebywania ludzi stanowi niewielką część całej kubatury. Typowy kościół jest użytkowany dość krótko, w czasie trwania nabożeństw, w dni powszednie w innych porach i krócej niż w święta. Liczba wiernych na nabożeństwach bywa zróżnicowana. Harmonogram wykorzystania świątyni jest specyficzny i kryteria komfortu cieplnego dotyczą tylko stosunkowo krótkich przedziałów czasu, zróżnicowanych w skali tygodnia, między którymi obowiązują mniej ostre, ale również istotne wymagania, podyktowane troską o trwałość samej budowli i jej wyposażenia. Ze względu na ochronę wyposażenia obiektu korzystne jest, by zmiany temperatury następowały wolno, najlepiej $1,2 \div 1,5^{\circ}\text{C/h}$.

Ponadto, ze względów estetycznych, elementy grzewcze powinny być niewidoczne lub przynajmniej mało widoczne. Poza prezbiterium i połączoną z nim główną nawą kościoła istnieją jeszcze inne pomieszczenia: zakrystia, kancelaria parafialna, kaplice itp., które mogą wymagać innego trybu ogrzewania, np. w systemie ciągłym. Przy wyborze systemu ogrzewania duże znaczenie mają także miejscowe czynniki dostępności do określonych źródeł ciepła - paliw i nośników energii, kwestie ochrony środowiska, względy konserwatorskie oraz sytuacja ekonomiczna parafii [1, 2].

1. ŹRÓDŁA CIEPŁA DLA OGRZEWANIA PODŁOGOWEGO

W obiektach o dużej kubaturze, jakimi z reguły są kościoły, trudno uzyskać komfort cieplny. Koszty eksploatacji konwencjonalnych systemów grzewczych są wysokie, ponieważ ich sprawność jest niska. Kluczowym zagadnieniem jest bilans kosztów danego systemu grzewczego. Analizując koszty instalacji, eksploatacji i obsługi, należy uwzględnić wpływ, jaki może mieć ogrzewanie na całą strukturę budowli.

Najbardziej nowoczesnym spośród tradycyjnych systemów ogrzewania kościołów jest ogrzewanie podłogowe. Ogrzewanie podłogowe wodne, elektryczne lub powietrzne jest przykładem ogrzewania uznawanego powszechnie za proekologiczne i energooszczędne.

Instalacje wodnego i powietrznego ogrzewania podłogowego mogą współpracować ze wszystkimi źródłami energii. A zatem istnieje możliwość wykorzystania już wcześniej użytkowanego w remontowanym kościele kotła gazowego, olejowego czy nawet elektrycznego. Natomiast najefektywniej instalacje te współpracują z niskotemperaturowymi źródłami ciepła: kotłem kondensacyjnym, pompą ciepła i instalacją solarną, w związku z czym w nowo projektowanych obiektach należałoby rozważyć właśnie takie rozwiązania.

Najmniejszych nakładów inwestycyjnych wymaga gazowy kocioł kondensacyjny ze sterowaniem pogodowym. Rozbudowana powierzchnia wymiennika ciepła i niska temperatura zarówno wody, jak i powietrza w instalacjach ogrzewania podłogowego powodują, że kocioł kondensacyjny pracuje przy pełnej kondensacji, osiągając najwyższą sprawność.

Ogrzewanie podłogowe mogą także wspomagać kolektory słoneczne, natomiast ich wydajność jest zbyt niska, aby mogły być jedynym źródłem ciepła dla instalacji. Mogą z kolei obniżyć koszty ogrzewania przy innym podstawowym źródle energii.

Pompa ciepła jest urządzeniem działającym najlepiej, gdy między dolnym źródłem (grunt, powietrze, woda ze zbiornika naturalnego) a górnym źródłem (np. obieg grzewczy) występuje jak najmniejsza różnica temperatur. Ogrzewanie podłogowe jest systemem ogrzewania niskotemperaturowego, dzięki znacznie efektywniejszemu przekazywaniu ciepła do ogrzewanych pomieszczeń niż innego rodzaju grzejniki. Dzieje się tak dzięki dużej powierzchni grzejnej, którą jest cała podłoga, oddająca ciepło zarówno poprzez promieniowanie, jak i konwekcję.

To predysponuje ten system ogrzewania do najefektywniejszej współpracy z pompą ciepła. W systemach grzewczych z pompą ciepła i ogrzewaniem podłogowym sezonowy współczynnik efektywności (COP) jest około 50% wyższy niż dla systemu z pompą ciepła i grzejnikami. A zatem roczne koszty ogrzewania budynku kościoła mogą być w tym wypadku o 1/3 niższe [5].

2. ZALETY OGRZEWANIA PODŁOGOWEGO

Stale utrzymanie niższej temperatury wody przekłada się bezpośrednio na niższe koszty ogrzewania. Niższa temperatura sprawia ponadto, że ruch powietrza jest mniej intensywny. Podniesienie temperatury podłogi zwiększa intensywność unoszenia kurzu.

Ogrzewanie podłogowe jest rozwiązaniem niezawodnym, higienicznym i nie zakłóca estetyki wnętrza kościoła. Posadzka bardzo szybko wysycha, co ma duże znaczenie, gdy przy niekorzystnej pogodzie wierni wchodzą w mokrym obuwiu. Zmniejsza to ryzyko rozwoju grzybów i bakterii.

Zaletą tego typu ogrzewania jest równomierne oddawanie ciepła na poziomie podłogi. Przy jego zastosowaniu odczucia osób przebywających w kościele są na pograniczu komfortu: ciepło w nogi, chłodno na wysokości głowy. Jest to układ najkorzystniejszy ze względu na fizjologię człowieka. Ogrzewanie podłogowe, zapewniając korzystniejszy rozkład temperatury, sprawia, że podobne odczucie komfortu cieplnego pojawia się przy niższej temperaturze (odczuwalna temperatura jest średnio o 2 do 4 stopni wyższa w porównaniu z tradycyjnym ogrzewaniem). Zmniejszenie temperatury pomieszczenia przekłada się na dodatkowe oszczędności na ogrzewaniu (można przyjąć, że obniżenie temperatury o jeden stopień przynosi oszczędności energii na poziomie ok. 6%). Przy niższej temperaturze powietrza w pomieszczeniu zmniejsza się zapotrzebowanie ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego. Straty ciepła przewodów zasilających są nieduże dzięki niskiej temperaturze czynnika grzejnego. A zatem tak zwana „podłógówka” jest efektywna energetycznie, charakteryzując się mniejszym zużyciem energii do wytworzenia porównywalnego komfortu cieplnego niż tradycyjne ogrzewanie grzejnikowe.

Koszty eksploatacyjne są minimalne, jeśli instalacja jest zaprojektowana poprawnie i dokonano optymalnego wyboru źródła ciepła, a prawidłowa regulacja wyklucza przegrzewanie pomieszczeń. Użytkowanie i konserwacja systemu jest dla użytkownika bardzo prosta. Należy jedynie okresowo sprawdzać temperaturę wody zasilającej i jej przepływ przez poszczególne obiegi. Trzeba także przestrzegać dopuszczalnych obciążeń podłogi grzejnej, aby nie powodować jej pęknięć. Prawidłowo zaprojektowane i wykonane ogrzewanie podłogowe jest systemem, którego trwałość wynosi co najmniej 50 lat.

Ogrzewanie podłogowe stwarza możliwość wykorzystania ekologicznie czystych źródeł energii (pompy ciepła, kolektory słoneczne). Oprócz wnętrz budynków istnieje możliwość zastosowania tego systemu na otwartych przestrzeniach, np. schodach, podestach, dzięki czemu unika się odśnieżania tych elementów.

Ponadto, instalacja ta oprócz ogrzewania może być również wykorzystywana do chłodzenia pomieszczeń w lecie, np. we współpracy z pompą ciepła, co jest alternatywą dla tradycyjnej klimatyzacji, a znacząco podnosi komfort użytkowania obiektu w czasie letnich upałów. Co ważne, moc elektryczna wszystkich urządzeń współpracujących z pompą ciepła jest wielokrotnie niższa od mocy standardowej klimatyzacji [3, 4].

3. OGRANICZENIA I WADY STOSOWANIA OGRZEWANIA PODŁOGOWEGO W KOŚCIOŁACH

Ogrzewanie podłogowe ma także swoje ograniczenia i wady. Najistotniejszą wadą jest wysoki koszt montażu. Wykonanie nowoczesnego ogrzewania podłogowego jest o ok. 25÷40% droższe niż dobra jakościowo instalacja z grzejnikami zamontowana w tym samym obiekcie.

Pewnym ograniczeniem, mało istotnym dla obiektów sakralnych, jest mniejsza możliwość wyboru materiałów posadzkowych. Najlepiej sprawdzają się płyty kamienne i materiały ceramiczne, które są często stosowane we wnętrzach kościołów. Pozostałe rodzaje elementów wykończenia podłóg trzeba rozpatrywać indywidualnie pod kątem ich dostosowania do ogrzewania podłogowego. Na ogół materiały nadające się do takiego zastosowania są nieco droższe od systemów grzewczych innego typu.

Ogrzewanie to ma dużą bezwładność cieplną, co dobrze wpływa na współpracę instalacji z kotłem, ale utrudnia szybkie zmiany wydajności, nie sprzyjając oszczędzaniu energii. Nagrzana posadzka kumuluje ciepło, które oddaje jeszcze kilka godzin po zakończeniu nabożeństwa, gdy ciepło nie jest już w kościele potrzebne. Powoduje to niepotrzebny wzrost wydatków na ogrzewanie. Można natomiast łagodzić tę niedogodność, podnosząc zdolność układu do samoregulacji przy stosowaniu regulatora pogodowego z funkcjami automatycznej samoregulacji (krzywa grzania, optymalizacja czasów rozpoczęcia i zakończenia cykli grzania). Z właściwości samoregulacji „podłógówki” wynikają z kolei pewne oszczędności energetyczne. Im mniejsza jest różnica temperatury posadzki i temperatury pomieszczenia, tym ogrzewanie podłogowe przekazuje do pomieszczenia mniej ciepła. I tak przy wzroście temperatury pomieszczenia o 2°C (np. w przypadku dużej liczby wiernych w kościele) strumień ciepła oddawanego przez instalację maleje o 1/3.

Niestety, ogrzewanie to jest mało skuteczne przy bardzo niskiej temperaturze zewnętrznej ze względu na zimne przeciągi. System ogrzewania podłogowego nie jest w stanie pokryć zapotrzebowania na ciepło w pomieszczeniach o dużych stratach ciepła, tzn. powyżej 80 W/m². Z kolei przy zastosowaniu wyższej temperatury podłogi następuje znaczne stałe obniżenie wilgotności względnej, a ponadto występuje ciągle wznoszenie się powietrza, sprzyjające brudzeniu stropu.

W związku z tym ogrzewanie podłogowe, które wydaje się idealne do zastosowania w kościołach zabytkowych, gdzie trudno dopasować tradycyjne grzejniki do

charakteru wnętrza, może się okazać dla tych obiektów niewystarczające. Potrzebne są dodatkowe działania wspomagające: staranne zamykanie drzwi i okien, ocieplenie stropów, izolacja cieplna ścian, włączanie ogrzewania 2÷3 godziny przed nabożeństwem i stałe dogrzewanie kościoła innymi źródłami do temperatury około 5°C, najlepiej grzejnikami umieszczonymi na ścianach zewnętrznych.

Zalecić można stosowanie tego systemu głównie w obiektach nowo wznoszonych, o dobrej izolacyjności cieplnej, tym bardziej, że montaż ogrzewania podłogowego w istniejącym kościele wiąże się z koniecznością demontażu istniejącej posadzki, co dodatkowo podnosi koszty inwestycji. Ogrzewanie podłogowe wodne często wymaga wykonania nowego przyłącza wodnego oraz wygospodarowania odpowiedniego pomieszczenia na kocioł. Mniej kłopotów jest w takim wypadku przy zastosowaniu elektrycznych kabli grzejnych [4, 5].

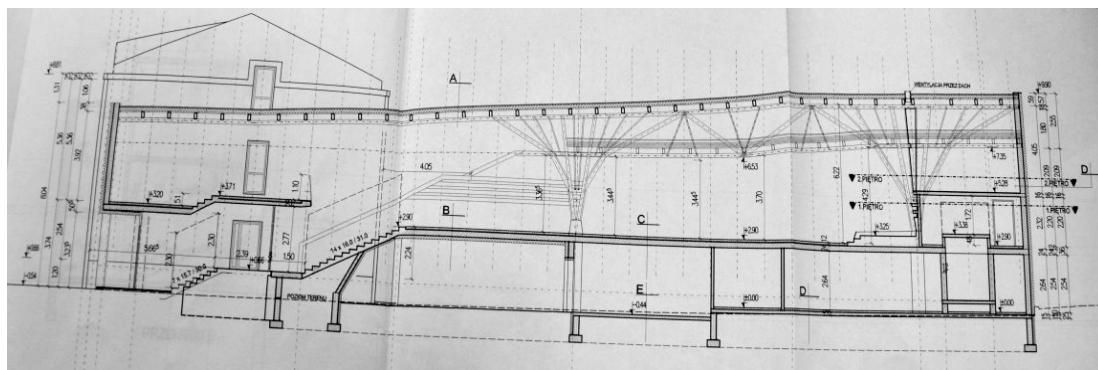
4. PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA OGRZEWANIA PODŁOGOWEGO W KOŚCIELE

Przykładowym obiektem, w którym z powodzeniem zastosowano wodne ogrzewanie podłogowe, jest Personalna Parafia Akademicka pw. św. Ireneusza w Częstochowie. Obiekt został oddany do użytku w 2006 roku i od 10 lat pełni funkcję kościoła akademickiego dla częstochowskich studentów.

Powierzchnia kaplicy, w której odbywają się nabożeństwa, wynosi 405 m², natomiast cały obiekt ma powierzchnię 688 m². Obiekt jest odpowiedni do zastosowania ogrzewania podłogowego, ponieważ wszystkie przegrody budowlane mają wysoką izolacyjność cieplną, a wewnątrz ma relatywnie małą wysokość (tylko część środkowa jest nieco wyższa), zaś powierzchnia okien jest stosunkowo nieduża (rys. 1). Ponadto, wejście do obiektu jest usytuowane w poziomie parteru, a kaplica znajduje się na piętrze, co pozwala uniknąć zimnych przeciągów (rys. 2).

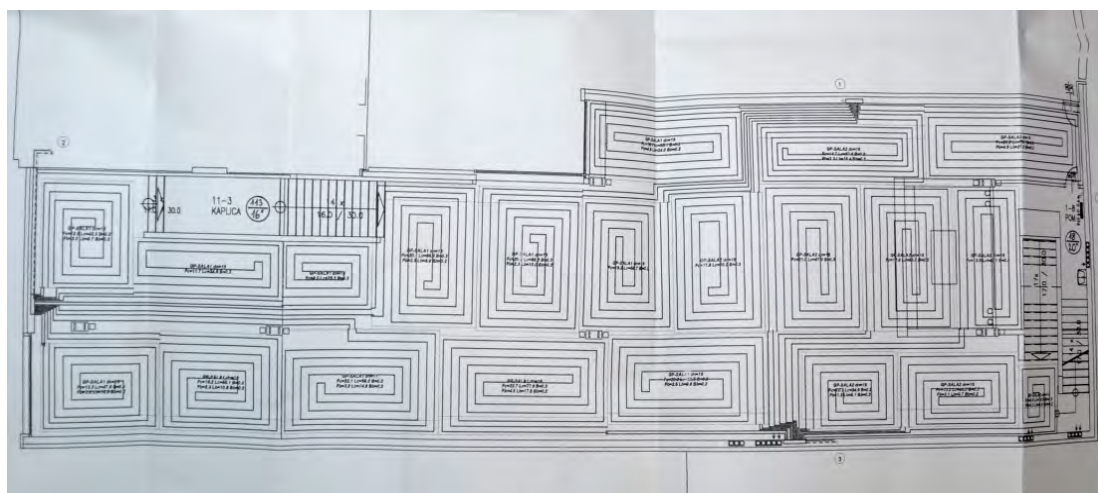


Rys. 1. Wnętrze kościoła akademickiego pw. św. Ireneusza w Częstochowie



Rys. 2. Przekrój podłużny przez kościół pw. św. Ireneusza w Częstochowie [6]

W części sakralnej obiektu zastosowano wodne ogrzewanie podłogowe z grzejnikami podłogowymi z rur wielowarstwowych oraz grzejniki stalowe płytowe w pomieszczeniach plebanii i katechetycznych (rys. 3). Jest to instalacja systemu zamkniętego w układzie dwururowym pompowym. Posiada dwa oddzielne obwody, przy czym obwód z ogrzewaniem podłogowym zasilany jest przez zawór trójdrożny termostatyczny z temperaturą zasilania 45°C . Oba obwody posiadają niezależne pompy obiegowe.



Rys. 3. Instalacja wodnego ogrzewania podłogowego w kościele pw. św. Ireneusza w Częstochowie [7]

Źródłem ciepła jest kocioł kondensacyjny o mocy 65 kW, przy czym obliczone zapotrzebowanie na moc grzewczą do ogrzewania wynosi 22 kW, a pozostała moc jest niezbędna dla sprawności systemu ciepłej wody użytkowej.

Zastosowanie regulatora pogodowego z funkcjami automatycznej samoregulacji i odpowiednie ustawienie krzywej grzania oraz dostosowanie czasów rozpoczęcia

i zakończenia cykli grzania do harmonogramu nabożeństw powodują optymalizację kosztów ogrzewania przy pełnym komforcie użytkowania pomieszczeń [7].

Wszyscy użytkownicy obiektu podkreślają wysoki komfort cieplny podczas nabożeństw. W okresie zimowym można zdjąć odzież wierzchnią w czasie mszy, co jest szczególnie wygodne w przypadku dzieci. Przy parafii działa duszpasterstwo rodzin i na dedykowanej rodzinom z małymi dziećmi mszy najmłodsi rozebrani z kurtek chętnie gromadzą się, siedząc na podłodze, co może być najlepszą rekomendacją zastosowanego w kościele systemu ogrzewania podłogowego.

PODSUMOWANIE

Wskazanie idealnego dla wszystkich obiektów sakralnych sposobu ogrzewania jest niemożliwe ze względu na zróżnicowaną wielkość i charakterystykę techniczną poszczególnych budynków, ale też ze względu na różne możliwości finansowe parafii oraz indywidualne priorytety w poszczególnych obiektach. Wybór odpowiedniego systemu ogrzewania powinien być poprzedzony wszechstronną analizą, uwzględniającą aspekty techniczne, ekonomiczne, estetyczne, konserwatorskie (w kościołach zabytkowych) oraz preferencje administratorów i użytkowników.

Ogrzewanie podłogowe jest jednym z systemów, które mogą być polecane do zastosowania w obiektach sakralnych ze względu na jego liczne zalety, a przede wszystkim na stosunkowo niskie koszty eksploatacji, bezawaryjne funkcjonowanie (przy prawidłowym zaprojektowaniu i wykonawstwie) i co najważniejsze - duży komfort użytkowania. Szczególnie ostatnia z zalet ma w obecnych czasach ogromne znaczenie, gdyż wierni coraz częściej oczekują, że będą uczestniczyć w nabożeństwach w warunkach dobrego mikroklimatu. Szczególnie starsi i rodziny z dziećmi wybierają kościoły, w których zimą nie marzną się podczas mszy. Wydaje się, że w przyszłości komfort cieplny będzie dużym atutem budynku kościoła. Przedstawiony w punkcie 4 budynek duszpasterstwa akademickiego w Częstochowie może być dobrym przykładem, gdy starannie zaprojektowany system ogrzewania podłogowego jest wysoko oceniany przez administratorów parafii (księża podkreślają, że system jest bezawaryjny i praktycznie bezobsługowy) oraz użytkowników, którzy wygodnie, bez wierzchniej odzieży zwłaszcza w sezonie grzewczym, uczestniczą w nabożeństwach.

Dla dalszego podwyższenia komfortu cieplnego, przy jednoczesnym obniżeniu kosztów, ogrzewanie podłogowe może być elementem składowym tzw. ogrzewania hybrydowego, czyli połączenia dwóch lub kilku systemów grzewczych. Można na przykład zastosować w ciągu tygodnia (gdy 100% wiernych zajmuje miejsca siedzące, a nabożeństwa są krótsze) ogrzewanie podławkowe jako ogrzewanie podstawowe, natomiast w niedziele i święta odpowiednio wcześniej włączane ogrzewanie podłogowe. Można także dokonać podziału wnętrza na kilka stref, które będą ogrzewane niezależnie, co spowoduje wymierne skutki ekonomiczne przy zapewnieniu pełnego komfortu korzystania z obiektu.

LITERATURA

- [1] Laskowski L., Ogrzewanie kościołów i kaplic. Klasyczne problemy - współczesna technologia, Konferencja Naukowo-Techniczna Budownictwo sakralne, Białystok 1998, 51-60.
- [2] Wolski L., Jelec P., Ustalenie stref rozkładu temperatur w strefie przebywania ludzi w obiektach sakralnych, V Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna Budownictwo sakralne i monumentalne, Białystok 2004, 431-438.
- [3] Joniec W., Jakie Ogrzewanie dużych obiektów, Rynek Instalacyjny 2012, 9.
- [4] www.ogrzewaniekosciolow.pl dostęp 7.04.2016
- [5] Materiały reklamowe i dane techniczne producentów elementów instalacji ogrzewania podłogowego oraz źródeł ciepła
- [6] Bryzik G., Projekt kaplicy akademickiej, Częstochowa 2006.
- [7] Bobowska B., Instalacja c.o. do budynku kaplicy parafialnej wraz z zapleczem, Częstochowa 2006.

ANALYSIS OF DEFECTS AND ADVANTAGES APPLICATION OF FLOOR HEATING IN THE SACRED OBJECTS

Sacral buildings, due to a specific characteristics of their design and their short-term, irregular use, require a very deliberate choice of the heating type. In the article advantages and disadvantages of underfloor heating in churches are analyzed. An example of this system, effective use in the academic parish church in Częstochowa, is presented.

Keywords: underfloor heating, sacral buildings, church heating