



Wymagania prawne izolacji termicznej i akustycznej dla dachów i stropów piwnic w budynkach historycznych

**Adam Ujma
Wydział Budownictwa
Politechnika Częstochowska**

**11. Dni Oszczędzania Energii
Wrocław 26-27.10.2016**



Poziome przegrody zewnętrzne/chłodzące

- **Stropodachy**
- **Stropy pod poddaszem nieogrzewanym**
- **Stropy nad piwnicą**
- **Stropy nad przyziemiem**
- **Stropy nad przejazdami, podcieniami, arkadami itp.**



Wymagania techniczne podstawowe budowlane – swoisty kanon wytycznych budowlanych, obligują do **zapewnienia w obiekcie budowlanym, w tym historycznym, czy zabytkowym m.in.:**

- ☐ ochrony przed hałasem
- ☐ oszczędności energii i izolacyjności cieplnej

Warunki użytkowania budynków mieszkalnych, w tym historycznych, czy zabytkowych, obligują do racjonalizacji m.in. :

- ☐ zużycia nośników energii
- ☐ wykorzystania energii



ZALECENIA Z PRZED WIEKU

Zadaniem nowoczesnego inżyniera konstruktora nie jest jedynie tylko obliczenie ścian i stropów tak, by były one odpowiednio wytrzymałe pod względem konstrukcyjnym, lecz również by były one dobrze zaprojektowane pod względem termicznym i akustycznym. Sprawa ta stała się ważną z tą chwilą, gdy dla budownictwa nowoczesnego zaczęto wytwarzać na drodze syntetycznej coraz to nowsze materiały, nieraz w wysokim stopniu sztuczne ze względu na ich skład chemiczny i sposób wytwarzania. Materiały te muszą być wszechstronnie zbadane, by uchronić się przed niespodziankami.

Podręcznik inżyniera. 1936. Cz. IX Instalacje.

Ochrona termiczna i akustyczna w nowoczesnych budynkach.

Napisał **inż. I. Stella-Sawicki** profesor **Akademii Górniczej** w Krakowie

POLSKI KOMITET NORMALIZACYJNY
PRZY MINISTERSTWIE PRZEMYSŁU I HANDLU

POLSKIE NORMY **PN**
B-102

OGRZEWANIA CENTRALNE

NORMY DO OBLICZANIA
OGRZEWANIA CENTRALNYCH
W POLSCE.

Opracowane przez Koło Ogrzewników
w Stowarzyszeniu Techników Polskich
w Warszawie.

Grudzień 1934.

WARSZAWA
NAKŁADEM POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACYJNEGO
ELEKTORALNA 2

		Przepływ ciepła	
		ku górze	ku dołowi
e)	Strop z belek wysokości 24 cm z wyprawą na otrzciniowaniu 1,5 cm, z podbitką z desek 2 cm, z pułapem ślepym z desek 3,5 cm, z polepą glinianą lub gruzem 7,5 cm i z podłogą z desek lub posadzką drewnianą.	0,65	0,60
f)	Strop jak e, lecz z posadzką z cegły 7 cm zamiast podłogi	0,75	
g)	Strop jak e, lecz bez wyprawy i bez podbitki.	0,95	0,85
2. Stropy ceglane.			
a)	Sklepienie ceglane 13 cm, oparte na belkach lub murze, rozpiętości do 2 m, z wyrównaniem warstwą gruzu, gliny suchej lub betonu do poziomu zwornika:		
	z posadzką z płyt kamiennych, terrakotowych, lastrico, asfaltową lub z pokryciem linoleum na warstwie cementowej	1,60	1,40

		Przepływ ciepła	
		ku górze	ku dołowi
	z podłogą drewnianą 3,5 cm na legarach lub z posadzką drewnianą na asfalcie lub lepniku	1,30	1,15
b)	Sklepienie ceglane 13 cm, oparte na belkach lub na murze, rozpiętości do 2 m, z warstwą gruzu, gliny suchej lub betonu grubości 10 cm nad zwornikiem:		
	z posadzką z płyt kamiennych i t. p. jak a	1,30	1,15
	z podłogą drewnianą i t. p. jak a	1,05	0,90
c)	Sklepienie z pachwinami zamurowanymi poziomo, aż po zwornik, z wypełnieniem gruzem i z wyprawą od spodu, z posadzką z płyt kamiennych, terrakotowych i t. p. jak a przy grubości sklepienia w rozpatrywanym przekroju pionowym		
	15 cm	1,81	1,50
	20 "	1,57	1,34
	30 "	1,25	1,09
	40 "	1,03	0,92
	50 "	0,89	0,81
	60 "	0,77	0,71

Przedział podanych w normie **spółczynników przenikania ciepła** stropów kształtuje się od **0,65** do **1,81 kcal/(m² h K)**, (przepływ ciepła do góry) i od **0,60** do **1,50 kcal/(m² h K)**, (przepływ ciepła w dół). Aby spełnić wymagania WT 2017 należy zastosować warstwę ocieplenia od **17** do **21 cm**, a dla warunków WT 2021 (2019) od **21** do **25 cm**



Konstrukcje ww., m.in. z racji swojego wieku, wymagają przeprowadzenia różnych działań naprawczych i modernizacyjnych

Planowanie prac naprawczych, w tym poprawiających właściwości energetyczne, czy akustyczne obiektu zabytkowego, wpisanego do rejestru lub ewidencji zabytków, wymaga akceptacji konserwatora zabytków, m.in. na prace:

- ☐ konserwatorskie
- ☐ remontowe
- ☐ termomodernizacyjne
- ☐ odbudowę itp.

(Ustawa o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami)



Jedną z ważniejszych składowych projektu budowlanego, w szczególności kompleksowej termomodernizacji, jest charakterystyka energetyczna budynku, o zakresie:

1. Sprawdzenie ilość energii, na potrzeby eksploatacyjne budynku, wsk. $EP \leq EP_{max}$ (wg WT 2014, WT 2017, WT 2019/2021) (**kompleksowa ocena energetyczna budynku**)
2. Sprawdzenie wymagań w zakresie **wsp. przenikania ciepła** przegród zewnętrznych/chłodzących $U_c \leq U_{cmax}$, $U \leq U_{max}$ (wg WT 2014, WT 2017, WT 2019/2021)
3. Sprawdzenie **ryzyka rozwoju pleśni**, wsp. temperaturowy f_{rsi} przegród zewnętrznych, w szczególności w miejscu mostków cieplnych liniowych $f_{Rsi} \geq f_{Rsi min}$
($f_{Rsi min} = 0,72$ WT 2014)
4. Sprawdzenie **ryzyka wewnętrznej kondensacji pary wodnej**
5. Sprawdzenie **ryzyka kondensacji pary wodnej na powierzchni przegrody zewnętrznej**
6. Sprawdzenie **wartości wsp. g_c dla przegród przezroczystych** na elewacjach:
E, E-S, S, S-W, W, $g_c = f_c \cdot g_g \leq 0,35$



Inne punkty **projektowanej charakterystyki energetycznej budynku**:

7. Wskazanie zaleceń dotyczących zapewnienie **szczelności obudowy zewnętrznej**
8. Określenie **mocy grzewczej** na ogrzewanie, przygotowanie ciepłej wody , chłodzenie, oświetlenie i urządzenia pomocnicze
9. Określenie **sprawności średniorocznej dla systemów** : ogrzewania, przygotowania ciepłej wody , chłodzenia
10. Sprawdzenie możliwości technicznych, ekonomicznych i ekologicznych wykorzystania **energii z odnawialnych źródeł**
11. Sprawdzenie **efektywności wykorzystanie scentralizowanego źródła ciepła** na potrzeby ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej



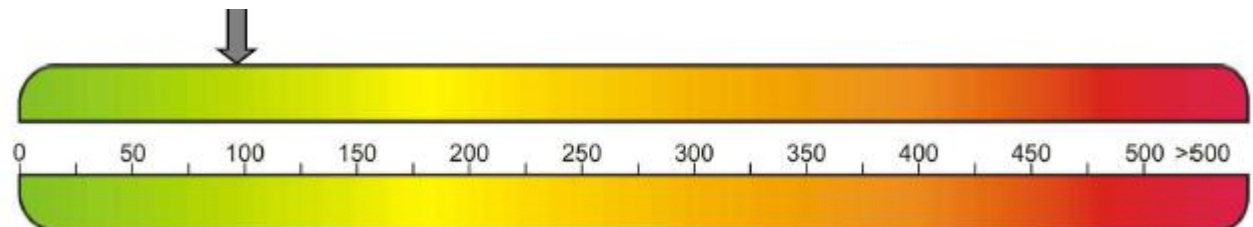
Charakterystyka energetyczna budynku

Na etapie projektowania (np. remont, termomodernizacja) - **wymagane dla obiektu budowlanego**, w tym:

- spełnienie wymagań warunków technicznych – wsk. EP, wsp. U, U_c
- spełnienie wymagań z zakresu i formy projektu budowlanego

Po zakończeniu prac - **nie zawsze wymagane dla obiektu zabytkowego**

- ocena charakterystyki energetycznej budynku w formie świadectwa charakterystyki energetycznej obiektu



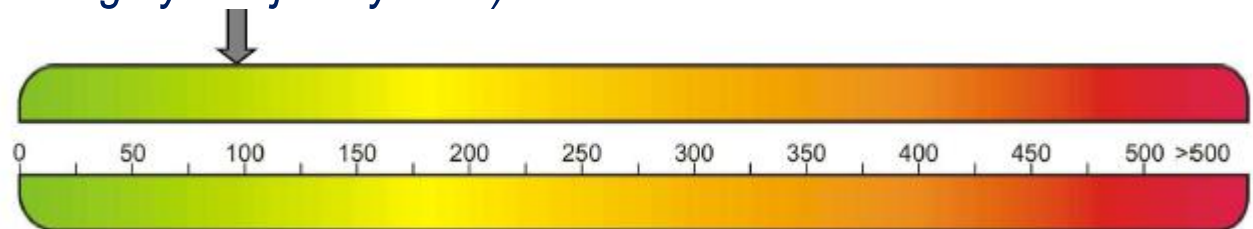


Świadectwo charakterystyki energetycznej

❑ Wymóg sporządzenia i umieszczenia w widocznym miejscu świadectwa charakterystyki energetycznej dla tego budynku, którego powierzchnia użytkowa zajmowana przez organy wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę oraz organy administracji publicznej przekracza 250 m², i w których dokonywana jest obsługa interesantów.

❑ Obowiązek umieszczania świadectw charakterystyki energetycznej w widocznym miejscu w przypadku budynków o powierzchni użytkowej przekraczającej 500 m², w których są świadczone usługi dla ludności i dla których sporządzono świadectwo

(Ustawa o charakterystyce energetycznej budynków)





PRZEBUDOWA LUB DOCIEPLENIE BUDYNKU

Przy projektowaniu i wykonywaniu robót polegających na **przebudowie oraz dociepleniu budynku** należy spełnić wymagania:

- ☐ W budynkach poddawanych przebudowie lub przedsięwzięciu służącemu poprawie efektywności energetycznej w rozumieniu przepisów o efektywności energetycznej, które są użytkowane przez **jednostki sektora finansów publicznych**, w rozumieniu przepisów o finansach publicznych, zaleca się stosowanie urządzeń wykorzystujących energię wytworzoną z **odnawialnych źródeł energii**, a także **technologie przeznaczone dla budynków o wysokiej charakterystyce energetycznej**.
- ☐ W przypadku robót polegających na **dociepleniu budynku, obejmujących ponad 25% powierzchni przegród zewnętrznych** tego budynku, należy spełnić **minimalne wymagania dotyczące energooszczędności i ochrony cieplnej**, przewidziane w przepisach techniczno-budowlanych dla przebudowy budynku .

(Ustawa Prawo Budowlane)



Maksymalna dopuszczalna wartość współczynnika przenikania ciepła $U_{c(max)}$

Rodzaj przegrody i temperatura powietrza w pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła przegrody budowlanej $U_{c(max)}$, W/(m ² K)		
	od 1.01.2014 r.	od 1.01.2017 r.	od 1.01.2021 r.
Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami: - $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ - $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$ - $t_i \leq 8^\circ\text{C}$	0,20 0,30 0,70	0,18 0,30 0,70	0,15 0,30 0,70
Stropy nad pomieszczeniami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi:: - $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ - $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$ - $t_i \leq 8^\circ\text{C}$	0,25 0,30 1,00	0,25 0,30 1,00	0,25 0,30 1,00



Uwagi do obliczenia współczynnika przenikania ciepła U_c :

- ☐ poprawki na nieszczelności i łączniki mechaniczne (*należy unikać nieszczelności*)
- ☐ obliczenia dla układów belkowych stropów, jak dla konstrukcji niejednorodnej
- ☐ obliczenia z uwzględnieniem komponentów z warstwami o zmiennej grubości
- ☐ w przypadku zastosowania ogrzewania płaszczyznowego (podłogowe, ściennie, sufitowe) wsp. U musi być liczony dla układu warstw z pominięciem warstwy grzewczej i wykończeniowych.

W uzasadnionych przypadkach, w budynkach zabytkowych dopuszcza się odstępstwo od wymagań techniczno-budowlanych. Przy zapewnieniu, iż nie nastąpi zagrożenie życia ludzi lub bezpieczeństwa mienia, ograniczenie dostępności dla osób niepełnosprawnych oraz nie pogorszą się warunki zdrowotno-sanitarne i użytkowe, a także stan środowiska, przy zaproponowaniu rozwiązań zamiennych.



Maksymalne dopuszczalne wielkości wskaźnika zapotrzebowania na energię pierwotną z paliw nieodnawialnych $EP_{H+W(max)}$, na potrzeby ogrzewania, wentylacji i podgrzewu ciepłej wody użytkowej

Rodzaj budynku	Częstkowe maksymalne wartości wskaźnika EP_{H+W} na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej [kWh/(m ² · rok)]		
	od 1.01.2014 r.	od 1.01.2017 r.	od 1.01.2021 r. *)
Budynek mieszkalny			
a) jednorodzinne	120	95	70
b) wielorodzinne	105	85	65
Budynek zamieszkania zbiorowego (np. hotel, akademik, dom wypoczynkowy itp.)	95	85	75
Budynek użyteczności publicznej			
a) opieki zdrowotnej	390	290	190
b) pozostałe	65	60	45
Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny	110	90	70
od 1.01.2019r. - w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością			



WYMAGANIA AKUSTCZNE

Poziom hałasu w budynku , na które narażeni są użytkownicy lub ludzie znajdujący się w ich sąsiedztwie, **nie może stanowić zagrożenia dla ich zdrowia, a także umożliwia im pracę, odpoczynek i sen w zadowalających warunkach.**

Pomieszczenia w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej należy chronić przed hałasem:

- 1) zewnętrznym** przenikającym do pomieszczenia spoza budynku,
- 2) pochodzącym od instalacji i urządzeń** wyposażenie budynku,
- 3) powietrznym i uderzeniowym**, wytwarzanym przez użytkowników innych mieszkań, lokali użytkowych lub pomieszczeń o różnych wymaganiach użytkowych,
- 4) pogłosowym**, powstającym w wyniku odbić fal dźwiękowych od przegród ograniczających dane pomieszczenie.



WYMAGANIA AKUSTCZNE

Odnoszą się do izolacyjności:

- 1) ścian zewnętrznych, stropodachów, ścian wewnętrznych, okien w przegrodach zewnętrznych i wewnętrznych oraz drzwi w przegrodach wewnętrznych - od dźwięków powietrznych
- 2) stropów i podłóg - od dźwięków powietrznych i uderzeniowych
- 3) podestów i biegów klatek schodowych w obrębie lokali mieszkalnych - od dźwięków uderzeniowych



NA WYBÓR IZOLACJI AKUSTYCZNEJ WPŁYWAJĄ CZYNNIKI

- ☐ docelowe przeznaczenie danego pomieszczenia
- ☐ rodzaj hałasu jaki będzie docierał do pomieszczenia
- ☐ wymiary i konstrukcja budynku
- ☐ metoda wykonywania izolacji akustycznej
- ☐ współczynnik pochłaniania dźwięku



MATERIAŁY NA IZOLACJE AKUSTYCZNE :

- ☐ tynki akustyczne
- ☐ maty, filce i płyty z wełny mineralnej
- ☐ płyty z wełny drzewnej
- ☐ płyty styropianowe
- ☐ płyty gipsowe, gipsowo kartonowe, perforowane płyty dźwiękochłonne
- ☐ płyty i bloki ze sztywnej pianki poliuretanowej
- ☐ czarne szkło piankowe
- ☐ panele akustyczna
- ☐ wyroby z korka naturalnego
- ☐ folia dźwiękoizolacyjna
- ☐ ceramika akustyczna



WYMAGANIA AKUSTCZNE

- ☐ Poziom odniesienia $L_{Aeq,wew}$ dotyczący miarodajnego równoważnego poziomu dźwięku A, hałasu zewnętrznego
- ☐ Wymagania w zakresie czasu pogłosu T i wskaźnika transmisji mowy STI w pomieszczeniach przeznaczonych do komunikacji słownej i pozostałych pomieszczeniach
- ☐ Wymagania w zakresie minimalnej chłonności akustycznej A wyrażonej jako krotność powierzchni S rzutu pomieszczenia w odniesieniu do pozostałych pomieszczeń
- ☐ Wymagana izolacja akustyczna poszycia zewnętrznego R'_w



Dachy

Stosowane rodzaje konstrukcji dachowych - więzary:

- **krokwiowe**, z podparciem i bez podparcia krokwi,
- **trójkątne krokwiowo-belkowe**, z podparciem i bez podparcia krokwi
- **krokwiowo-zastrzałowe**
- **jętkowe niepodparte**
- **jętkowe podparte** jedną lub dwiema ścianami stolcowymi
- **płatwiowo-kleszczowe**
- **płatwiowo-kleszczowe z ściankami** kolankowymi
- **wieszarowe** z jednym i dwoma wieszakami
- **rozporowo-zastrzałowe**
- **kratowe**





PRZY REMONCIE STROPU PODDASZA

z reguły należy wykonać jeszcze inne prace naprawcze w obrębie dachu:

- ☐ **naprawa konstrukcji nośnej dachu, odgrzybianie, impregnacja**
- ☐ **wymiana połączeń dachowej**
- ☐ **naprawa kominów**
- ☐ **naprawa wyłazu**
- ☐ **wymiana systemu odwodnienia deszczowego, obróbek blacharskich**



Stropy

Stropy drewniane:

- belkowy
- nagi
- ze ślepym pułapem i legarami ułożonymi na polepie
- deskowy
- kasetonowy

Stropy i sklepienia

- ceramiczne
- gęstożebrowe
- żelbetowe
- żelbetowo-stalowe –



Korozja biologiczna w konstrukcjach drewnianych i jej zwalczanie

- ❑ Przyczyna – grzyby, glony, bakterie, owady
- ❑ Likwidacja – metoda:
 - **smarowania**
 - **opryskiwania**
 - **suchego odgrzybiania**
 - **nawiercania otworów**
 - **wypalania**
 - **gazowania**
 - **nagrzewania gorącym powietrzem**
- ❑ Wzmocnienie skorodowanych elementów



Uszkodzenia i naprawa stropów oraz sklepień

- ❑ Przyczyna – zmiana obciążenia, starzenie materiałów, niekorzystne warunki eksploatacyjne, wilgoć i in.
- ❑ Likwidacja – zastosowanie:
 - **ściągów**
 - **powłok żelbetowych**
 - **doklejania i wklejania blachy lub prętów stalowych**
 - **drewnianych lub stalowych konstrukcji**
podwieszających sklepienie
 - **iniekcji**
 - **mat i taśm polimerowych**



Docieplanie stropodachów, stropów

☐ Materiały dociepleniowe:

- **wełna mineralna**
- **wełna szklana**
- **keramzyt**
- **perlit**
- **PIR, PUR**
- **EPS, XPS**

☐ Technologie dociepleniowe:

- **wypełnienie przestrzenie między elementami konstrukcyjnymi (belkami)**
- **mocowanie na lub pod elementami konstrukcyjnymi**
- **system ETICS (technologia mokra)**



Słabe miejsca ocieplania stropodachów, stropów

- ❑ Trudność z zachowaniem zasady ciągłości izolacji cieplnej, na połączeniu :
 - **stropodach/strop - ściana zewnętrzna/attyka**
 - **strop piwnicy/nad przyziemiem - ściana zewnętrzna**
- ❑ Wychłodzenie i **ryzyko rozwoju pleśni** w narożach zewnętrznych ww. węzłów konstrukcyjnych
- ❑ **Ryzyko kondensacji wewnętrznej** w przypadku niewłaściwego doboru materiałów i powłok, w szczególności izolacji parochronnej lub nie zachowania zasady ciągłości izolacji parochronnej
- ❑ Ograniczenie/zablokowanie dopływu powietrza do przestrzeni wentylowanej stropodachów materiałem izolacyjnym

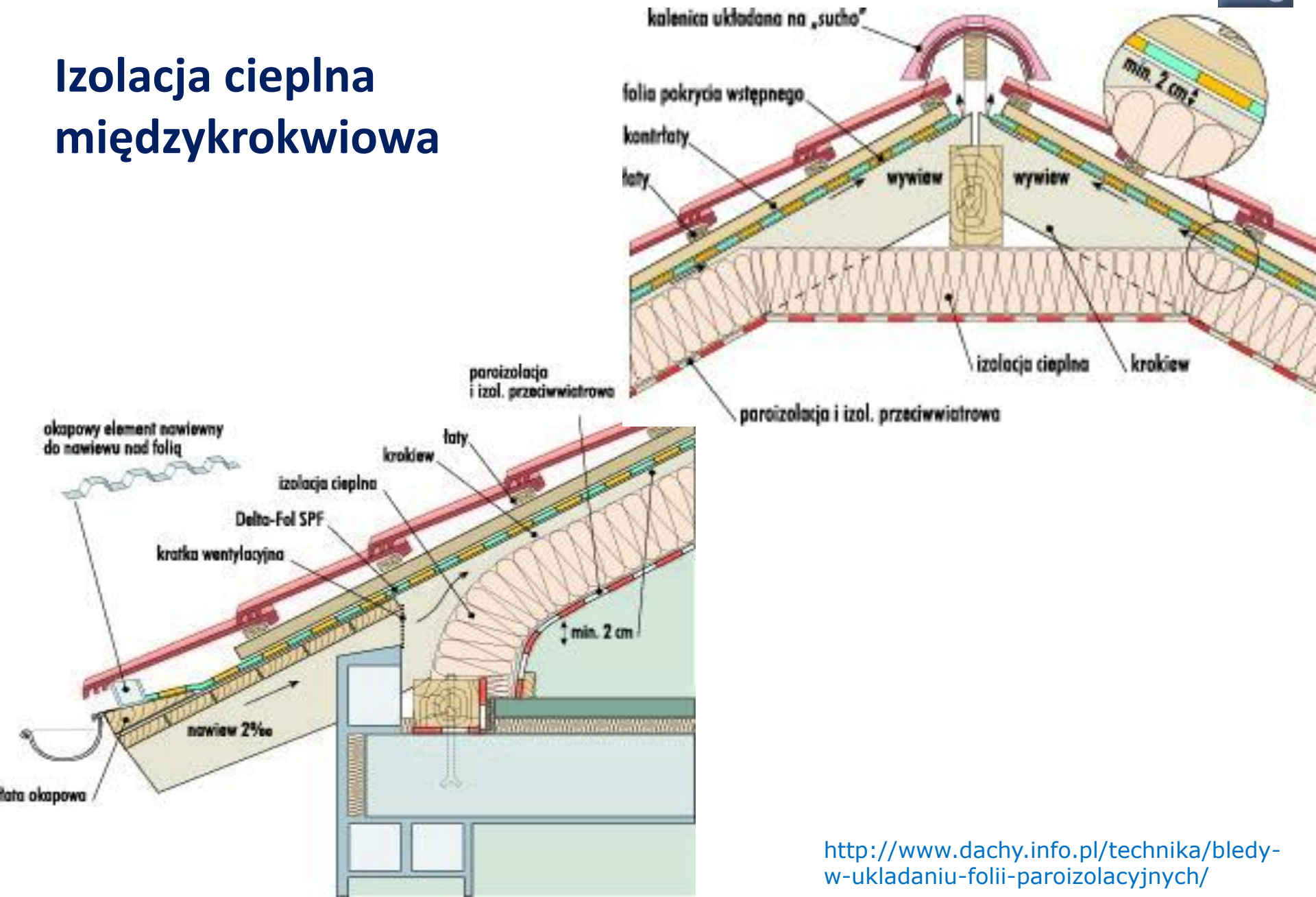


Słabe miejsca ocieplania stropodachów, stropów

- ❑ Ocieplenie przewodów w przestrzeni strychu
 - dymowych,
 - spalinowych
 - Wentylacyjnych
- ❑ Powstawanie mostków cieplnych i mostków akustycznych



Izolacja cieplna międzykrokwkowa

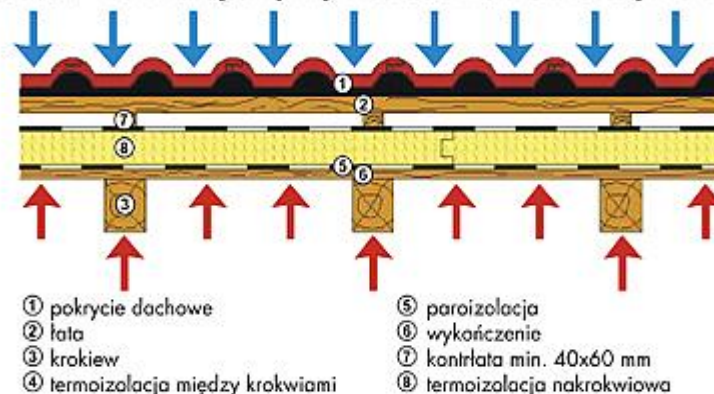




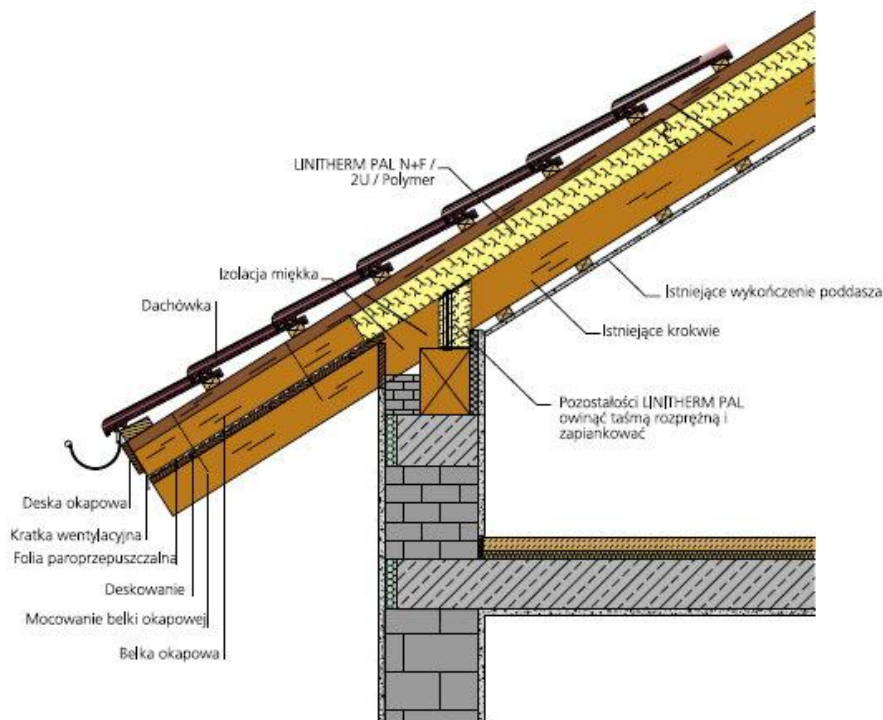
Izolacja nakrokwiowa

- płyty XPS, PIR, PUR, EPS
- wełna mineralna

Brak mostków termicznych przy zastosowaniu izolacji nakrokwiowej



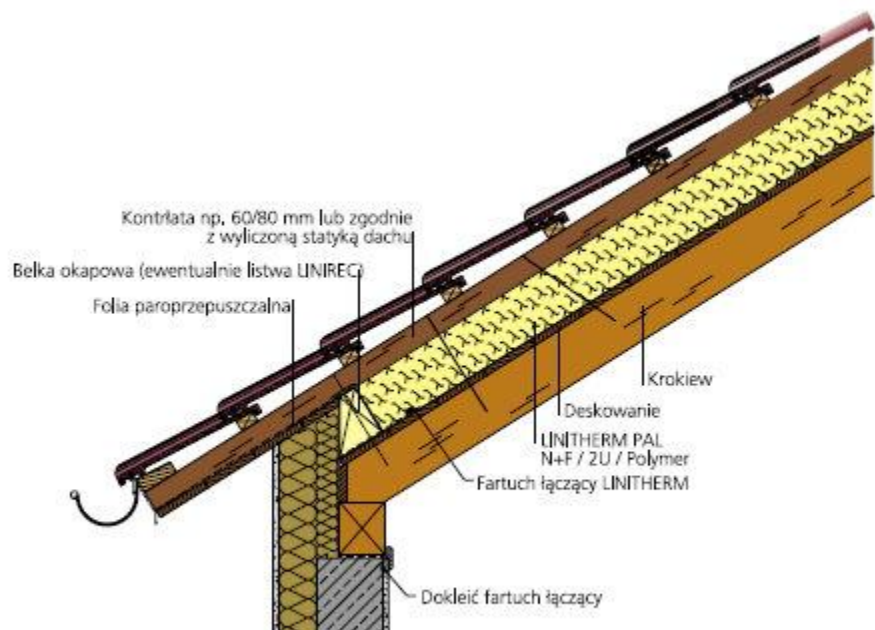
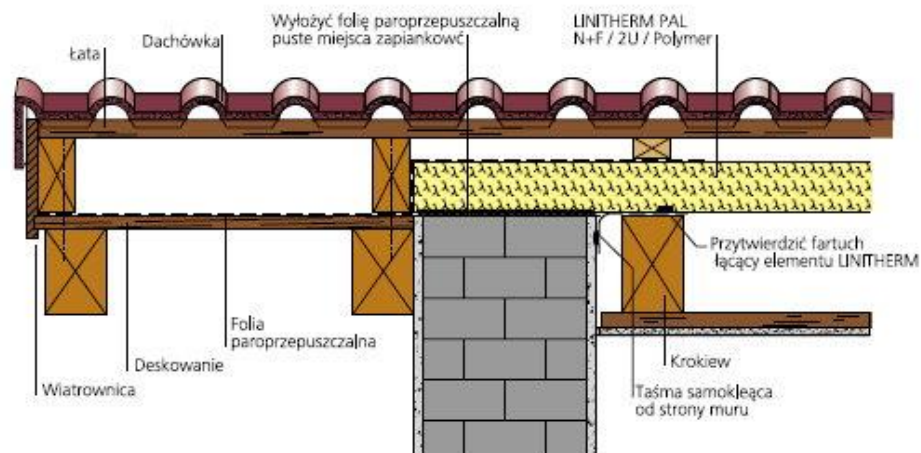
<http://www.najciekawszeprojekty.pl/vademecum-inwestora/buduje/izolacje/unikaj-mostkow-termicznych/>



http://linitherm.pl/izolacjanapodkrokwiowa,x_2.html

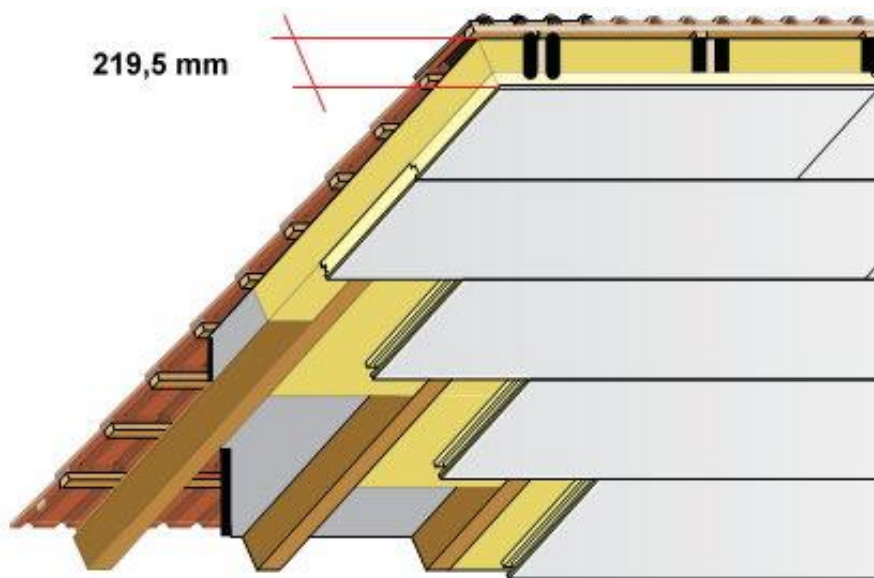


Izolacja nakrokwiowa





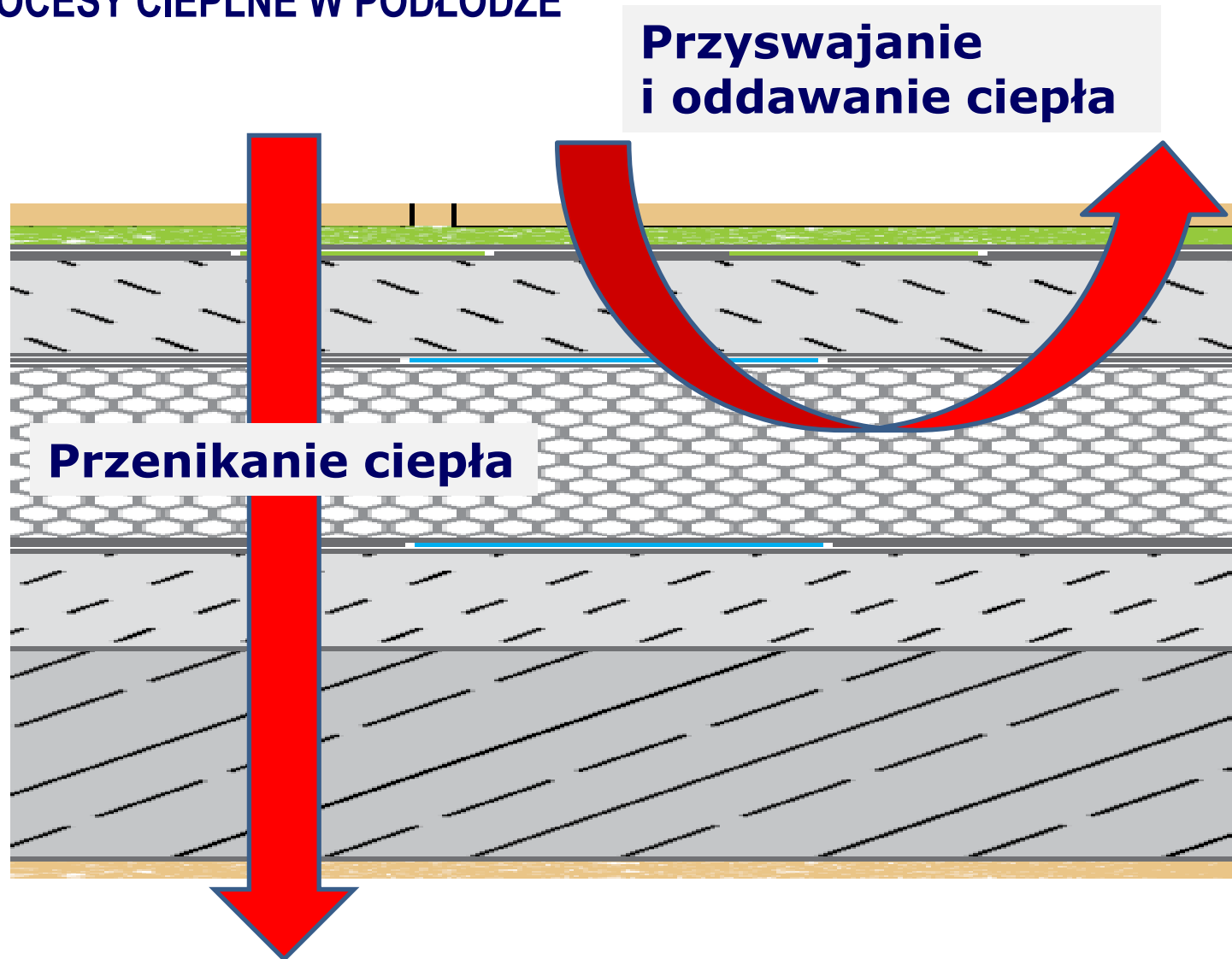
Izolacja podkrokwwiowa



http://linitherm.pl/jak_stosowac_izolacje_nakrokw_iowa.html
<http://dachyb2b.pl/wydarzenia/z-firm/397-izolacja-dachow-skosnych-wedlug-firmy-schwenk>

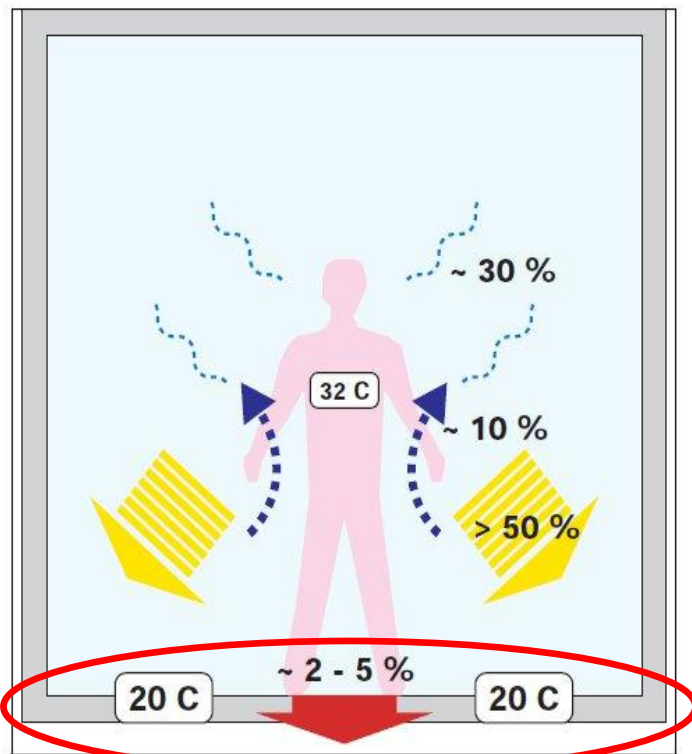


PROCESY CIEPLNE W PODŁODZE





Rozwiązania budowlane powinny stwarzania komfortowe warunki dla przebywających w nich osób



Schemat wymiany ciepła między człowiekiem a jego otoczeniem



Promieniowanie



Parowanie



Konwekcja



Przewodzenie ciepła

TEMPERATURA POWIETRZA

WILGOTNOŚĆ POWIETRZA

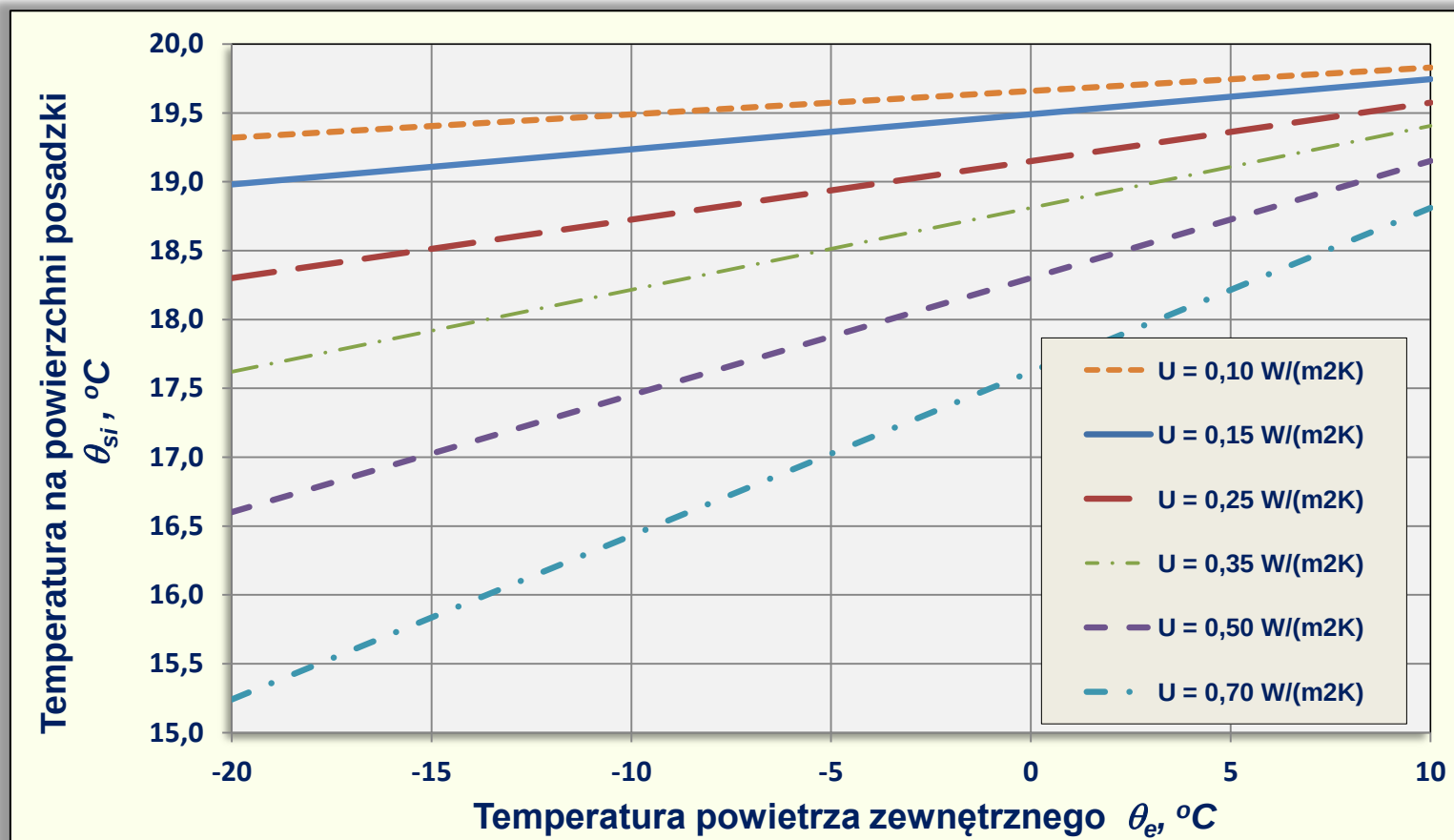
PRĘDKOŚĆ POWIETRZA



TEMPERATURA POWIERZCHNI OTACZAJĄCYCH

ASYMETRIA PROMIENIOWANIA

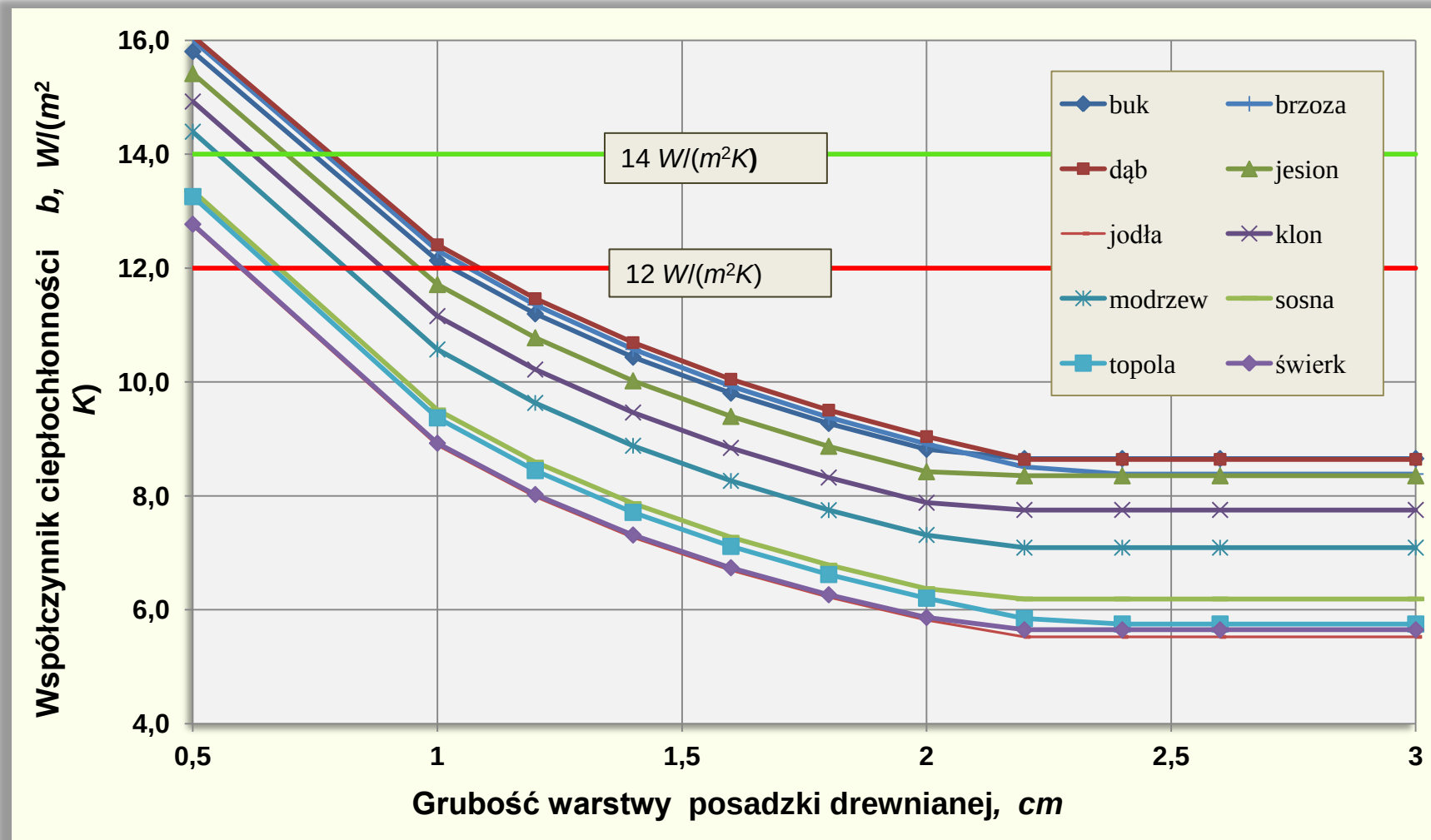
GRADIENT TEMPERATURY



Szacunkowa różnica temperatury powierzchni posadzki $\Delta\theta_{si}$ uzyskiwana przy założeniu temp. θ_e w zakresie od 10 do -20°C , przy wartości wsp. U od 0,10 do 0,70 $\text{W/(m}^2\text{K)}$ obejmuje przedział od 0,5 do 3,6 K

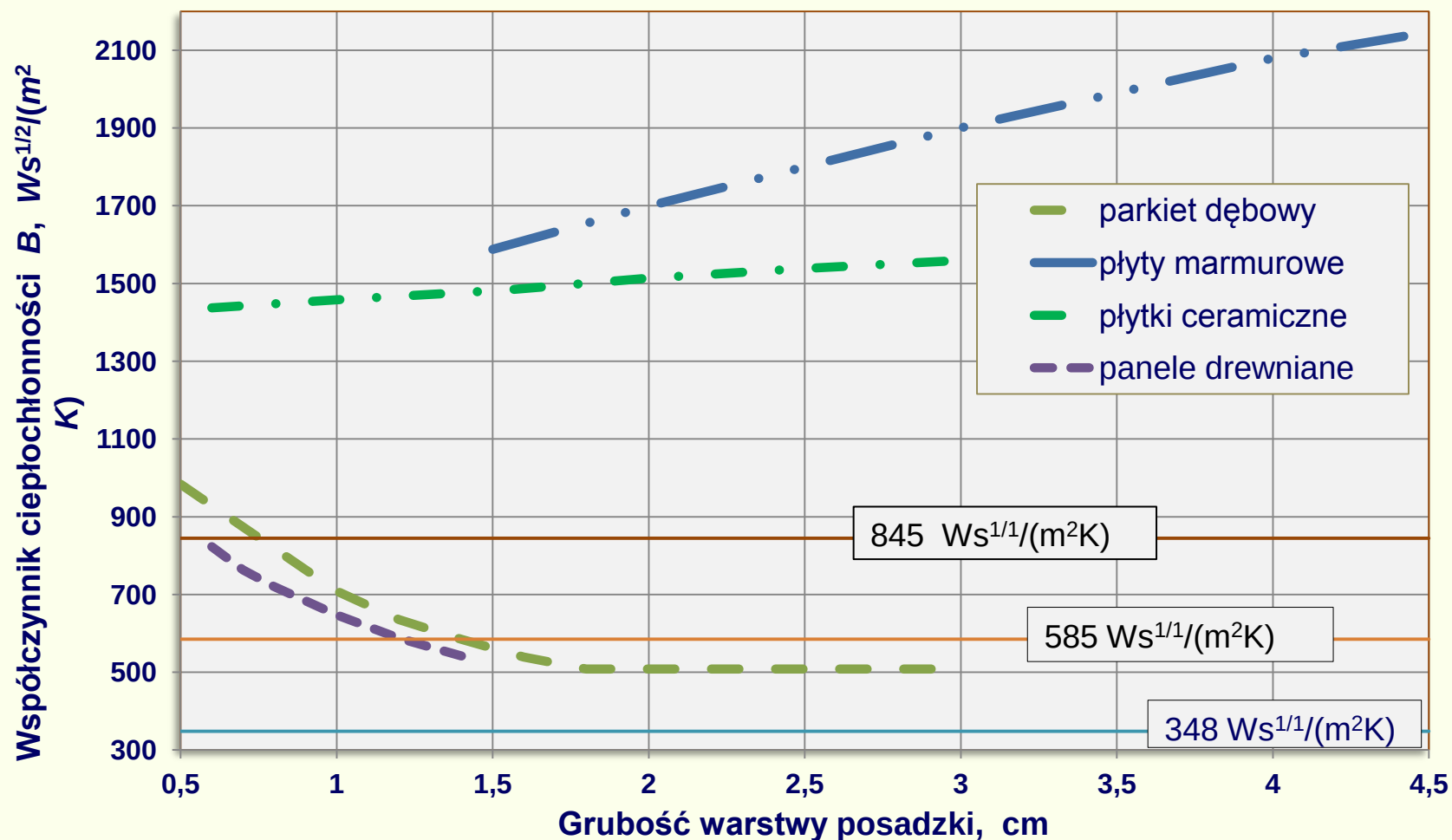


Charakter zmiany współczynnika ciepłochłonności b posadzki drewnianej w zależności od gatunku i grubości warstwy drewna





Charakter zmiany współczynnika ciepłochłonności B posadzek o różnej konstrukcji w zależności od grubości warstwy posadzki





PODSUMOWANIE

1. Dużym wyzwaniem jest poprawa charakterystyki energetycznej budynków zabytkowych
2. Modernizacja obiektów zabytkowych powinna w miarę możliwości być realizowana w sposób kompleksowy, ponieważ tylko takie podejście pozwala osiągnąć najkrótsze okresy zwrotu poniesionych nakładów
3. Docieplanie poziomych przegród zewnętrznych / chłodzących stwarza największe możliwości wykonania termomodernizacji bez znaczącej kolizji z wymaganiami konserwatorskimi
4. Docieplanie przegród od wewnątrz może skutkować szeregiem pojawiających się problemów: mostki cieplne liniowe, ryzyko rozwoju pleśni i kondensacji węgłnej, mostki akustyczne.
5. Najefektywniejszym rozwiązaniem docieplenia przegród poziomych jest ocieplenie od strony eksterieru
6. Wybór rozwiązań modernizacyjnych powinien być dokonywany przez doświadczonego specjalistę z zakresu fizyki budowli
7. Pomimo parametrów ochrony cieplnej nie należy zapominać o innych parametrach związanych z komfortem użytkowania pomieszczeń



Dziękuję za uwagę