

Aleksandra REPELEWICZ

Politechnika Częstochowska

## ZWIĘKSZENIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ BUDYNKÓW SAKRALNYCH

Przedstawiono najbardziej ekonomiczne możliwości podniesienia efektywności energetycznej budynków sakralnych. Na podstawie analizy kościołów zawierciańskiego okręgu duszpasterskiego archidiecezji częstochowskiej stwierdzono bardzo częste występowanie w tych obiektach drewnianych konstrukcji dachowych. Zwiększenie ich izolacyjności termicznej jest stosunkowo proste i mało kosztowne oraz możliwe do wykonania w trakcie użytkowania obiektu.

Jednocześnie proponuje się przeprowadzenie modernizacji systemu grzewczego obiektu. Autorka przedstawia kilka nowoczesnych i energooszczędnych metod ogrzewania obiektów sakralnych.

**Słowa kluczowe:** budynki sakralne, konstrukcje dachów, izolacyjność termiczna, systemy ogrzewania

### WPROWADZENIE

Najwięcej z obecnie funkcjonujących budynków kościołów katolickich powstało w Polsce w latach 80., kiedy po długim okresie trudności z uzyskiwaniem pozwoleń na budowy zaczęto intensywnie uzupełniać ogromne braki w tej dziedzinie. Niestety, efekty ilościowe nie przekładały się na jakościowe. Projektowano obiekty zbyt duże, co związane było z chęcią nadrobienia wieloletnich niedostatków i obawą przed powrotem czasów, gdy uzyskanie pozwolenia na budowę kościoła będzie znów niemożliwe. Spora część istniejących obiektów sakralnych jest dziś zbyt duża w stosunku do potrzeb gęstej sieci mniejszych niż kiedyś parafii. Autorka od kilku lat prowadzi badania budynków sakralnych archidiecezji częstochowskiej i gromadzi różnorodne dane, dotyczące tych budowli [1].

Większość obiektów wznoszona była w szybkim tempie i przy braku odpowiednich materiałów budowlanych i sprzętu, co skutkuje licznymi błędami wykonawczymi, z którymi borykają się dzisiejsi administratorzy kościołów. Jednym z nich jest niska izolacyjność termiczna przegród budowlanych. Ściany kościołów są najczęściej jednowarstwowe z cegły ceramicznej, stropodachy posiadają izolacje zdecydowanie niewystarczające, okna często mają ramy stalowe. Wszystko to w połączeniu z nieefektywnymi systemami ogrzewania sprawia, że problematyczne i kosztowne jest dla parafii zapewnienie komfortu cieplnego podczas nabożeństw.

W ostatnich latach wymagania użytkowników obiektów sakralnych odnośnie do komfortu cieplnego znacząco wzrosły. Nie do pomyślenia jest dziś użytkowanie kościoła nieogrzewanego, co jeszcze kilkanaście lat temu było uznawane za dopuszczalne. Natomiast koszty ogrzewania obiektu przerastają często możliwości ekonomiczne parafii.

Można przyjąć, że wnętrze kościoła jest pomieszczeniem o masywnej obudowie, stosunkowo wysokim i przestronnym wnętrzu (kryjącym często cenne wyposażenie, wrażliwe na zmiany temperatury i wilgotności powietrza). Strefa przebywania ludzi stanowi stosunkowo niewielką część całej kubatury. Przeciętny kościół jest użytkowany okresowo, a w skali tygodnia - dość krótko. Liczba wiernych na nabożeństwach bywa zróżnicowana. Kryteria komfortu cieplnego dotyczą tylko stosunkowo krótkich przedziałów czasu, między którymi obowiązują mniej ostre, ale również istotne wymagania, podyktowane troską o trwałość samej budowli i jej wyposażenia.

Korzystając z doświadczeń zdobytych podczas prowadzonych od 2008 roku badań w obiektach sakralnych archidiecezji częstochowskiej, autorka pragnie wskazać możliwości podniesienia energooszczędności obiektów sakralnych przy minimalnych możliwych nakładach, gdy, ze względów ekonomicznych, nie wchodzi w grę przeprowadzenie kompleksowej termorenowacji budowli.

## 1. DOCIEPLENIE DREWNIANYCH KONSTRUKCJI DACHOWYCH

Na przykładzie zawierciańskiego okręgu duszpasterskiego archidiecezji częstochowskiej stwierdzić można, że zastosowanie drewnianych konstrukcji dachowych w wybudowanych po II wojnie światowej kościołach archidiecezji częstochowskiej jest bardzo powszechne.

Na terenie tego właśnie okręgu duszpasterskiego funkcjonują obecnie 43 parafie. Od zakończenia II wojny światowej wybudowano na tym terenie łącznie 36 nowych obiektów sakralnych, w tym 25 kościołów parafialnych i 11 kościołów filialnych (tab. 1).

Kościół wybudowane po 1945 roku na terenie zawierciańskiego okręgu duszpasterskiego archidiecezji częstochowskiej to obiekty o zróżnicowanej wielkości, stylu architektonicznym oraz funkcjonalności. Znajdują się wśród nich duże kościoły w miastach (w Zawierciu, Porębie, Myszkowie), kościoły parafialne średniej wielkości (wzniesione w mniejszych miejscowościach), a także całkiem małe kościoły i kaplice filialne (zlokalizowane w niewielkich wsiach). W części z nich występują drewniane więzary dachowe o różnej konstrukcji. W tabeli 1 zestawiono wszystkie powojenne obiekty sakralne zawierciańskiego okręgu duszpasterskiego z zaznaczeniem rodzaju konstrukcji dachowej występującej w każdym z obiektów. Z tabeli wynika, że 17 z 36 wybudowanych po wojnie w zawierciańskim okręgu duszpasterskim kościołów posiada drewniane więzby dachowe, co stanowi 47% wszystkich powojennych kościołów tego okręgu. Ponadto 2 obiekty mają konstrukcję częściowo drewnianą, wspartą na żelbetowych dźwigarach. Aż 11 z obiektów o drewnianej konstrukcji dachowej to kościoły filialne, a więc z założenia mniejsze.

Tabela 1. **Konstrukcje dachowe kościołów zawierciańskiego okręgu duszpasterskiego**  
(źródło: badania własne)

Lp.	Kościół	Miejscowość	Rodzaj konstrukcji dachu	Lata budowy
Dekanat Koziegłowski				
1	Św. Wawrzyńca DM	Cynków	drewniana	1989-1995
2	Najśw. Serca Pana Jezusa	Gniazdów	stalowa	1989-1996
3	Kościół filialny św. Jana Vianneya	Mzyki (par. Gniazdów)	drewniana	1989-1994
4	Kościół filialny św. Franciszka z Asyżu	Gęczyn (par. Koziegłowy)	żelbetowa	1984-1987
5	Św. Jana Chrzciciela	Lgota Mokrzesz	stalowa	1985-1996
6	Św. Józefa Oblubieńca	Pińczycze	stalowa	1988-1999
7	Podwyższenia Krzyża Św.	Siedlec Duży	żelbetowa	1984-1986
8	Zesłania Ducha Świętego	Winowno	drewniana	1989-2000
Dekanat Myszkowski				
9	Św. Andrzeja Boboli	Myszków	stalowa	1982-1991
10	Św. Anny	Myszków	żelbetowo-stalowa	1986-1992
11	Narodzenia NMP	Myszków	stalowa	1989-2000
12	Św. Apostołów Piotra i Pawła	Myszków	stalowa	1998-2011
13	Trójcy Przenajświętszej	Myszków	żelbetowa	1977-1979
Dekanat NMP Królowej Polski w Zawierciu				
14	Św. Franciszka z Asyżu	Góra Włodowska	drewniana	1987-1993
15	Kościół filialny NMP Różańcowej	Zdów par. Góra Włodowska	drewniana	1987-1999
16	Św. Barbary DM	Rudniki k. Zawiercia	żelbetowo-stalowa	1988-1992
17	Św. Maksymiliana Kolbe	Zawiercie	żelbetowa	1982-1986
18	Kościół filialny Wniebowstąpienia Pańskiego	Zawiercie par. św. Mikołaja BW w Zawierciu	drewniana	1991-1993
19	Miłosierdzia Bożego	Zawiercie	stalowa	
20	NMP Królowej Polski	Zawiercie	stalowa	1974-2000
21	Kościół filialny Niepokalanego Serca Maryi	Żerkowice par. Trójcy Przenajs. w Zawierciu	drewniana	1987-1990
22	Św. Wojciecha BM	Zawiercie	żelbetowa	1989-1993
Dekanat Św. Piotra i Pawła Apostołów				
23	Św. Jerzego Męczennika	Poręba	żelbetowa	1985-1987
24	MNP Anielskiej	Poręba	drewniana	1988-2000

cd. Tabeli 1

25	Św. Alberta Chmielowskiego	Zawiercie	stalowa	1988-1992
26	Św. Andrzeja Boboli	Zawiercie	drewniana	1983-1991
27	Najświętszego Ciała i Krwi Chrystusa	Zawiercie	drewniana	1995-2004
28	Św. Stanisława Kostki	Zawiercie	żelbetowo-drewniana	1988-1992
Dekanat Żarecki				
29	Kościół filialny św. Stanisława BM	Piaszek par. Janów	drewniana	1986-1990
30	Kościół filialny św. Jana Chrzciciela	Hucisko par. Niegowa	drewniana	1991-1993
31	Kościół filialny św. Stanisława BM	Mirów par. Niegowa	drewniana	1997-2007
32	Kościół filialny NMP Częstochowskiej	Trzebniów par. Niegowa	drewniana	1981-1992
33	Kościół filialny Maksymiliana Marii Kolbego	Gorzków Nowy par. Złoty Potok	drewniana	1984-1986
34	Kościół filialny NMP Matki Kościoła	Pabianice par. Złoty Potok	drewniana	1989-1994
35	Kościół filialny NMP Nieustającej Pomocy	Siedlec Janowski par. Złoty Potok	drewniana	1982-1986
36	Miłosierdzia Bożego	Jaworznik	żelbetowo-drewniana	1991-2000

Drewniane więzary dachowe w kościołach okręgu zawierciańskiego mają zróżnicowaną konstrukcję. Najczęściej są to tradycyjne więzary ciesielskie. Wśród nich spotyka się więzary krokwiowe (np. nad prezbiterium kościoła filialnego w Mirowie), krokwiowo-jętkowe (m.in. nad nawą główną kościoła w Mirowie; w kościele filialnym w Siedlcu Janowskim, w kościele filialnym w Mzykach) oraz płatwiowo-kleszczowe (np. w kościele św. Andrzeja Boboli w Zawierciu). W jednym z kościołów - w kościele filialnym w Gorzkowie Nowym - zastosowano drewniane więzary kratowe.

Dla kościołów, jako budynków użyteczności publicznej, obecnie jeszcze wymagania w zakresie izolacyjności cieplnej dachów i stropodachów uważa się za spełnione, jeżeli współczynnik przenikania ciepła  $U_{(max)} \leq 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$  dla utrzymywanej we wnętrzach temperatury  $t_i \geq 16^\circ\text{C}$  i  $U_{(max)} \leq 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$  dla temperatury  $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$ . Natomiast od 1 stycznia 2014 roku wymagania odnośnie do izolacyjności cieplnej będą opierały się na skrygowanym współczynniku przenikania ciepła, którego maksymalna wartość dla wszystkich rodzajów budynków nie powinna przekraczać  $U_{C(max)} \leq 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$  dla utrzymywanej we wnętrzach temperatury  $t_i \geq 16^\circ\text{C}$  i  $U_{C(max)} \leq 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$  dla temperatury  $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$ . Podczas termorenowacji dachu kościoła wydaje się zasadne zastosowanie takiej warstwy izolacyjnej, by spełniony był raczej ten pierwszy warunek. Mimo że w praktyce temperatura wnętrza kościelnego na ogół nie przekracza  $16^\circ\text{C}$ , to jednak wymagania

użytkowników rosną i nie można wykluczyć, że w przyszłości wymagane będą wyższe wartości temperatury.

Docieplenie drewnianej konstrukcji dachowej jest stosunkowo proste i niezbyt kosztowne. Można przeprowadzić tę inwestycję bez rozbierania konstrukcji dachowej i pokrycia, od środka. Standardem we współczesnych wnętrzach kościelnych jest drewniana boazeria przybijana do konstrukcji dachowej. Demontaż boazerii jest stosunkowo prosty, istnieje także możliwość powtórnego użycia listew boazeryjnych. Po odsłonięciu konstrukcji drewnianej należy stwierdzić, czy istniejąca warstwa izolacyjna kwalifikuje się do pozostawienia, czy należy ją usunąć. Jeżeli jest to, jak w większości tego typu obiektów, warstwa wełny mineralnej o grubości ok. 10 cm lub (w wersji bardziej energooszczędnej) ułożona do wysokości krokwi, należy zastosować ocieplenie dwuwarstwowe (aby zminimalizować wpływ mostków liniowych, jakimi są krokwie), korzystając z tego samego materiału jakim wypełniona jest przestrzeń między krokwiami. Druga warstwa pod krokwiami umieszczana jest między podwieszonym do krokwi rusztem. By obiekt był energooszczędny, grubość izolacji powinna wynosić od 20 do 30 cm w zależności od współczynnika przewodzenia ciepła materiału.

W przypadku konieczności usunięcia istniejącej warstwy izolacyjnej można zastosować dowolnie wybrany materiał izolacyjny: piankę poliuretanową, izolację celulozową, maty z waty szklanej, styropian itp. Zastosowanie danego rozwiązania należy poprzedzić wszechstronną analizą i optymalnym dostosowaniem rodzaju izolacji do wymogów konkretnego obiektu.

Ponieważ obiekty wznoszone w latach 80. posiadają w przeważającej większości pokrycie uniemożliwiające odprowadzenie pary wodnej z konstrukcji dachowej (najczęściej papa ułożona na deskowaniu pełnym), konieczne jest wykonanie szczeliny wentylacyjnej między ociepleniem a deskowaniem. Należy wykonać wloty powietrza pod okapem i w kalenicy (o ile nie zostały wykonane w trakcie budowy obiektu).

## **2. ZASTOSOWANIE NOWOCZESNYCH SYSTEMÓW GRZEWCZYCH W KOŚCIOŁACH**

Stwierdzono dużą różnorodność w zakresie sposobów ogrzewania badanych wnętrz kościelnych, natomiast z reguły istniejące systemy ogrzewania mają niską sprawność. Administratorzy obiektów na ogół nie są zadowoleni z kosztów ogrzewania [2]. Rozwiązaniem tej sytuacji mogłaby być zmiana systemu ogrzewania i zastosowanie jednego z omówionych poniżej nowoczesnych systemów grzewczych.

Podstawowym założeniem jest, by użytkownicy obiektu sakralnego byli ogrzewani podczas nabożeństw, a odczucie zimna spowodowane dużą wilgotnością w kościołach było niezauważalne. Ponadto ogrzewanie powinno być szybko gotowe do użytku, co oznacza, że system powinien rozgrzewać się w krótkim czasie. Ze względów ekonomicznych optymalny efekt powinien zostać osiągnięty przy wykorzystaniu możliwie najmniejszej energii. Istnieje kilka nowoczesnych systemów spełniających te założenia.

Pierwszym z nich jest ogrzewanie podławkowe. Grzejniki montuje się pod siedziskami ławek lub klęcznikami. Są praktycznie niewidoczne. System ten charakteryzuje się łatwym montażem, zwłaszcza przy zastosowaniu energii elektrycznej. Stosuje się wówczas płyty grzejne niskotemperaturowe, łączone szeregowo lub w równoległych rzędach. Płyta grzejna ogrzewa poprzez promieniowanie ciepłe i konwekcję siedzącą osobę od stóp do pasa. Użytkownik ma natychmiastowe odczucie ciepła, bez nagrzewania całego wnętrza. Płyty grzejne instaluje się do ławki: z przodu - przed siedzącym lub pod siedzeniem ławki. Grzejniki mogą być też zamontowane pod klęcznikiem albo nad klęcznikiem. Wspomagająco stosuje się miejscowe grzejniki nadpodłogowe. Stosuje się tradycyjne grzejniki kratkowe z otwartymi elementami grzejnymi, lub rurki kwarcowe, dla których osiągamy krótszy czas nagrzewania i długą żywotność (ze względu na brak korozji, która występuje w grzejnikach stalowych).

W zależności od ilości zajętych ławek, dla oszczędności energii, można ogrzewać poszczególne ławki lub też całe sektory, sterując systemem np. z zakrystii. Podstawową wadą tego typu ogrzewania jest fakt, że ogrzewanie podławkowe dotyczy tylko osób siedzących. Ponadto nie wszystkie ławki są odpowiednie do montażu elementów grzejnych (m.in. wymagana jest odpowiednia szerokość siedziska), problem stanowią również składane krzesła.

Niektóre firmy proponują systemy ogrzewania pojedynczych krzeseł, ale żeby można było zbudować takie ogrzewanie, siedzenia muszą być skrócone ze sobą. Na to zostaje zamontowana drewniana płyta, na której instalowane jest ogrzewanie.

Drugą z możliwości jest zastosowanie ogrzewania gazowego promiennikowego. Stosuje się dwa rodzaje promienników: ceramiczne - wysokiej intensywności, tzw. jasne, gdzie występuje promieniowanie płyt ceramicznych o temp.  $800 \div 1000^{\circ}\text{C}$ , oraz rurowe - niskiej intensywności, tzw. ciemne - promieniowanie, gdzie stosuje się rury metalowe o temp.  $300 \div 400^{\circ}\text{C}$ . Zastosowanie tego typu ogrzewania wymaga doprowadzenia określonej ilości powietrza do procesu spalania (zabierają tlen z powietrza) oraz wydzielają spaliny z dużą ilością pary wodnej. Te dwie ostatnie cechy powodują niewielką przydatność systemu do ogrzewania wnętrz kościołów mimo niskich kosztów montażu i eksploatacji urządzeń.

Ta istotna wada nie występuje natomiast w ogrzewaniu elektrycznym promiennikowym. Jest to ogrzewanie radiacyjne elektrycznymi promiennikami halogenowo-kwarcowymi, tzw. reflektorami ciepła. Element grzejny stanowi w nich włókno wolframowe o temp.  $2200^{\circ}\text{C}$ , usytuowane wewnątrz kwarcowej rury wypełnionej halogenem. Promienniki umieszcza się na wysokości powyżej 2 m od strefy przebywania ludzi. Dzięki odpowiednio ukształtowanej obudowie strumień energii promieniowania podczerwonego jest kierowany bezpośrednio na ludzi, którzy odczuwają ciepło w wyniku jej absorpcji i konwersji termicznej.

Przy zastosowaniu tego systemu ogrzewania brak jest negatywnych zjawisk zaobserwowanych w przypadku innych systemów grzewczych. W miarę suche powietrze jest praktycznie przezroczyste dla promieniowania, nie nagrzewa się, więc i nie pośredniczy w przekazywaniu ciepła. Pod stropodachem nie gromadzi się bezużyteczna masa ciepłego powietrza. System powoduje znikome podnoszenie lekkich

cząstek. Może być stosowany nawet w zabytkowych obiektach drewnianych, charakteryzują go bowiem niewielkie przyrosty temperatury i spadki wilgotności, porównywalne z fluktuacjami naturalnymi. Brak jest gorących prądów nad promiennikami i promieniowanie nie wysusza nadmiernie zabytkowych obiektów i ich wyposażenia.

Wspomagająco można stosować w kościołach niewielkie lokalne źródła ciepła w postaci elektrycznych mat grzewczych o powierzchni  $1\div 3\text{ m}^2$ , układanych na posadzkach w miejscach, gdzie jest to szczególnie uzasadnione: przy ołtarzu, przy ambonce i sediliach, przy organach itp. Można także stosować parawany grzejne dla organistów. Ogrzewanie konfesjonału zapewnić może panel grzewczy podłogowy. Maty mogą być montowane na stałe albo usuwane w okresie letnim i rozkładane na zimę (w zależności od zastosowanego systemu).

Często najkorzystniejsze jest połączenie dwóch lub kilku systemów ogrzewania, czyli tzw. ogrzewanie hybrydowe. Można na przykład zastosować w ciągu tygodnia (gdy 100% wiernych zajmuje miejsca siedzące) jako ogrzewanie podstawowe ogrzewanie podławkowe i kilka lokalnych źródeł ciepła (mat i parawanów), włączanych niezależnie od siebie, w miarę potrzeb. Wspomagająco, w okresie dużych mrozów oraz gdy w liturgii uczestniczy więcej osób niż jest miejsc siedzących, dodatkowo stosować można ogrzewanie promiennikowe. Poza okresem użytkowania obiekt pozostaje nieogrzewany. Na ogół producenci zalecają włączanie lokalnych źródeł ogrzewania na  $15\div 30$  minut przed nabożeństwem. Można je, dla oszczędności, wyłączać już na 10 minut przed końcem nabożeństwa. Łączenie ogrzewania podławkowego i lokalnych źródeł ciepła z ogrzewaniem promiennikowym jest szczególnie korzystne ze względu na wzajemne uzupełnianie ogrzewanych stref ciała poszczególnych osób.

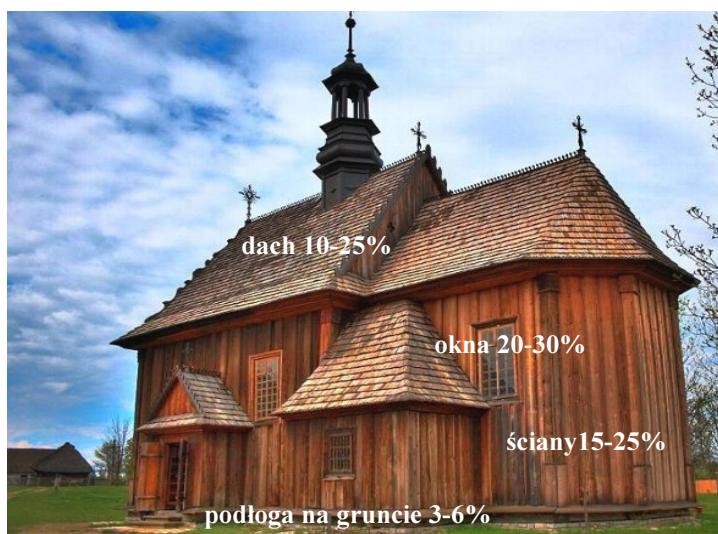
## PODSUMOWANIE

Współczesne budowle sakralne bardzo często nie spełniają oczekiwań administratorów oraz użytkowników pod względem komfortu cieplnego oraz ekonomicznych aspektów ogrzewania wnętrza. Często, ze względu na wysokie koszty, nie jest możliwe przeprowadzenie kompleksowej termorenowacji obiektu. Wydaje się, że stosunkowo dobre efekty, zmierzające do podniesienia komfortu cieplnego oraz obniżenia kosztów ogrzewania, można osiągnąć przez docieplenie konstrukcji dachowej oraz zastosowanie nowoczesnego systemu ogrzewania wnętrza. Można te działania również potraktować jako pierwszy etap dalszych prac termorenowacyjnych, rozłożonych w czasie. Według różnych opracowań straty ciepła przez dach w budynkach wynoszą od 10 do nawet 25% (rys. 1), a zatem docieplenie tego elementu może przynieść znaczącą redukcję strat energii (rys. 2).

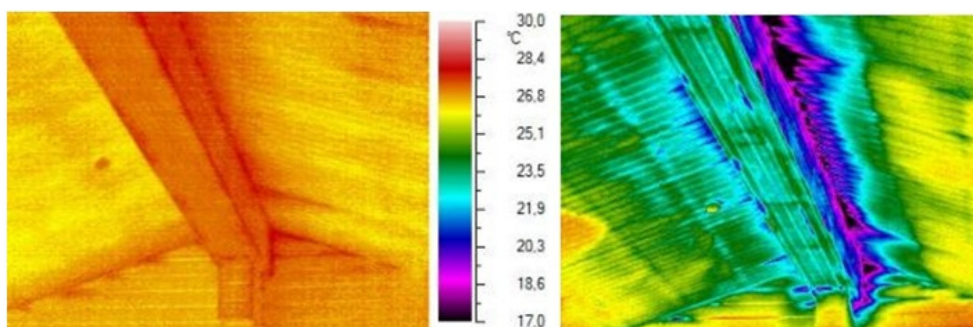
Konstrukcje dachowe większości kościołów to konstrukcje drewniane, których docieplenie jest stosunkowo proste. Wykończenie w postaci powszechnie występujących boazerii drewnianych nadaje się do demontażu i ponownego montażu.

Drugim czynnikiem mającym duży wpływ na komfort użytkowania oraz obniżenie kosztów energii jest zmiana systemu ogrzewania i zastosowanie jednego

z nowoczesnych systemów ogrzewania, dobrze dostosowanego do specyfiki wykorzystywania wnętrz kościelnych.



Rys. 1. Straty ciepła przez poszczególne przegrody [11]



Rys. 2. Zdjęcie termowizyjne konstrukcji dachowej po i przed dociepleniem [11]

Trudno jest wskazać idealny dla wszystkich obiektów sposób ogrzewania 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. Zaznaczyć należy, że wybór odpowiedniego systemu ogrzewania powinien być poprzedzony wszechstronną analizą, uwzględniającą aspekty techniczne, ekonomiczne, estetyczne oraz preferencje użytkowników.

Wydaje się, że coraz większą popularność zdobywać będzie ogrzewanie hybrydowe, pozwalające na zróżnicowanie sposobu ogrzewania w zależności od bieżących potrzeb. Inny rodzaj ogrzewania będzie stosowany w niedziele i święta, inny w dni powszednie. Ogrzewanie w konfesjonale czy w miejscu dla organisty i chóru



będzie włączone, gdy pojawi się taka potrzeba. Podział wnętrza na kilka stref, które będą ogrzewane niezależnie, spowoduje wymierne skutki ekonomiczne przy zapewnieniu pełnego komfortu korzystania z obiektu.

## LITERATURA

- [1] Nič M., Sojková V., Documentation of building research by fotogrammetry, Visnik Nacional'no Universiteta Evivskaja Politehnika 2013, 756, 176-184.
- [2] Repelewicz A., Energooszczędne systemy ogrzewania obiektów sakralnych, [w:] Budownictwo o zoptymalizowanym potencjale energetycznym, pod red. T. Bobki, Wyd. Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2007, 310-316.
- [3] Kępa L., Architektura dachu część II. Dachy spadziste, Renowacje i zabytki 2006, 3(19), 106-119.
- [4] Repelewicz A., Shape and geometry of roofs, [w:] Tradycyjne i współczesne budownictwo drewniane, red. nauk. J. Rajczyk, M. Rajczyk, T. Bobko, N. Kazhar, Wyd. Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2008, 187-195.
- [5] Repelewicz A., Drewniane konstrukcje dachowe kościołów, [w:] Tradycyjne i współczesne budownictwo drewniane, red. nauk. J. Rajczyk, M. Rajczyk, T. Bobko, N. Kazhar, Wyd. Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2008, 178-186.
- [6] Laskowski L., Mikroklimat kościołów i ochrona ciepła wewnątrz sakralnych, Konferencja Naukowo-Techniczna: Budownictwo Sakralne, Białystok 1996, 111-118.
- [7] Laskowski L., Ogrzewanie kościołów i kaplic. Klasyczne problemy - współczesna technologia, Konferencja Naukowo-Techniczna: Budownictwo Sakralne, Białystok 1998, 51-60.
- [8] 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.
- [9] Wyciąg z programu badawczego UE „Friendly Heating”, [www.drewart.com.pl](http://www.drewart.com.pl)
- [10] [www.polarheat.pl](http://www.polarheat.pl)
- [11] [www.termo-technika.com.pl](http://www.termo-technika.com.pl)
- [12] [www.ogrzewaniekosciolow.pl](http://www.ogrzewaniekosciolow.pl)

## INCREASING ENERGY EFFICIENCY OF SACRAL BUILDINGS

**Possibilities of growing the energetic effectivity of sacral buildings is presented in the paper. Roof constructions used in post-war ecclesiastical buildings situated in zawiercianski pastoral region of archdiocese of Czestochowa are used as examples of frequent occurrence of wooden roofs. Such constructions could be easily thermo insulated during their exploitation. The second possibility to save energy in sacral buildings is to install modern system of heating. Some of such systems are presented in the second part of the paper.**

**Keywords:** sacral buildings, roof constructions, thermal insulation, heating systems