

Anna LIS
Politechnika Częstochowska

DOSTOSOWANIE IZOLACYJNOŚCI TERMICZNEJ PRZEGRÓD DO NOWYCH WARUNKÓW TECHNICZNYCH

W artykule przedstawiono wymagania z zakresu ochrony cieplnej budynków według nowych warunków technicznych budowlanych wprowadzonych Dziennikiem Ustaw z dnia 5 lipca 2013 roku. Wyznaczono minimalne grubości izolacji termicznej niezbędne do osiągnięcia właściwych wartości współczynnika przenikania ciepła. Dokonano analizy grubości izolacji termicznej przegród wzniesionych z różnych materiałów w aspekcie zmieniających się wymagań.

Słowa kluczowe: współczynnik przenikania ciepła, wymagania z zakresu ochrony cieplnej budynków, warunki techniczne, zużycie ciepła do ogrzewania budynków

WPROWADZENIE

Zapisy dyrektyw unijnych zobowiązują wszystkie kraje członkowskie do podejmowania działań związanych z efektywnością energetyczną oraz do wprowadzania krajowych, długoterminowych strategii, regulacji prawnych i przepisów w zakresie oszczędności energii i wspierania inwestycji modernizacyjnych, które mają obejmować określenie optymalnych sposobów podnoszenia efektywności energetycznej budynków oraz określenie instrumentów, które będą aktywizować podejmowanie takich inwestycji. Zgodnie z unijną dyrektywą, do 2020 roku wszystkie nowe budynki mają mieć niemal zerowe zużycie energii [1].

Dyrektywa unijna w sprawie charakterystyki energetycznej budynków jest podstawą prawną działań zmierzających do zwiększenia efektywności energetycznej w budownictwie. Dokument ten wprowadza cztery wymagania, których wdrożenie spoczywa na państwach członkowskich Unii Europejskiej. Wymagania te dotyczą konieczności wdrożenia metodologii obliczania całościowej efektywności energetycznej budynku, ustalenia minimalnych norm dotyczących budynków nowych i już istniejących, przeprowadzania inspekcji i oceny instalacji grzewczych i chłodzących oraz wprowadzenia systemu oceny charakterystyki energetycznej budynków i mieszkań, której miernikiem są certyfikaty jakości energetycznej.

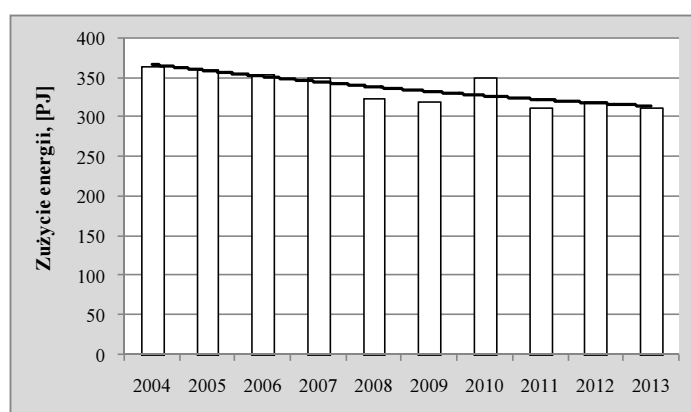
Efektywność energetyczna jest kwestią szeroko podejmowaną również w dokumentach strategicznych, wytyczających kierunek rozwoju Unii. Priorytetowa rola efektywności energetycznej w polityce europejskiej została podkreślona w doku-

mencie przedstawiającym ogólną strategię rozwoju Unii do roku 2020 „EUROPA 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu”. Jednym z jej punktów jest dążenie do zwiększenia efektywności energetycznej o 20%, zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych o 20% w porównaniu z poziomami z 1990 r. oraz zwiększenie do 20% udziału energii odnawialnej w ogólnym zużyciu energii. Do 2050 roku, Unia Europejska zakłada ograniczenie emisji CO₂ nawet do 95%. Aby wspomóc realizację powyższych celów, przyjęto projekt „Energia 2020. Strategia na rzecz konkurencyjnego, zrównoważonego i bezpiecznego sektora energetycznego”, którego ważnym celem jest stworzenie wspólnego rynku energetycznego. Zadaniem przyjętych strategii jest kierowanie rozwoju gospodarki w stronę efektywnego wykorzystania energii i niskoemisyjności.

1. ENERGOCHŁONNOŚĆ POLSKIEGO BUDOWNICTWA

Polska gospodarka charakteryzuje się wciąż nadmiernym, w stosunku do innych krajów, zużyciem energii, surowców i materiałów w tworzeniu dochodu narodowego. Sektor budowlany jest drugim co do wielkości odbiorcą energii w Polsce [2]. Istotnym elementem polityki energetycznej kraju stało się zatem prowadzenie działań mających na celu zmniejszenie energochłonności tego sektora gospodarki. Według Krajowej Agencji Poszanowania Energii, zużycie energii w budynkach w Polsce kształtuje się na poziomie 120÷300 kWh/m² rok, podczas gdy w innych krajach Europy zużycie to nie przekracza 50 kWh. Około 70% energii zużywanej w budynkach przypada na ogrzewanie pomieszczeń i przygotowanie ciepłej wody użytkowej [2, 3].

Zużycie energii w Polsce w ostatnich latach wykazuje w niewielkim stopniu tendencję spadkową (rys. 1) [2], jednak nadal w tym obszarze pozostaje jeszcze wiele do zrobienia.



Rys. 1. Zużycie energii w Polsce w ostatnich latach [2]

Jednym z elementów racjonalizacji zużycia energii w budownictwie oraz ograniczania emisji są przedsięwzięcia związane z termomodernizacją budynków. Szacuje się, że modernizując przeciętny budynek zgodnie z aktualnymi przepisami, można oszczędzić do 40% energii. Działania termomodernizacyjne w Polsce wykonywane są od ponad dwudziestu lat, wprowadzone przepisy dały podstawę do przeprowadzania termomodernizacji w sposób kompleksowy, w wariantcie optymalnym pod względem kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych. Zmniejszenie zużycia energii jest jednocześnie jednym z elementów wdrażania w budownictwie koncepcji zrównoważonego rozwoju, polegającej na oszczędnym wykorzystaniu surowców energetycznych oraz na ochronie środowiska.

2. WYMAGANIA Z ZAKRESU OCHRONY CIEPLNEJ BUDYNKÓW

Ochrona cieplna budynków w Polsce oparta jest obecnie na przepisach Prawa Budowlanego [4] i rozporządzeniu zawierającym warunki techniczne budowlane [5]. Wymagania dotyczące ochrony cieplnej budynków wprowadzono w Polsce po raz pierwszy w 1953 roku jako zalecane, a od 1964 roku jako obowiązujące. Ulegały one na przestrzeni lat znacznemu zaostrzeniu, co wiązało się początkowo z ograniczaniem maksymalnej, zalecanej wartości współczynnika przenikania ciepła dla poszczególnych przegród, a następnie z wprowadzeniem ograniczenia odnośnie do zużycia energii końcowej i pierwotnej. Wymagania w stosunku do współczynnika U dla przegród w kolejnych latach zawarto w tabeli 1.

Tabela 1. Wymagania w stosunku do współczynnika U w kolejnych latach

Lata	Wymagania według	U_{max} [W/(m ² K)]				
		Ściana	Strop nad piwnicą	Strop pod poddaszem	Stropodach	Okno
1955-1958	PN-B-02405:1953	1,163	1,163	1,04	0,87	–
1959-1965	PN-B-02405:1957	1,163	1,163	1,04	0,87	–
1966-1975	PN-B-03404:1964	1,163	1,163	1,04	0,87	–
1976-1982	PN-B-03404:1974	1,163	1,163	0,93	0,70	–
1983-1991	PN-B-02020:1982	0,75	1,16	0,40	0,45	2,6; 2,0
1992-1997	PN-B-02020:1991	0,55	0,60	0,30	0,30	2,6; 2,0
1998-2002	DzU Nr 132 30.06.97 DzU Nr 15 25.02..99	0,30 - jedn. 0,45 - uż. pub.	0,60	0,30	0,30	2,6; 2,0
2002-2009	DzU Nr 75 12.04.02	0,30 - jedn. 0,45 - uż. pub.	0,60	0,30	0,30	2,6; 2,0
2009-2014	DzU Nr 75 12.04.02 DzU Nr 201 06.11..08	0,30	0,45	0,25	0,25	1,8; 1,7

Zaostrzenie przepisów skutkowało oczywiście zmniejszeniem zużycia energii, jednak nadal wartości współczynników były wyższe w stosunku do zawartych

w wymaganiach prawnych obowiązujących w innych krajach europejskich o podobnym klimacie. Ostatnia zmiana przepisów w zakresie izolacyjności cieplnej przegród w Polsce miała miejsce 5 lipca 2013 roku, a nowe wymagania odnośnie do maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła dla poszczególnych przegród będą wprowadzane stopniowo. Obniżanie górnej granicy dopuszczalnej wartości tego parametru nastąpi w trzech etapach do mającej ostatecznie obowiązywać wartości w 2021 roku. Według rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [5], przegrody budowlane powinny odpowiadać, kolejno od 1 stycznia 2014, 2017 i 2021 roku przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej wyrażonej skorygowanym współczynnikiem przenikania ciepła $U_{C(max)}$. Wartości te dla podstawowych przegród, przez które traci się ciepło przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Maksymalne wartości współczynnika przenikania ciepła $U_{C(max)}$ [5]

Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	$U_{C(max)}$ [W/(m ² K)]		
	od 1.01.2014	od 1.01.2017	od 1.01.2021
Ściany zewnętrzne:			
– przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,25	0,23	0,20
– przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,45	0,45	0,45
– przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,90	0,90	0,90
Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub przejazdami:			
– przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,20	0,18	0,15
– przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,30	0,30	0,30
– przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,70	0,70	0,70
Podłogi na gruncie:			
– przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,30	0,30	0,30
– przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	1,20	1,20	1,20
– przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	1,50	1,50	1,50
Stropy nad pomieszczeniami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi:			
– przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,25	0,25	0,25
– przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,30	0,30	0,30
– przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	1,00	1,00	1,00

Zasadniczo obniżenie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła jest procentowo wyższe, gdyż poprzednie wymagania odnośnie do izolacyjności cieplnej przegród były wyrażone współczynnikiem przenikania ciepła bez uwzględnienia jakiegokolwiek korekty związanej z wpływem mostków cieplnych na wartość współczynnika. Natomiast wymagania zawarte w dziale X rozporządzenia z 2002 roku odnosiły się do współczynnika przenikania ciepła $U_{k(max)}$ z mostkami cieplnymi liniowymi. Zmiana wymagań z zakresu ochrony cieplnej dotyczy oczywiście również przegród przezroczystych i drzwi. Nowe wartości $U_{(max)}$ dla tych przegród w kolejnych latach przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Wartości współczynnika $U_{(max)}$ dla okien i drzwi [5]

Okna, drzwi balkonowe i drzwi zewnętrzne	$U_{(max)}$ [W/(m ² K)]		
	od 1.01.2014	od 1.01.2017	od 1.01.2021
Okna, drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne: – przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ – przy $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,3 1,8	1,1 1,6	0,9 1,4
Okna połaciowe: – przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ – przy $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,5 1,8	1,3 1,6	1,1 1,4
Okna w ścianach wewnętrznych: – przy $t_i \geq 8^\circ\text{C}$ – oddzielające pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanego	1,5 1,5	1,3 1,3	1,1 1,1
Drzwi w przegrodach zewnętrznych lub w przegrodach między pomieszczeniami ogrzewanymi i nieogrzewanymi	1,7	1,5	1,3

Drugim parametrem określonym w ramach ochrony cieplnej przez rozporządzenie dotyczące warunków technicznych budowlanych [5] jest wskaźnik rocznego obliczeniowego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP. Nieodnawialna energia pierwotna to umowna wielkość uzyskana przez pomnożenie energii końcowej przez współczynniki nakładu obrazujące umowną szkodliwość ekologiczną danego rodzaju paliwa. Najwyższy współczynnik nakładu równy 3,0 przyjęto dla prądu, gdyż uznano, że jego wyprodukowanie i dostarczenie do budynku jest najbardziej szkodliwe dla środowiska, natomiast dla biomasy, która jest paliwem odnawialnym, przyjęto współczynnik równy 0,2, bowiem jej oddziaływanie na środowisko jest mniej uciążliwe. Dla najbardziej typowych paliw nieodnawialnych, tj. dla gazu, oleju oraz węgla, przyjęto współczynnik 1,1. Niska wartość wskaźnika EP oznacza, że użyty nośnik energii w małym stopniu wpływa na degradację środowiska naturalnego, a w szczególności na efekt cieplarniany. Jednak na poziom energochłonności budynku wskazuje wartość energii użytkowej, którą należy dostarczyć do pomieszczeń w budynku, aby funkcjonował zgodnie z założeniami projektowymi. O jej wartości decyduje m.in. izolacyjność cieplna przegród przezroczystych i nieprzezroczystych, mostki cieplne, kształt budynku czy strumień powietrza wymienianego w procesie wentylacji.

Nowe warunki techniczne określają stałe maksymalne wartości wskaźnika EP_{H+W} na potrzeby ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej dla poszczególnych rodzajów budynków. Wartości te mogą być powiększone o ilość energii zużywanej na chłodzenie i oświetlenie budynku.

3. IZOLACYJNOŚĆ CIEPLNA PRZEGRÓD W ŚWIETLE NOWYCH WARUNKÓW TECHNICZNYCH

Aby spełnić wymagany stopień ochrony cieplnej budynków, należy zapewnić odpowiednią izolacyjność cieplną elementów obudowy budynków. Można to osiągnąć poprzez zwiększanie grubości izolacji cieplnej w przegrodach, czyli zmniejszanie wartości współczynnika przenikania ciepła. W tabeli 4 przedstawiono wyznaczone minimalne wartości, o jakie należy zwiększyć grubość izolacji cieplnej w analizowanych przegrodach, tak by spełniały one warunki ochrony cieplnej budynków w zakresie współczynnika przenikania ciepła. Wybrano materiał o średniej typowej wartości współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda = 0,04 \text{ W/(m K)}$.

Tabela 4. Zwiększenie grubości izolacji cieplnej w przegrodzie przy jej danym poziomie izolacyjności dla materiału o $\lambda = 0,04 \text{ W/(m K)}$

Rodzaj przegrody	$U_{(max)}$ 2009	$U_{C(max)}$ 2014	d_{min}	$U_{C(max)}$ 2017	d_{min}	$U_{C(max)}$ 2021	d_{min}
	W/(m ² K)	W/(m ² K)	m	W/(m ² K)	m	W/(m ² K)	m
Ściana zewnętrzna	0,30	0,25	0,027	0,23	0,041	0,20	0,067
Dach/Stropodach	0,25	0,20	0,040	0,18	0,062	0,15	0,107
Strop pod poddaszem	0,25	0,20	0,040	0,18	0,062	0,15	0,107
Strop nad piwnicą	0,45	0,25	0,071	0,25	0,071	0,25	0,071
Podłoga na gruncie	0,45	0,30	0,040	0,30	0,040	0,30	0,040

Należy jednak pamiętać, by w budynkach o niskim zapotrzebowaniu na energię stosować nowoczesne materiały izolacyjne o niskim współczynniku przewodzenia ciepła, co pozwoli na zmniejszenie całkowitej grubości przegrody i uniknięcie pewnych problemów technicznych. W tabeli 5 przedstawiono wyznaczone minimalne wartości, o jakie należy zwiększyć grubość izolacji w wyżej przedstawionych przegrodach, gdyby zastosować materiał o niższej wartości współczynnika przewodzenia ciepła równej $\lambda = 0,03 \text{ W/(m K)}$.

Tabela 5. Zwiększenie grubości izolacji cieplnej w przegrodzie przy jej danym poziomie izolacyjności dla materiału o $\lambda = 0,03 \text{ W/(m K)}$

Rodzaj przegrody	$U_{(max)}$ 2009	$U_{C(max)}$ 2014	d_{min}	$U_{C(max)}$ 2017	d_{min}	$U_{C(max)}$ 2021	d_{min}
	W/(m ² K)	W/(m ² K)	m	W/(m ² K)	m	W/(m ² K)	m
Ściana zewnętrzna	0,30	0,25	0,020	0,23	0,031	0,20	0,050
Dach/Stropodach	0,25	0,20	0,030	0,18	0,047	0,15	0,080
Strop pod poddaszem	0,25	0,20	0,030	0,18	0,047	0,15	0,080
Strop nad piwnicą	0,45	0,25	0,053	0,25	0,053	0,25	0,053
Podłoga na gruncie	0,45	0,30	0,033	0,30	0,033	0,30	0,033

O ile dostosowanie izolacyjności cieplnej przegród nieprzezroczystych do wymaganych poziomów izolacyjności wiąże się z dociepleniem przegrody, to jedynym sposobem w przypadku stolarki otworowej jest jej wymiana, przy czym wiąże się ona także z poprawą szczelności budynku. Z jednej strony ogranicza to straty ciepła na ogrzanie powietrza wymienianego w procesie wentylacji, z drugiej jednak może prowadzić do ograniczenia czy zaniku wentylacji grawitacyjnej i pogorszenia jakości mikroklimatu wewnątrz. Polepszenie własności termoizolacyjnych okien wiąże się również czasami z ograniczeniem przepuszczania promieniowania słonecznego przez szyby i zmniejszeniem zysków ciepła. Na rynku istnieją obecnie rozwiązania okien z wielokomorowymi profilami i zestawami szyb wypełnionymi gazem lub zaopatrzone w specjalne powłoki, które pozwalają na pozyskanie energii lub blokują jej straty do środowiska zewnętrznego, o niskich wartościach współczynników przenikania ciepła. Jednak okna o współczynniku przenikania ciepła poniżej $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ są nadal dość drogie.

O poziomie izolacyjności cieplnej przegród powinny decydować w głównym stopniu własności materiału izolacyjnego, jednak w przypadku materiałów stosowanych do wnoszenia ścian wartość współczynnika przewodzenia ciepła waha się w granicach od około $0,12 \text{ W}/(\text{m K})$ dla ceramiki poryzowanej do $2,5 \text{ W}/(\text{m K})$ dla żelbetu, co skutkuje tym, że niektóre spośród nich mają znaczący wpływ na całkowitą izolacyjność cieplną przegrody (tab. 6). W przypadku stropów różnica ta nie jest już tak wyraźna, gdyż współczynnik przewodzenia ciepła dla stropów gęstożebrowych kształtuje się na poziomie $0,85$ do $0,95 \text{ W}/(\text{m K})$, a dla stropów kanałowych $1,25 \text{ W}/(\text{m K})$.

Tabela 6. **Konieczna grubość izolacji cieplnej w przegrodach przy danym poziomie współczynnika U dla materiału izolacyjnego o $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m K})$**

Rodzaj przegrody/materiału	Dla wymagań od			
	1.01.2009	1.01.2014	1.01.2017	1.01.2021
	d_{\min} [m]			
Ściana zewnętrzna:				
– żelbet ($\lambda = 2,3 \text{ W}/(\text{m K})$) - 0,20 m	0,13	0,16	0,17	0,20
– cegła pełna ($\lambda = 0,77 \text{ W}/(\text{m K})$) - 0,25 m	0,12	0,15	0,16	0,19
– blok silikatowy ($\lambda = 0,65 \text{ W}/(\text{m K})$) - 0,24 m	0,12	0,15	0,16	0,19
– cegła kratówka ($\lambda = 0,56 \text{ W}/(\text{m K})$) - 0,25 m	0,12	0,15	0,16	0,19
– beton komórkowy ($\lambda = 0,25 \text{ W}/(\text{m K})$) - 0,24 m	0,10	0,13	0,14	0,17
– porotherm ($\lambda = 0,20 \text{ W}/(\text{m K})$) - 0,38 m	0,06	0,09	0,10	0,13
Dach/Stropodach/Strop pod poddaszem				
– żelbet ($\lambda = 2,3 \text{ W}/(\text{m K})$) - 0,12 m	0,16	0,20	0,23	0,27
– strop gęstożebrowy ($\lambda = 0,9 \text{ W}/(\text{m K})$) - 0,24 m	0,15	0,19	0,22	0,26
Strop nad piwnicą				
– żelbet ($\lambda = 2,3 \text{ W}/(\text{m K})$) - 0,12 m	0,09		0,16	
– strop gęstożebrowy ($\lambda = 0,9 \text{ W}/(\text{m K})$) - 0,24 m	0,08		0,15	
Podłoga na gruncie				
– płyta betonowa ($\lambda = 1,3 \text{ W}/(\text{m K})$) - 0,10 m	0,09		0,14	

PODSUMOWANIE

Od stycznia 2014 r. obowiązują przepisy znowelizowanego rozporządzenia w sprawie warunków technicznych. Wprowadzone zmiany dotyczą głównie wymagań w zakresie izolacyjności cieplnej i oszczędności energii, wyrażonych przez wskaźnik nieodnawialnej energii pierwotnej oraz izolacyjność cieplną przegród. Nowością jest stopniowe zmniejszanie wartości granicznych zarówno wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej EP, jak i skorygowanego współczynnika przenikania ciepła U_C odpowiednio od 1 stycznia 2014, 2017 i 2021 roku. Nowo projektowane budynki muszą spełniać wymagania zarówno w zakresie EP, jak i U_C .

Maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła objęła poprawki z uwagi na pustki powietrzne w warstwie izolacji, łączniki mechaniczne przechodzące przez warstwę izolacyjną, a także opady na dach o odwróconym układzie warstw, co jest korzystne z uwagi na to, iż wartość poprawek pogarsza izolacyjność cieplną przegrody, co wymusza zwiększenie grubości izolacji, lecz wpływa korzystnie na efektywność energetyczną. Całkowite wyeliminowanie mostków cieplnych w konstrukcji budynków jest niezwykle trudne, dlatego też jest poważnym niedociągnięciem projektowanie budynków bez uwzględniania w wymaganiach wpływu mostków cieplnych liniowych.

Nowe wymagania wymuszają zwiększenie grubości izolacji cieplnej przegród, a także poszukiwanie nowych rozwiązań technicznych, zarówno w obszarze udoskonalania izolacji termicznych, jak i połączeń konstrukcyjnych zapewniających likwidację lub minimalizację wpływu mostków cieplnych na wartość współczynnika przenikania ciepła.

LITERATURA

- [1] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 29 października 2012 roku w sprawie efektywności energetycznej.
- [2] Gospodarka paliwowo-energetyczna, Informacja i opracowania statystyczne, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2013.
- [3] Energia, Informacja i opracowania statystyczne, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2013.
- [4] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane, DzU 2006, Nr 156, poz. 1118 ze zmianami.
- [5] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, DzU 2002, Nr 75, poz. 690 ze zm. (DzU 2013, poz. 926).

ADJUSTMENT OF THE PARTITIONS' THERMAL INSULATION TO THE NEW TECHNICAL CONDITIONS

The article presents the requirements for the thermal protection of buildings according to the new technical conditions introduced by the Journal of Laws of 5 July 2013. There was set minimum insulation thickness necessary to achieve the right amount of heat transfer coefficient. The analysis of the thickness of the thermal insulation of partitions built of various materials in terms of changing requirements was conducted.

Keywords: thermal transmittance, requirements for the thermal protection of buildings, technical conditions, heat consumption