

Mostki liniowe.

Katalogi mostków cieplnych.

Określanie wpływu mostków cieplnych na charakterystykę energetyczną budynków.



Mgr inż. Jerzy Żurawski
Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska



Mostki cieplne - plan wystąpienia

1. Mostki cieplne – rodzaje i przykłady
2. Udział strat ciepła przez mostki cieplne
3. Projektowanie charakterystyki energetycznej budynku z uwzględnieniem wpływ mostków cieplnych, ocena rozwiązań
4. Obliczanie mostków cieplnych.
5. Katalogi mostków cieplnych

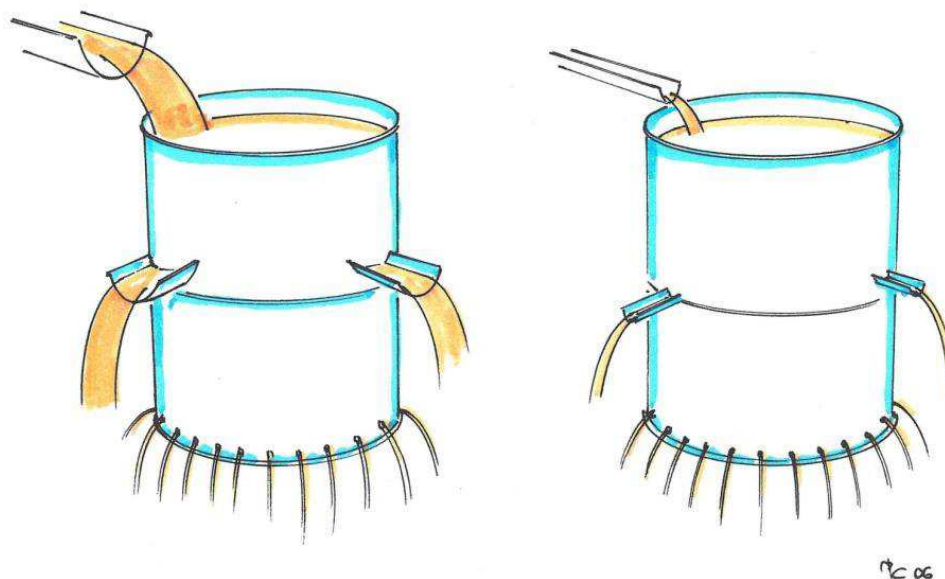




MOSTKI CIEPLNE



Znaczenie mostka cieplnego przy stosowaniu lepszego (o większej grubości) docieplenia



Im lepsze jest docieplenie ścian zewnętrznych budynku tym większego znaczenia nabiera problem mostka cieplnego



MOSTKI CIEPLNE

- liniowe,
- punktowe,
- geometryczne zależne od przegrody
- geometryczne zależne od architektury



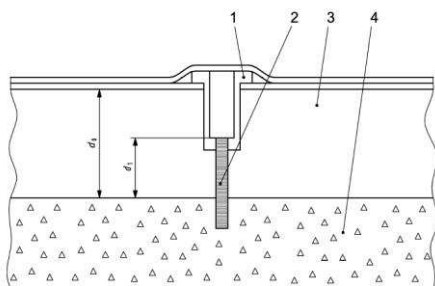
Mostki cieplne - wymagania

- Wartości współczynnika przenikania ciepła przegród nieprzezroczystych należy obliczyć zgodnie z normą PN-EN ISO 6946 „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.”, doliczając poprawki ze względu na pustki powietrzne w warstwie izolacji, łączniki mechaniczne przechodzące przez warstwę izolacji oraz opady na dach o odwróconym układzie warstw. Wymagania określono z podziałem na strefy klimatyczne I, II i III oraz IV i V podane w normie PN EN 12831.
- wyznaczać współczynniki liniowej straty ciepła przez przenikanie dla mostków cieplnych w odniesieniu do wymiarów zewnętrznych przy wykorzystaniu obliczeń numerycznych zgodnie z normą PN-EN ISO 10211 „Mostki cieplne w budynkach - Strumienie ciepła i temperatury powierzchni - Obliczenia szczegółowe”



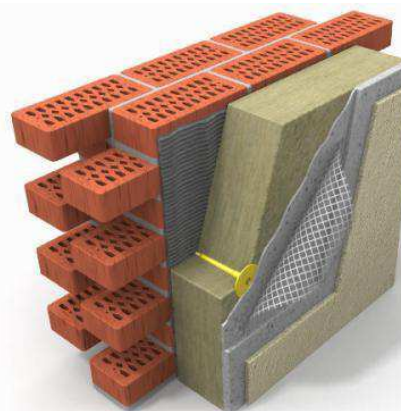
Mostki cieplne – poprawki ze względu na łączniki mechaniczne

Przegroda	U bez łącznika [W/m ² K]	U z łącznikiem [W/m ² K]
Ściana z cegły 25 cm ocieplona styropianem 15 cm z kołowaniem 4 szt/m ² . łączniki ze stali zwykłej ST3S	0,212	0,277
Wzrost współczynnika przenikania ciepła o		0,065 (30%)
Ściana z cegły 25 cm ocieplona styropianem 15 cm z kołowaniem 4 szt/m ² . łączniki ze stali nierdzewnej	0,212	0,231
Wzrost współczynnika przenikania ciepła o		0,019 (9%)



Objaśnienia

- 1 feb z tworzywa sztucznego
 - 2 łącznik wpuszczony
 - 3 izolacja
 - 4 pokrycie dachowe
- d_0 grubość warstwy izolacji zawierającej łącznik
 d_1 długość łącznika, który przebija warstwę izolacji

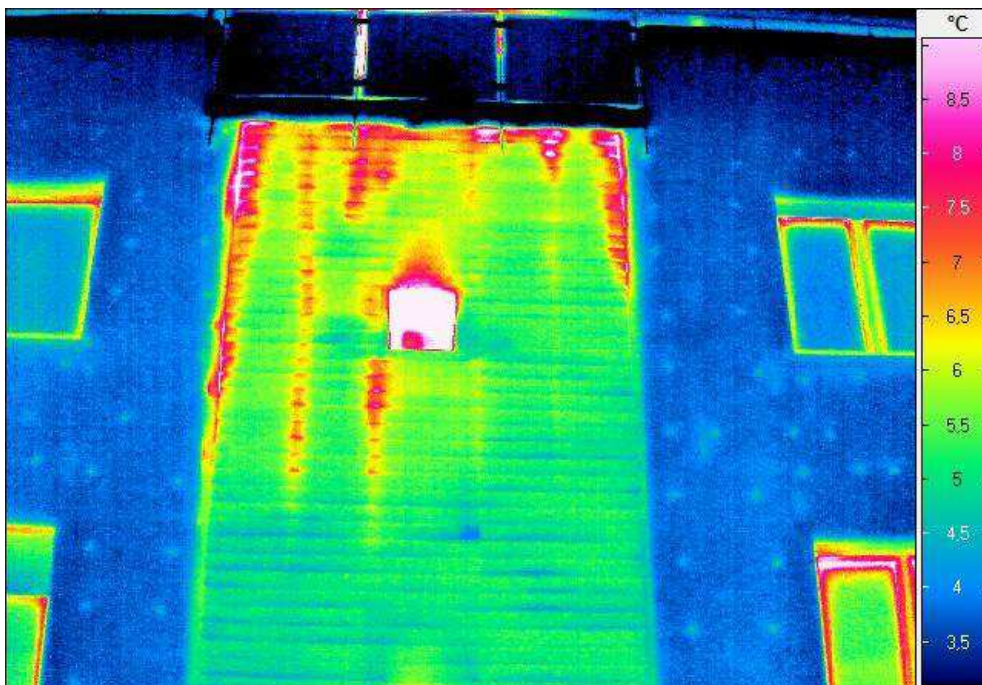
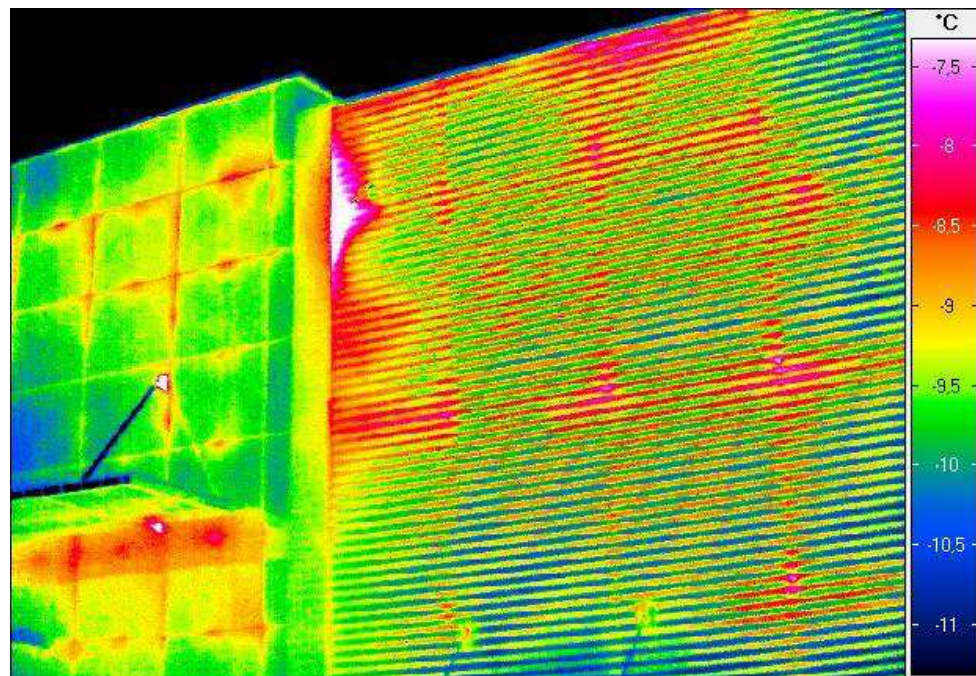
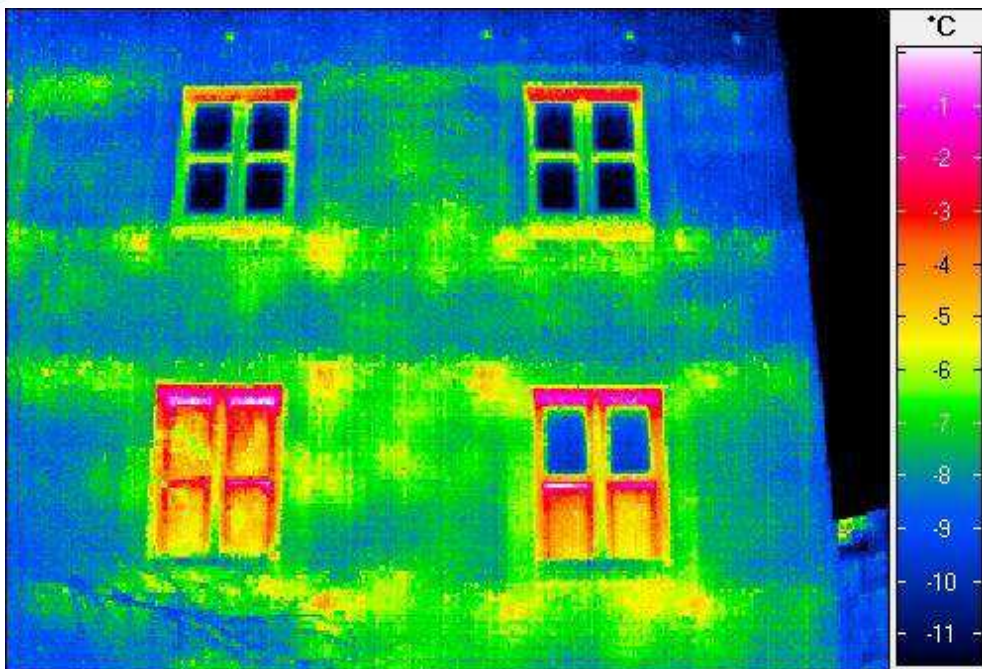


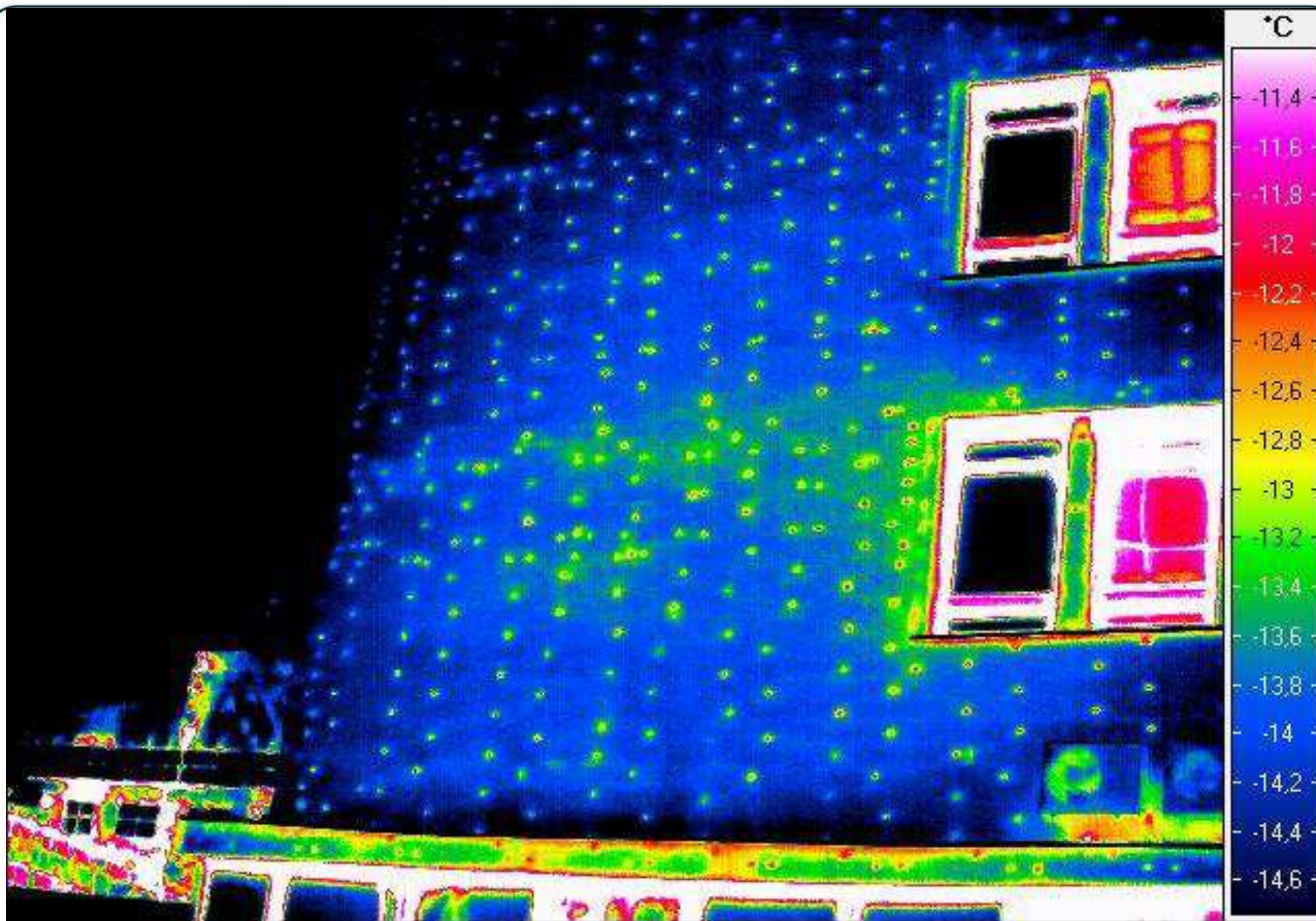
Moski termiczne liniowe

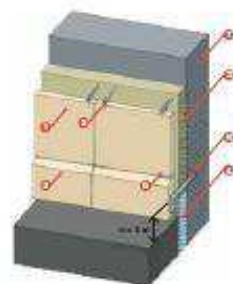
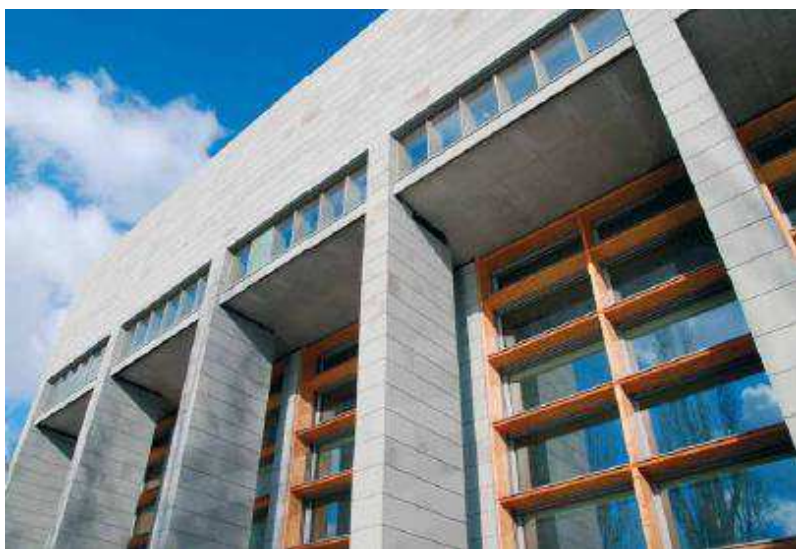


Mostki termiczne punktowe



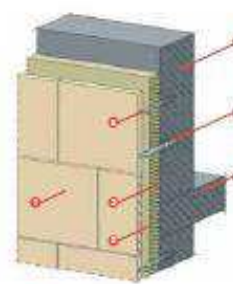






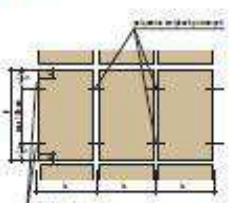
RYS. 1
Zamocowanie płyt kamiennych w ścianie ceglanej kotwami metalowymi „na sucho” w sposób chemiczny

- 1) płyta kamienia
- 2) ociekofiltracyjny
- 3) izolacja termiczna wlotami dookoła z wlotową izolacją mechaniczną słabiej ścian szkieletowych
- 4) izolacja termiczna odporna dla konstrukcji grzewczej np. polistyren ekstrudowany
- 5) ściana ceglana
- 6) ściana tynkowa



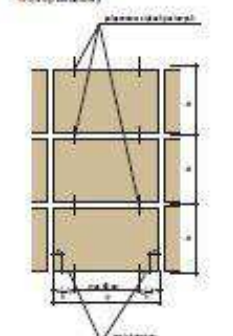
RYS. 2
Schemat zamocowania płyt kamiennych metalowymi „na sucho” z kotwami w spoinach pionowych

- 1) płyta kamienia
- 2) szpula powłokowa
- 3) tynk ociekochronny
- 4) tynk ociekochronny
- 5) ściana ceglana
- 6) ściana tynkowa z izolacją
- 7) ściana tynkowa z izolacją
- 8) ściana tynkowa z izolacją

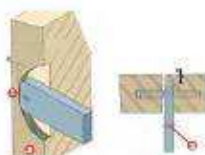
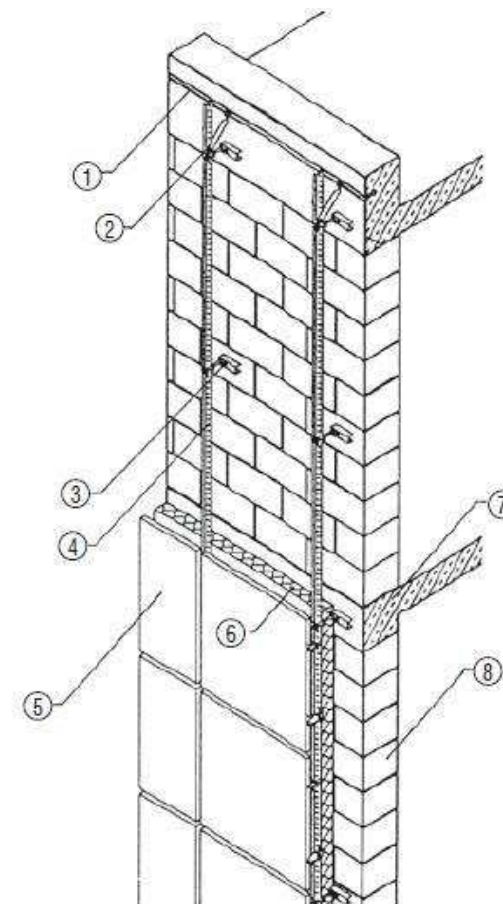


RYS. 3
Schemat kotwienia płyt w spoinach pionowych

- 1) – długość pionowego bolca pusty
- 2) – długość pionowego bolca pusty
- 3) – materiały ociekochronne
- 4) – materiały ociekochronne

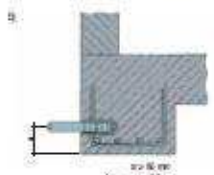
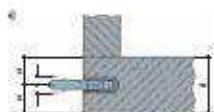


RYS. 4
Schemat kotwienia płyt w spoinach pionowych



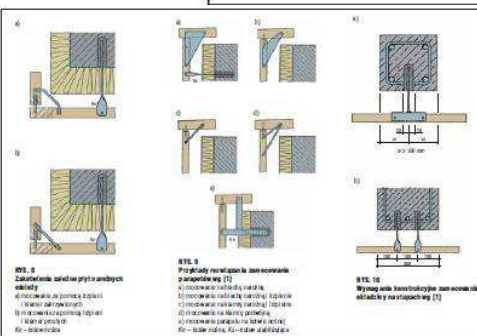
RYS. 5
Sposób wykonywania brzozy do mocowania z zakotwienia w przeliczeniu z redukcją w grubości fugi w spoinie pionowej

- 1) materiał konstrukcyjny
- 2) płyta kamienia
- 3) ociekochronny
- 4) ociekochronny



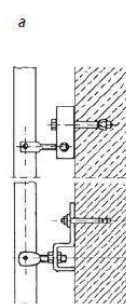
RYS. 8
Wzrost i sposób kotwienia w spoinie pionowej

- 1) z mocowaniem bolca w spoinie pionowej
- 2) z mocowaniem bolca w spoinie pionowej
- 3) z mocowaniem bolca w spoinie pionowej
- 4) z mocowaniem bolca w spoinie pionowej
- 5) z mocowaniem bolca w spoinie pionowej
- 6) z mocowaniem bolca w spoinie pionowej
- 7) z mocowaniem bolca w spoinie pionowej
- 8) z mocowaniem bolca w spoinie pionowej

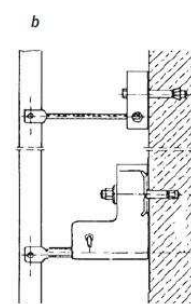


RYS. 9
Zamocowanie płyt kamiennych w spoinie pionowej

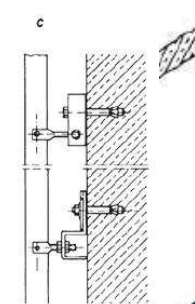
- 1) materiał konstrukcyjny
- 2) materiał konstrukcyjny
- 3) materiał konstrukcyjny
- 4) materiał konstrukcyjny
- 5) materiał konstrukcyjny
- 6) materiał konstrukcyjny
- 7) materiał konstrukcyjny
- 8) materiał konstrukcyjny
- 9) materiał konstrukcyjny
- 10) materiał konstrukcyjny
- 11) materiał konstrukcyjny



RYS. 12
Wzrost i sposób kotwienia w spoinie pionowej



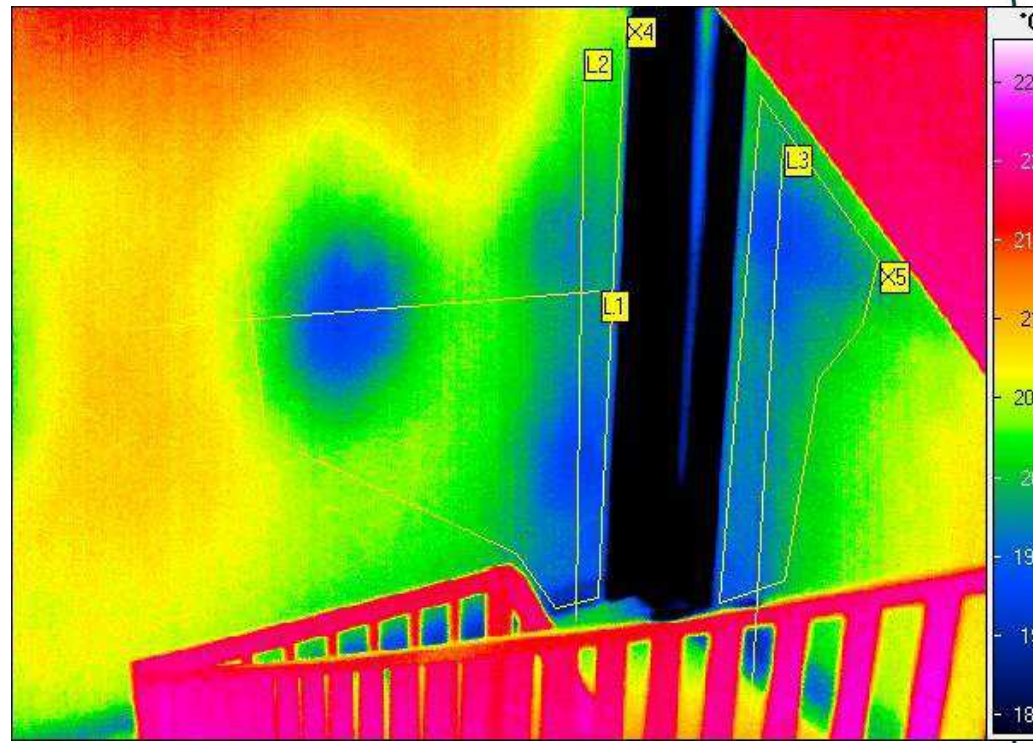
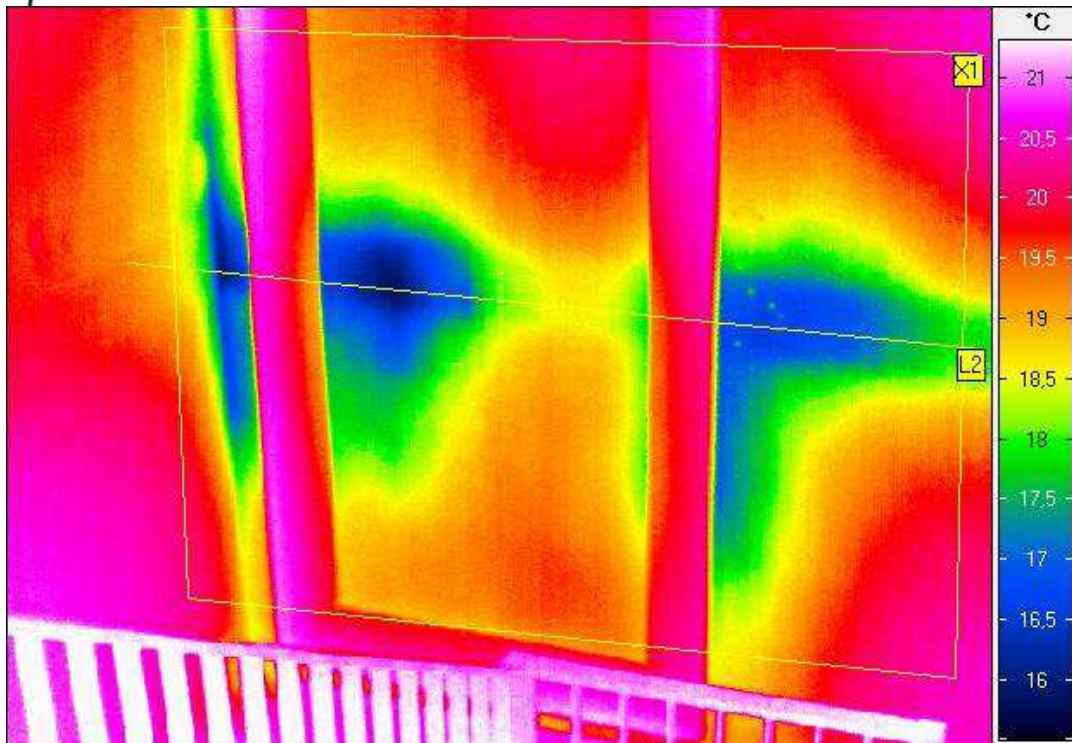
RYS. 13
Wzrost i sposób kotwienia w spoinie pionowej

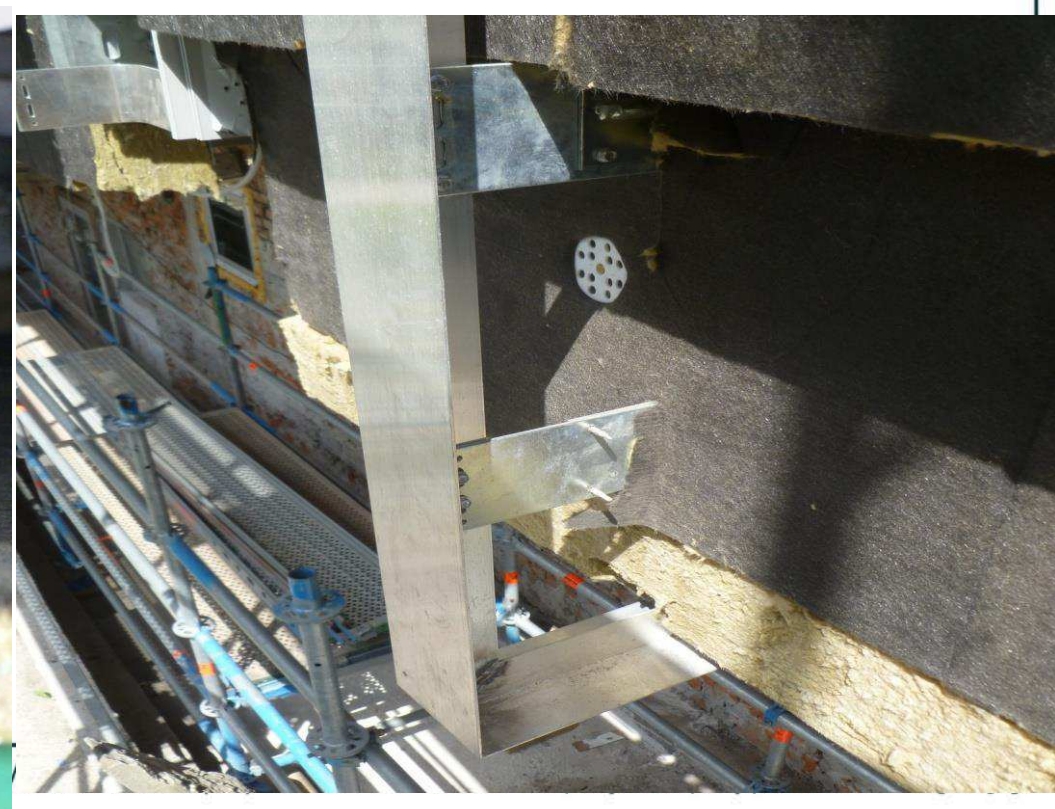


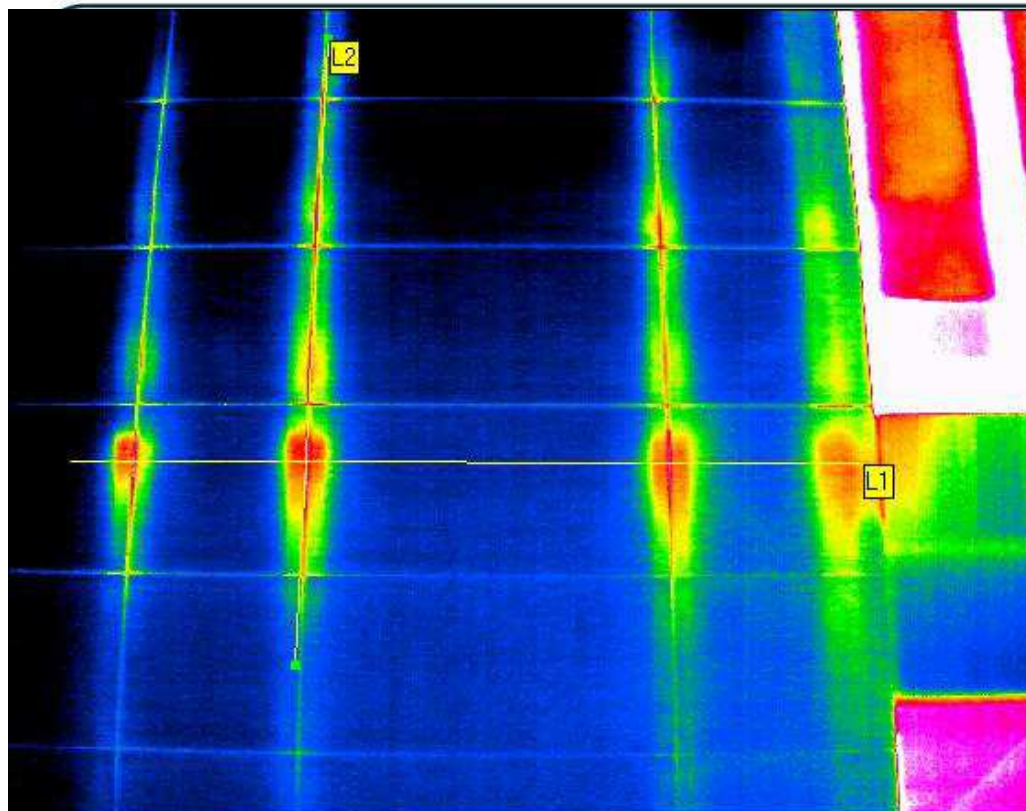
RYS. 14
Wzrost i sposób kotwienia w spoinie pionowej

Rys. 6. Przykłady zastosowań kotew regulowanych do mocowania elewacyjnych okładzin kamiennych w spoinie pionowej: a – kotwy stabilizujące, b, c – górna kotwa stabilizująca, dolna kotwa nośna



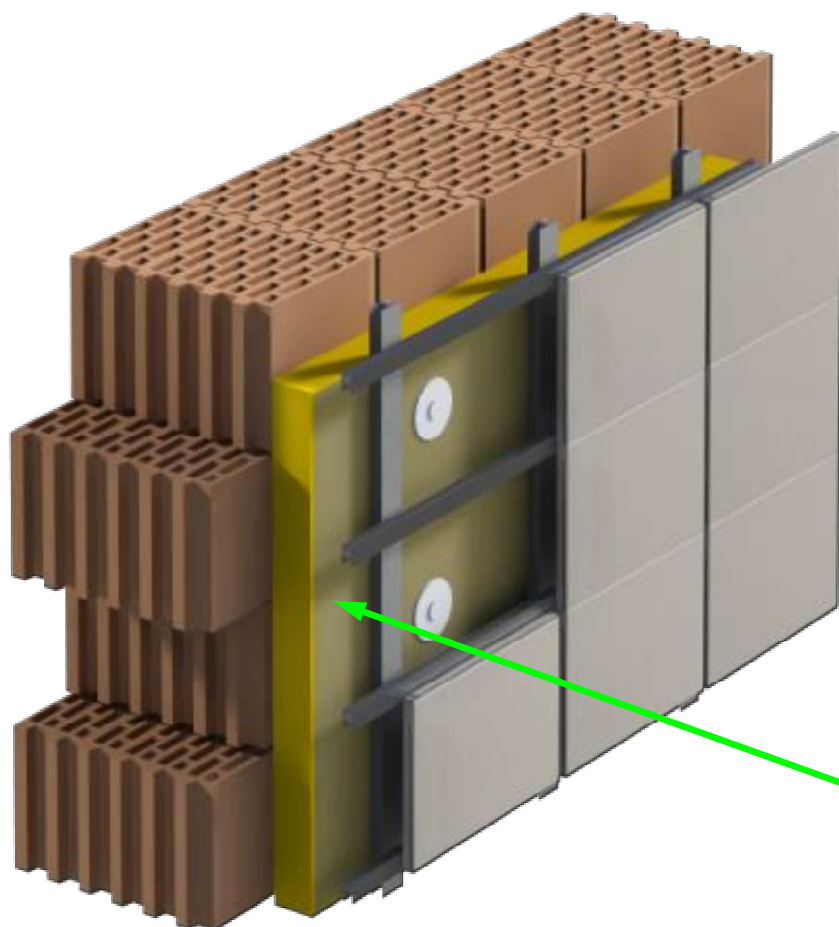






ID	Wartość M	Min	Maks	Zakres	Odch. std.	L[m]
L1	-13,24	-14,88	-9,79	5,09	1,02	0,40
L2	-12,03	-13,59	-9,42	4,16	0,99	0,31





Wetny mineralne:

- Szklana

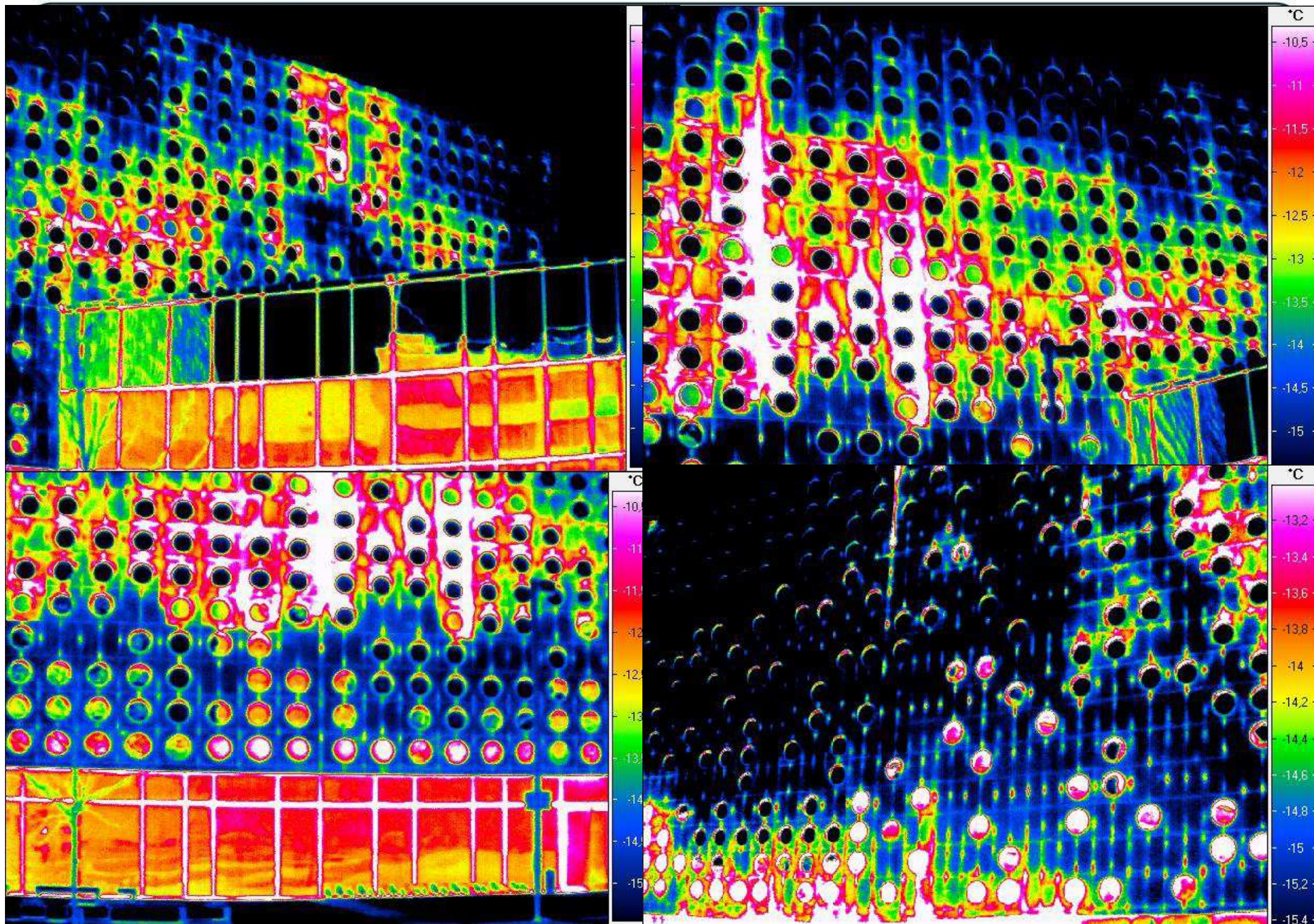
λ od 0,042 [W/ m²K] do λ
0,030 [W/ m²K]

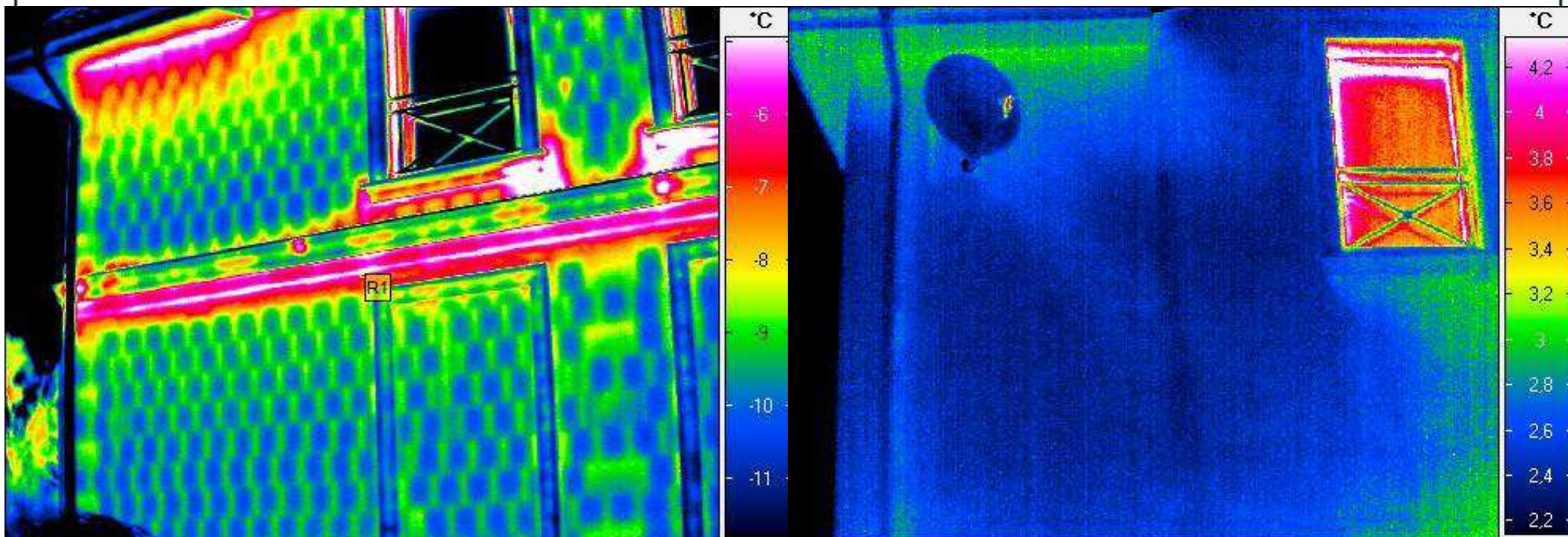
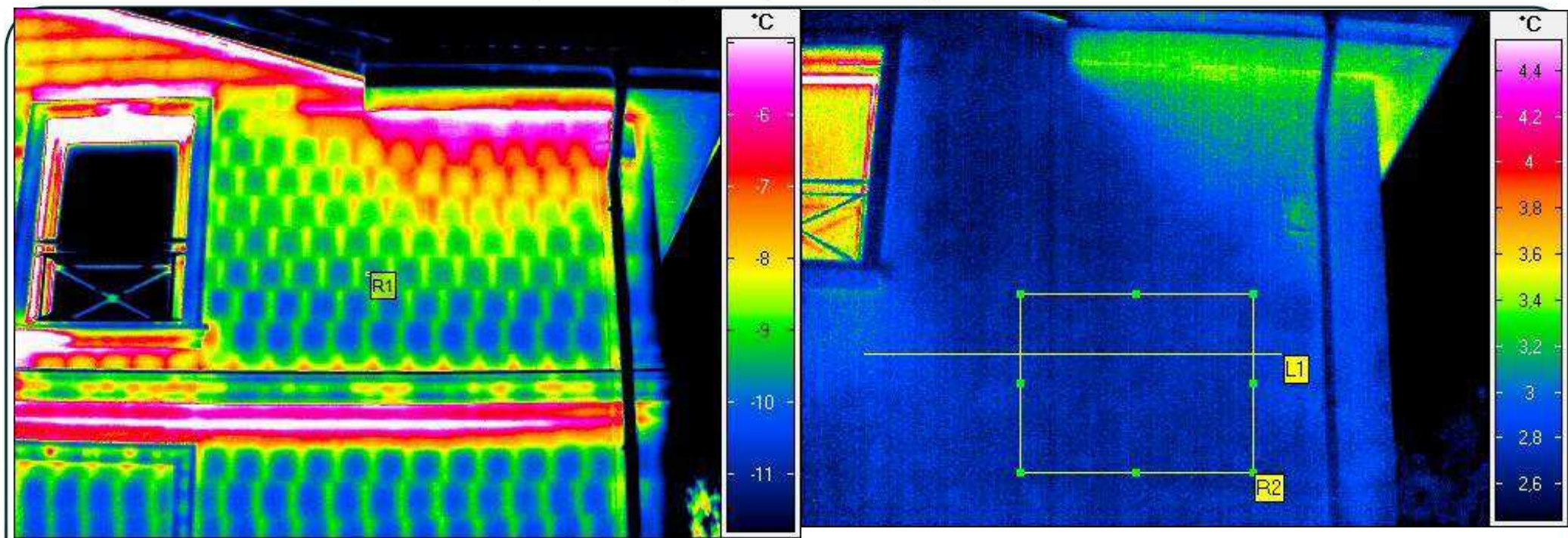
- Skalna

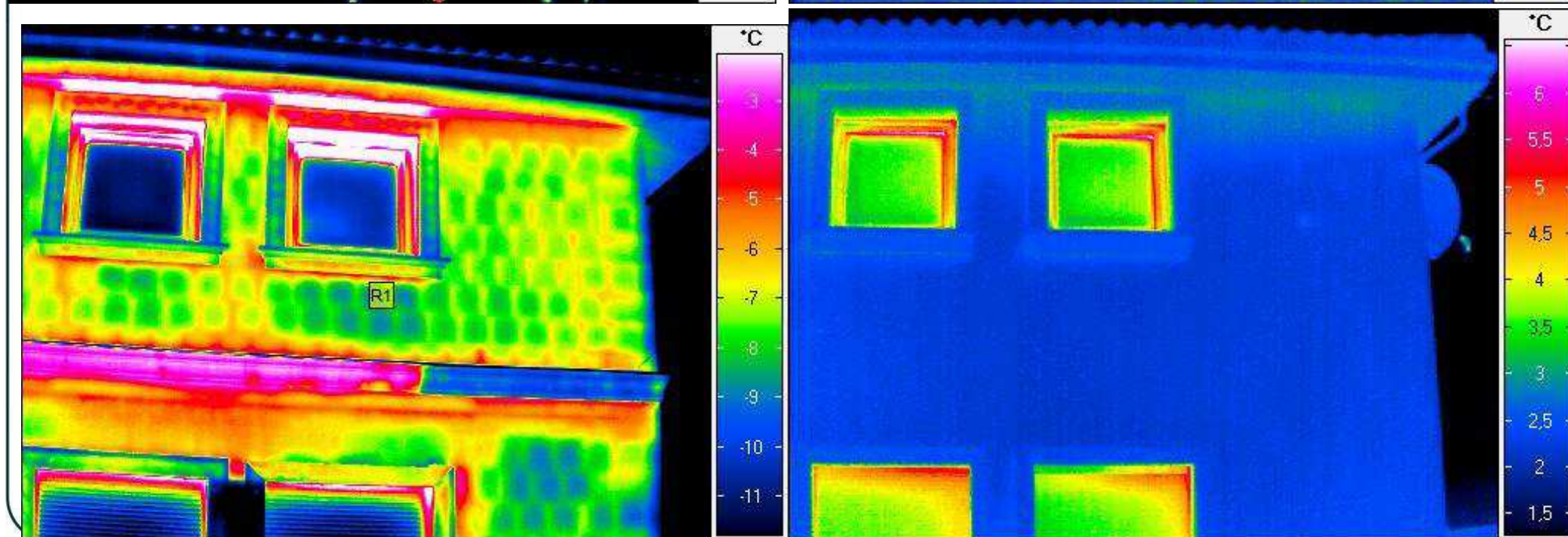
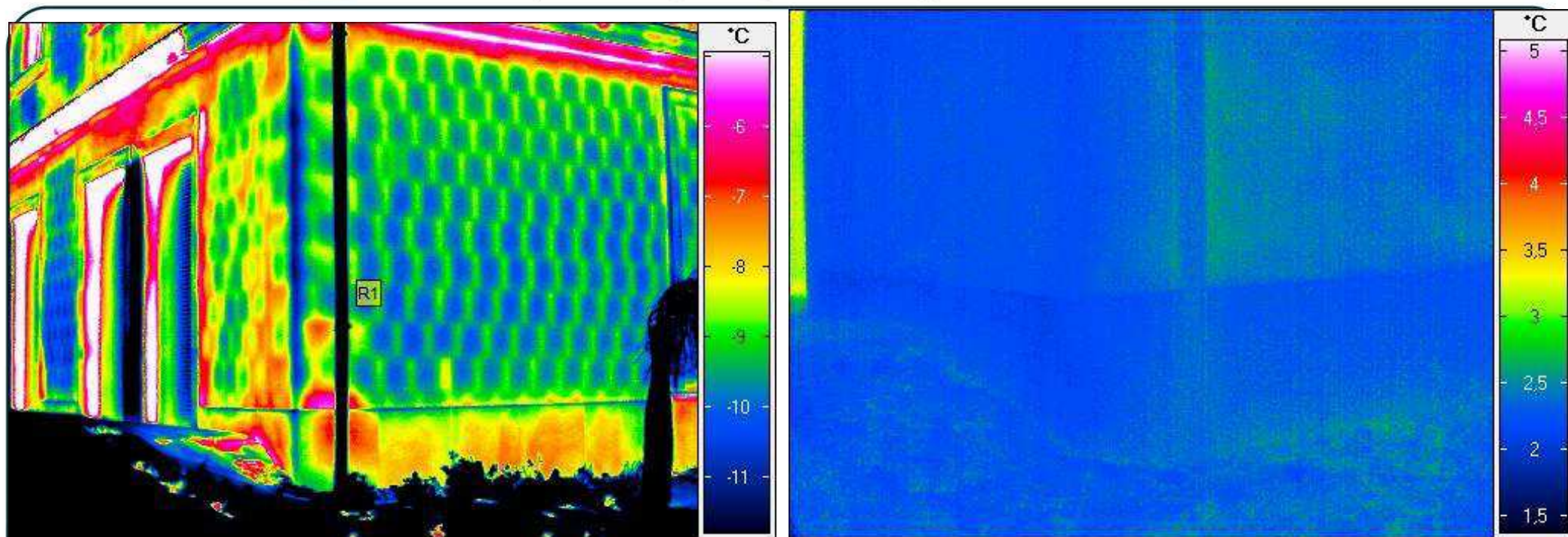
λ od 0,042 [W/ m²K] do λ
0,033 [W/ m²K]



Ściana nośna	Rodzaj izolacji cieplnej	Grubość izolacji cieplnej, m	Współczynnik przenikania ciepła przegrody bez uwzględnienia punktowych mostków cieplnych i podkładki termoizolacyjnej, W/(m ² .K)	Współczynnik przenikania ciepła przegrody z uwzględnieniem punktowych mostków cieplnych i bez uwzględnienia podkładki termoizolacyjnej, W/(m ² .K)	Współczynnik przenikania ciepła przegrody z uwzględnieniem punktowych mostków cieplnych i podkładki termoizolacyjnej*, W/(m ² .K)
Beton zbrojony: - grubość: 0,18 m, - $\lambda=2,3$ W/(mK)	WMI $\lambda=0,030$ W/(mK)	0,10	0,28	0,40	0,35
		0,12	0,24	0,37	0,32
		0,15	0,19	0,32	0,28
		0,18	0,16	0,29	0,25
		0,20	0,14	0,27	0,23
Cegła silikatowa: - grubość: 0,24 m, - $\lambda=0,9$ W/(mK)		0,10	0,27	0,37	0,33
		0,12	0,23	0,34	0,30
		0,15	0,18	0,30	0,26
		0,18	0,16	0,27	0,23
		0,20	0,14	0,25	0,22







OBLICZANIE LINIOWYCH I PUNKTOWYCH MOSTKÓW CIEPŁA

POLSKA NORMA

ICS 91.120.10

PN-EN ISO 10211

**Mostki cieplne w budynkach
Strumienie ciepła i temperatury powierzchni
Obliczenia szczegółowe**

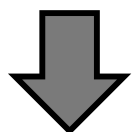


Straty ciepła przez przenikanie przez elementy budynku – Liniowe i punktowe mostki cieplne

$$H_D = \sum U \cdot A + \sum \psi \cdot l + \sum \chi \quad [W / K]$$



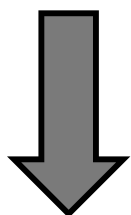
$$\chi = 0$$



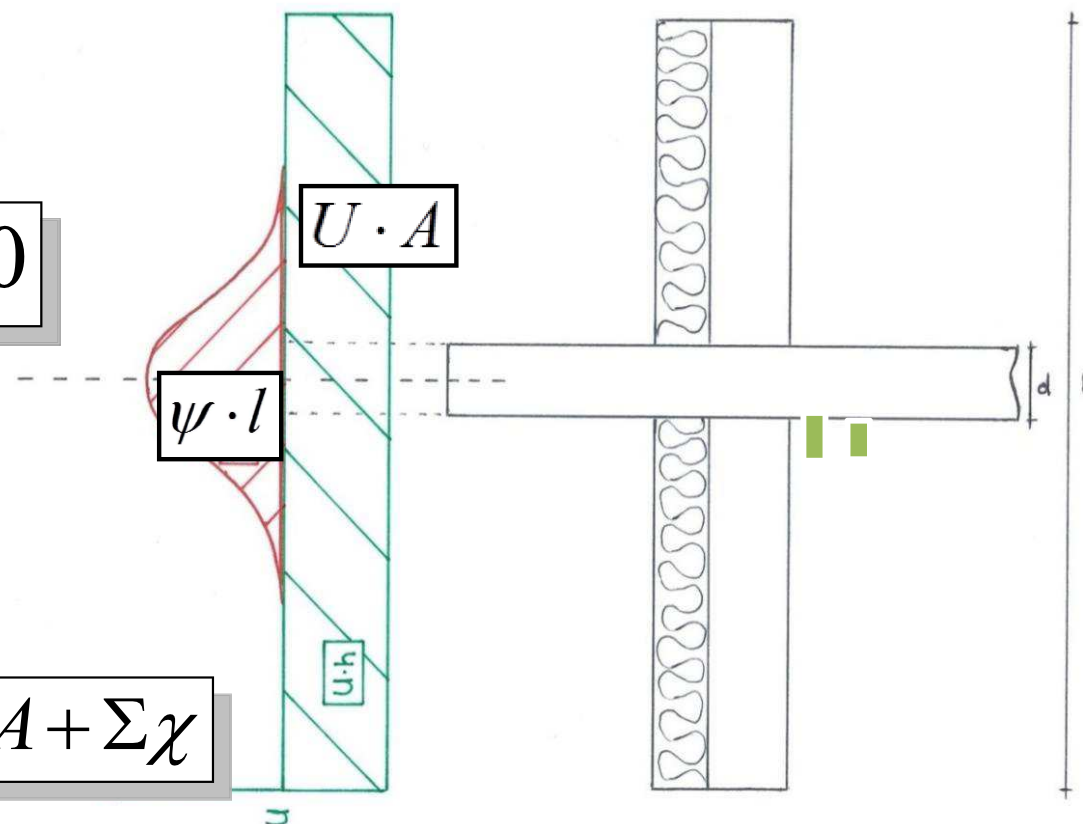
$$H_D = \sum U \cdot A + \sum \psi \cdot l$$



$$\psi = 0$$



$$H_D = \sum U \cdot A + \sum \chi$$



Należy dążyć do rozwiązań minimalizujących wpływ liniowych i punktowych mostków cieplnych, czyli minimalizowania współczynników ψ i χ .



Schemat	Bez balkonu	KXT50-h200	K50-h200	B.z izol. obustr.	B.z mostkiem
Rozkład temperatur					
$H_D = \sum U \cdot A + \sum \psi \cdot I$ [W/K]	0,966	1,061	1,122	1,384	1,868
Ściana $\sum U \cdot A$ [W/K]	0,966	0,966	0,966	0,966	0,966
Balkon $\sum \psi \cdot I$ [W/K]	0,00	0,095	0,156	0,418	0,902
ψ_e [W/m ² *K]	0,00 *	0,095	0,156	0,418	0,902
Ściana b. balkonu=100%	100%	110%	116%	143%	194%
temperatura θ_{si} [°C]	17,4	16,6	16,2	14,3	10,9
czynnik temp. f_{Rsi}	0,93	0,92	0,91	0,86	0,77
Klasa mostka		C1	C2	C3	C4

Dane wg Raportu ITB 1808/11/Z00NF z 11.2011



Schemat					
Rozkład temperatur					
$H_D = \sum U \cdot A + \sum \psi \cdot I$ [W/K]	0,856	0,952	1,100	1,249	1,537
Ściana $\sum U \cdot A$ [W/K]	0,528	0,528	0,528	0,528	0,528
Stropodach $\sum U \cdot A$ [W/K]	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327
Attyka $\sum \psi \cdot I$ [W/K]	0,0	0,096	0,244	0,394	0,682
ψ Attyka [W/m*K]		0,096	0,244	0,394	0,682
Naroże b. attyki = 100%	100,0%	111,3%	128,5%	146,0%	179,6%
temperatura θ_{si} [°C]	15,5	14,4	12,6	10,9	7,8
czynnik temp. f_{Rsi}	0,89	0,86	0,82	0,77	0,69
Klasa mostka		C1	C2	C3	C4



**Jak rozpoznać,
czy ze względu na mostki cieplne,
poprawnie zaprojektowano przegrody
budowlane?**



Udział strat ciepła przez mostki w budynkach spełniających aktualne wymagania prawne

Budynek	Typ przegrody	Htr przegród	Htr mostków	Htr łączne
		[W/K]	[W/K]	[W/K]
Apartamentowiec	Przegrody pełne	476,92	195,04	671,96
	Stolarka	1338,04	155,53	1493,57
	Razem	1814,96	350,57	2165,53
	Udział procentowy	83,8%	16,2%	
Dom jednorodzinny WT2014	Przegrody pełne	45,45	9,18	54,63
	Stolarka	32,51	6,95	39,46
	Razem	77,96	16,13	94,09
	Udział procentowy	82,9%	17,1%	
Budynek wielorodzinny z balkonami	Przegrody pełne	1716,85	1103,46	2820,31
	Stolarka	2366,18	910,08	3276,26
	Razem	4083,03	2013,54	6096,57
	Udział procentowy	67,0%	33,0%	

Aby spełnić wymagania prawne należało:

1. Poprawić izolację termiczną ścian przez zwiększenie oporu cieplnego
2. Poprawić konstrukcję węzłów w których występują mostki cieplne



Klasyfikacja efektywności energetycznej przegród budowlanych ze względu na mostki cieplne

Ocena konstrukcji przegród budowlanych ze względu na mostki termiczne	Procentowy udział strat ciepła przez liniowe mostki termiczne
Niezadowalająca	Więcej niż 15%
Dostateczna	Od 10% do 15%
Dobra	Od 5% do 10%
Bardzo dobra	Poniżej 5%



Budynek	Typ przegrody	Htr przegród	Htr mostków	Htr łączne
		[W/K]	[W/K]	[W/K]
Apartamentowiec	Przegrody pełne	476,92	195,04	671,96
	Stolarka	1338,04	155,53	1493,57
	Razem	1814,96	350,57	2165,53
	Udział procentowy	83,8%	16,2%	
Dom jednorodzinny WT2014	Przegrody pełne	45,45	9,18	54,63
	Stolarka	32,51	6,95	39,46
	Razem	77,96	16,13	94,09
	Udział procentowy	82,9%	17,1%	
Budynek wielorodzinny z balkonami	Przegrody pełne	1716,85	1103,46	2820,31
	Stolarka	2366,18	910,08	3276,26
	Razem	4083,03	2013,54	6096,57
	Udział procentowy	67,0%	33,0%	
Hala produkcyjna pasywna	Przegrody pełne	1354,7	41,59	1396,29
	Stolarka	336,17	8,14	344,31
	Razem	1690,87	49,73	1740,6
	Udział procentowy	97,1%	2,9%	
Szkoła pasywna	Przegrody pełne	884,5	85,6	970,1
	Stolarka	522,98	51,93	574,91
	Razem	1407,48	137,53	1545,01
	Udział procentowy	91,1%	8,9%	
Szkoła pasywna II	Przegrody pełne	185,7	6,64	192,34
	Stolarka	48,69	1,88	50,57
	Razem	234,39	8,52	242,91
	Udział procentowy	96,5%	3,5%	

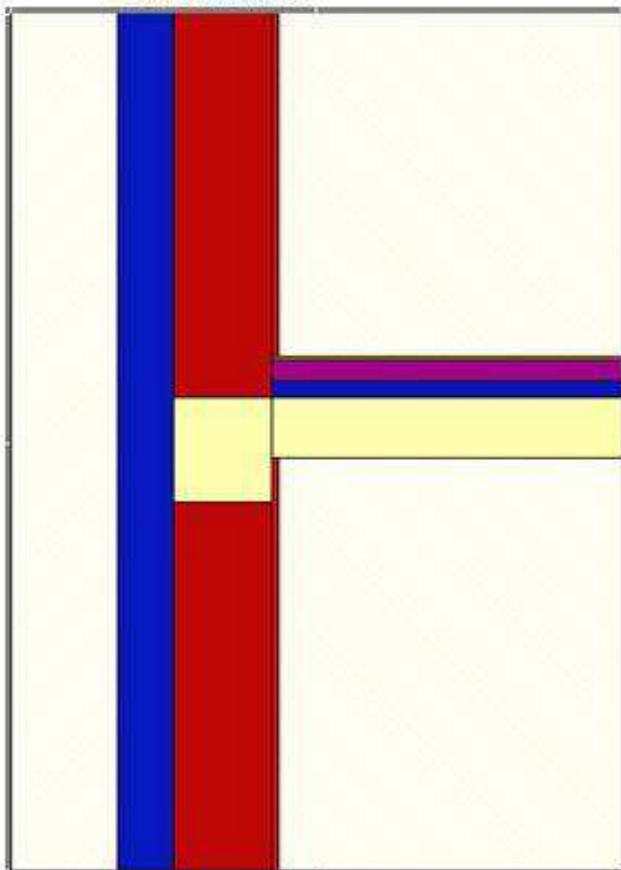


PRZYKŁAD MOSTKÓW CIEPLNYCH

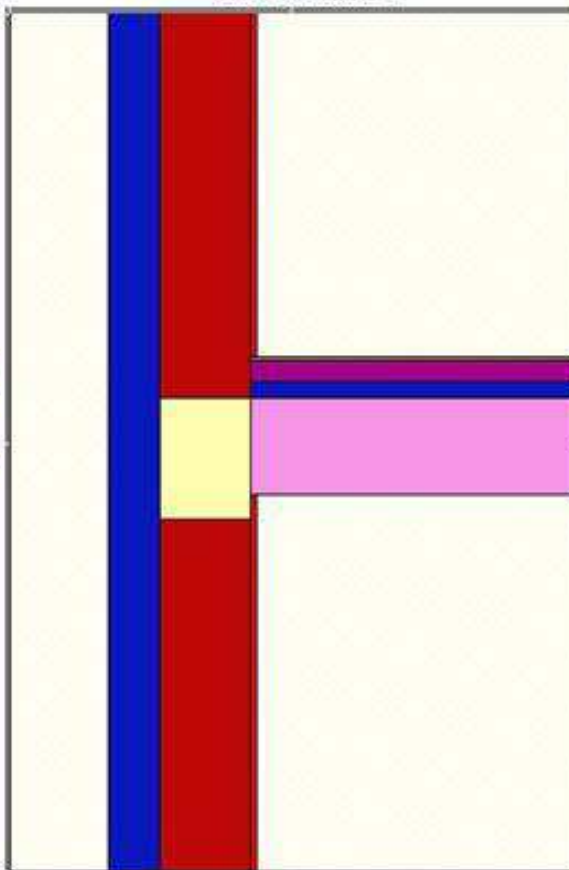
Katalogi opracowane dla programu Certo 2014 PRO



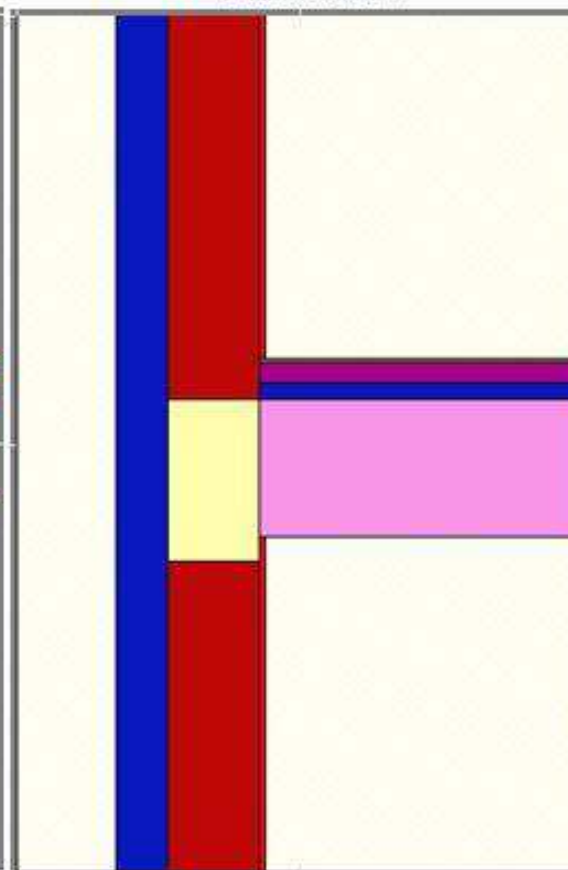
schemat 1



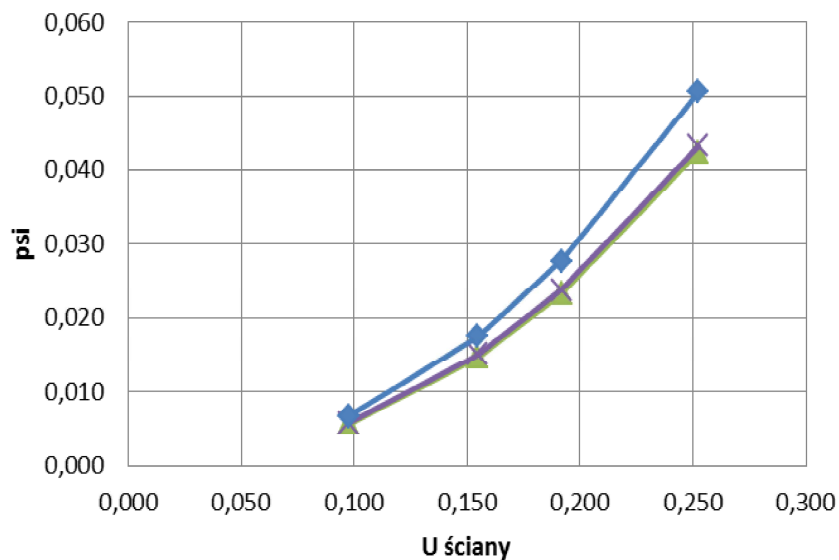
schemat 2



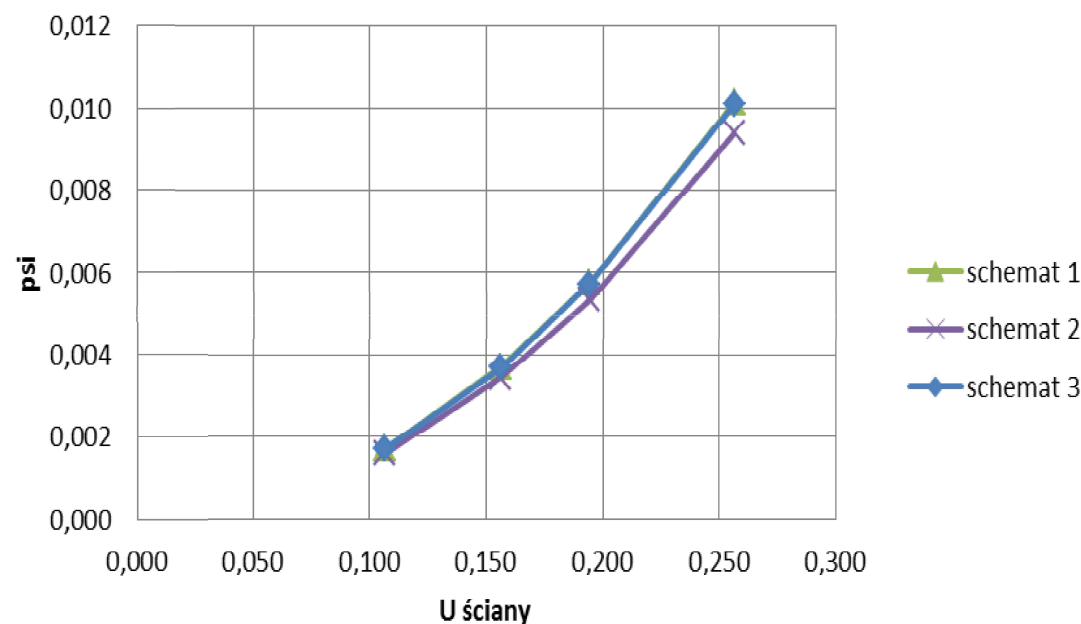
schemat 3



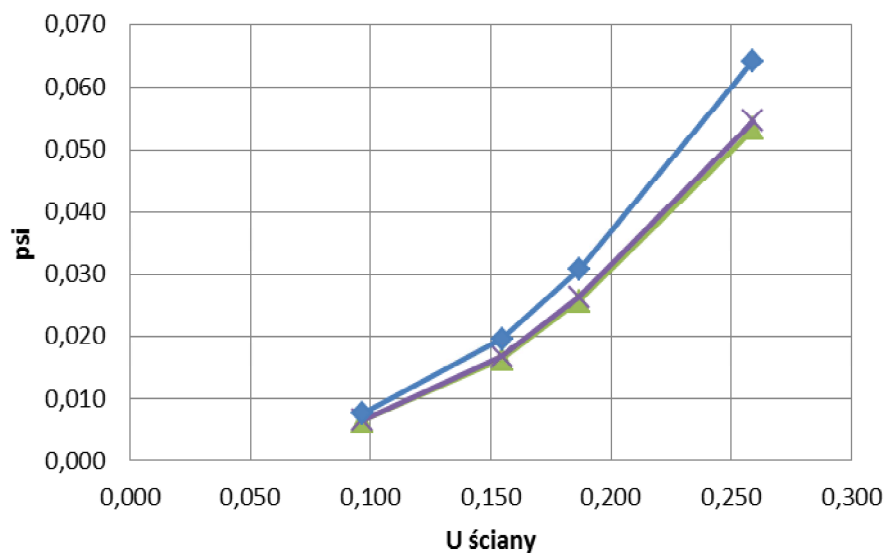
ceramika poryzowana



silikat

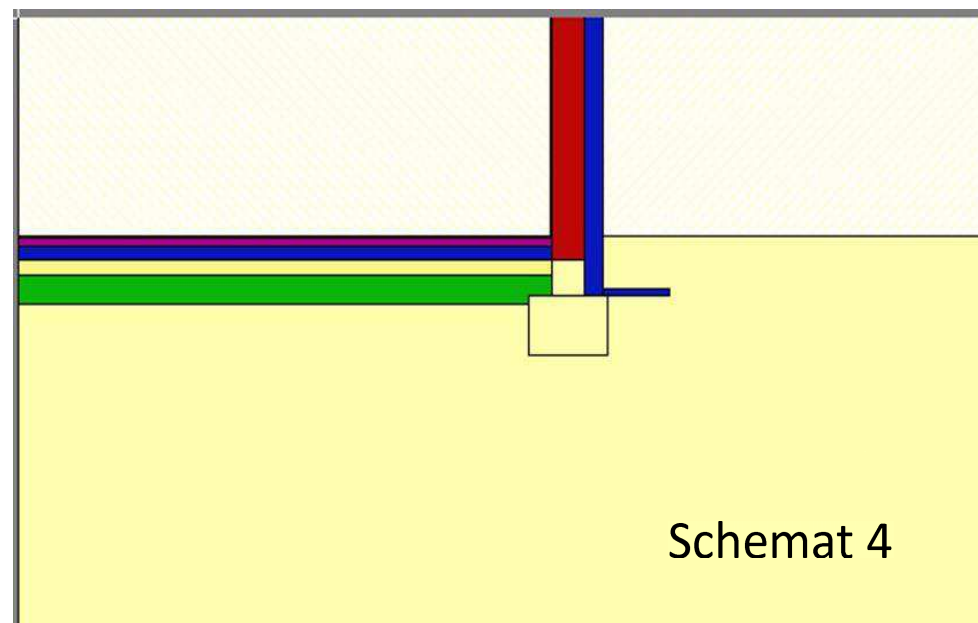
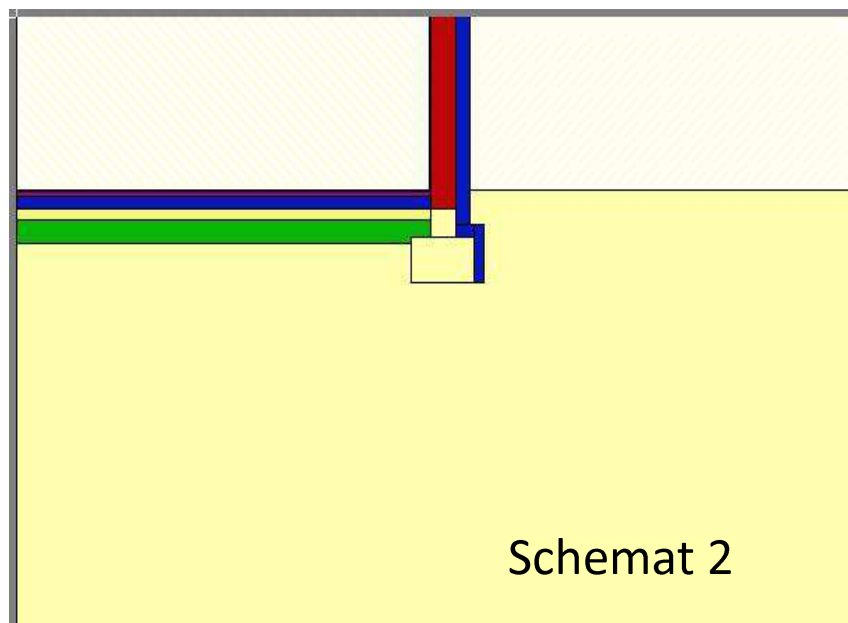
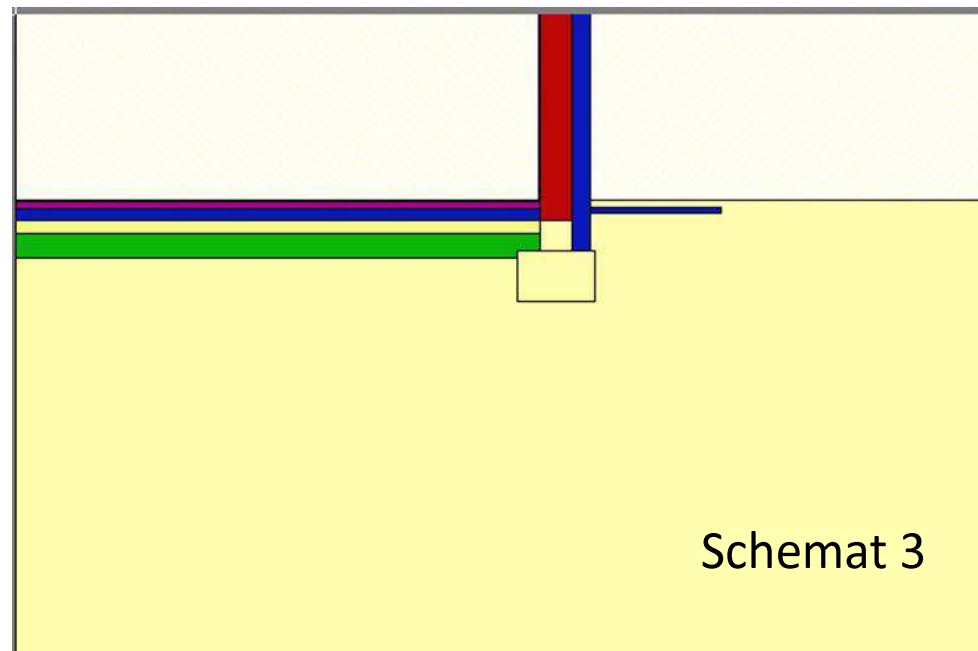
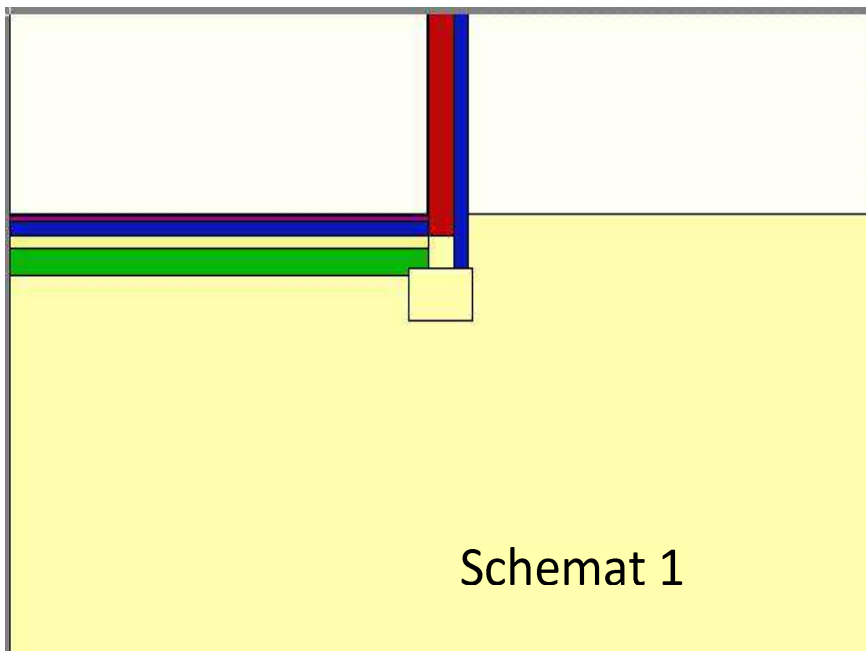


gazobeton

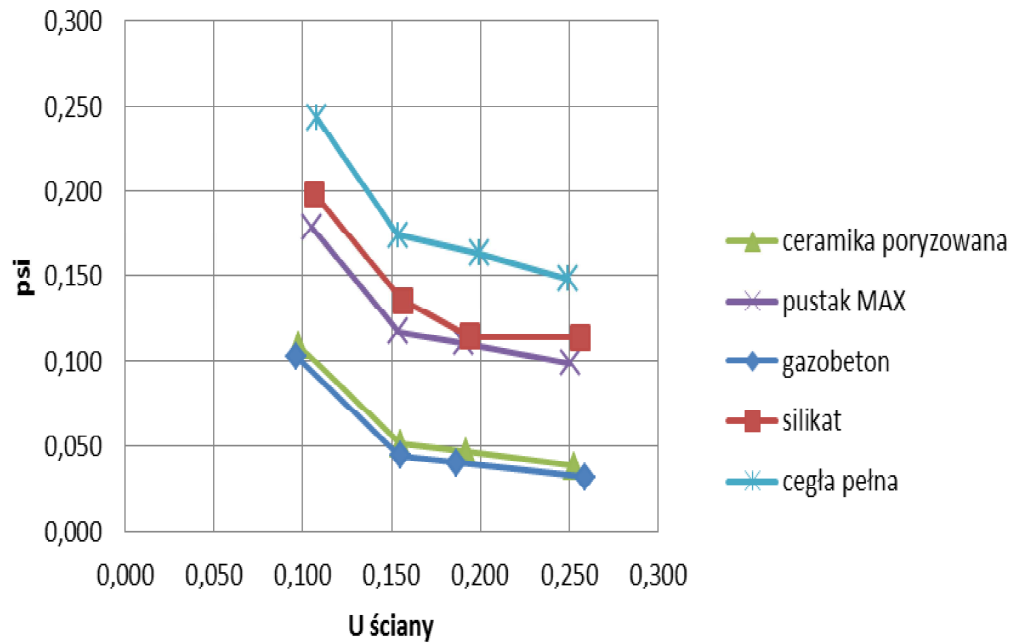


- ✕ schemat 2
- ◆ schemat 3

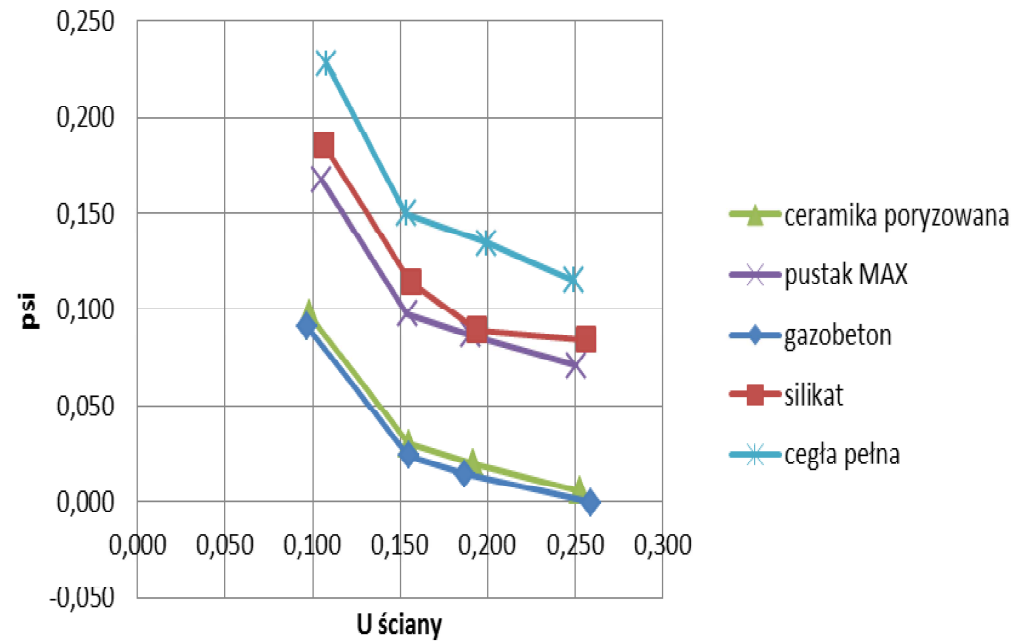




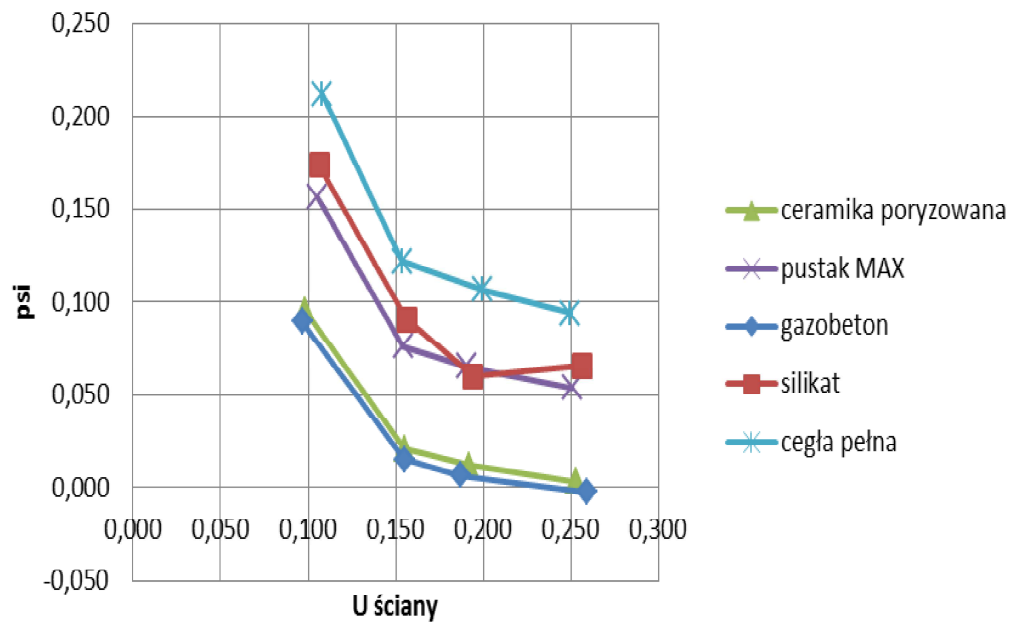
porównanie schemat 1



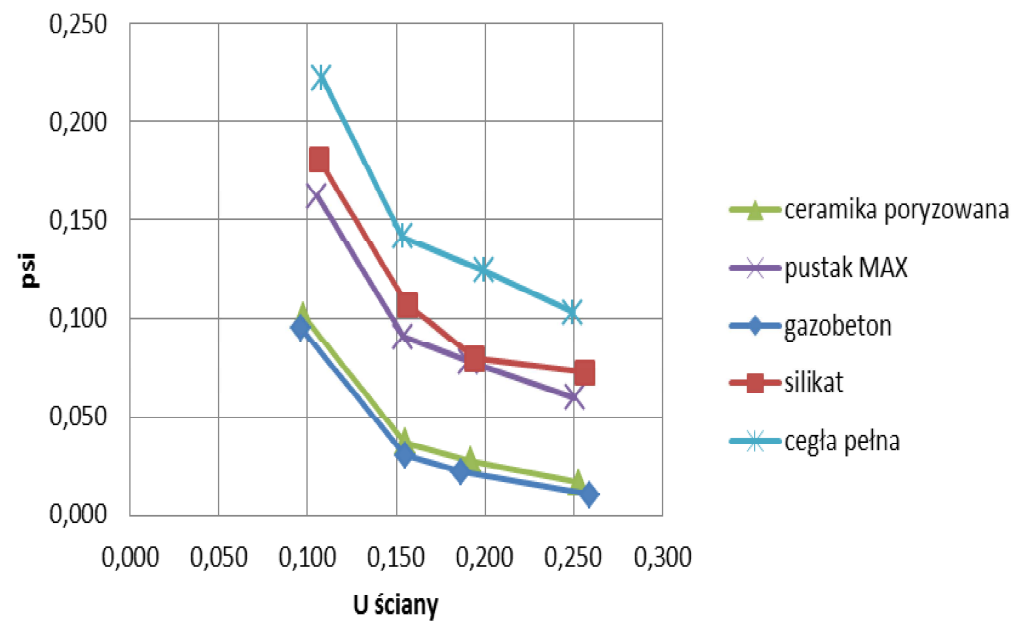
porównanie schemat 4



porównanie schemat 2



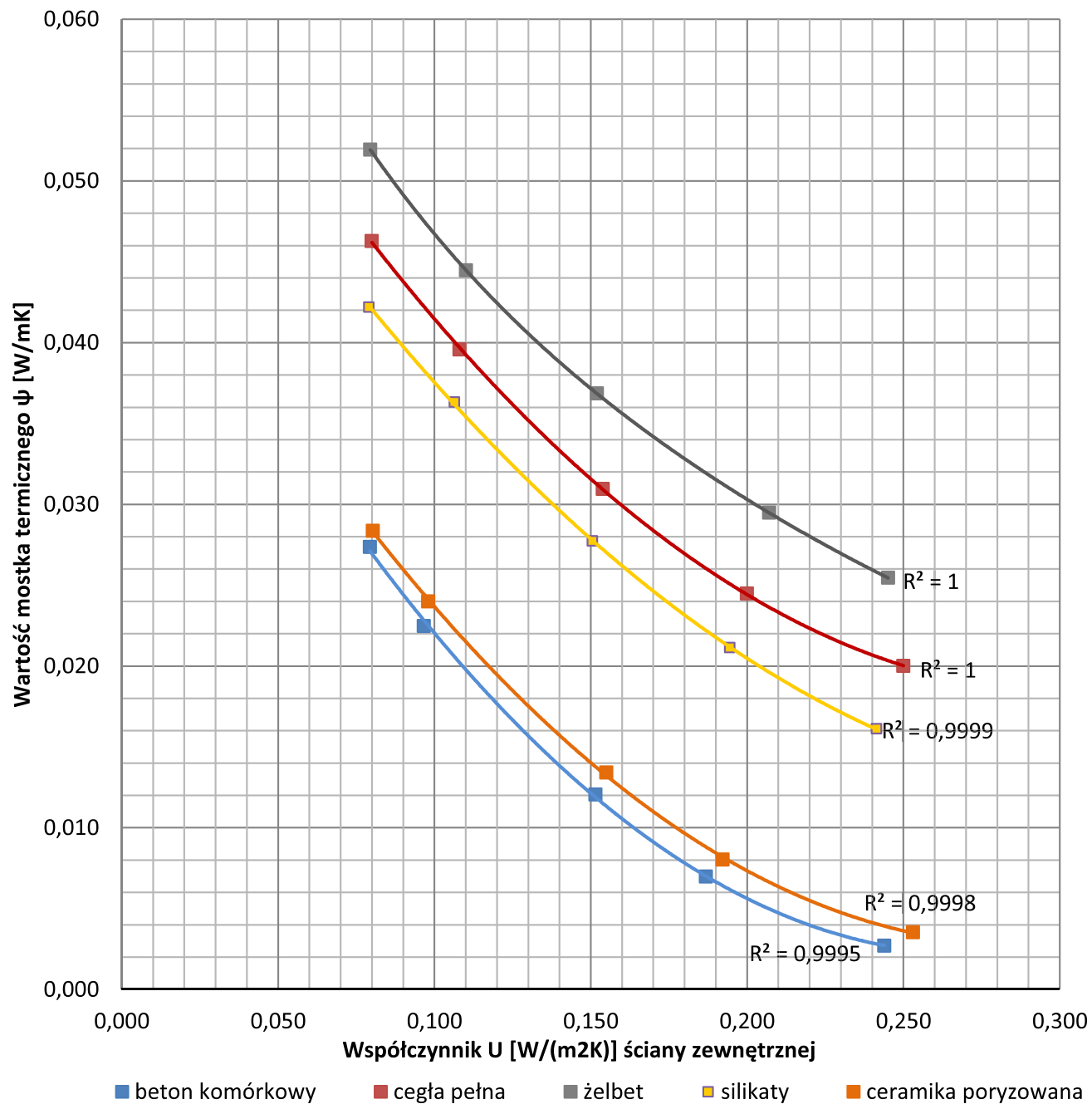
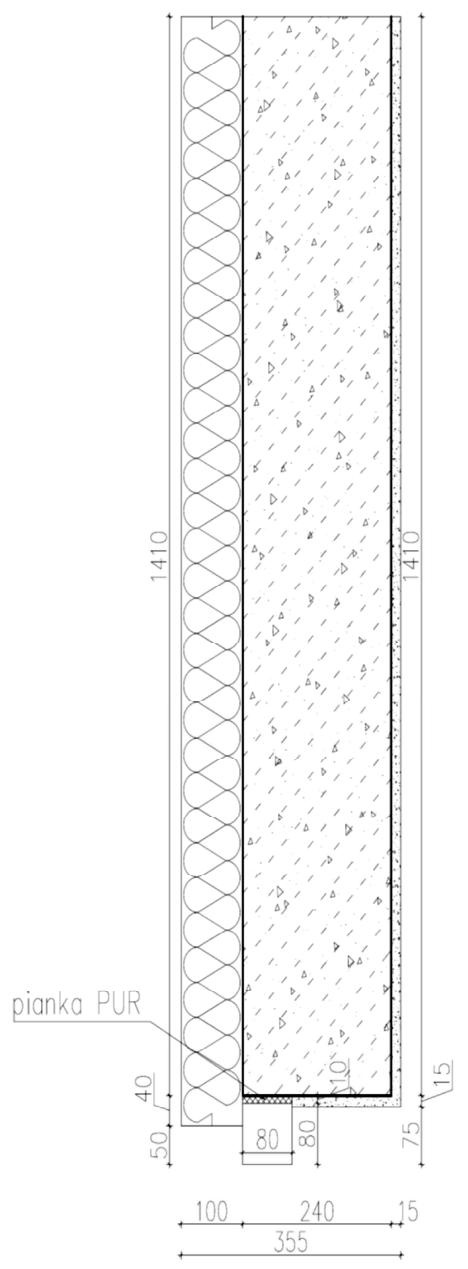
porównanie schemat 5

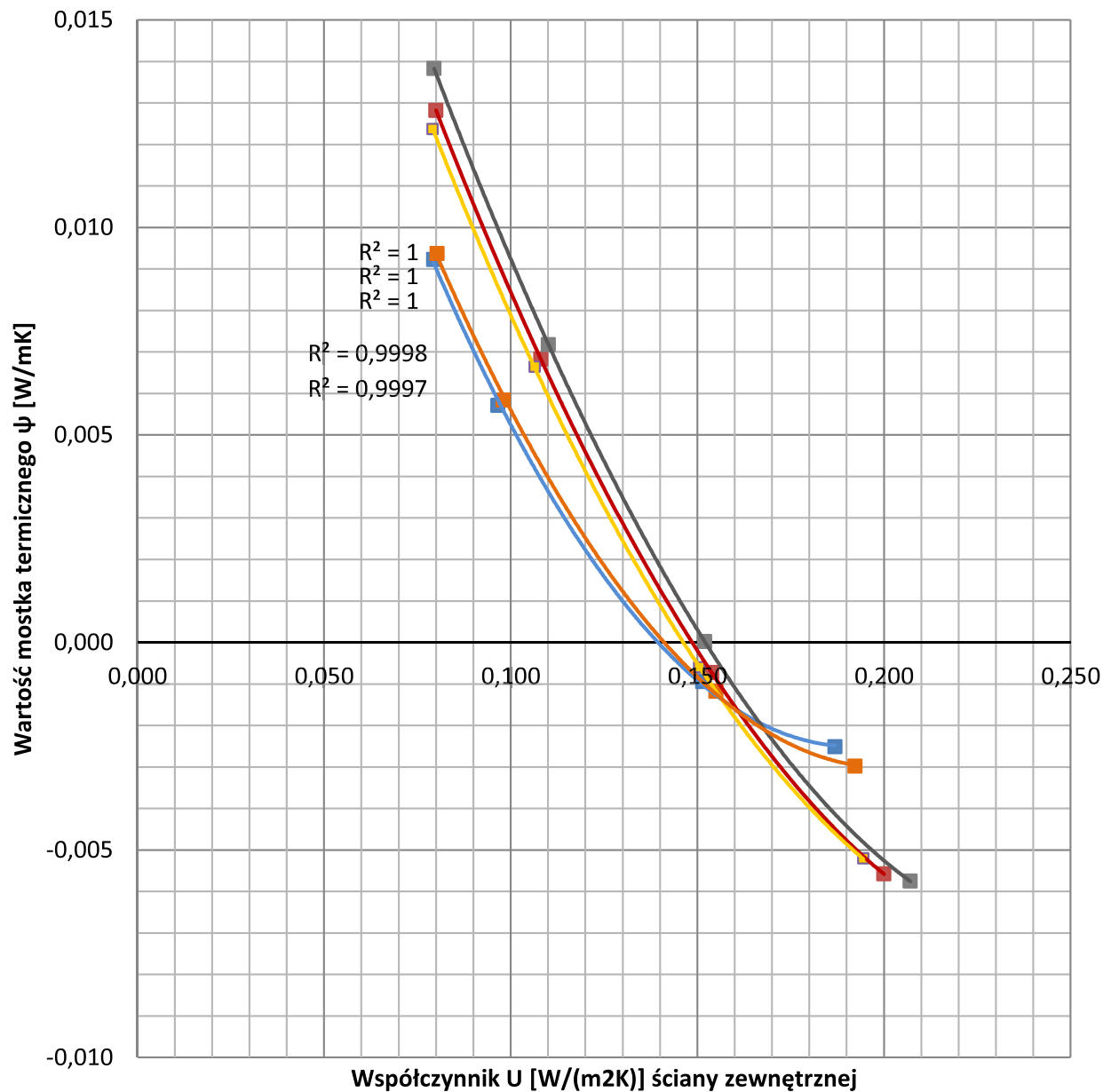
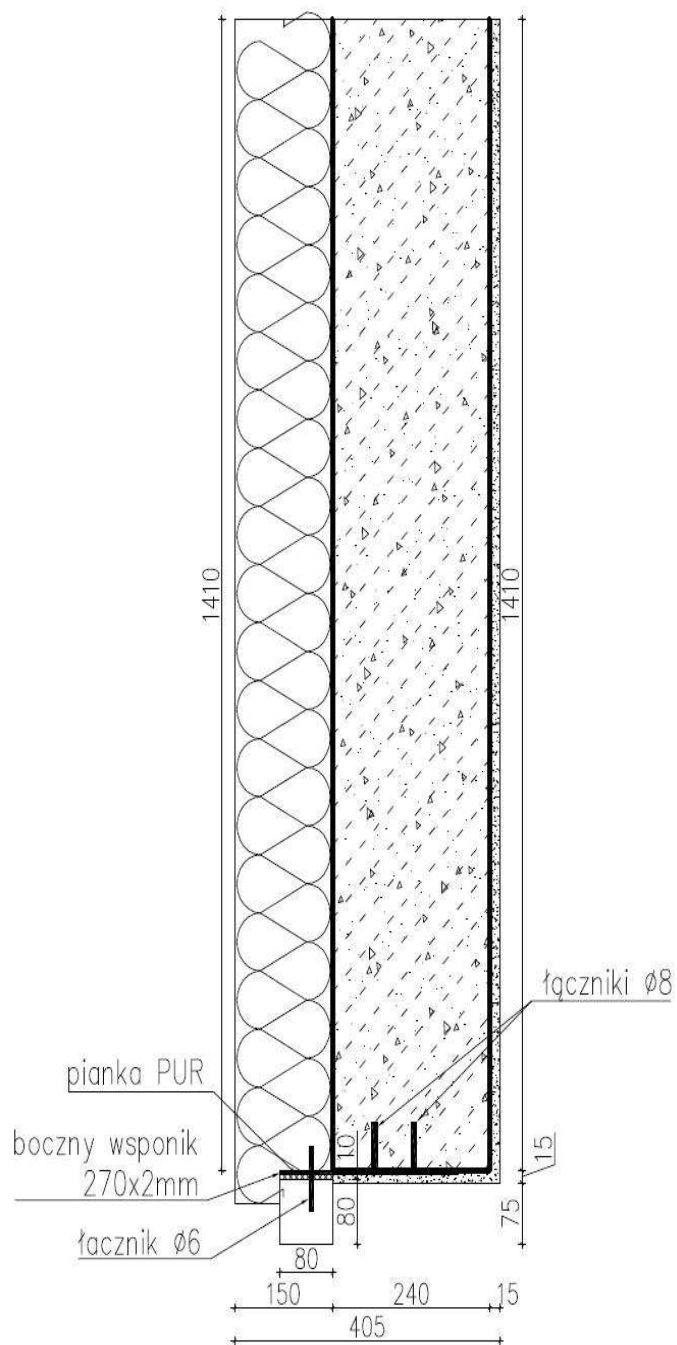




Mostki cieplne na węgarkach



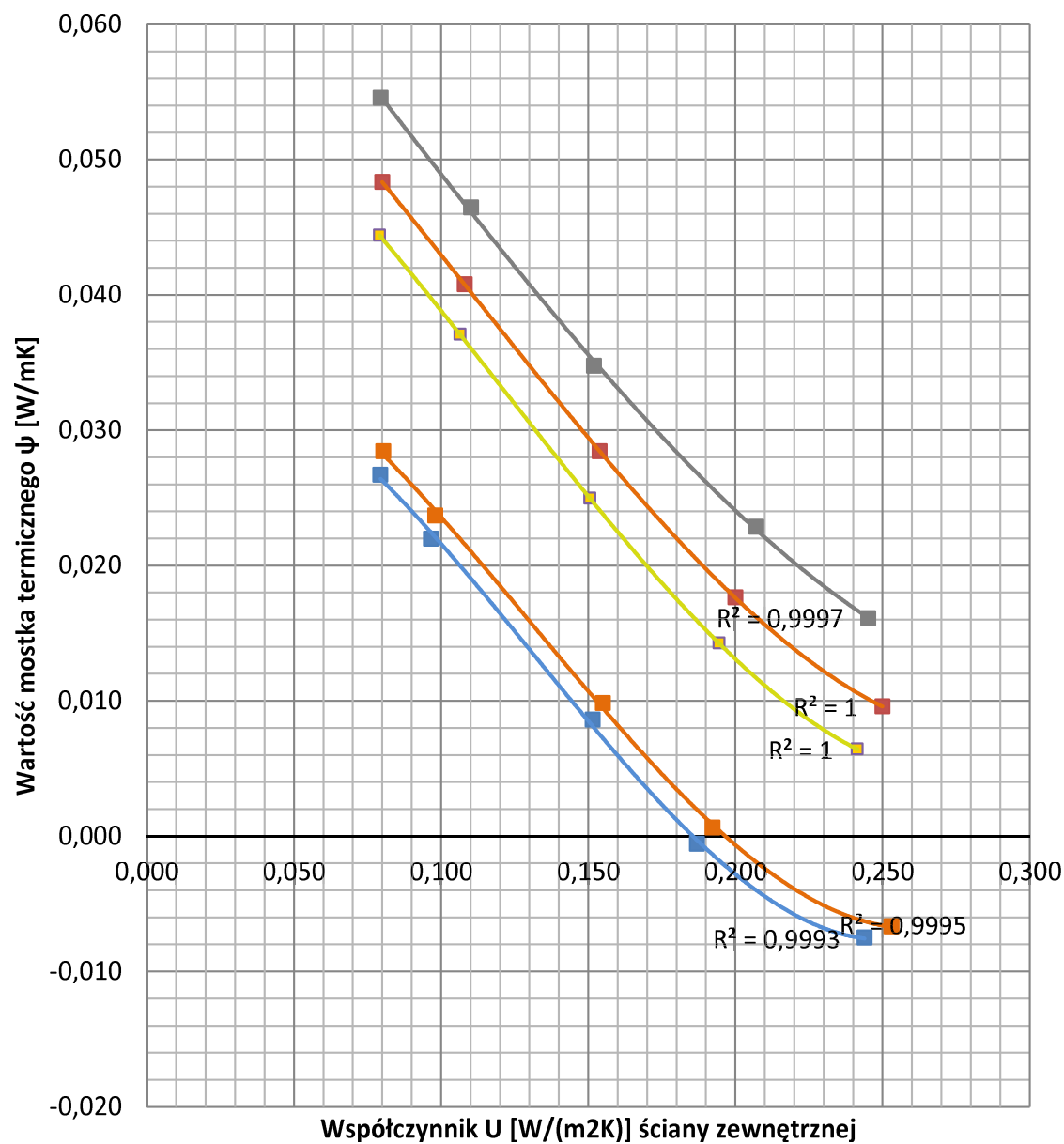
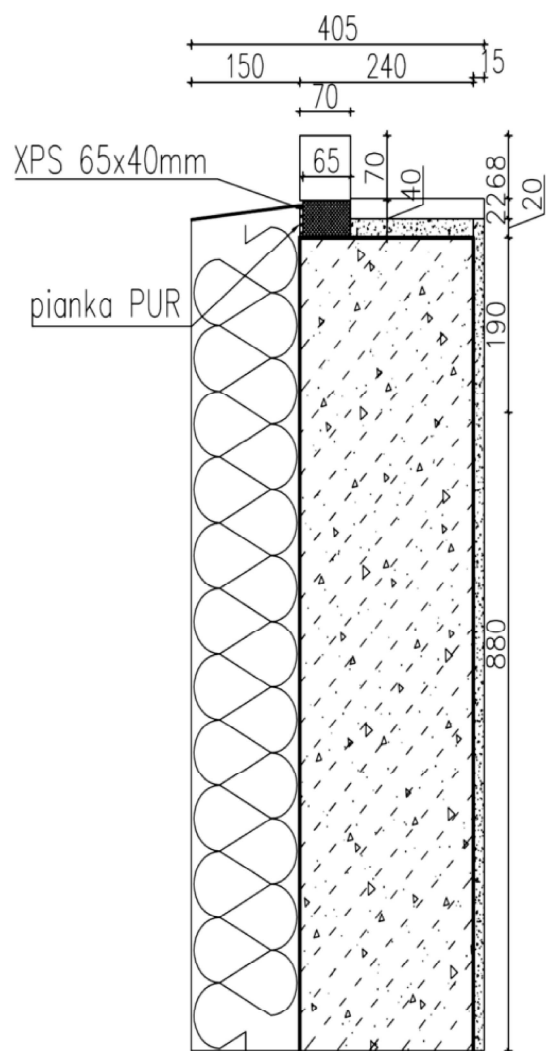






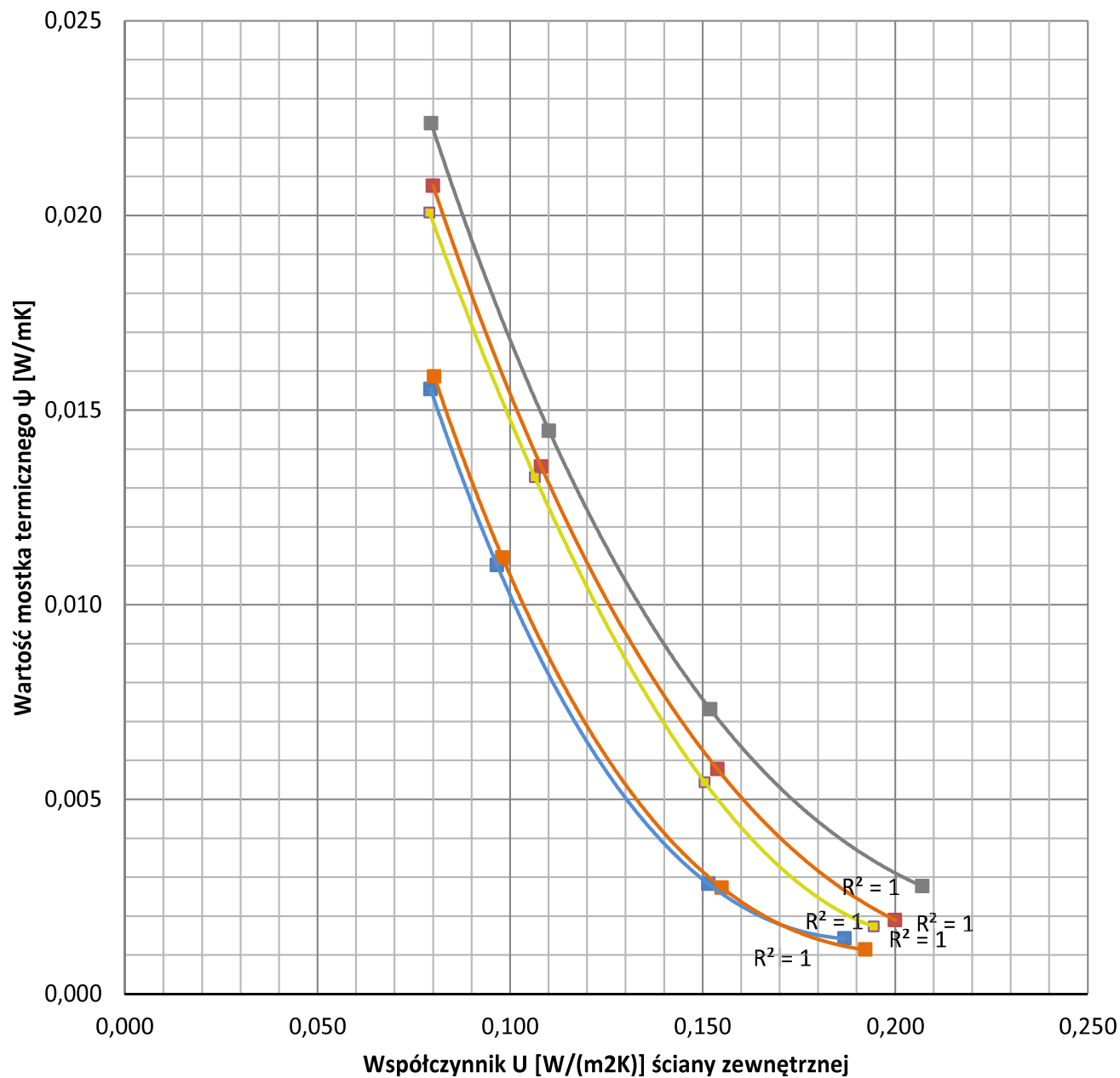
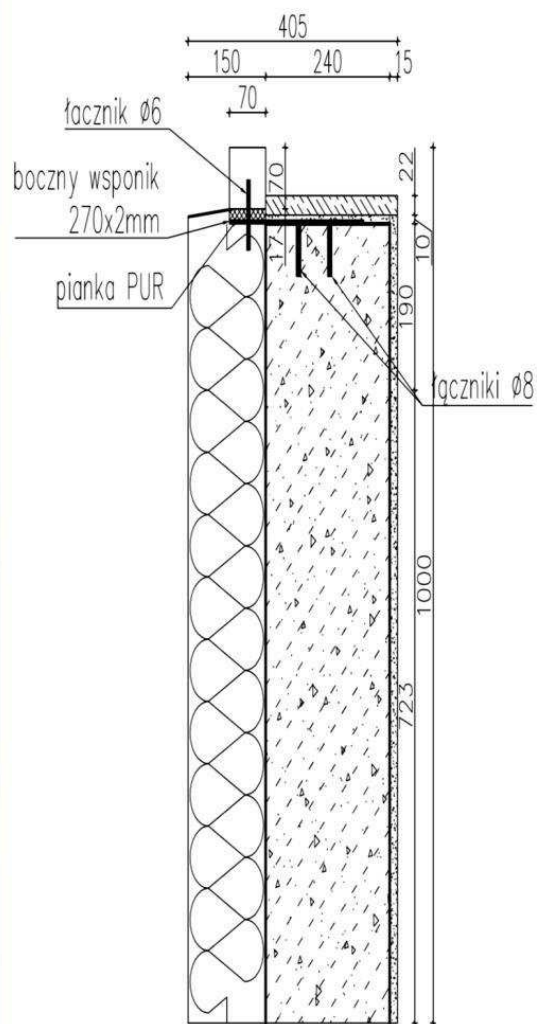
Mostki cieplne podokienników





■ beton komórkowy
 ■ cegła pełna
 ■ żelbet
 ■ silikaty
 ■ ceramika poryzowana





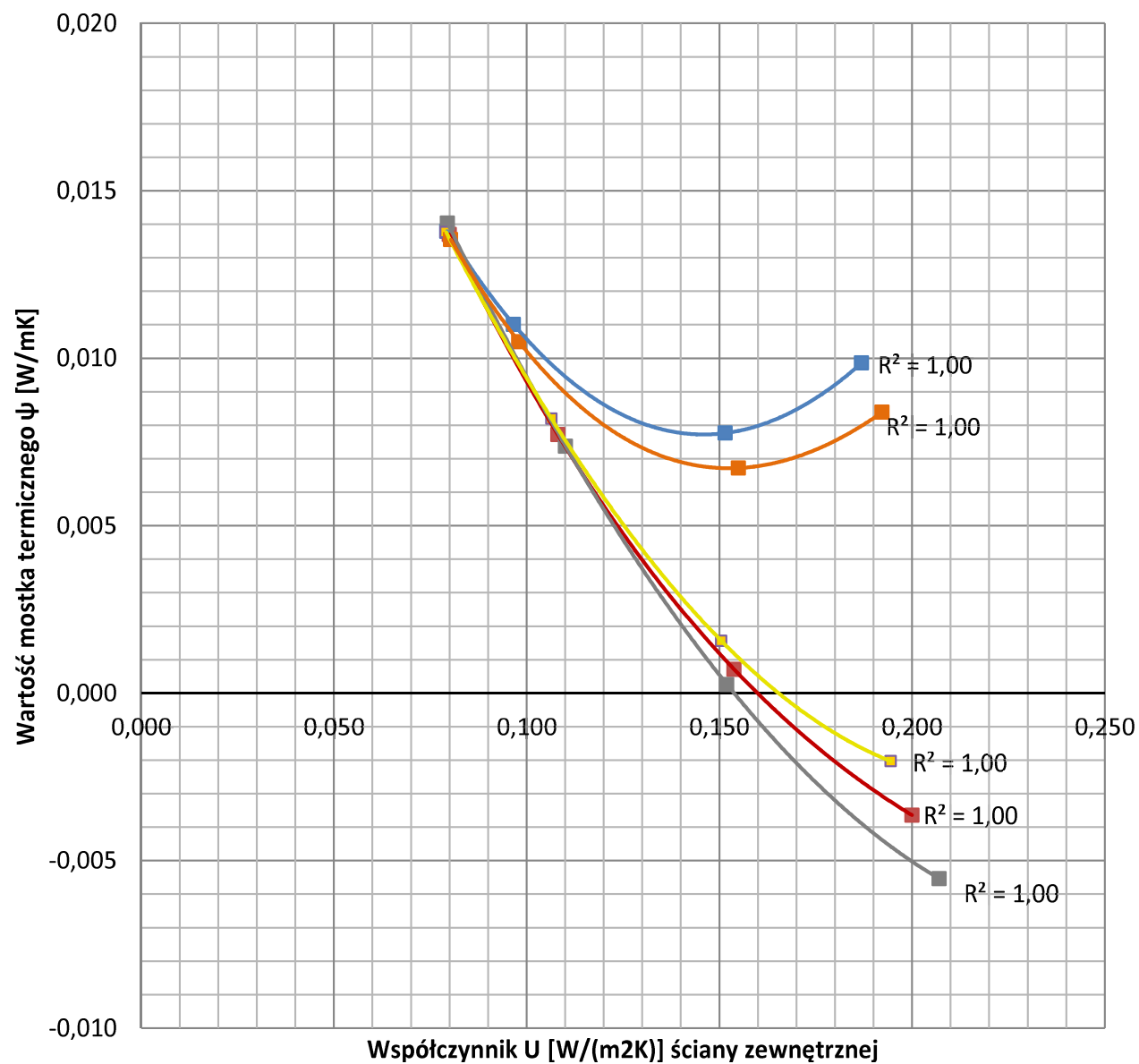
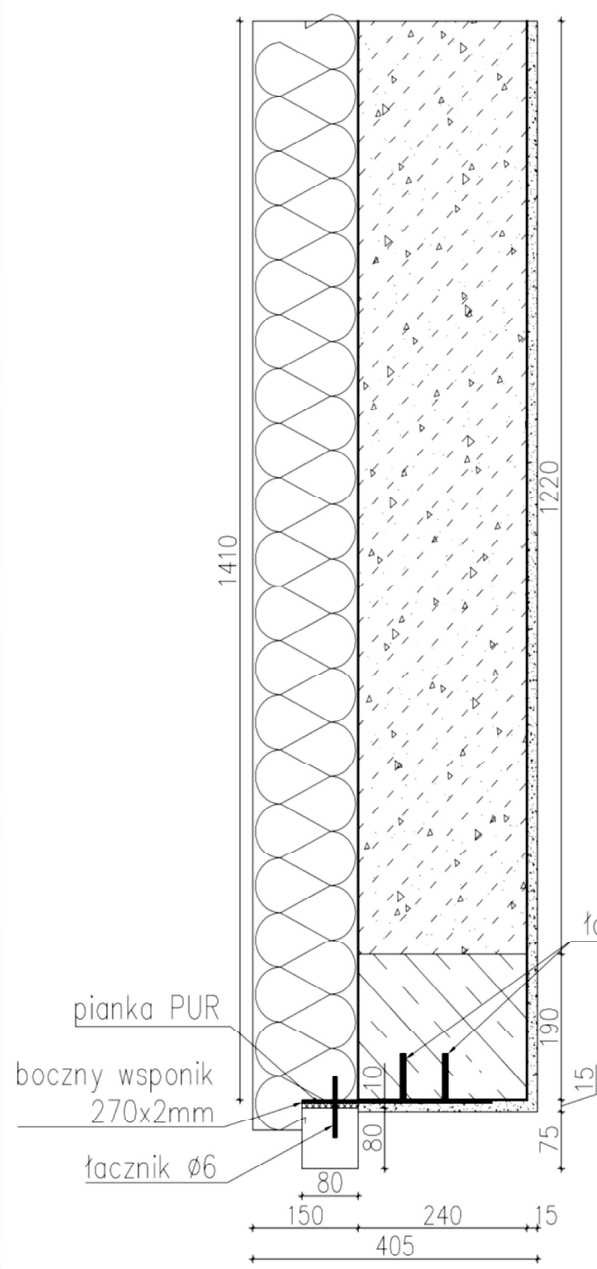
■ beton komórkowy
 ■ cegła pełna
 ■ żelbet
 ■ silikaty
 ■ ceramika poryzowana

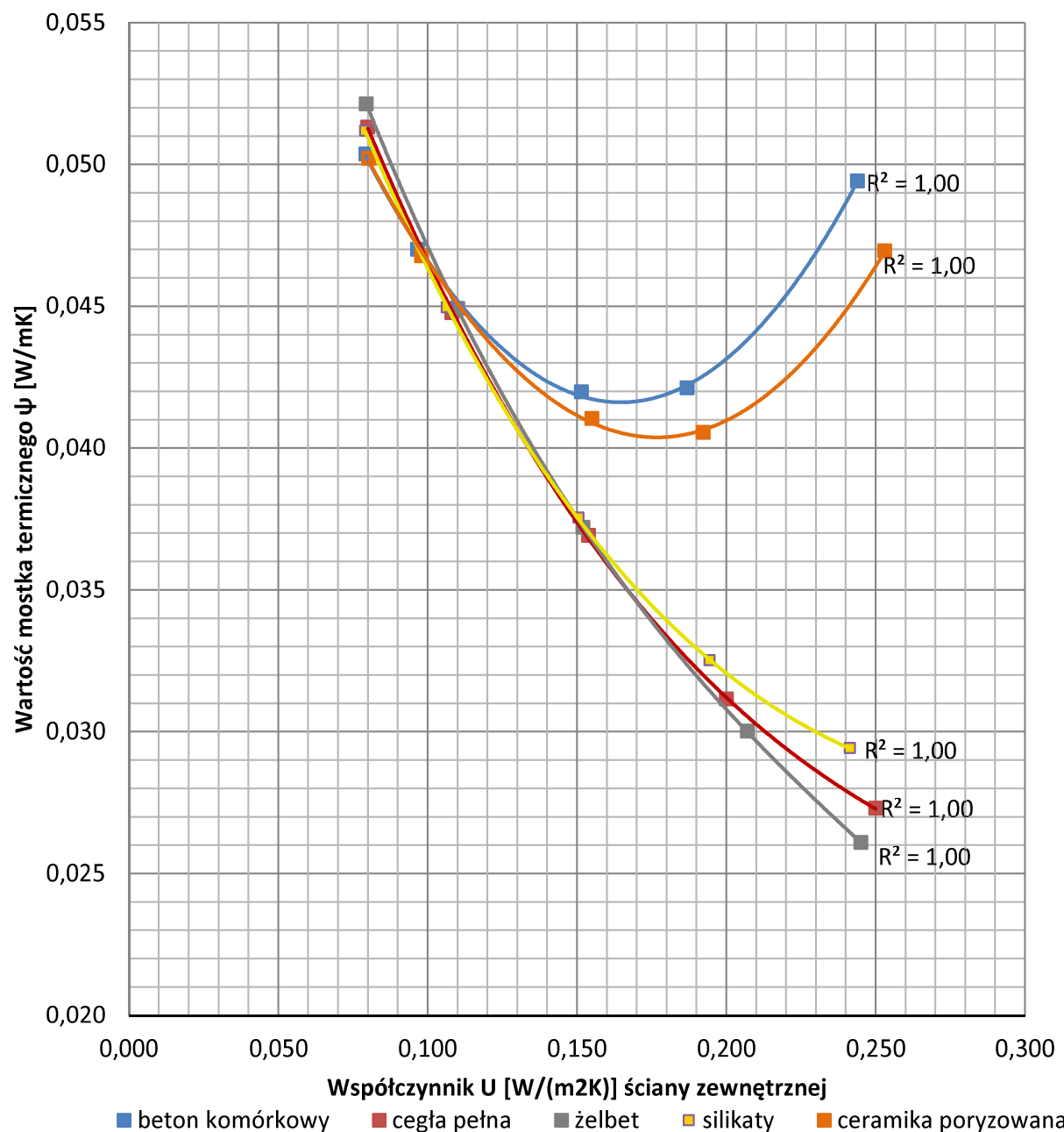
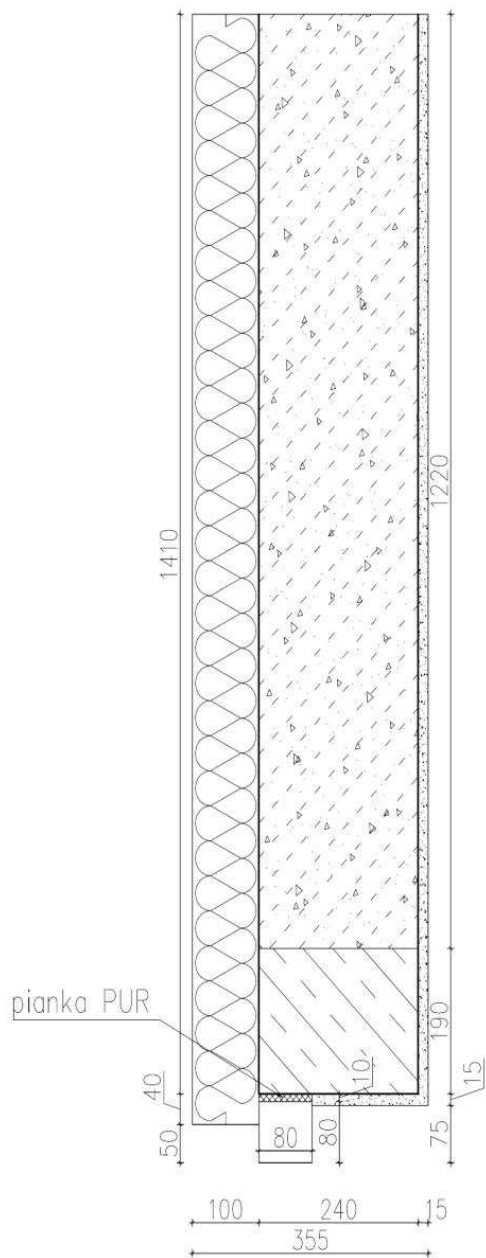




MOSTKI CIEPLNE - NADPROŻA









ANALIZA MOSTKÓW CIEPLNYCH W PROGRAMIE

CERT 
DOPLATA NFOŚiGW



PRZYKŁADY MOSTKÓW RÓŻNYCH BUDYNKACH

1. Dom jednorodzinny NF40
2. Szkoła o pasywnej charakterystyce energetycznej
3. Budynek wg minimalnych wymagań prawnych WT2009



Analiza wpływu mostków budynek wg WT2009 z balkonami

III. UDZIAŁ MOSTKÓW W STRATACH CIEPŁA PRZEGRÓD

Przegroda	A [m ²]	Htr,p [W/K]	Nr mostka	Ψ [W/(mK)]	l [m]	Htr,m [W/K]	Htr,m/Htr
ściana zewnętrzna o U=0,190 W/(m ² K)	2009,24	381,76	1	0,950	396,80	376,96	49,7%
stolarka o U=1,200 W/(m ² K) i g=0,67	1971,82	2366,18	2	0,200	4550,40	910,08	27,8%
ściana zewnętrzna o U=0,244 W/(m ² K)	1446,28	352,89	1	0,950	185,90	176,60	33,4%
ściana wewnętrzna o U=0,329 W/(m ² K)	24,52	8,07	-	-	-	-	-
strop przy przepływie ciepła z góry do dołu o U=0,260 W/(m ² K)	1758,12	228,56	-	-	-	-	-
ściana zewnętrzna o U=0,197 W/(m ² K)	303,30	59,75	1	0,950	83,80	79,61	57,1%
ściana zewnętrzna o U=0,187 W/(m ² K)	71,28	13,33	1	0,950	20,80	19,76	59,7%
ściana zewnętrzna o U=0,153 W/(m ² K)	120,92	18,50	1	0,950	35,00	33,25	64,3%
ściana zewnętrzna o U=0,159 W/(m ² K)	7,50	1,19	1	0,950	3,40	3,23	73,0%
ściana zewnętrzna o U=0,245 W/(m ² K)	427,36	104,70	1	0,950	256,60	243,77	70,0%
strop nad przejazdem o U=0,198 W/(m ² K)	156,18	30,92	-	-	-	-	-
stropodach o U=0,231 W/(m ² K)	433,04	100,03	-	-	-	-	-
stropodach o U=0,214 W/(m ² K)	1347,16	288,29	3	0,600	283,80	170,28	37,1%
ściana zewnętrzna o U=0,260 W/(m ² K)	175,56	45,65	-	-	-	-	-
stropodach o U=0,314 W/(m ² K)	134,64	42,28	-	-	-	-	-
ściana zewnętrzna o U=0,359 W/(m ² K)	114,00	40,93	-	-	-	-	-
RAZEM - średnioważony wsp. Uk osłony budynku = 0,411 W/(m²K)	10500,92	4083,03	RAZEM	0,346	5816,50	2013,54	33,0%



Analiza wpływu mostków budynek pasywny

III. UDZIAŁ MOSTKÓW W STRATACH CIEPŁA PRZEGRÓD

ściana wewnętrzna 'SW+ gazobeton 24' o $U=0,138 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	18,49	2,04	-	-	-	-	-
podłoga na gruncie 'png sala sportowa' o $U=0,113 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	637,40	52,23	1	0,084	30,31	2,55	4,6%
			16	0,040	21,24	0,85	1,5%
			RAZEM	0,066	51,54	3,40	6,1%
dach 'Dach płaski sala sportowa' o $U=0,140 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	769,96	107,79	-	-	-	-	-
strop nad przejazdem 'Strop nad przejazdem' o $U=0,120 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	135,27	16,23	-	-	-	-	-
dach 'Stropodach płaski (wysoki) OŁAWA' o $U=0,119 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	21,42	2,55	17	0,194	5,70	1,11	30,3%
stropodach 'Stropodach płaski (zielony) OŁAWA' o $U=0,098 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	232,50	22,78	18	0,333	62,42	20,78	47,7%
stropodach 'Stropodach płaski (ruch) OŁAWA' o $U=0,103 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	136,28	14,04	-	-	-	-	-
stolarka o $U=1,100 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ i $g=0,50$	11,66	12,83	21	0,019	8,40	0,16	1,2%
			12	0,000	18,84	0,00	0,0%
			RAZEM	0,006	27,24	0,16	1,2%
stropodach 'Stropodach płaski (wysoki) OŁAWA' o $U=0,119 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	828,38	98,58	17	0,194	133,66	25,93	20,8%
RAZEM - średnioważony wsp. Uk osłony budynku = $0,185 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	7972,19	1407,46	RAZEM	0,041	3359,03	136,44	8,8%

4	0,071	0,90	0,06	1,8%
RAZEM	0,043	5,80	0,25	7,2%

Podsumowanie

1. Przebieg zmienności termicznych mostków ciepła jest zależny od konstrukcji przegrody, materiałów, geometrii przegrody,
2. Ze względu na stopniowo zaostrzane wymagania prawne w zakresie energochłonności budynków istotne staje się konstruowanie przegród o minimalnym wpływie mostków cieplnych.
3. Współczynnik strat ciepła przez mostki cieplne nie powinien przekraczać 10% a dla budynków niskoenergetycznych i pasywnych 5% strat ciepła przez przegrody.

