

WARUNKI TECHNICZNE W ODNIESIENIU DO TERMOMODERNIZACJI OBIEKTÓW ZABYTKOWYCH

Wojciech Rogala✉

Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska, Warszawa

STRESZCZENIE

Przedmiotem pracy jest zagadnienie ekonomicznej opłacalności termomodernizacji obiektów zabytkowych w świetle aktualnych przepisów w zakresie ochrony cieplnej budynków. Analizie poddano dwie kondygnacje budynku wielorodzinnego, adaptowanego na cele biurowe. W obliczeniach uwzględniono trzy technologie ocieplenia od wewnątrz – wełnę mineralną na ruszcie drewnianym, mineralne płyty izolacyjne oraz płyty poliuretanowe z warstwą g-k. Dobrane warianty spełniają wymagania w zakresie granicznych wartości współczynnika przenikania ciepła (U), określone w stosownych przepisach na lata 2013, 2014, 2017 oraz 2021. Do analizy wykorzystano metodę NPV, uzupełnioną o koszt utraty powierzchni użytkowej. Analiza w okresie piętnastoletnim wskazuje nierentowność przedsięwzięcia termomodernizacji od wewnątrz po zaostrożeniu przepisów dotyczących ochrony cieplnej budynków w 2014, 2017 oraz 2021 roku.

Słowa kluczowe: ocieplenie od wewnątrz, termomodernizacja obiektów zabytkowych, wymogi dla budynków zabytkowych, charakterystyka energetyczna budynków zabytkowych

WSTĘP

Pierwszego stycznia 2014 roku weszło w życie Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2013 poz. 926). Wraz z nowelizacją został zmodyfikowany zapis § 329 pkt 1 us. 1, umożliwiający zredukowanie granicznych wartości współczynnika przenikania ciepła dla przegród w budynkach przebudowywanych. Zgodnie z rozporządzeniem z dnia 5 lipca 2013 roku, graniczne wartości współczynników przewodzenia ciepła będą sukcesywnie zastrzane do 1 stycznia 2021 roku.

Niezależnie od regionu obiekty z elewacjami o wartości historycznej charakteryzują się znacznymi walorami lokalizacyjnymi. Stają się przez to atrakcyjne do przebudowy i adaptacji, m.in. na cele biurowe lub hotelowe. Ograniczona dostępność nieodnawialnych źródeł energii oraz ograniczona dostępność materiałów izolacyjnych w czasie ich budowy spowodowały, że charakterystyka energetyczna takich obiektów nie spełnia współczesnych wymagań. Ponadto wobec wysokich cen nośników energii koszty eksploatacji tych obiektów są obecnie znaczne. Dlatego ich koszty przebudowy nie uwzględniają jedynie prac związanych z dostosowaniem do innego przeznaczenia, ale także konieczność termomodernizacji.

Zgodnie z art. 5 pkt 2b Ustawy z dnia 7 lipca 1994 – Prawo budowlane (Dz.U. 2016 poz. 290), jeśli roboty polegające na dociepleniu budynku obejmują ponad 25% powierzchni przegród zewnętrznych, to konieczne jest spełnienie minimalnych wymagań dotyczących energooszczędności i ochrony cieplnej. Oznacza to, że

✉ woj.rog@gmail.com

spełnienie granicznych wartości współczynnika przewodzenia ciepła (U) wymagane jest również dla obiektów zabytkowych.

Ocieplenie od wewnątrz nie jest zalecanym sposobem izolacji przynajmniej z kilku powodów (Harassek i Bajno, 2016):

- zły dobór systemu może spowodować narastającą ilość kondensatu pary wodnej wewnątrz przegrody,
- straty ciepła przez mostki termiczne są znacznie większe niż przy ociepleniu od strony zewnętrznej,
- zmniejsza się zdolność akumulacji energii cieplnej w przegrodach zewnętrznych,
- izolacja od strony wewnętrznej zmniejsza powierzchnię użytkową,
- systemy izolacji od wewnątrz są znacznie droższe od systemów ETICS.

Z uwagi na często występującą dużą wartość historyczną lub architektoniczną elewacji, pomimo wielu wad, ocieplenie od wewnątrz jest zazwyczaj jedynym sposobem na ograniczenie strat energii przez ściany zewnętrzne. Ostatnie lata spowodowały znaczny wzrost dostępnych technologii izolacji od wewnątrz, które z uwagi na przepływ pary wodnej w okresie jesienno-zimowym odróżniają się od technologii ocieplania od zewnątrz. Można je podzielić na trzy grupy:

1. Tradycyjna metoda ocieplenia wełną mineralną na ruszcie drewnianym z poszyciem płytą g-k. Technologia wymaga zastosowania folii paroszczelnej od strony wewnętrznej.

2. Materiały otwarte na dyfuzję pary wodnej (np. płyty z lekkiego betonu komórkowego, płyty krzemianowe), które gromadzą wilgoć w okresie jesienno-zimowym i oddają do wnętrza w okresie letnim. Warunkiem poprawnego funkcjonowania izolacji jest wykonanie analizy ciepło-wilgotnościowej i określenie, czy dana konstrukcja przegrody jest w stanie zgromadzić wytwarzającą się ilość kondensatu.

3. Materiały o wysokim współczynniku oporu dyfuzyjnego (np. płyty poliuretanowe z doklejoną warstwą g-k), które stanowią barierę dla pary wodnej. Izolacja może działać poprawnie, pod warunkiem szczelnych połączeń pomiędzy płytami.

Wymagane wartości współczynnika przenikania ciepła (U [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]) zaprezentowano w tabeli 1. Wraz z początkiem 2017 roku nastąpił drugi etap zaostrzania przepisów dotyczących granicznego zużycia energii cieplnej (Dz.U. 2013 poz. 926). W porównaniu z przepisami obowiązującymi do 31.12.2013 roku konieczna grubość izolacji od wewnątrz wzrosła średnio o 6 cm (tab. 2). Pozornie niewielka zmiana w praktyce jest istotna z trzech powodów. Średnia cena tzw. otwartych na dyfuzję materiałów do izolacji od wewnątrz jest około pięciokrotnie wyższa od ceny materiałów do ocieplania od zewnątrz. Dodatkowo izolacja od strony wewnętrznej wpływa na zmniejszenie powierzchni użytkowej budynku, dlatego przy chęci późniejszej odsprzedaży lub najmu wpływa

Tabela 1. Wymagane wartości współczynników przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych (Dz.U. 2013 poz. 926)

Table 1. Required values of heat transfer coefficient for external partitions (Dz.U. 2013 poz. 926)

Rodzaj budynku Kind of building	WT 2013 (do / till 31.12.2013)	WT 2014 (od / from 1.01.2014)	WT 2017 (od / from 1.01.2017)	WT 2021 (od / from 1.01.2021)
Budynki nowo wznoszone New buildings	$U \leq 0,30 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$			
Budynki modernizowane Redecorated buildings	$U \leq 0,345 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	$U \leq 0,25 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	$U \leq 0,23 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	$U \leq 0,20 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$

Objaśnienie: WT – wymogi według Rozporządzenia (Dz.U. 2013 poz. 926) wraz z rokiem obowiązywania.

Explanation: WT – requirements form Regulation (Dz.U. 2013 poz. 926) with year of validity.

Tabela 2. Wymagana grubość izolacji [cm] przy ociepleniu od wewnątrz (opracowanie własne)

Table 2. Required thickness of insulation [cm] for partitons insulated from internal side (own work)

Parametry izolacji Insulation parameters	WT 2013					WT 2014					WT 2017					WT 2021				
Grubość muru [cm] Masonry thickness [cm]	25	38	51	64	77	25	38	51	64	77	25	38	51	64	77	25	38	51	64	77
Mineralne płyty izolacyjne Mineral insulation boards	11	10	9	9	8	15	15	14	13	13	17	16	16	15	14	20	19	18	18	17
Wełna mineralna na ruszcie drewnianym Mineral wool on wooden frame	11	10	9	8	8	16	15	14	13	13	18	17	16	15	14	21	20	19	18	17
Płyty poliuretanowe z warstwą g-k Polyurethane board with plasterboard	7	6	6	6	5	9	9	8	8	8	10	9	9	9	8	11	11	10	10	10

Objaśnienia: Przyjęty mur z cegły pełnej ($\lambda = 0,77 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) otynkowany od wewnątrz tynkiem cem-wap. 1,5 cm; WT – wymogi według Rozporządzenia (Dz.U. 2013 poz. 926) wraz z rokiem obowiązywania.

Explanations: Calculation for solid brick wall ($\lambda = 0,77 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) plastered from inside with cement-lime plaster 1.5 cm thick; WT – requirements form Regulation (Dz.U. 2013 poz. 926) with year of validity.

negatywnie na rentowność przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Większa grubość izolacji od wewnętrznej strony wpływa także negatywnie na ilość kondensatu gromadzonego wewnątrz przegrody w okresie jesienno-zimowym i utrudnia zadanie termomodernizacji.

Celem pracy jest zweryfikowanie, jak kolejne etapy zaostrzania wymogów dotyczących granicznych wartości współczynnika przenikania ciepła (U) wpływają na rentowność przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

MATERIAŁ I METODY

Analizie poddano budynek z cegły pełnej, zlokalizowany w Warszawie, przeznaczony do adaptacji na cele biurowe. Grubość ścian zewnętrznych w budynkach historycznych wynosi najczęściej od 25 cm (gr. 1c) do 77 cm (gr. 3c). Grubość muru zwykle zmniejsza się na kolejnych kondygnacjach. Dlatego analizę przeprowadzono dla dwóch grubości – 1,5c (38 cm) oraz 3c (77 cm). W obliczeniach uwzględniono jedną kondygnację naziemną budynku o łącznej powierzchni przegród zewnętrznych, wynoszącej 145,6 m² (w tym 23,4 m² okien) oraz powierzchni użytkowej – 133,2 m². Do analizy przyjęto jedynie straty ciepła przez przegrody zewnętrzne pionowe i wentylację, bez uwzględniania mostków termicznych. Przyjęto koszt wytworzenia energii cieplnej 0,28 zł·kWh⁻¹. Rozważono trzy technologie wykonania izolacji: mineralne płyty z betonu komórkowego ($\lambda = 0,043 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$), płyty poliuretanowe z doklejoną warstwą g-k ($\lambda = 0,022 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) oraz wełnę mineralną na ruszcie drewnianym ($\lambda = 0,037 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) pokrytą folią paroszczelną i płytą g-k.

Każdy z wariantów technologicznych przeanalizowano dla grubości izolacji (dostępnych w ofercie producentów), które są konieczne do spełnienia minimalnych wartości współczynnika przenikania ciepła (U) w latach 2013–2021 (Dz.U. 2008 nr 201 poz. 1238 oraz Dz.U. 2013 poz. 926). W obliczeniach dodatkowo uwzględniono wariant minimalny, który zgodnie z pkt 2.2.2 załącznika nr 2 (Dz.U. 2008 nr 201 poz. 1238) ogranicza ryzyko rozwoju grzybów pleśniowych, które z kolei są przyczyną chorób skóry, alergii i infekcji układu oddechowego

(Ostańska i Barnat-Hunek, 2014). Obliczenia wykonano za pomocą aplikacji BuildDesk Energy Certificate Professional na podstawie norm: PN-EN ISO 6946:1999, PN-EN ISO 6946:2008, PN-EN ISO 13790:2009 oraz PN-EN ISO 13789:2008. Koszt wykonania izolacji oszacowano na podstawie średnich cen ofertowych.

Analizę opłacalności wykonano według metody NPV. Przyjęto stopę dyskonta 1,5% oraz szacowany realistyczny wzrost cen energii 3,8% rocznie na podstawie Prognozy wzrostu cen energii elektrycznej i ciepła dla gospodarstw domowych i przedsiębiorstw w województwie mazowieckim (Bioenergia dla regionu – Badanie zarządzania zmianą gospodarczą, 2012). Uwzględniono piętnastoletni czas trwania inwestycji. W analizie uwzględniającej utraconą powierzchnię użytkową przyjęto średni wzrost kosztów najmu nieruchomości 1% rocznie.

WYNIKI

Obliczenia zawarte w tabeli 3 wskazują na spadek kosztów ogrzewania, w zależności od wybranego wariantu, o 53–58% w przypadku wariantu eliminującego ryzyko kondensacji powierzchniowej, który przekłada się na minimalną grubość izolacji dostępną w ofercie producentów. Mniej istotny, ale dalej znaczący spadek można zaobserwować przy wariacie WT 2013.

Tabela 3. Analiza rocznych kosztów energii cieplnej do celów grzewczych i wentylacji oraz kosztów wykonania izolacji (opracowanie własne)

Table 3. Analysis of heat + ventilation annual costs and costs of insulation installation, depending on legal requirements (own work)

Material izolacyjny Insulation material	Grubość muru [cm] Masonry thickness [cm]	Koszty [PLN] Costs [PLN]	Wariant minimalny Basic insulation	WT 2013	WT 2014	WT 2017	WT 2021
Budynek nieocieplony Building without insulation	38				7621		
	77	koszt ogrzewania – heating cost			4595		
Mineralne płyty izolacyjne Mineral insulation boards	38	koszt ogrzewania – heating cost	3271	2421	2023	2023	1879
		koszt izolacji – insulation cost	17 538	24 527	32 914	32 914	38 505
	77	koszt ogrzewania – heating cost	4 595	2403	2015	2015	1874
		koszt izolacji – insulation cost	0	21 731	30 118	30 118	35 710
Wełna mineralna na ruszcie drewnianym Mineral wool on wooden frame	38	koszt ogrzewania – heating cost	3234	2430	2088	1964	1900
		koszt izolacji – insulation cost	9801	10 993	12 188	12 904	13 382
	77	koszt ogrzewania – heating cost	4595	2394	1982	1982	1885
		koszt izolacji – insulation cost	0	10 516	12 188	12 188	12 904
Płyty poliuretanowe z warstwą g-k Polyurethane board with plasterboard	38	koszt ogrzewania – heating cost	3579	2428	2032	2032	1888
		koszt izolacji – insulation cost	13 746	19 664	29 148	29 148	30 210
	77	koszt ogrzewania – heating cost	4595	2405	2022	2022	1828
		koszt izolacji – insulation cost	0	19 664	26 094	26 094	30 210

Objaśnienie: WT – wymogi według Rozporządzenia (Dz.U. 2013 poz. 926) wraz z rokiem obowiązywania.

Explanation: WT – requirements form Regulation (Dz.U. 2013 poz. 926) with year of validity.

Pomiędzy kolejnymi etapami zastrzania przepisów WT 2014 – WT 2021 brak jest istotnej różnicy w kosztach ogrzewania. Różnica pomiędzy kosztami ogrzewania omawianej kondygnacji budynku pomiędzy WT 2014 a WT 2021 wynosi zaledwie około $0,1 \text{ zł}\cdot\text{m}\cdot\text{c}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$. Pomimo niewielkiej różnicy w kosztach ogrzewania (WT 2014 – WT 2021) koszt wykonania izolacji wzrasta znacząco.

Zastrzanie przepisów wpływa korzystnie na NPV inwestycji w okresie piętnastoletnim jedynie w przypadku zastosowania izolacji z płyt poliuretanowych dla muru 77 cm oraz izolacji z wełny mineralnej (tab. 4). W pozostałych przypadkach najkorzystniejszy jest wariant ograniczający ryzyko grzybów pleśniowych lub wariant WT 2013, który dopuszczał zwiększenie minimalnej wartości współczynnika U dla budynków modernizowanych.

Tabela 4. Ocena inwestycji [PLN] w okresie piętnastoletnim przy zastosowaniu metody NPV (opracowanie własne)

Table 4. Investments evaluation [PLN] in period of fifteen years, using NPV method (own work)

Material Material	Grubość muru Masonry thickness [cm]	Wariant minimalny Basic insulation	WT 2013	WT 2014	WT 2017	WT 2021
Mineralne płyty izolacyjne Mineral insulation boards	38	58 024	65 798	64 324	64 324	61 235
	77	–	16 331	14 686	14 686	11 544
Wełna mineralna na ruszcie drewnianym Mineral wool on wooden frame	38	66 403	79 176	83 921	85 359	85 993
	77	–	27 701	33 188	33 188	34 165
Płyty poliuretanowe z warstwą g-k Polyurethane board with plasterboard	38	56 466	70 540	67 934	67 934	69 373
	77	–	18 367	18 596	18 596	17 840

Objaśnienie: WT – wymogi według Rozporządzenia (Dz.U. 2013 poz. 926) wraz z rokiem obowiązywania.

Explanation: WT – requirements form Regulation (Dz.U. 2013 poz. 926) with year of validity.

Ocieplenie od wewnątrz wpływa na zmniejszenie powierzchni użytkowej. W przypadku budynku adaptowanego na cele biurowe z zamiarem późniejszego najmu powierzchnia utracona powierzchnia wpływa bezpośrednio na rentowność przedsięwzięcia termomodernizacji. Z tego względu w dalszej części analizy uwzględniono jej koszt. Ceny za wynajem powierzchni biurowej w centrum Warszawy wahają się od 12 do $25 \text{ €}\cdot\text{m}^{-2}$. Do dalszej analizy przyjęto miesięczny zysk z wynajmu nieruchomości wynoszący $70 \text{ zł}\cdot\text{m}^{-2}$. Łączna długość ścian podlegających ociepleniu w przedmiotowej kondygnacji budynku wynosi $51,56 \text{ m}$. Łączny koszt utraty powierzchni użytkowej dla jednej kondygnacji zaprezentowano w tabeli 5.

W większości przypadków koszty utraty powierzchni użytkowej przewyższają oszczędności na ogrzewaniu (tab. 5). Bez uwzględniania wzrostu kosztów energii cieplnej oraz utraty wartości pieniądza w czasie najkorzystniejszy wariant ocieplenia wykonanego według WT 2014 zwróciłby się po 237 miesiącach.

Ocena opłacalności inwestycji, uwzględniająca utraconą powierzchnię użytkową, pokazuje, że w okresie piętnastoletnim w większości przypadków inwestycja w termomodernizację od wewnątrz nie jest opłacalna (tab. 6). Straty znacznie powiększają się w kolejnych etapach zastrzania przepisów. Najrozsądniejszym z wariantów w każdym przypadku analizowanych technologii jest minimalna grubość izolacji, która wymagana jest do zapewnienia właściwych warunków higieniczno-zdrowotnych (tab. 6). Dzięki niskiemu

Tabela 5. Roczny koszt utraty powierzchni użytkowej [PLN] (opracowanie własne)

Table 5. The annual cost of the loss of usable area [PLN] (own work)

Material Material	Grubość muru [cm] Masonry thickness [cm]	Wariant minimalny Basic insulation	WT 2013	WT 2014	WT 2017	WT 2021
Mineralne płyty izolacyjne Mineral insulation boards	38	2469	4634	7233	8099	8965
	77	–	3768	6367	6367	8099
Wełna mineralna na ruszcie drewnianym Mineral wool on wooden frame	38	2729	4894	7060	7926	9225
	77	–	4028	7060	7060	8359
Płyty poliuretanowe z warstwą g-k Polyurethane board with plasterboard	38	1516	2815	4114	4114	4981
	77	–	2382	3681	3681	4981

Objaśnienie: WT – wymogi według Rozporządzenia (Dz.U. 2013 poz. 926) wraz z rokiem obowiązywania.

Explanation: WT – requirements form Regulation (Dz.U. 2013 poz. 926) with year of validity.

Tabela 6. Ocena inwestycji [PLN] w okresie piętnastoletnim z uwzględnieniem utraconej powierzchni użytkowej przy zastosowaniu metody NPV (opracowanie własne)

Table 6. Investments evaluation [PLN] in period of fifteen years, using NPV method including the loss of usable area (own work)

Material Material	Grubość muru [cm] Masonry thickness [cm]	Wariant minimalny Basic insulation	WT 2013	WT 2014	WT 2017	WT 2021
Mineralne płyty izolacyjne Mineral insulation boards	38	21 541	–2687	–42 565	–55 366	–71 257
	77	–	–52 155	–92 203	–105 004	–120 947
Wełna mineralna na ruszcie drewnianym Mineral wool on wooden frame	38	26 080	6850	–20 408	–31 771	–50 339
	77	–	–44 626	–71 141	–83 943	–102 167
Płyty poliuretanowe z warstwą g-k Polyurethane board with plasterboard	38	34 064	28 936	7129	7129	–4233
	77	–	–23 236	–42 209	–42 209	–55 766

Objaśnienie: WT – wymogi według Rozporządzenia (Dz.U. 2013 poz. 926) wraz z rokiem obowiązywania.

Explanation: WT – requirements form Regulation (Dz.U. 2013 poz. 926) with year of validity.

współczynniki przewodzenia ciepła najkorzystniej wypadają płyt poliuretanowe z warstwą g-k. Należy jednak pamiętać, że jest to materiał o klasie reakcji na ogień B2, a poprawne funkcjonowanie jest możliwe jedynie przy zapewnieniu szczelnych połączeń pomiędzy płytami. Z tego względu materiał nie cieszy się dużą popularnością.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Stosownie do Raportu o stanie zabytków nieruchomych (Departament Ochrony Zabytków Ministerstwa Kultury, 2004) w 2003 roku Polsce znajdowało się 45 240 obiektów kubaturowych wpisanych do rejestru zabytków. Co więcej, istnieje duża grupa obiektów, które pomimo braku wpisu do Rejestru zabytków cechuje duża wartość architektoniczna lub historyczna elewacji. Jedynym sposobem na ocalenie sensu funkcjonowania tych obiektów i tym samym zachowanie dziedzictwa kulturowego jest ocieplenie ich od wewnątrz.

Wyniki przeprowadzonej analizy wskazują, że kolejne etapy zastrzania przepisów dotyczących zużycia energii cieplnej nie przynoszą wymiernych korzyści przy ociepleniu obiektów od wewnątrz. W praktyce nieracjonalne wymogi termiczne dla obiektów modernizowanych mogą powodować kilka zagrożeń:

1. Z uwagi na nieracjonalny koszt termomodernizacji obiekty te nie zostaną ocieplone. Będą funkcjonowały jako obiekty z innym przeznaczeniem, które będzie w stanie sprostać znacznie wyższymi kosztami eksploatacji. Taki wariant nie spowoduje ograniczenia emisji CO₂, a problem smogu w dużych aglomeracjach nie zostanie rozwiązany.

2. Obiekty zostaną ocieplone, ale jedynie do wariantu ekonomicznie uzasadnionego. Taki wariant spowoduje zachowanie sensu funkcjonowania tych obiektów, ale będzie wykonany z pominięciem obowiązujących przepisów.

3. Obiekty zostaną ocieplone od zewnątrz. Obiekty te zachowają sens funkcjonowania, emisja gazów cieplarnianych zostanie ograniczona, ale zniszczona zostanie ich wartość historyczna i architektoniczna.

Zdaniem autora, przy opracowywaniu nowelizacji Rozporządzenia z dnia 13 lipca 2013 r. (Dz. U. 2002 nr 75 poz. 926) nie objęto analizą obiektów istniejących, które powinny zostać ocieplone od wewnątrz. Ocieplenie obiektów istniejących stanowi dobrowolny akt inwestora podyktowany względami ekonomicznymi, na którym zyskuje społeczeństwo i środowisko. Dzięki ocieplaniu obiektów istniejących zostaje zmniejszona emisja CO₂ oraz ograniczone zużycie surowców nieodnawialnych. Jeśli obiekty istniejące zostałyby wyłączone z konieczności spełnienia granicznych wartości współczynników przenikania ciepła, to mogłyby zostać ocieplone do wariantu ekonomicznie uzasadnionego. Oszczędności na kosztach ocieplenia mogłyby zostać zainwestowane w modernizację wentylacji, a to przełożyłoby się na korzystniejszy efekt termomodernizacji (Jarosz-Hadam i Fic, 2016).

PIŚMIENNICTWO

- Bioenergia dla regionu – Badanie zarządzania zmianą gospodarczą, *Prognoza wzrostu cen energii elektrycznej i ciepła dla gospodarstw domowych i przedsiębiorstw w województwie mazowieckim* (2012). Pobrano z lokalizacji: www.efs.2007-2013.gov.pl (dostęp: 15.01.2017).
- Harassek, P. i Bajno, D. (2016). *Multipor. Ocieplanie od wewnątrz*. Warszawa: Xella Polska.
- Jarosz-Hadam, M. i Fic, P. (2016). Ocena zmniejszenia strat energii cieplnej budynku wielorodzinnego w wyniku przeprowadzonej termomodernizacji. *Budownictwo i Architektura*, 15(4), 101–108.
- Ostańska, A. i Barnat-Hunek, D. (2014). Ocena efektywności dociepleń od strony wewnętrznej na przykładzie zabytkowego obiektu szpitalnego w Tworkach. *Wiadomości Konserwatorskie*, 37, 22–34.
- PN-EN ISO 6946:1999. Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania
- PN-EN ISO 6946:2008. Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania
- PN-EN ISO 13789:2008. Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Współczynniki przenoszenia ciepła przez przenikanie i wentylację. Metoda obliczania.
- PN-EN ISO 13790:2009. Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.

Raport sporządzony na zlecenie Ministerstwa Kultury (2004). *Raport o stanie zabytków nieruchomych*. Pobrano z lokalizacji: http://www.nid.pl/pl/Informacje_ogolne/Zabytki_w_Polsce/rejestr-zabytkow/zestawienia-zabytkow-nieruchomych/Raport_o_stanie_zabytkow_2004.pdf.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690).

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2008 nr 201 poz. 1238).

Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2013 poz. 926).

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz.U.2016 poz. 290).

REGULATION ON TECHNICAL CONDITIONS IN REFERENCE TO HISTORICAL BUILDINGS

ABSTRACT

An essay raises the issue of thermal modernization of historical buildings in relation to tightening the regulations on energy consumption. Two storeys of multi-family housing adapted for office purposes were examined. Calculation were made for three variants of thermal insulation from the inside – mineral wool on wood frame, mineral insulation boards and polyurethane boards with plasterboard. All variants cover heat transfer coefficient requirements defined in regulations for the years 2013, 2014, 2017 and 2021. The analysis was based on the NPV method and is supplemented by the cost of the loss of usable space. An analysis of the 15-year period indicates, that thermo-modernization from the inside in the examine housings would not be cost-efficient after tightening the thermal regulations in 2014, 2017 and 2021.

Key words: insulation from the inside, thermo-modernization of historical buildings, requirements for historical buildings, energy performance of historical buildings