



CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA ELEMENTÓW BUDYNKU

PRZEGRODY NIEPRZEŹROCZYSTE: ŚCINY, DACH,

PRZEGRODY PRZEŹROCZYSTE : SZYBY, OKNA

WENTYLACJA ENERGOOSZCZĘDNA MIEJSCOWA

EFEKTYWNE ŹRÓDŁA ENERGII

ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII

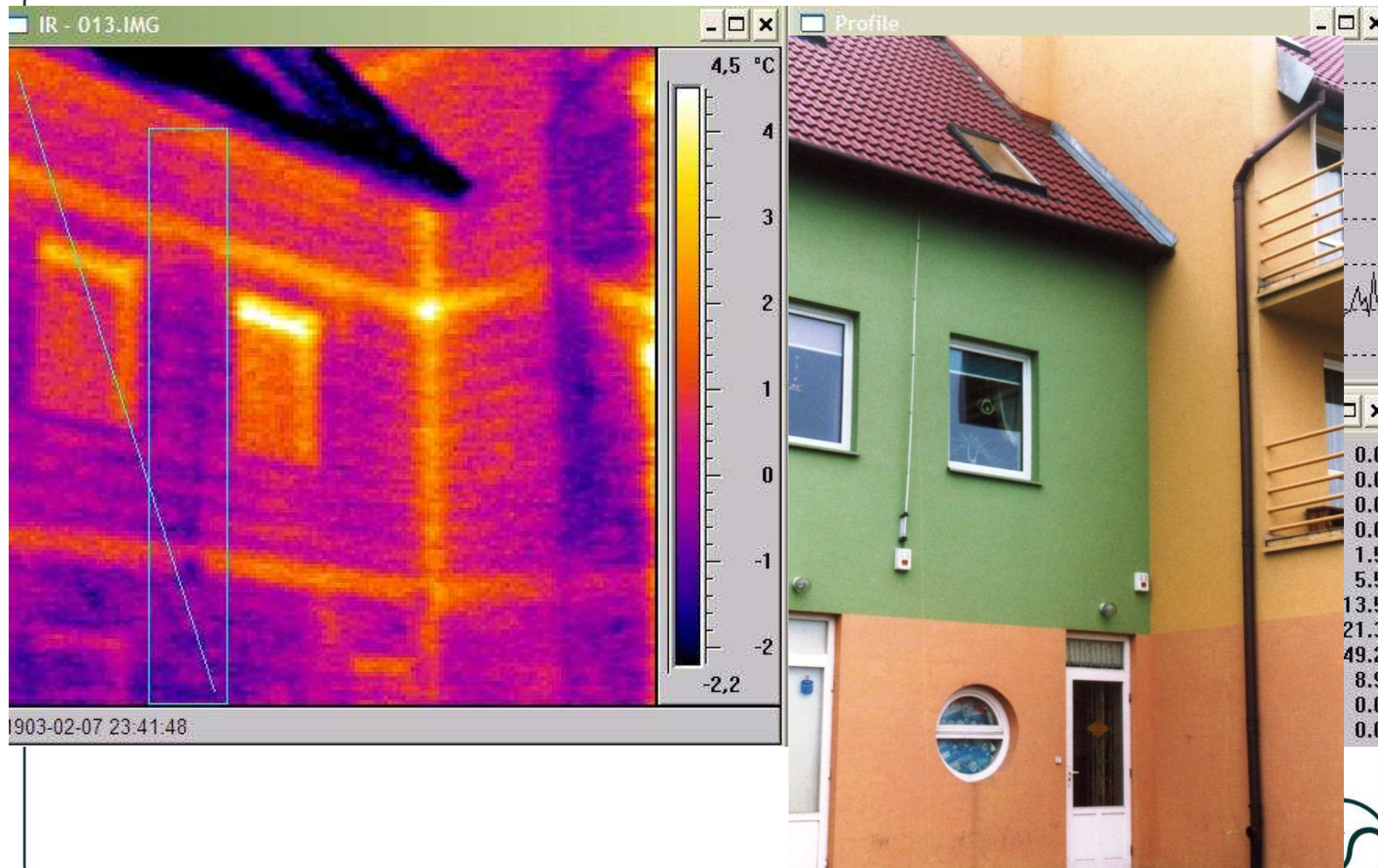


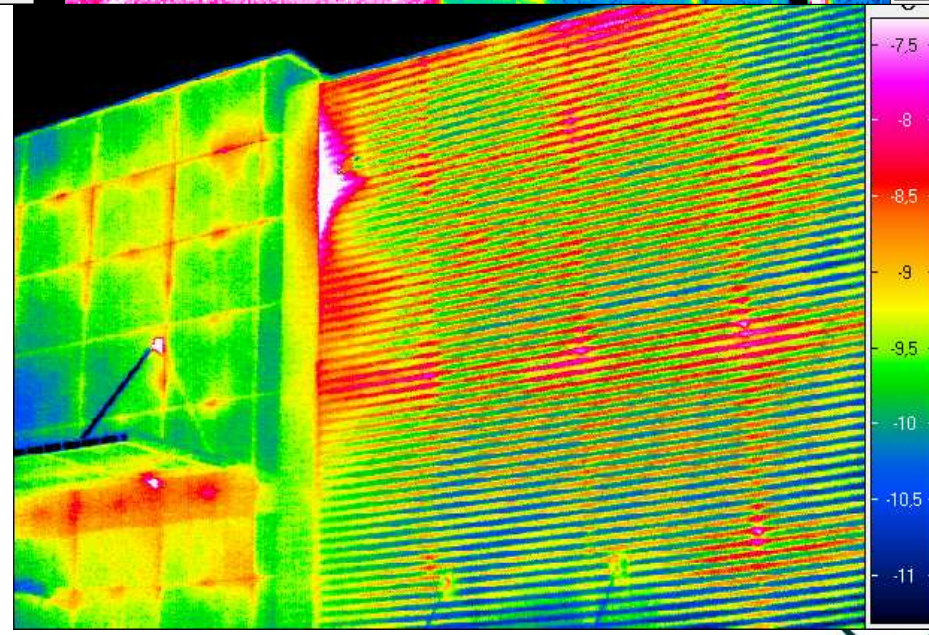
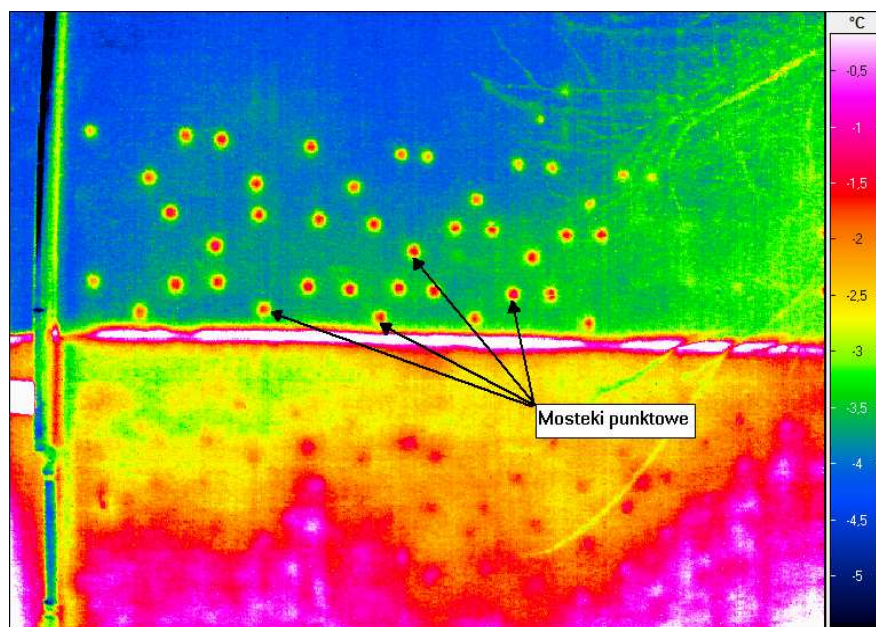
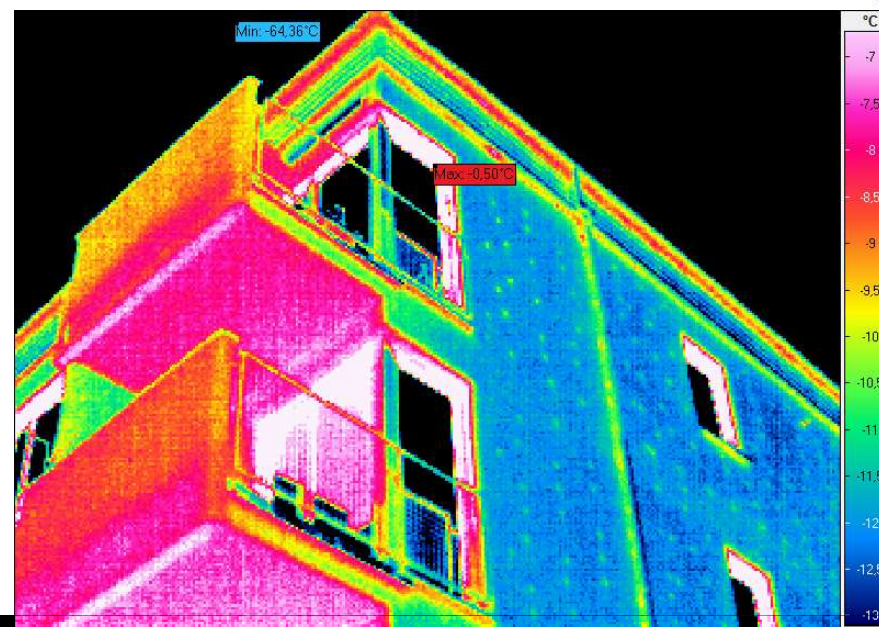
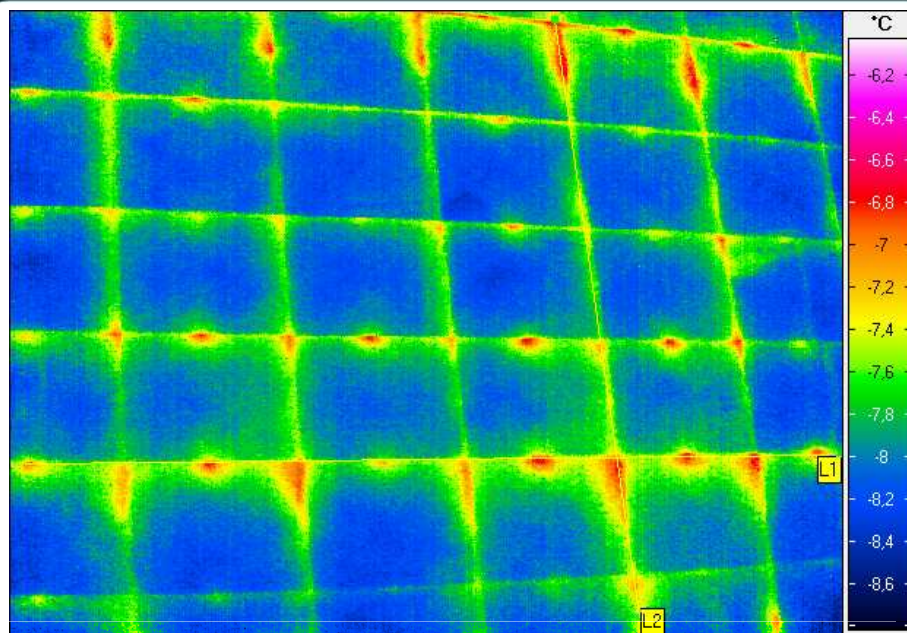


PRZEGRODY NIEPRZEŹROCZyste

1. Materiał ociepleniowy dna ściany, dach....
2. Znaczenie jakości
3. Przykłady analizy wybranych systemów wznoszenia









Obliczenie współczynnika przenikania ciepła

$$U = U_0 + \frac{\sum_{n=1}^N \Psi_{ln} \cdot L_n}{A} + \frac{\sum_{m=1}^M \Psi_{pm}}{A}$$

Dodatek na mostki termiczne

$$\Delta_{ui} = \frac{\sum_{n=1}^N \Psi_{ln} \cdot L_n}{A} + \frac{\sum_{m=1}^M \Psi_{pm}}{A}$$



Szacunkowy wpływ mostków cieplnych na izolacyjność termiczną przegrody.

Ip	Rodzaj przegrody	U ₀ bez mostków cieplnych	dodatek wynikający z występowania mostków cieplnych ΔU ₀	U = U ₀ + ΔU ₀	
		[w/m ² ·k]	[w/m ² ·k]	[w/m ² ·k]	
1	Ściany zewnętrzne bez drzwi i okien	0,3	0,03 ÷ 0,3	0,33	0,6
2	Ściany zewnętrzne z oknami	0,3	0,095 ÷ 0,54	0,31	0,84
3	Ściany zewnętrzne z oknami i drzwiami	0,3	0,13 ÷ 0,75	0,43	1,05
4	Ściany zewnętrzne z płytami balkonowymi przenikającymi przez ścianę	0,3	0,30 ÷ 0,88	0,6	1,18





dodatkek na mostek Δu_i			
typy mosktów cieplnych	dobrze zaprojektowane	przeciętnie	źle zaprojektowane
	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]
otworowe	do 0,02	0,03-0,05	powyżej 0,05
balkonowe	do 0,02	0,02-0,05	powyżej 0,05
stropowe	do 0,01	0,02-0,04	powyżej 0,04
łączniki mechaniczne	do 0,01	0,02-0,03	powyżej 0,03
RAZEM Δu_i w przegrodzie	nie powinno być większe 0,05 lub 10% wartości U przegrody		

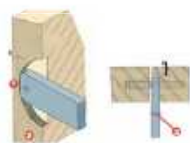




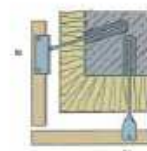
PRZYKŁAD 1. ELEWACJE KAMIENIA

.

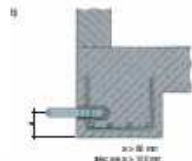
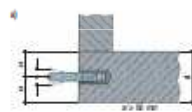




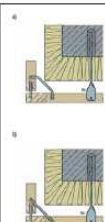
RYT. 5
Sposób wykonania kotwy do mocowania płyt kamiennych w spoinach pionowych.
a – kotwa stalowa, b – płyta kamienna, c – spoina pionowa.



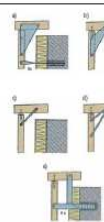
RYT. 7
Zakotwienie płyty kamienną w spoinie pionowej.
a – kotwa stalowa, b – płyta kamienna, c – spoina pionowa.



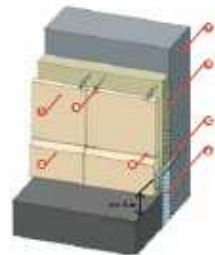
RYT. 8
Wzrosty wykonania kotwienia płyt kamiennych w spoinach pionowych.
a – kotwa stalowa, b – płyta kamienna, c – spoina pionowa.



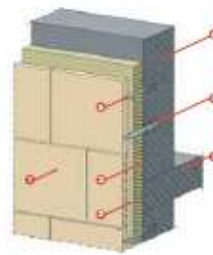
RYT. 9
Sposób wykonania kotwienia płyt kamiennych w spoinach pionowych.
a – kotwa stalowa, b – płyta kamienna, c – spoina pionowa.



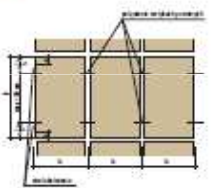
RYT. 10
Sposób wykonania kotwienia płyt kamiennych w spoinach pionowych.
a – kotwa stalowa, b – płyta kamienna, c – spoina pionowa.



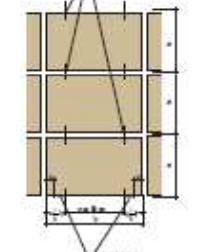
RYT. 1
Sposób wykonania kotwienia płyt kamiennych w spoinach pionowych.
a – kotwa stalowa, b – płyta kamienna, c – spoina pionowa.



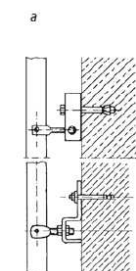
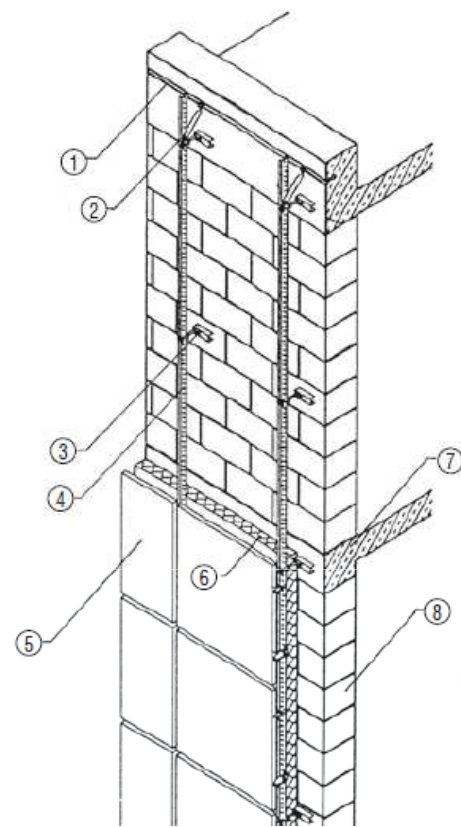
RYT. 2
Sposób wykonania kotwienia płyt kamiennych w spoinach pionowych.
a – kotwa stalowa, b – płyta kamienna, c – spoina pionowa.



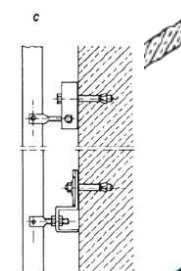
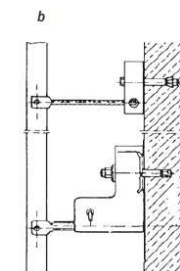
RYT. 3
Sposób wykonania kotwienia płyt kamiennych w spoinach pionowych.
a – kotwa stalowa, b – płyta kamienna, c – spoina pionowa.

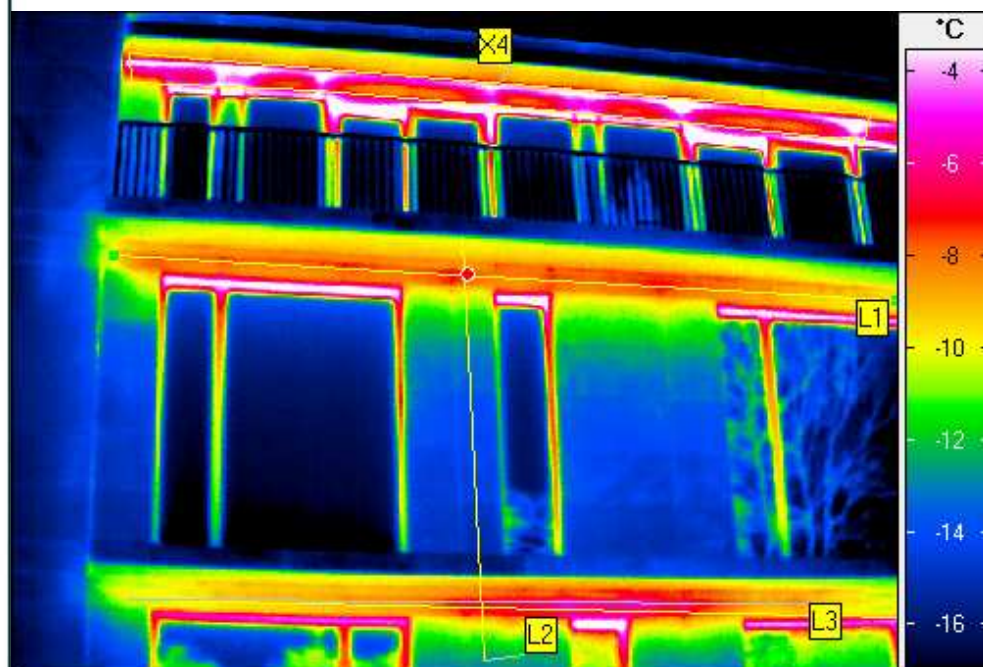


RYT. 4
Sposób wykonania kotwienia płyt kamiennych w spoinach pionowych.
a – kotwa stalowa, b – płyta kamienna, c – spoina pionowa.

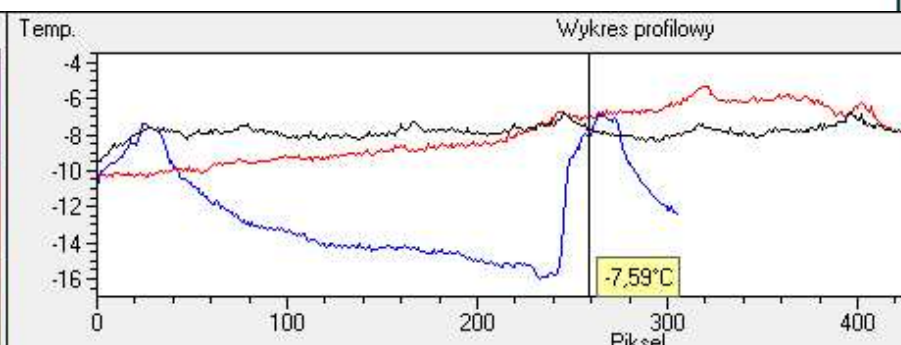


Rys. 6. Przykłady zastosowań kotw regulowanych do mocowania elewacyjnych okładzin kamiennych w spoinie pionowej: a – kotwy stabilizujące, b, c – górna kotwa stabilizująca, dolna kotwa nośna

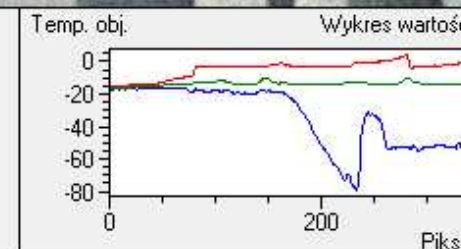
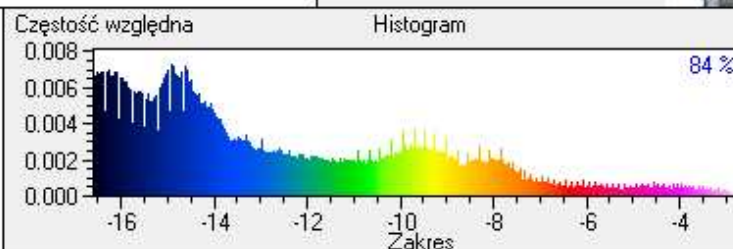


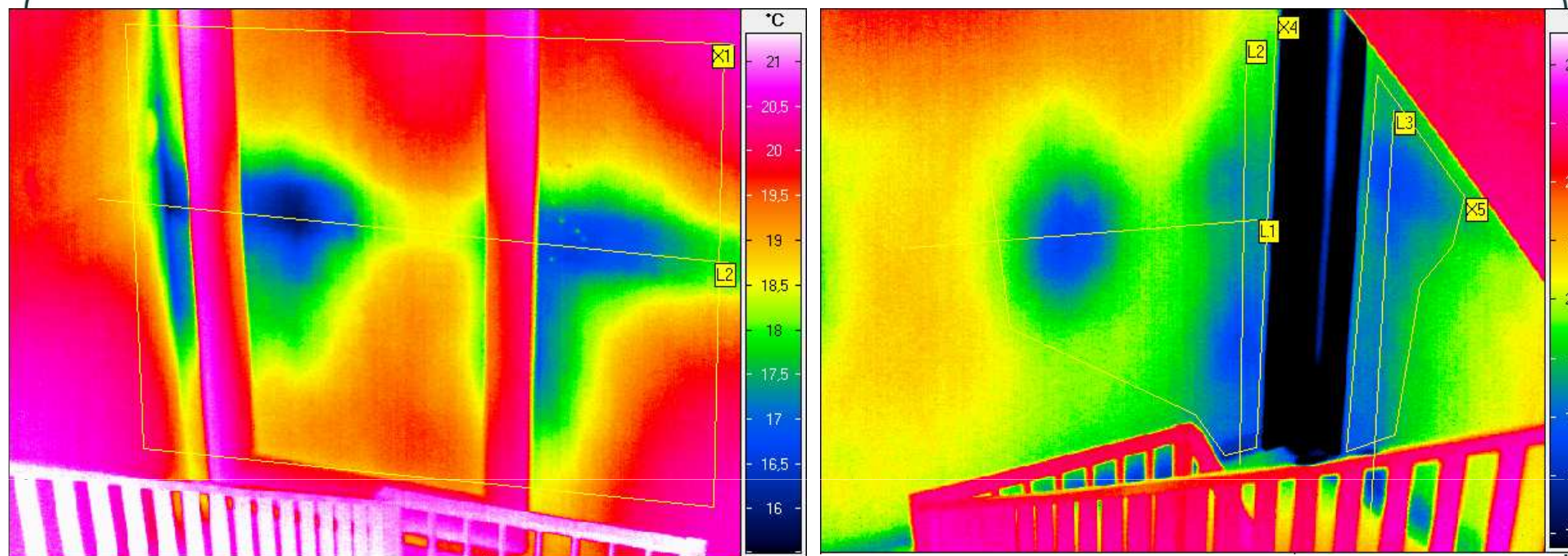


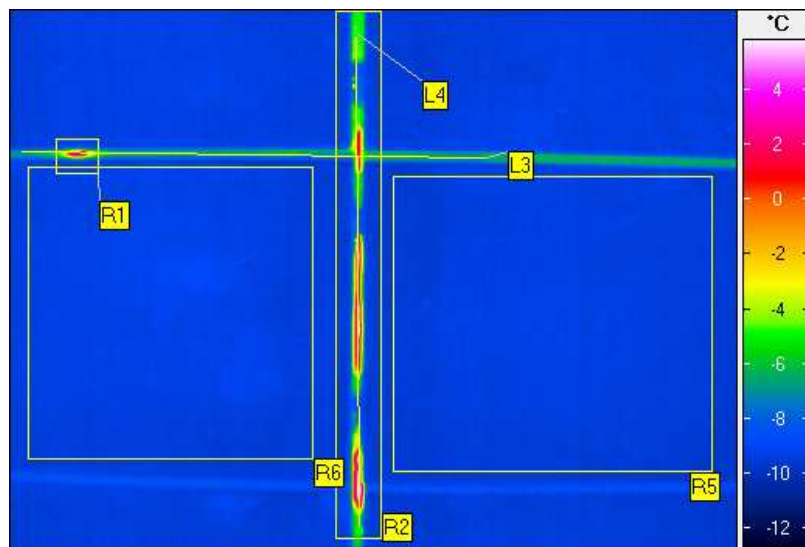
Termogram 6. Widok elewacji od strony parkingu. Na podcieniach zarejestrowano niejednorodność izolacji termicznej. Na prostej L1 i L3 widoczne znaczne zróżnicowanie termiczne.



ID	Wartość M	Min	Maks	Zakres	Odch. std.	L[m]
L2	-12,33	-15,97	-6,84	9,13	2,61	0,12
L3	-8,24	-10,33	-5,31	5,03	1,39	0,22
X4	-5,69	-9,49	-1,52	7,96	1,58	0,44
L1	-8,08	-9,75	-6,72	3,03	0,58	0,23







Termogram 21. Na termogramie zobrazowano mostki punktowe konstrukcji wporczej. W polu R1 i R2 zarejestrowano odpowiednio maksymalną temperaturę 2,46 st. C oraz 6,48 st.C przy zewnętrznej temp. -12,5 st. C. W polach R6 i R5 zarejestrowano za dużą zmienność termiczną, co świadczyć może o nieprawidłowościach w montażu izolacji term.

ID	Wartość M	Min	Maks	Zakres	Odch. std.	L[m]
R1	-7,38	-9,82	2,46	12,28	2,99	0,08
R2	-7,84	-10,24	6,48	16,72	3,08	0,64
L3	-6,16	-7,72	2,32	10,05	1,90	0,26
L4	-1,70	-8,55	6,48	15,03	4,84	0,28
R5	-9,43	-10,14	-8,80	1,35	0,12	0,68
R6	-9,32	-9,99	-8,68	1,31	0,14	0,64

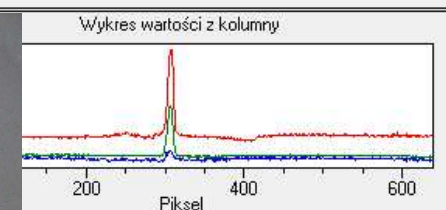
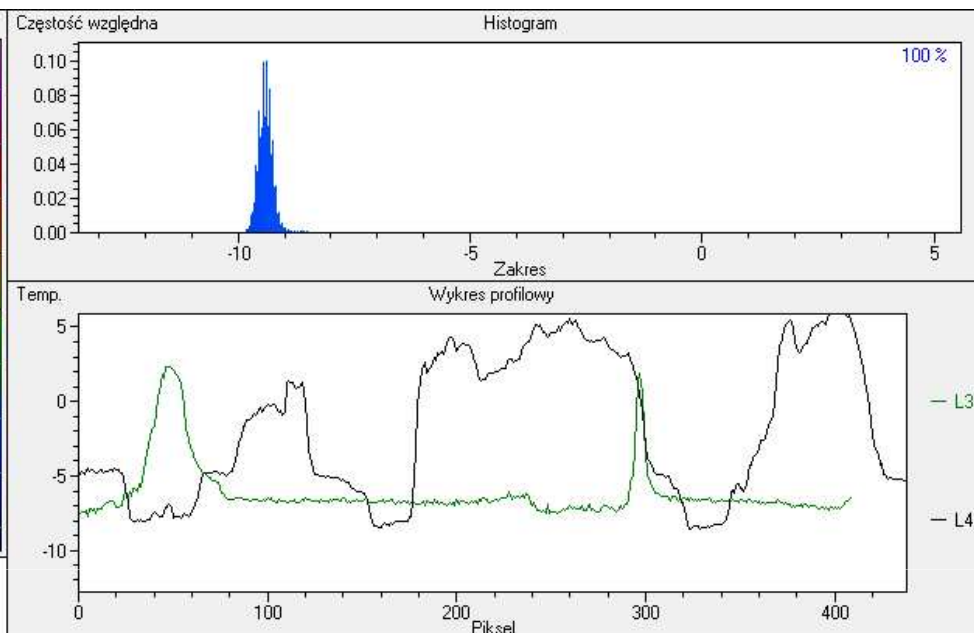


Tabela 2. Porównanie parametrów izolacyjnych przegród.

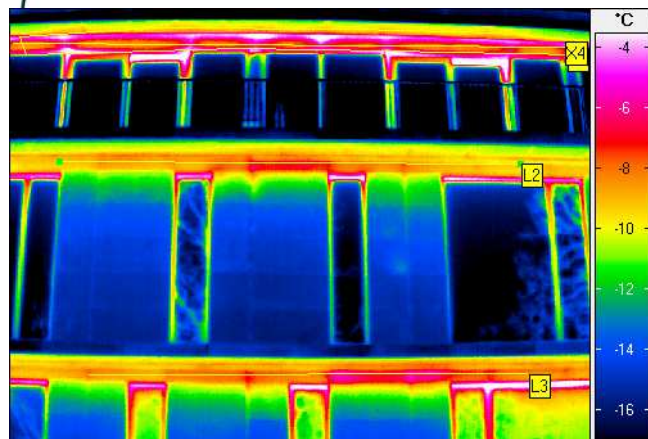
okna zewnętrzne	240/280		1,50	0,08	5%
	suterena		1,60	0,02	1,3%
	(nieprzezierne)				
	suterena		1,84	0,26	16,5%
	(narożniki+15%)				
	parter, piętro 1		1,60	0,02	1,3%
	(nieprzezierne)				
	parter, piętro 1		1,84	0,26	16,5%
	(narożniki+15%)				
	piętro 2		1,70	0,12	7,6%
	(nieprzezierne)	1,58			
	piętro 2		1,96	0,38	23,7%
	(narożnik+15%)				
drzwi zewnętrzne	060/280,		1,90	0,32	20,3%
	235/280,				
	245/280		2,00	0,42	26,6%
	199/280		2,10	0,52	32,9%
	110/280		2,80	1,22	77,2%
	023/11155		1,80	0,22	13,9%
	światliki				
	oddymiające				
	210/300	2,60	1,90	-0,32	-12%



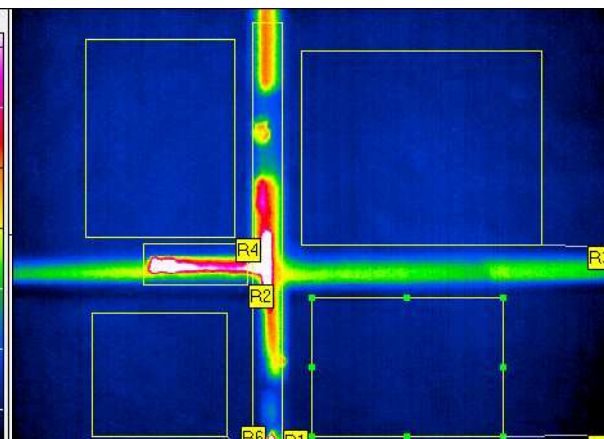




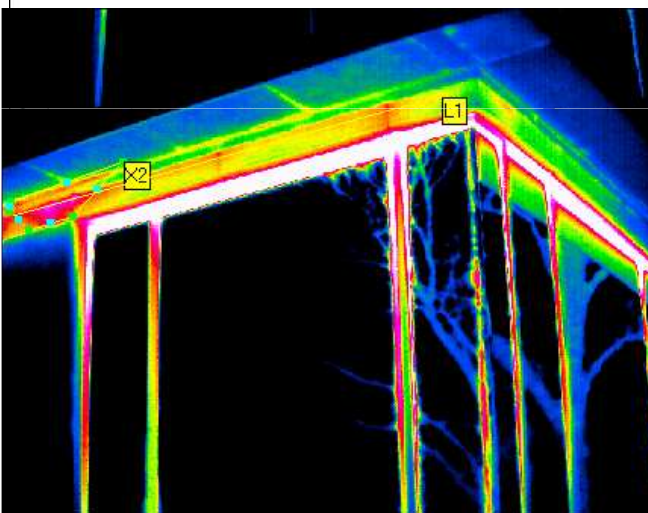
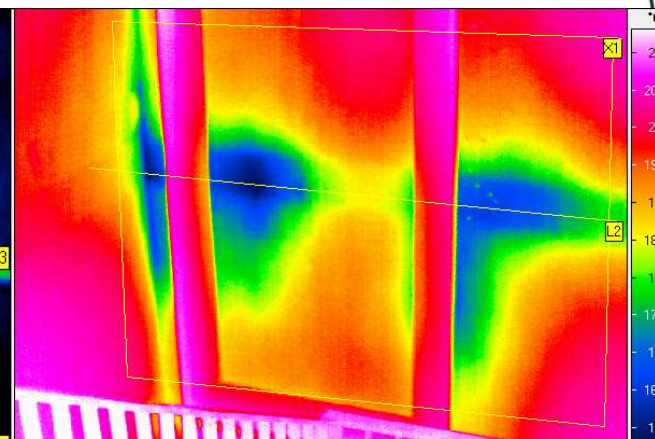




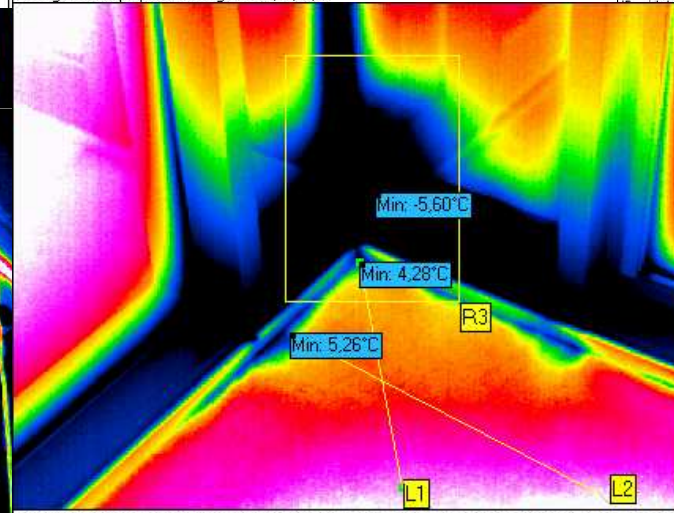
Termogram 11. Opis jak dla termogramu 6 i 10.



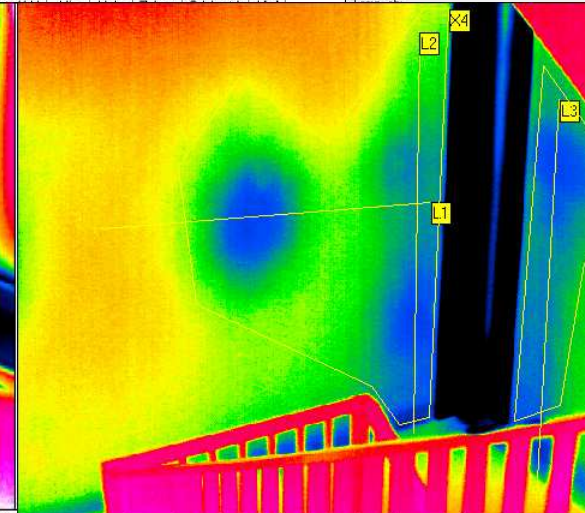
Termogram 26. Opis jak dla termogramu 21, 22, 23, 34



Termogram 15. Widoczne osłabienie izolacji termicznej nadproża.



Termogram 56. Pokój 206. Widok narożnika przegrody przeszklonej, temperatura min. -5,6



ID	Wartość M	Min	Maks	Zakres	Odch. std.	L[m]	Temp. obj.
L1	20,09	19,19	20,95	1,76	0,48	0,15	
L2	19,69	18,89	20,57	1,67	0,33	0,19	
L3	19,70	18,96	21,87	2,91	0,48	0,19	
X4	20,04	18,82	20,94	2,12	0,36	0,57	

ID	Wartość M	Min	Maks	Zakres	Odch. std.	L[m]
L1	-6,49	-7,13	-4,78	2,35	0,55	0,27
X2	-6,37	-8,28	-4,78	3,50	0,72	0,17

ID	Wartość M	Min	Maks	Zakres	Odch. std.	L[m]
L2	8,93	5,26	10,76	5,50	1,09	0,16
R3	3,00	-5,60	8,17	13,77	2,94	0,40
L1	8,58	4,28	10,45	6,17	1,08	0,11



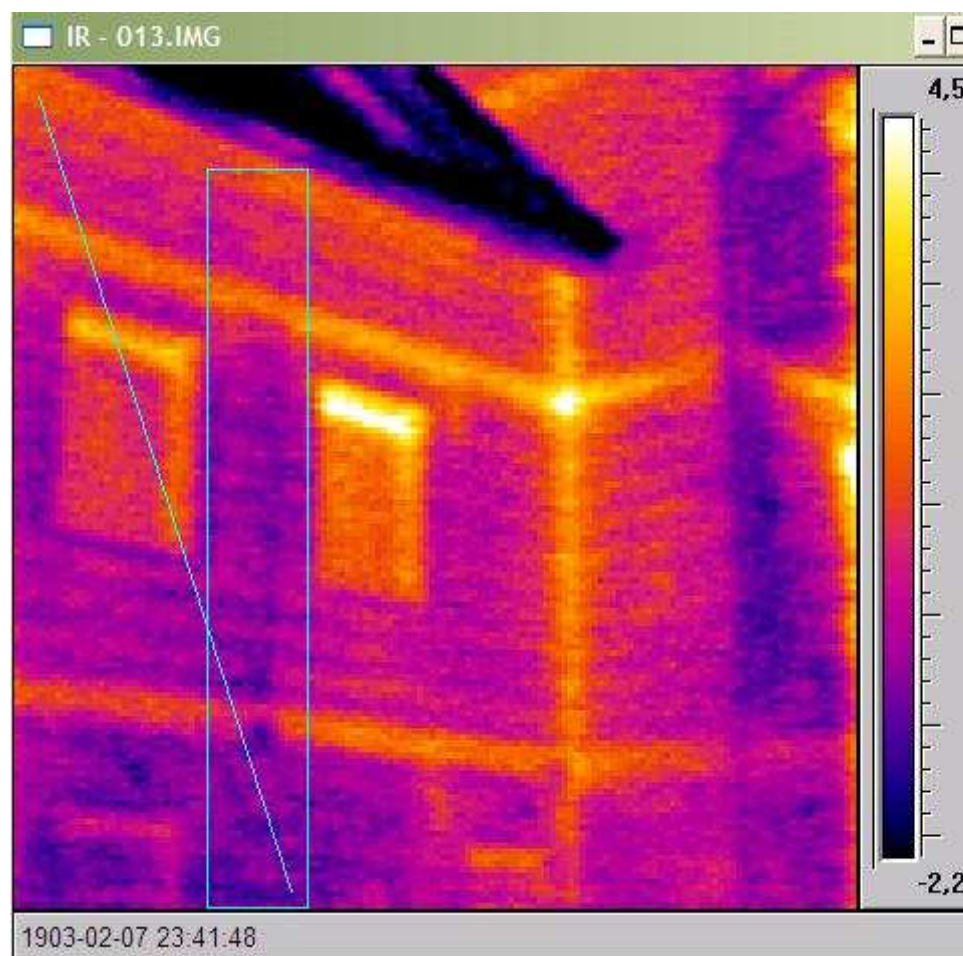
Temp. ob
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-55
-60
-65
-70
-75
-80
-85
-90
-95
-100

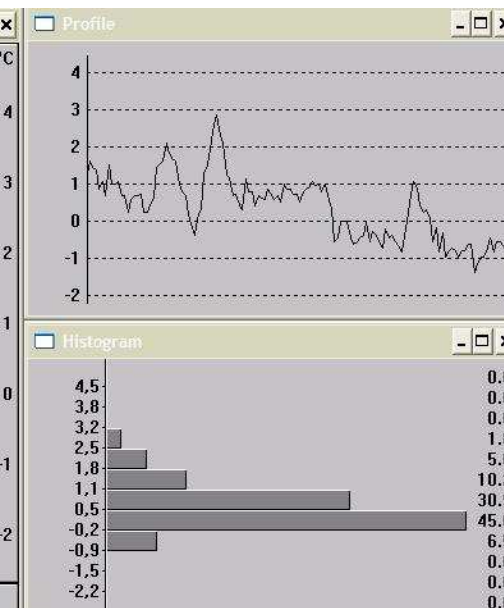
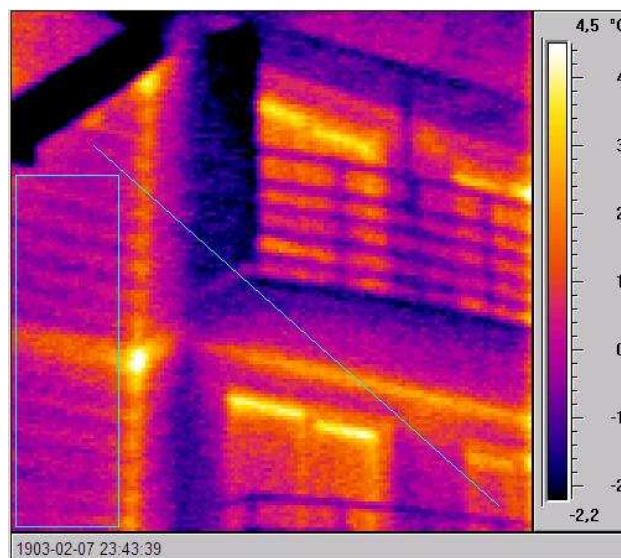
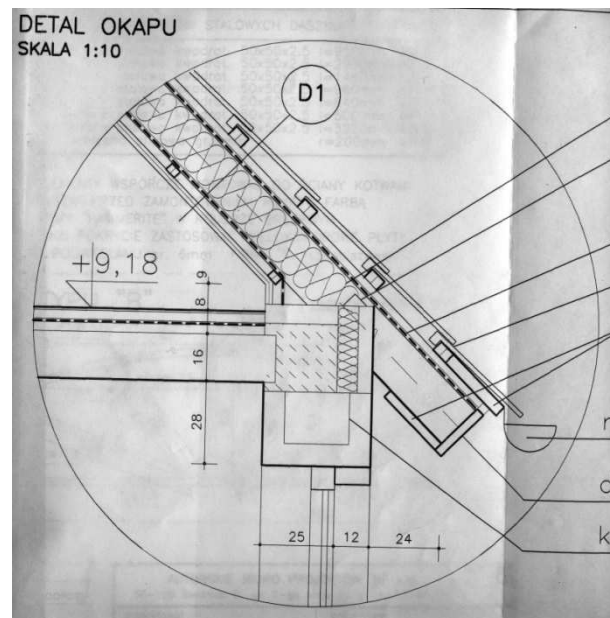
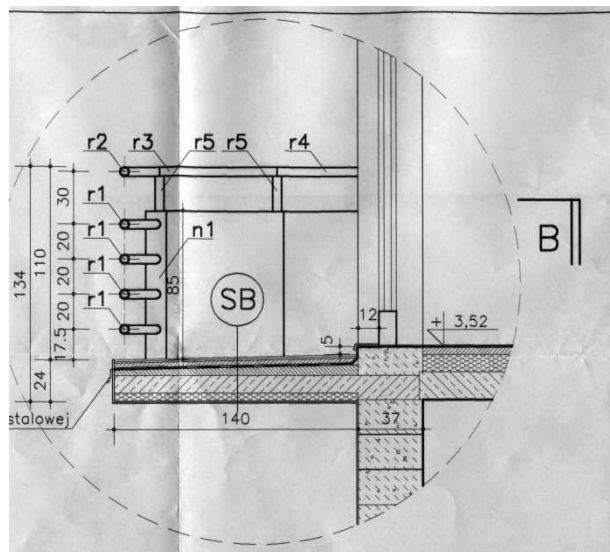


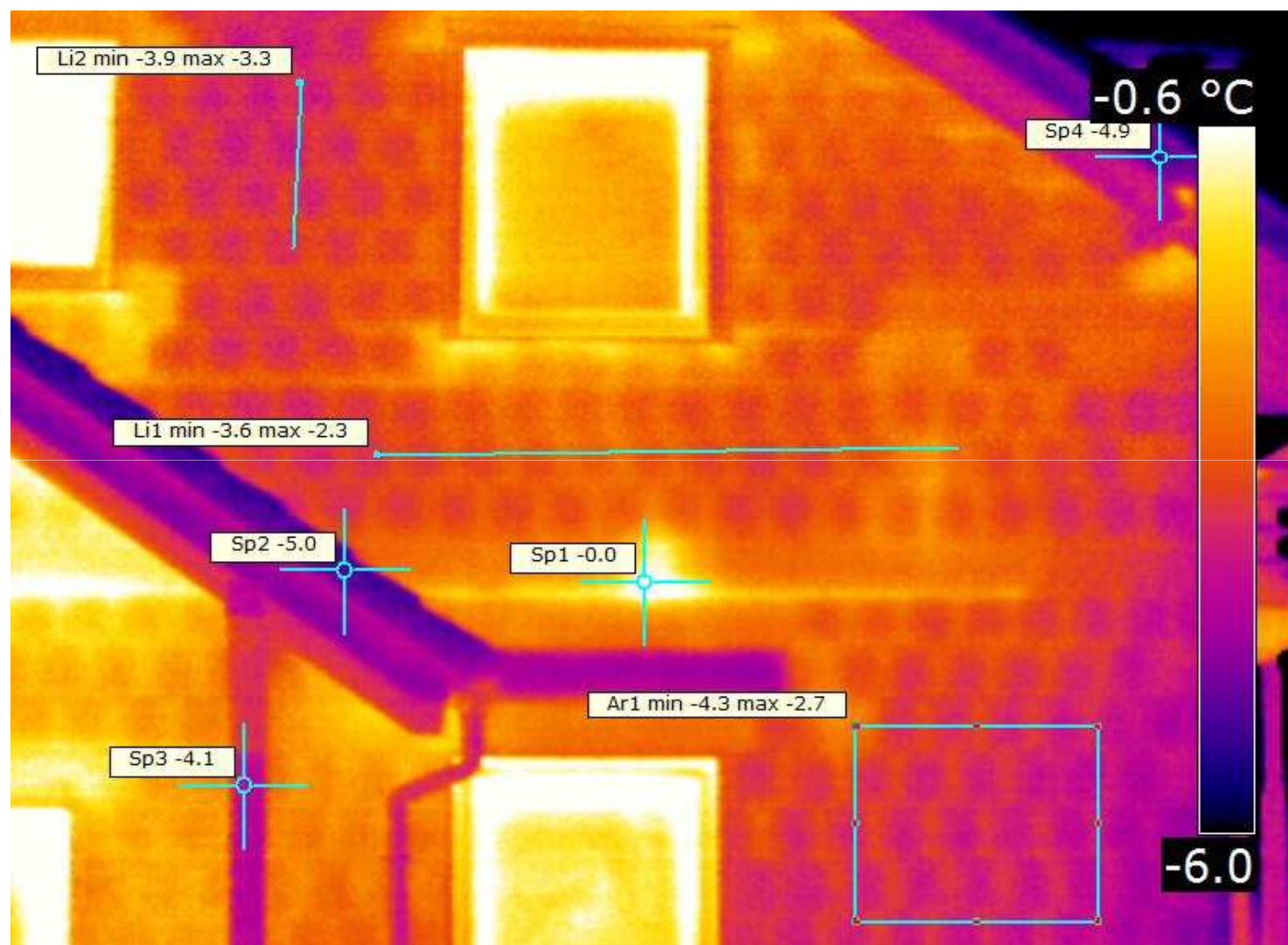
PRZYKŁAD 2.

IZOLACJA TERMICZNA NOWOCZESNEJ ŚCIANY JEDNOWARSTWOWEJ

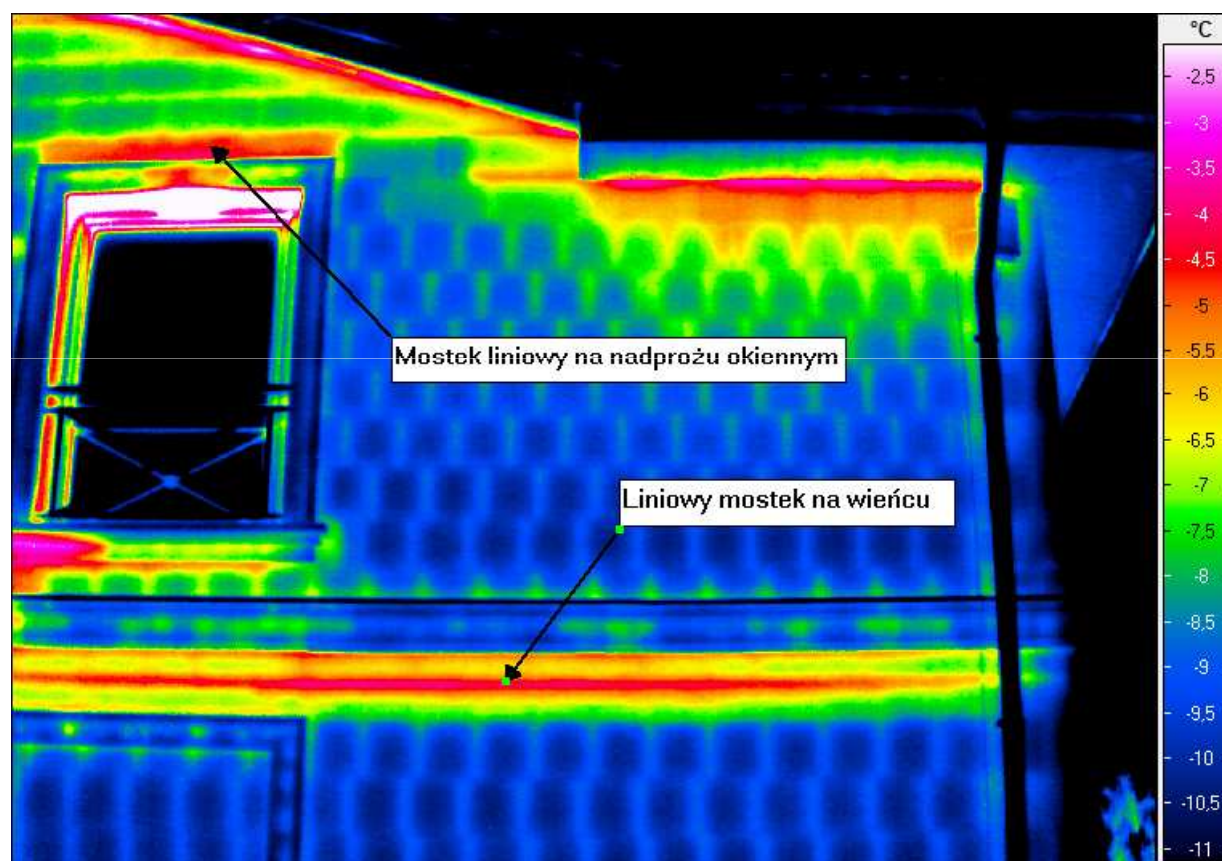








wpływ mostków cieplnych na izolacyjność termiczną przegrody.





KONSTRUKCJA ŚCIAN Z PUSTAKÓW

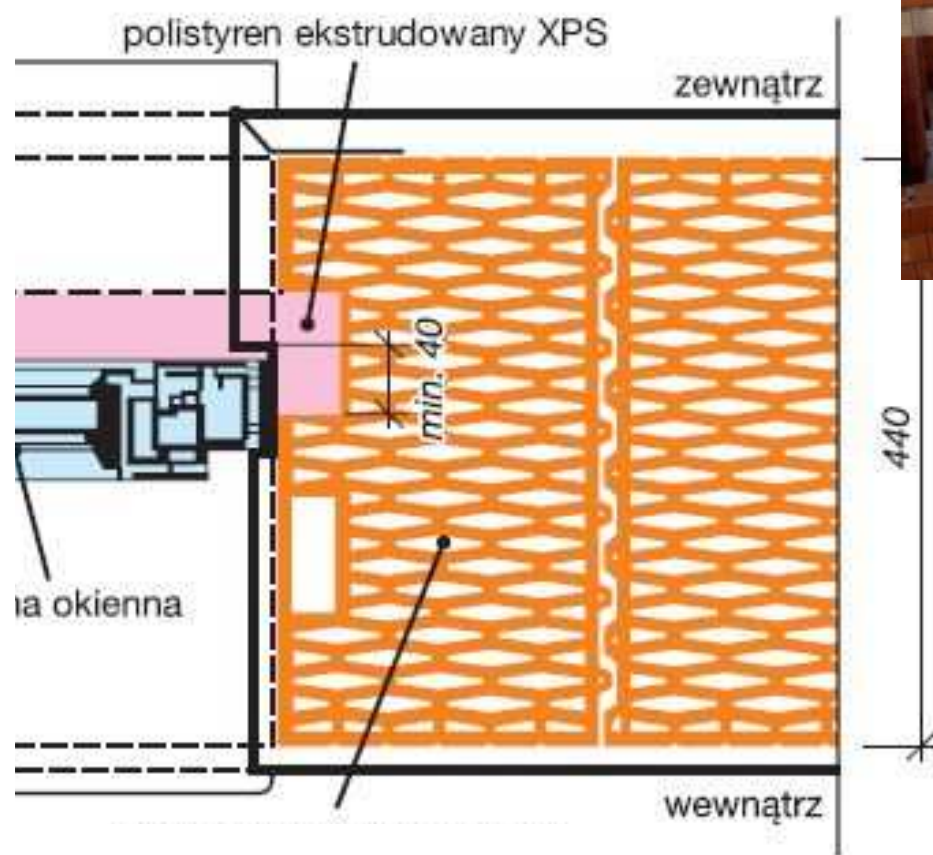
Parametry izolacyjności cieplnej podawane przez producentów

Parametry wilgotnościowe

Zalecane przez producentów rozwiązania technologiczne przegród



Technologia wznoszenia ścian z pustaków



Zaprawa klejowa termoizolacyjna

Współczynnik przewodzenia ciepła (W/mK)	Wytrzymałość na ściskanie (MPa)	Masa (kg)	Zalecana grubość (mm)	Zużycie	Przeznaczenie
0,19	5	ok. 22	12	w zależności od grubości ściany i rodzaju pustaka	do jednowarstwowych ścian zewnętrznych (bez docieplenia) z pustaków 

Parametry termoizolacyjne pustaków poryzowanych

Grubość ściany (bez tynku) (cm)	Opór cieplny R (m ² ·K)/W	Ekwiwalentny współczynnik przewodzenia ciepła W/(m·K)	Współczynnik przenikania ciepła U, W/(m ² ·K)
50	3,69	0,140	0,26
44	3,12	0,141	0,30
44	3,72	0,118	0,26
38	3,24	0,117	0,29
38	2,66	0,143	0,35
30	1,29	0,233	0,68

P+W „pióro+wpust” – bez zaprawy w spoinie pionowej.

Parametry wilgotnościowe nie są podawane z reguły w katalogach producentów.
Podany telefonicznie współczynnik oporu dyfuzyjnego wynosi $\mu = 5-10$





Zagadnienia cieplne

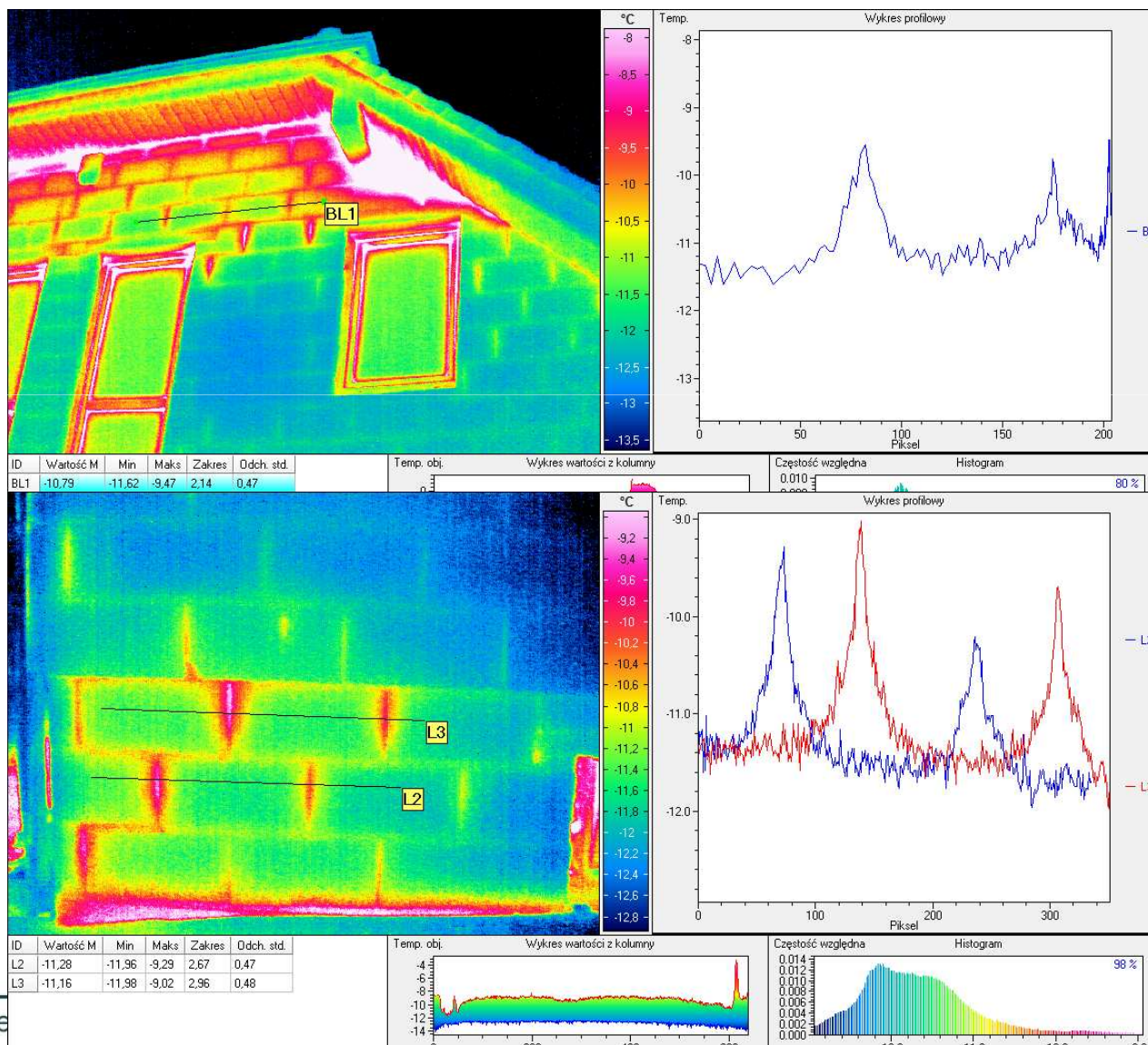


Uwagi wstępne dotyczące projektu budynku

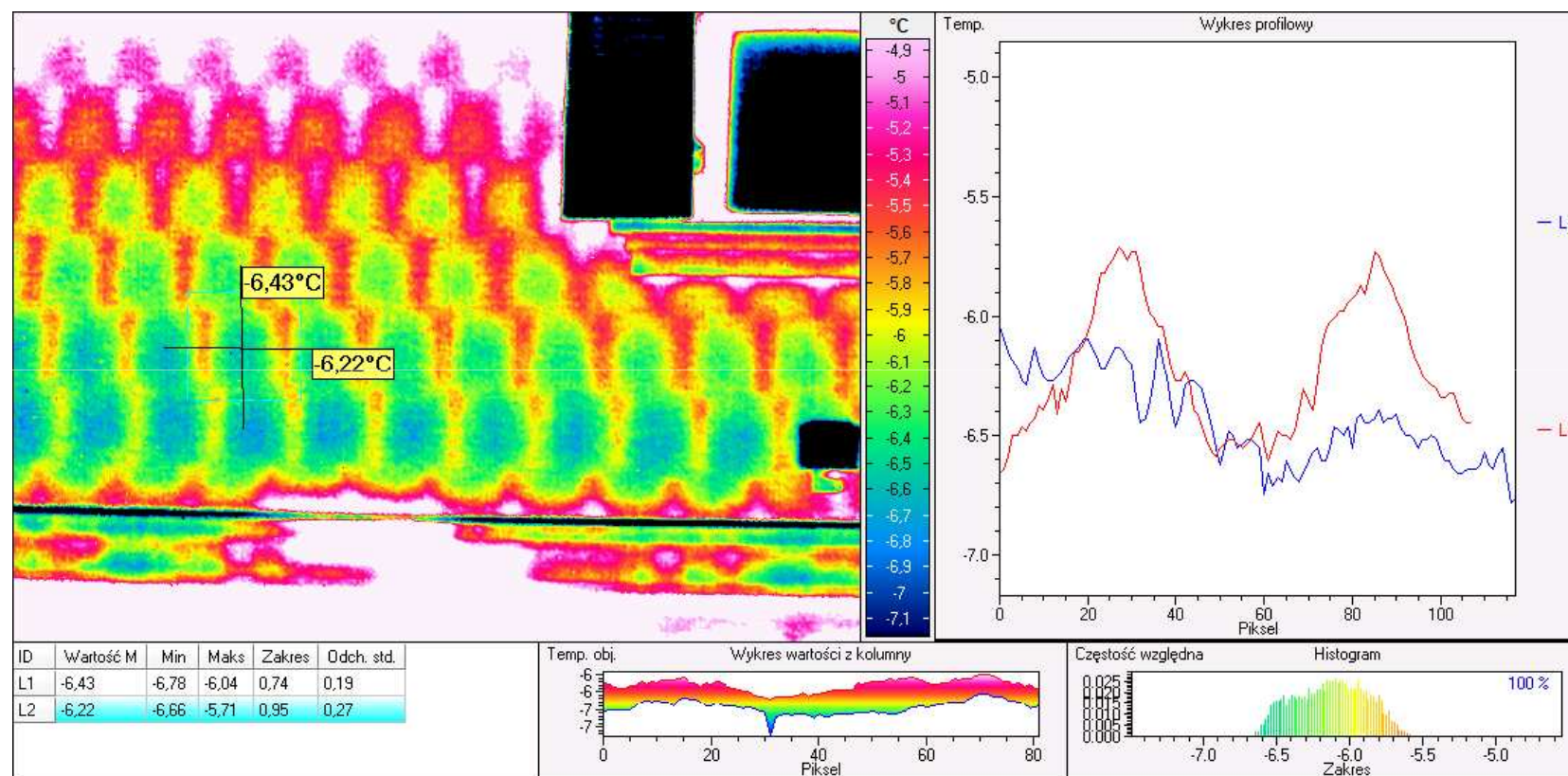
- Projekt budynku jednorodzinnego wykonano zgodnie z zaleceniami producenta pustaków poryzowanych.
- W projekcie przyjęto, że ściana o gr. 44 cm z pustaka poryzowanego, charakteryzuje się współczynnikiem przenikania ciepła $U=0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Aktualnie producent pustaków dla tej samej grubości ściany, przedstawia korzystniejsze parametry izolacyjne $U_{2010} = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- W projekcie brak jest analizy zjawiska przenikania pary wodnej w przegrodzie.
- W projekcie nie uwzględniono wpływu mostków termicznych na:
 - połączeniu ściany ze stropem, więźbą dachową
 - połączeniu ściany ze stolarką budowlaną.



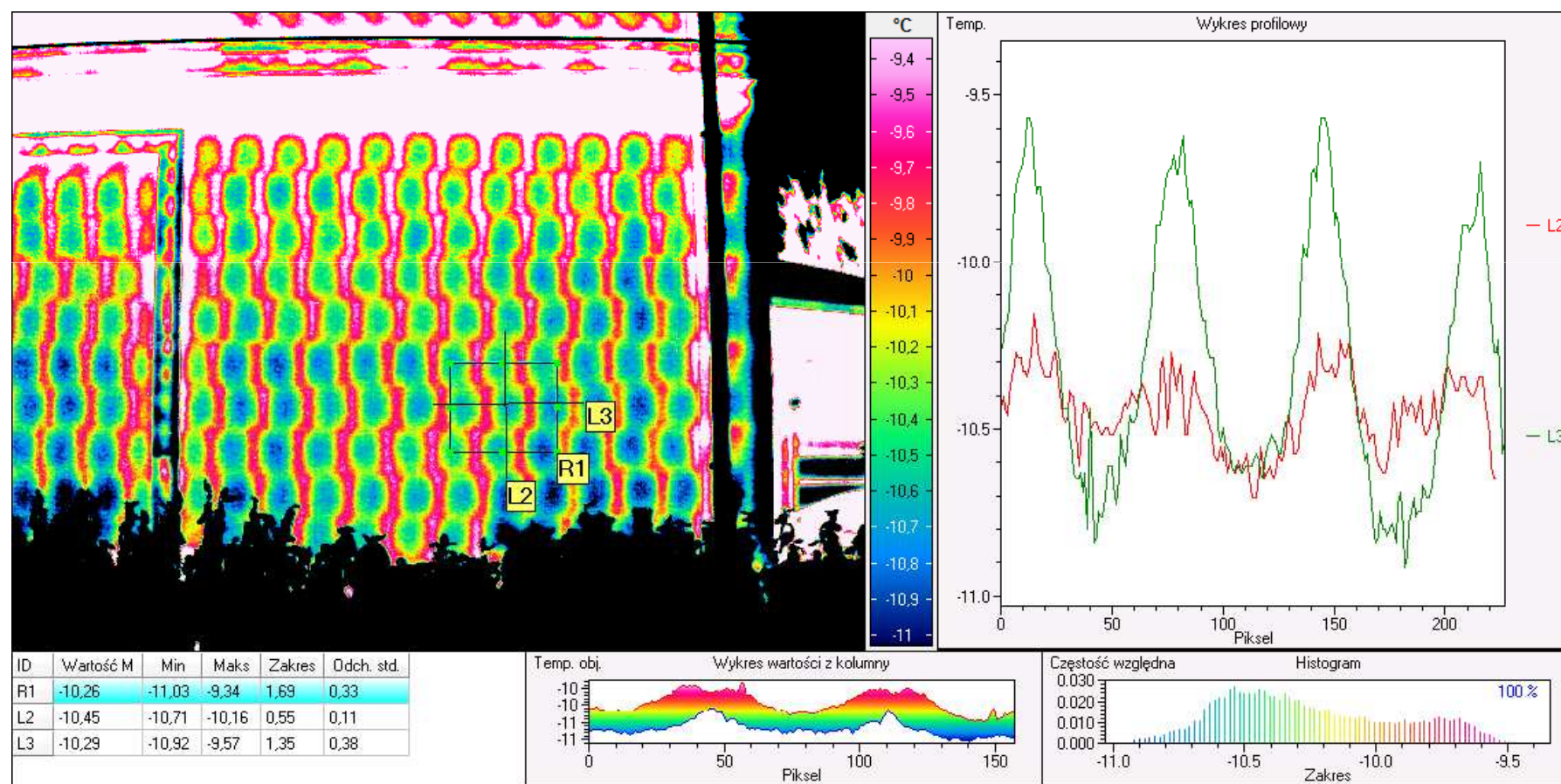
Mostki cieplne w ścianach z pustaków gazobetonowych



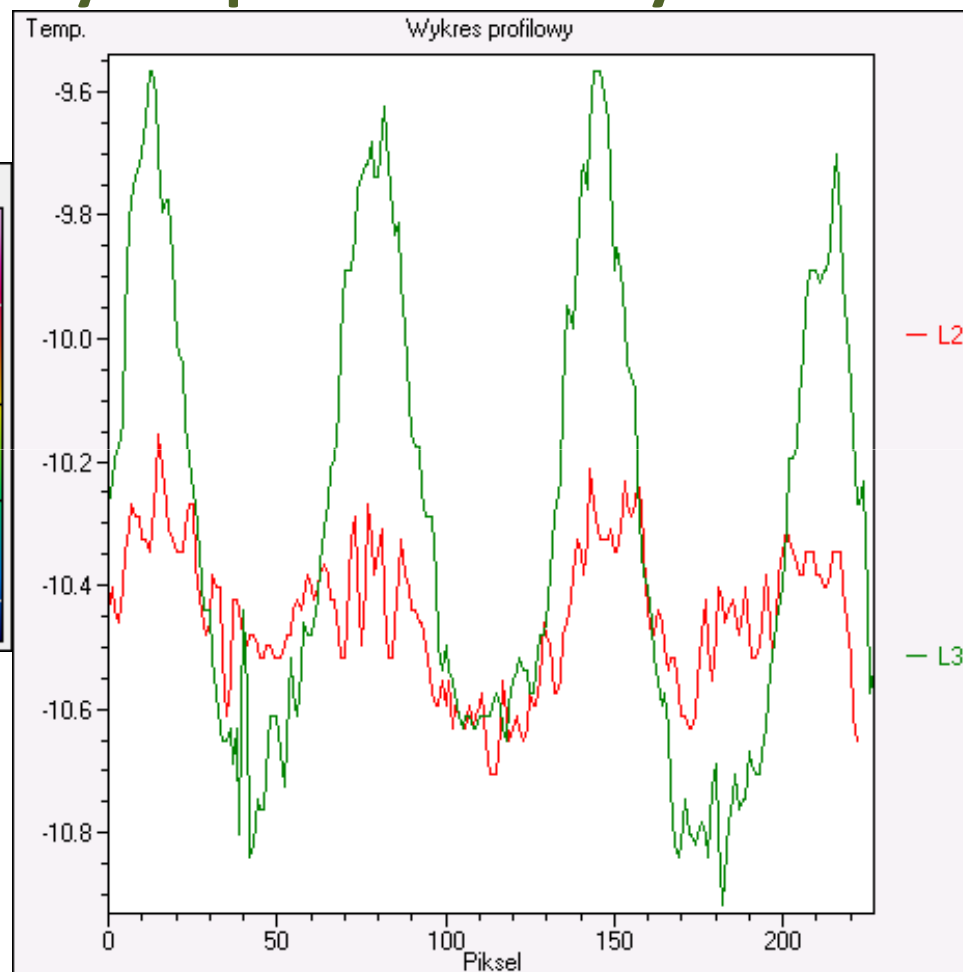
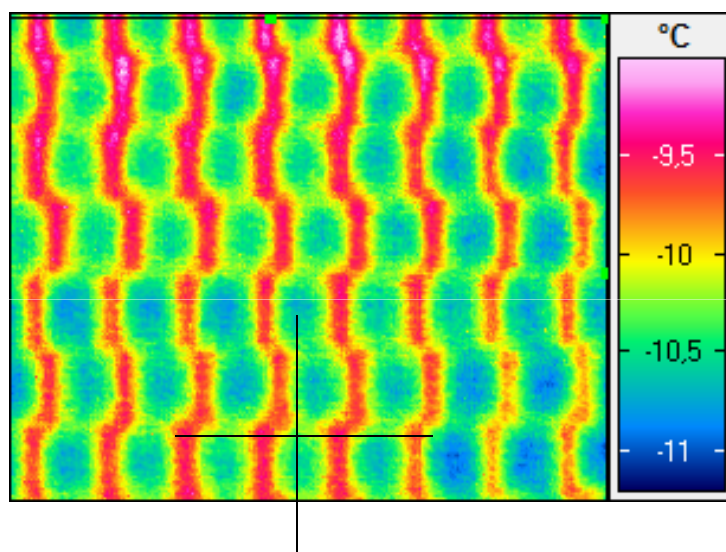
Mostki cieplne w ścianach z pustaków z ceramiki poryzowanej



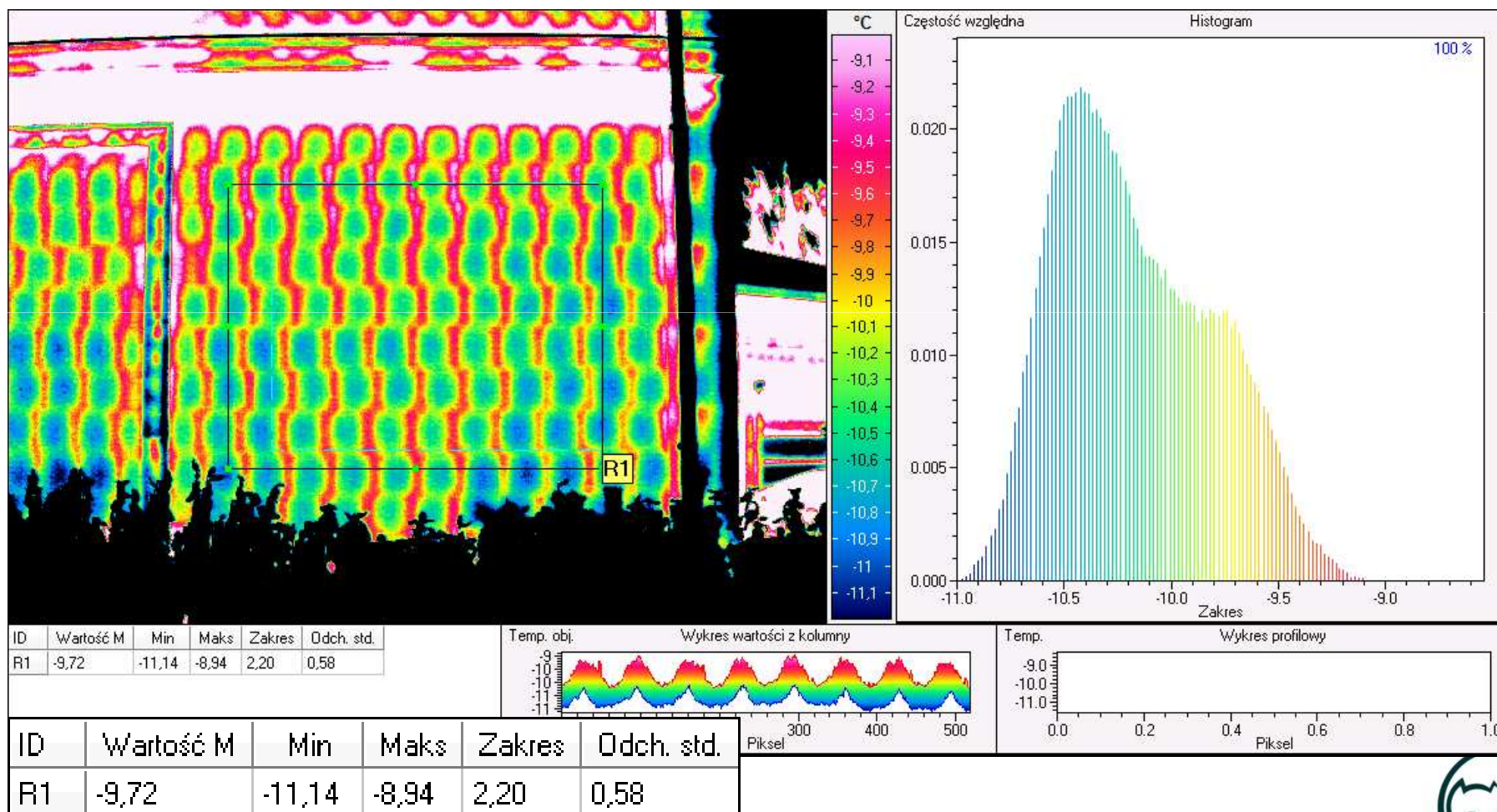
Mostki cieplne w ścianach z pustaków z ceramiki poryzowanej



Temperatury w spoinach ściany



Rozkład temperatur ścianie z pustaków z ceramiki poryzowanej



Wnioski dotyczącej izolacyjności cieplnej ściany

- Izolacyjność cieplna w miejscach spoin pionowych jest zdecydowanie niższa niż w bloczku i spoinie poziomej.
- Spoina pionowa tworzy liniowy mostek cieplny o znaczącym udziale w izolacyjności przegrody.
- Na podstawie rozkładu temperatur można oszacować, że występuje wyraźna rozbieżność pomiędzy projektowaną a rzeczywistą izolacyjnością termiczną przegrody.
- W projekcie współczynnik przenikania ciepła powinien wynosić $U=0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$. Na podstawie szacunku wynikającego z badań termowizyjnych określono, że rzeczywisty współczynnik przenikania ciepła ściany wynosi **ok. 0,7-0,8 W/m²K**.
- Zdaniem autorów opracowania, jest to zasadnicza przyczyna niedogrzanego pomieszczeń w budynku.
- Zagadnienia cieplne nie wyczerpują wszystkich problemów ściany.

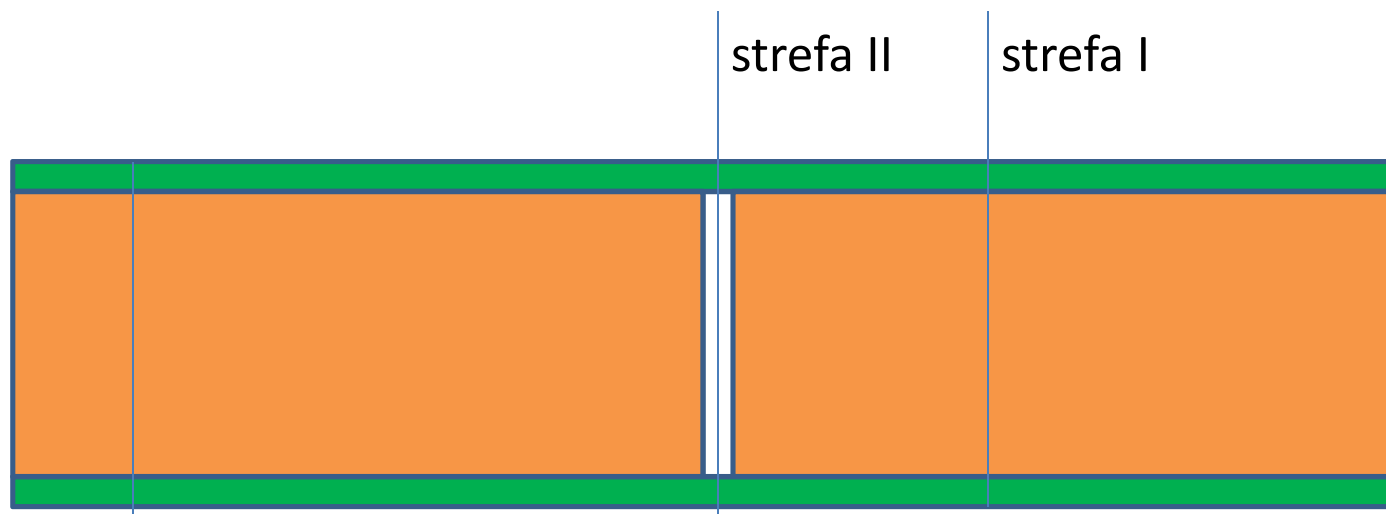




Zagadnienia wilgotnościowe



Przekrój poziomy ściany



farba akrylowa
tynk cementowo-wapienny
bloczek z ceramiki poryzowanej
tynk cementowo-wapienny
farba akrylowa



Wyniki obliczeń dla ściany

Układ warstw w ścianie:

- farba akrylowa
- tynk cementowo-wapienny
- bloczek z ceramiki poryzowanej
- tynk cementowo wapienny
- farba akrylowa

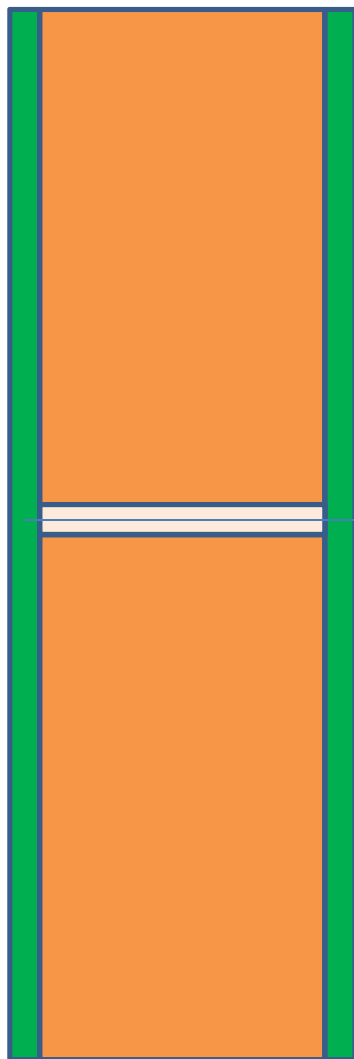
Wyniki:

	bloczek	szczelina
U [W/m ² K]	0,29	2,73
t _{kr} [°C]	3,6	4,5
Z [dni]	124	135
A [g/m ²]	359	1244
B [g/m ²]	2922	9247





Przekrój pionowy ściany



farba akrylowa
tynk cementowo-wapienny
zaprawa termoizolacyjna
tynk cementowo-wapienny
farba akrylowa



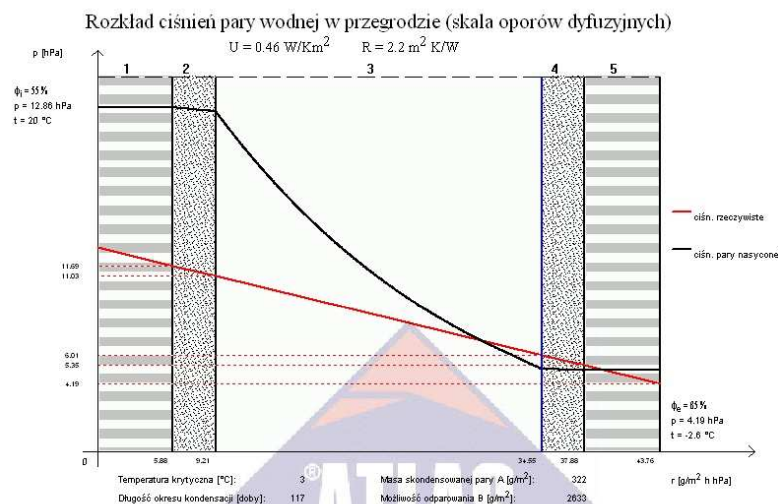
Obliczenia cieplne i wilgotnościowe w spoinie poziomej



Salta 1.1

2010-10-21

Wyniki obliczeń:



Nr	Nazwa warstwy	d [m]	δ [°C ^{10⁻⁴]}	r [g/m² h hPa]	ϕ [%]
Wewn.					55
1	ATLAS ARKOL E x2	0.0002	0.3401	5.88	
2	Tynk lub gładź cementowo-wapienna 1850	0.015	45	3.33	
3	* zaprawa termizol.TM	0.38	150	25.33	
4	Tynk lub gładź cementowo-wapienna 1850	0.015	45	3.33	
5	ATLAS ARKOL E x2	0.0002	0.3401	5.88	
Zewn.				$\Sigma = 43.76$	85

Parametry wejściowe przegrody

Rodzaj przegrody : Ściana zewnętrzna
 Warunki eksploatacji : średnio wilgotne
 Strefa klimatyczna II

Temperatura wewn. okresu wysychania [°C]: 20
 Wilgotność wewn. okresu wysychania [%]: 55

	ciepła zaprawa
U [W/m²K]	0,46
t _{kr} [°C]	3,0
Z [dni]	117
A [g/m²]	322
B [g/m²]	2633



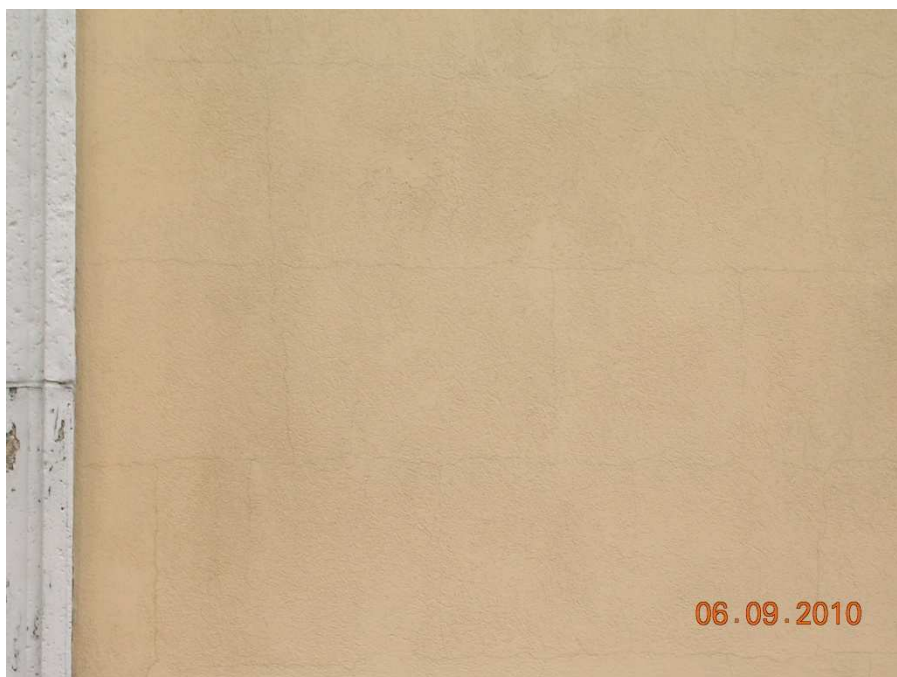


Skutki działania mostków cieplnych i parowych





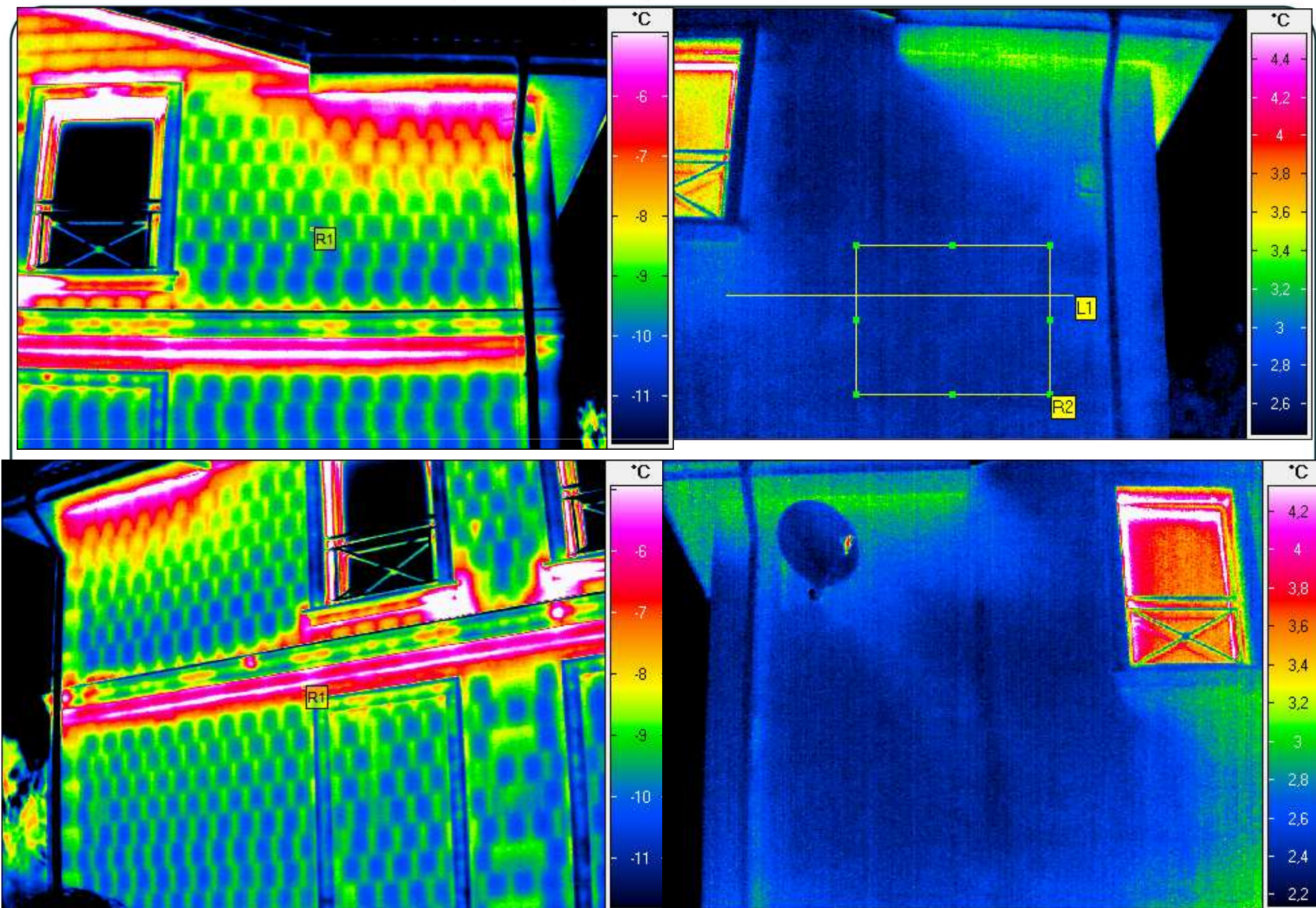
Skutki działania mostków cieplnych i parowych

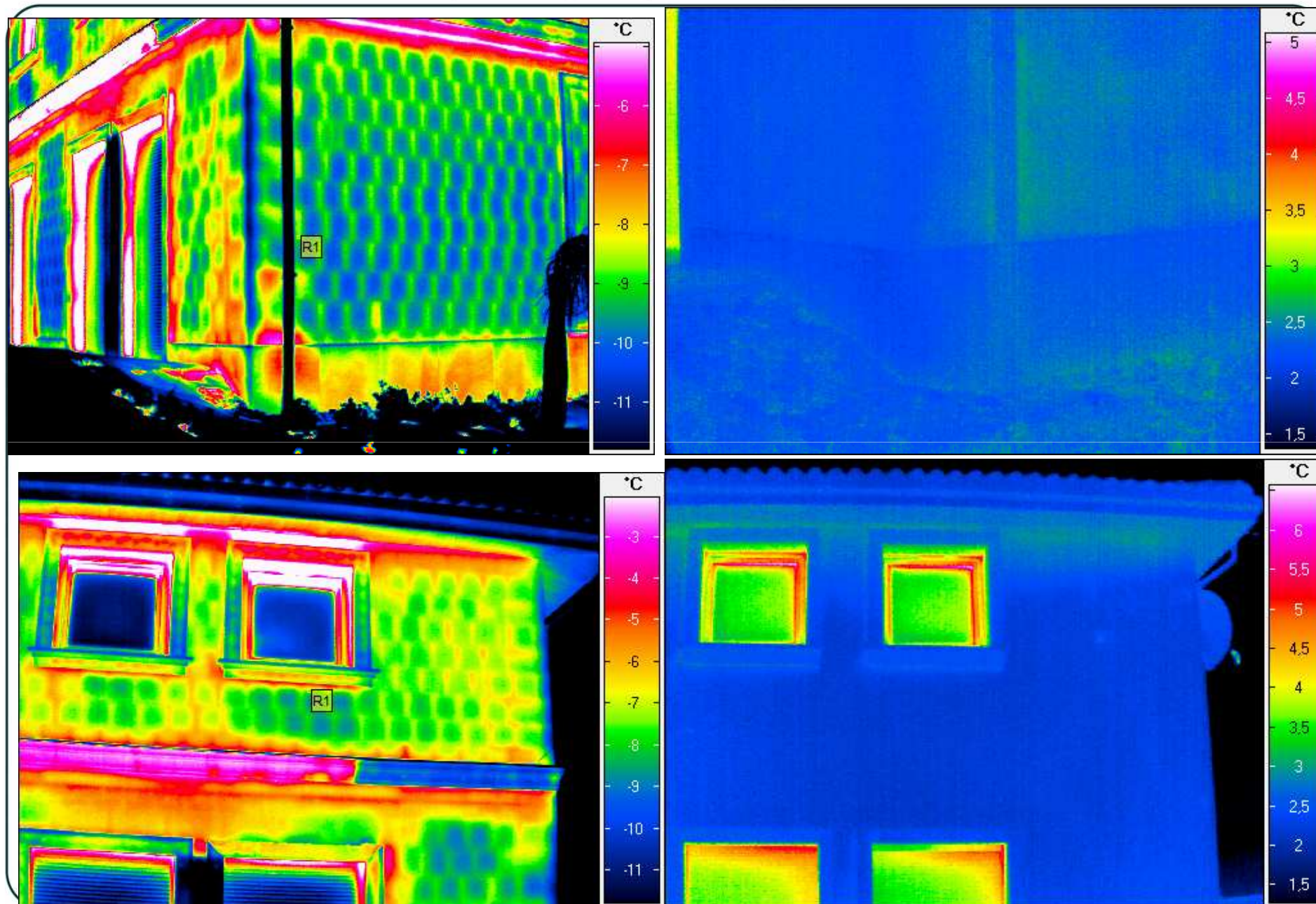




PO DOCIEPLENIU STYROPIANEM





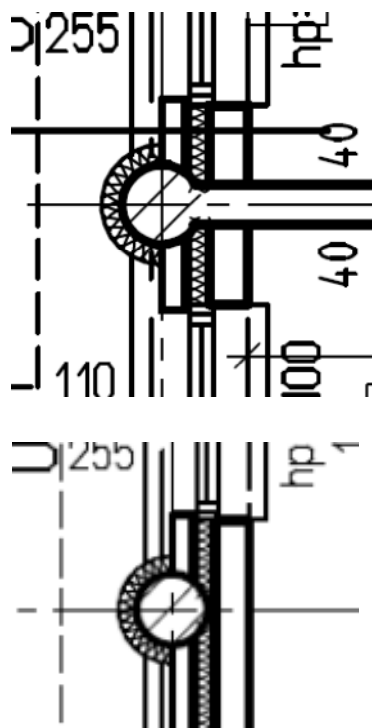




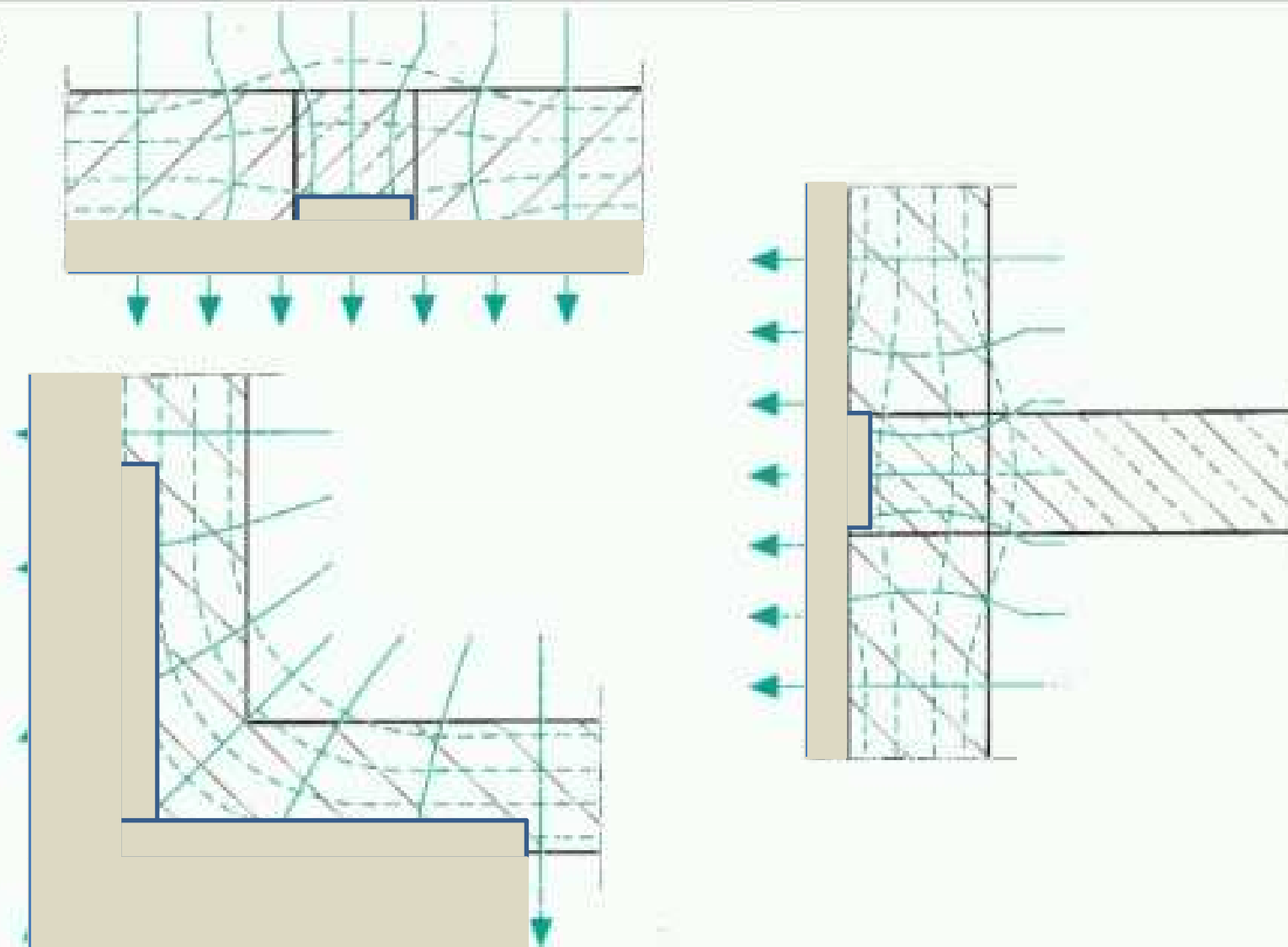
Eliminacja mostków cieplnych w praktyce inżynierskiej



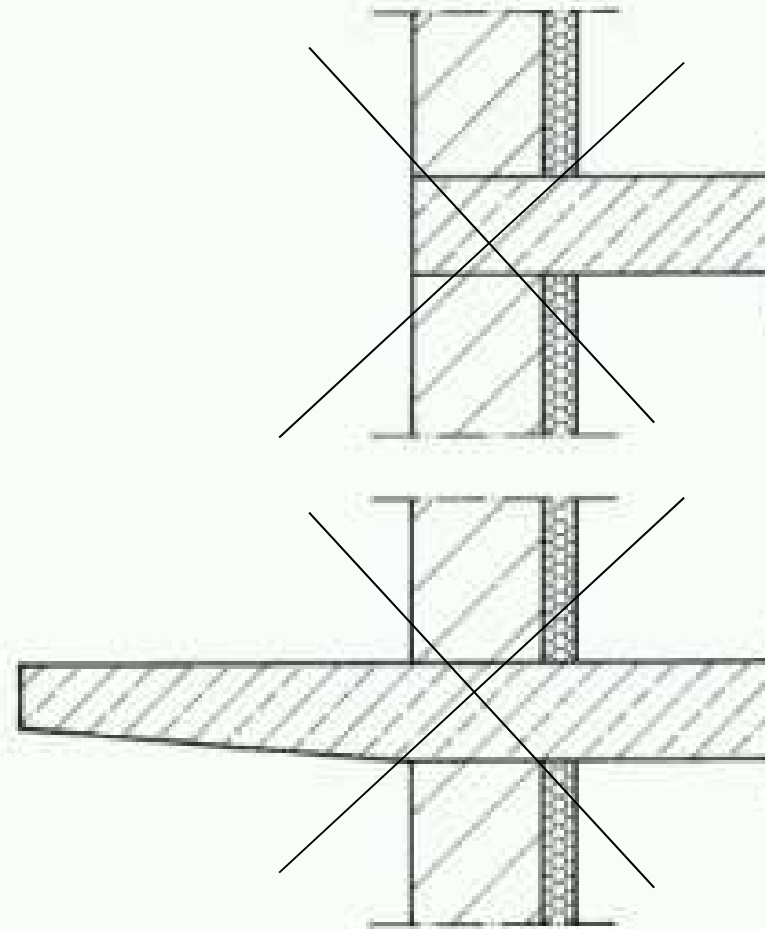
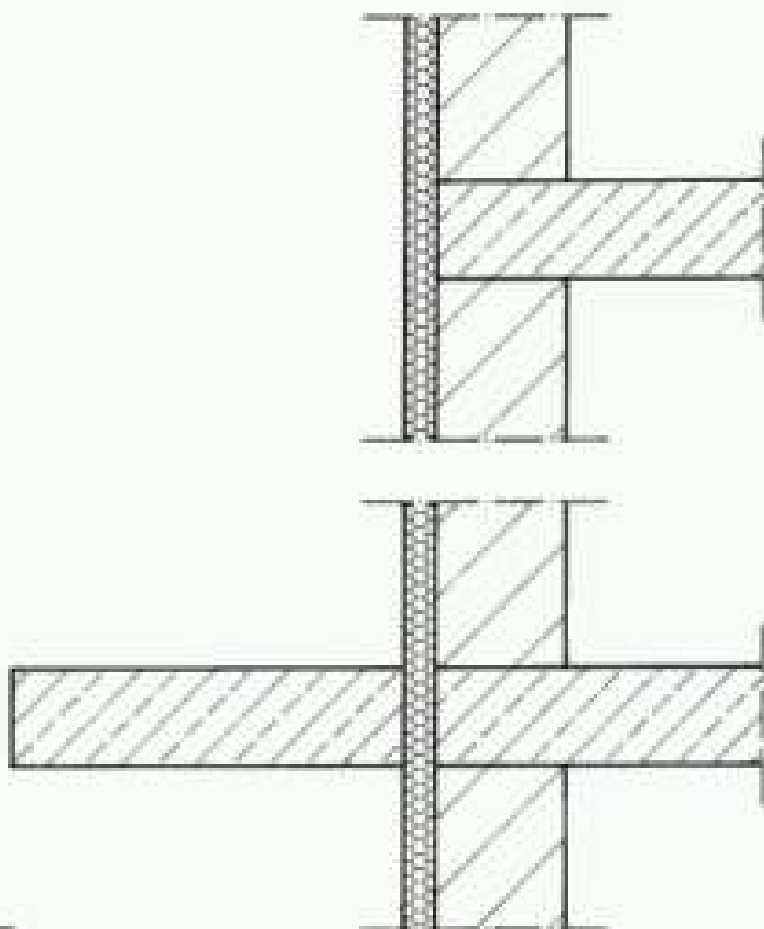
To nie jest dobra metoda



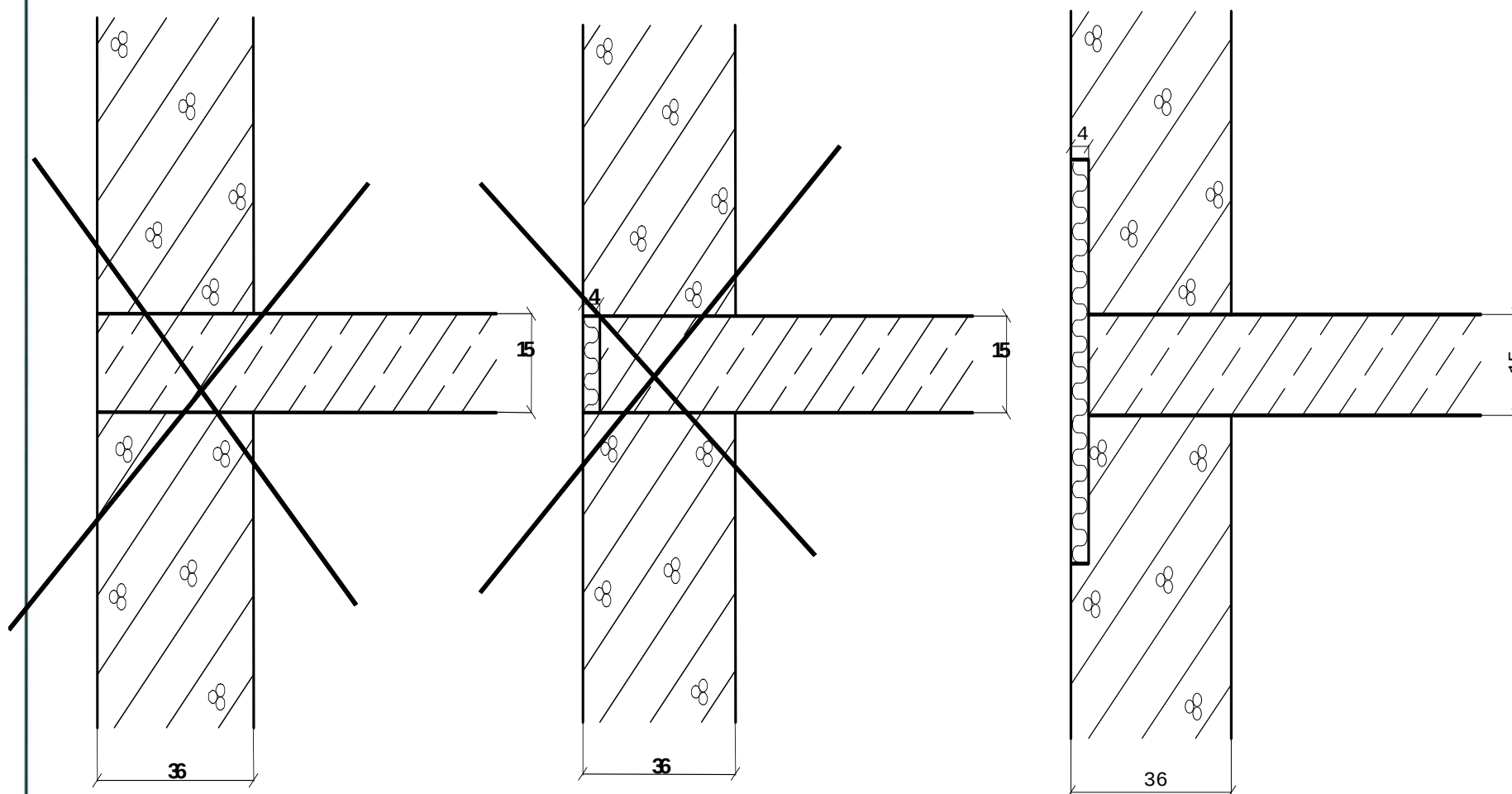
6.1.2/6



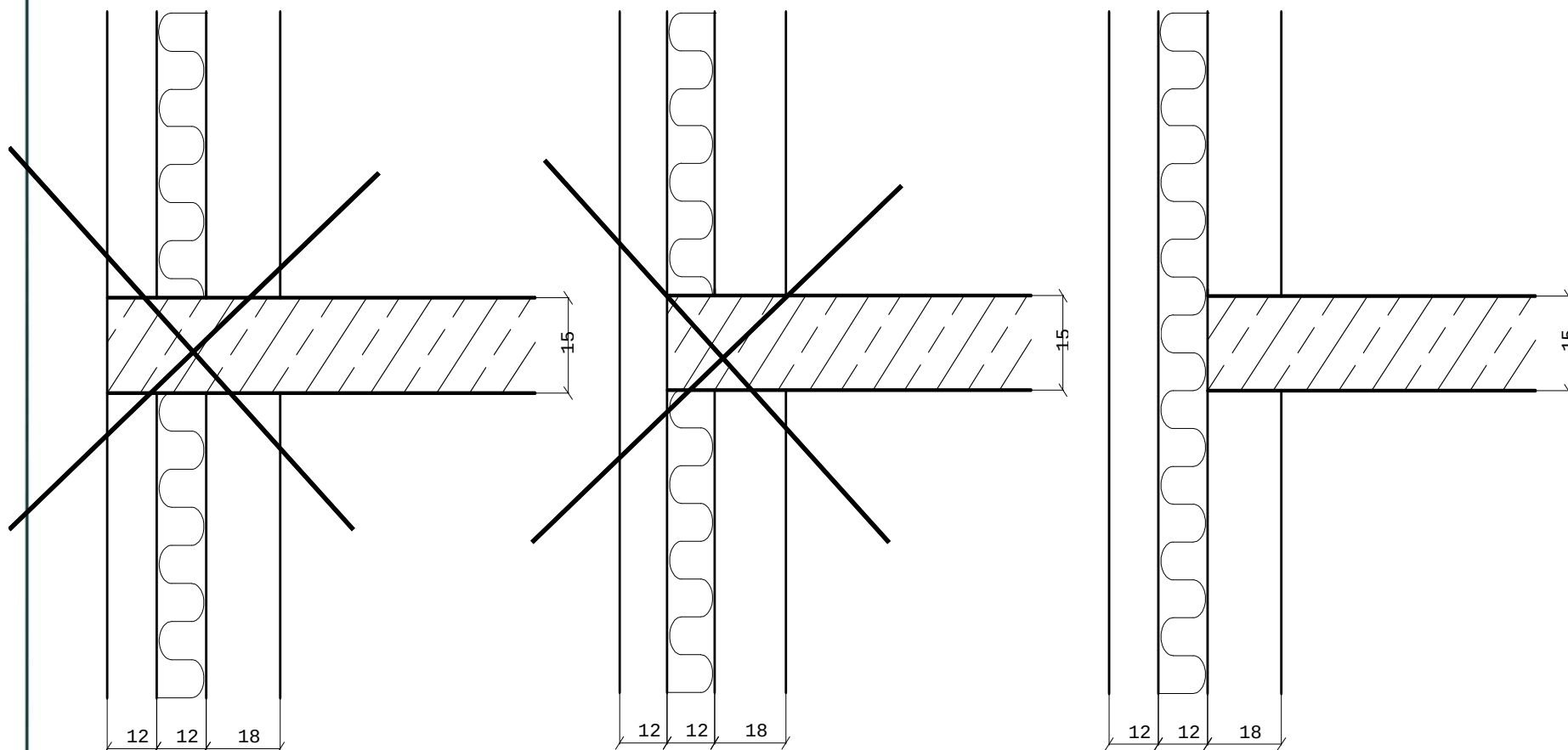
6.1.2/7



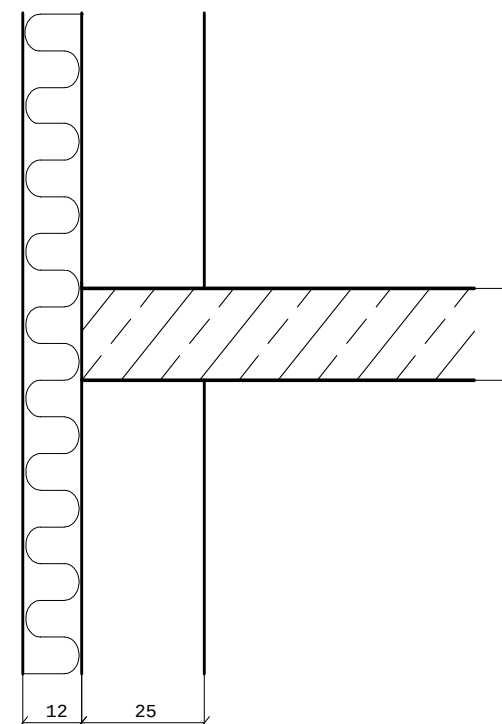
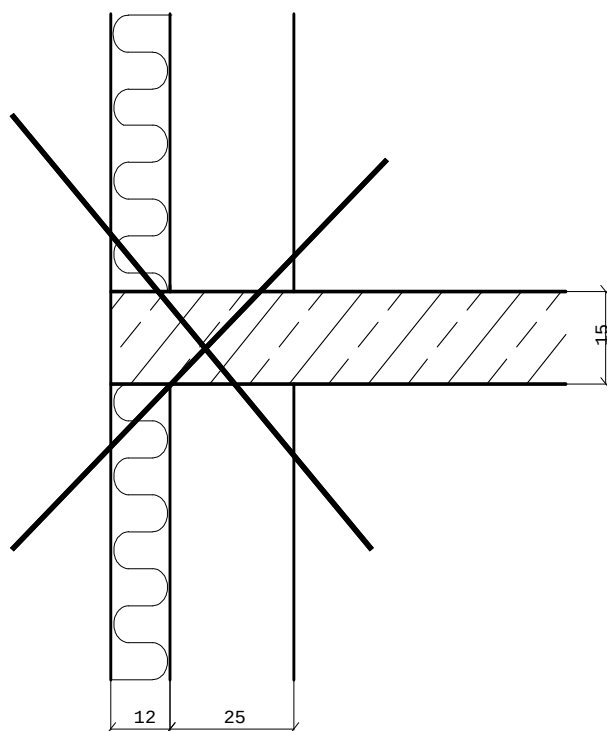
Wieńce w ścianie jednowarstwowej



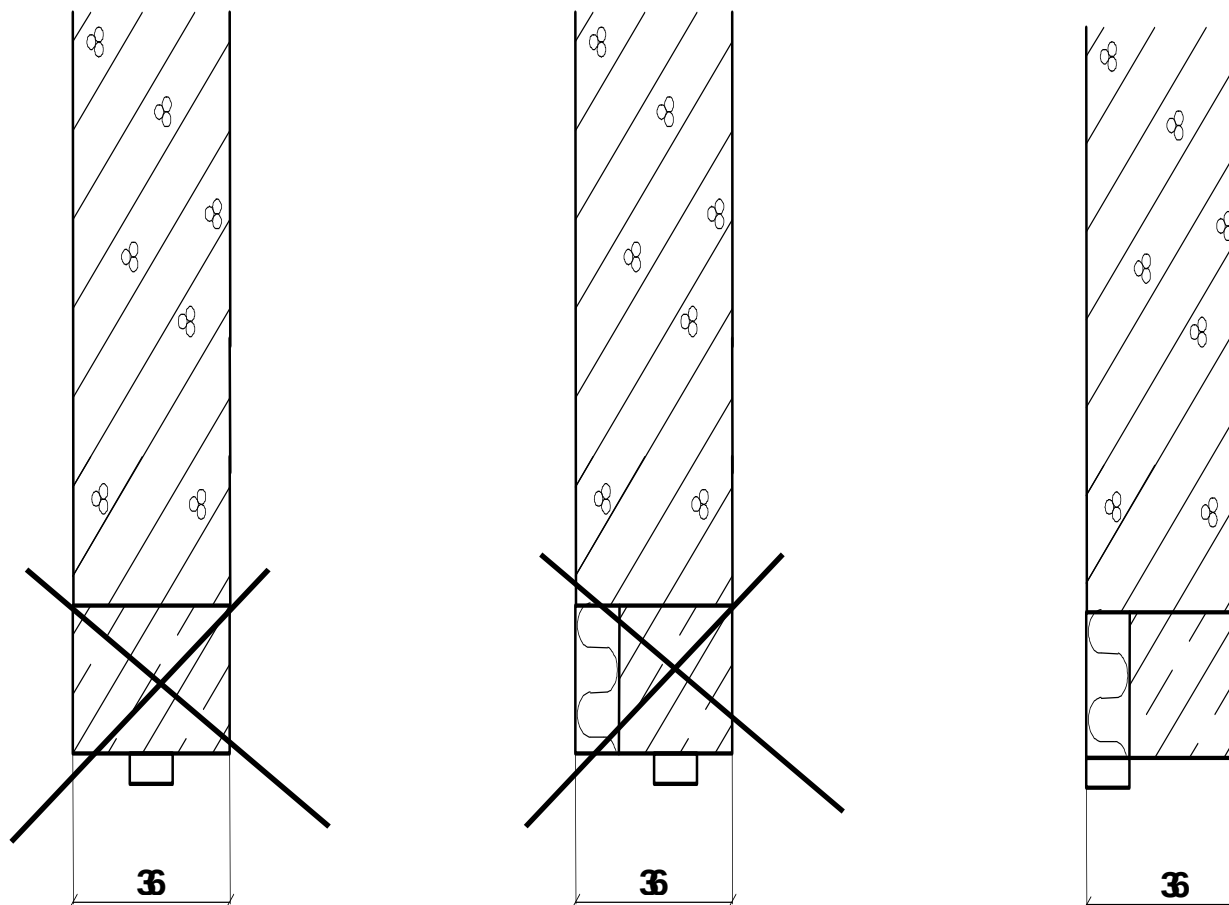
Wieńce w ścianie trójwarstwowej



Wieńce w ścianie dwuwarstwowej z ociepleniem z zewnątrz



Nadproża w ścianie jednomateriałowej

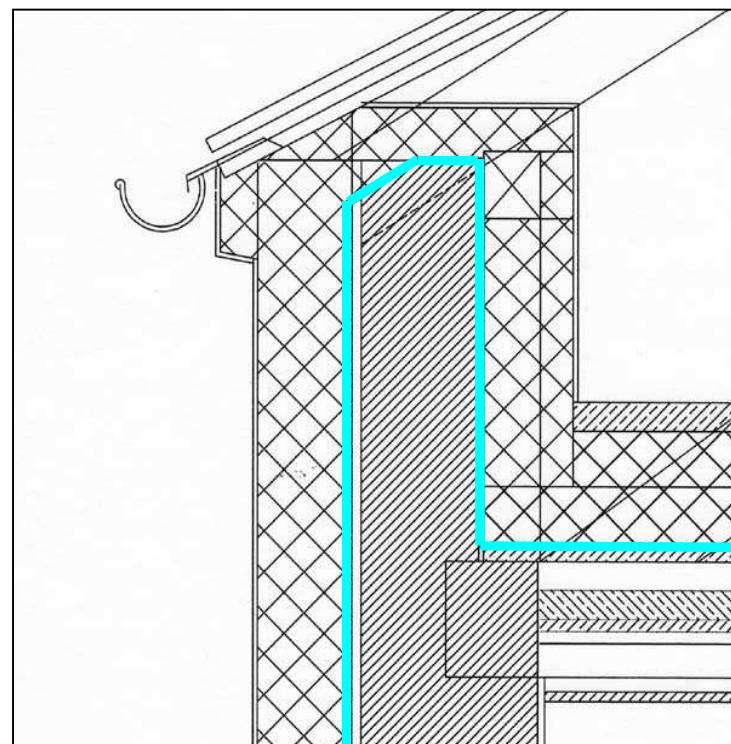
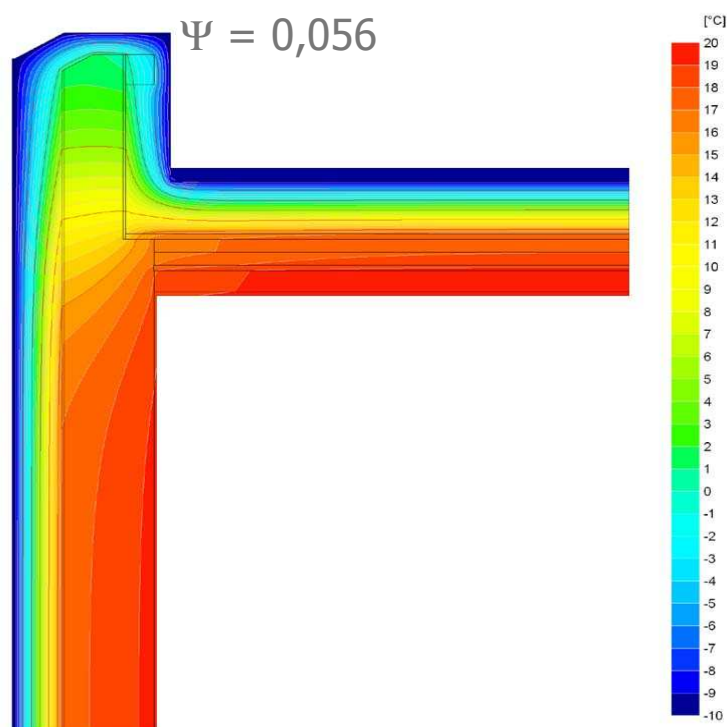


Dolnośląska Agencja

ul. Piłsudskiego 1-180

4

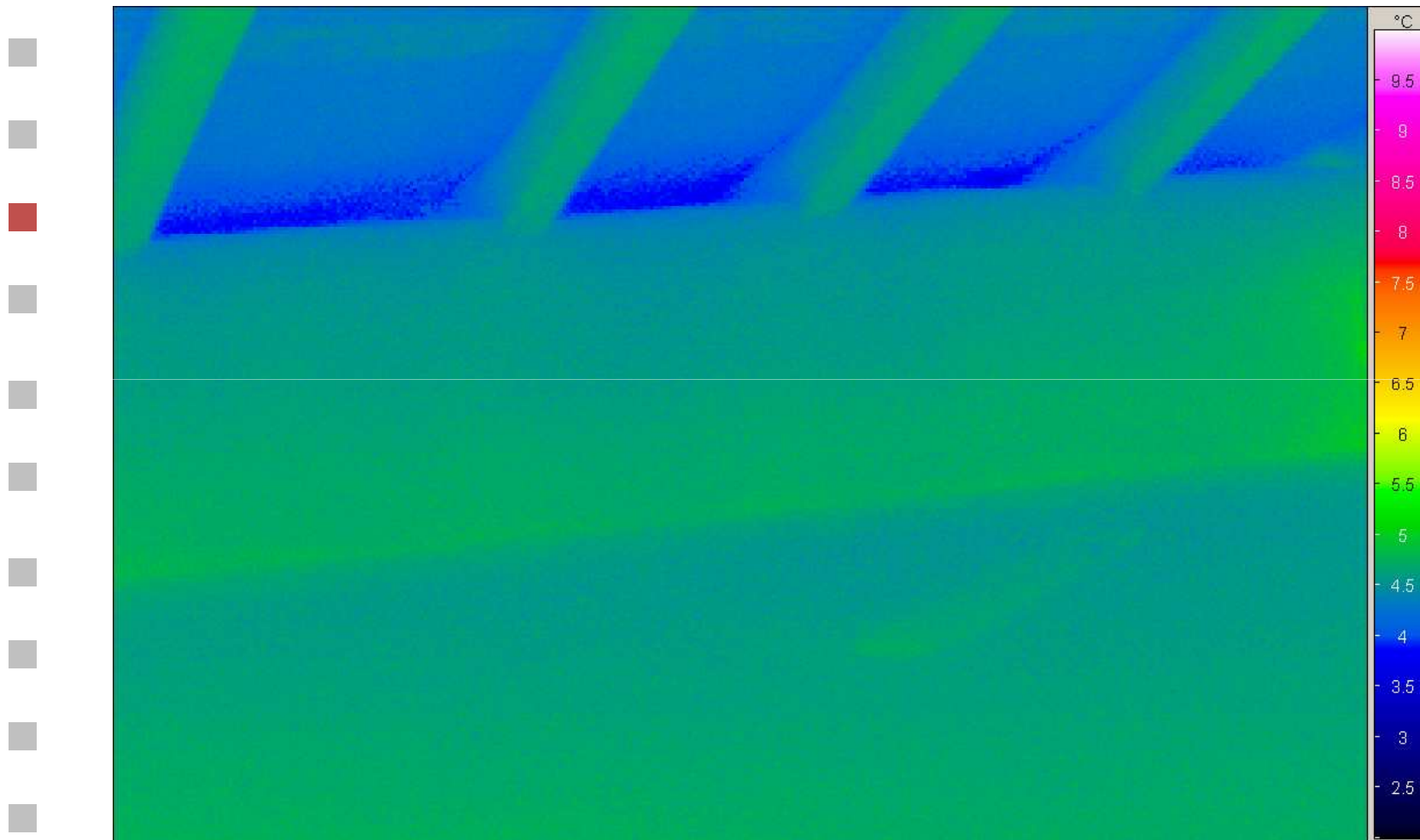
Likwidacja mostków ciepła





WDVS 250 mm, WLK 035 → $U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$

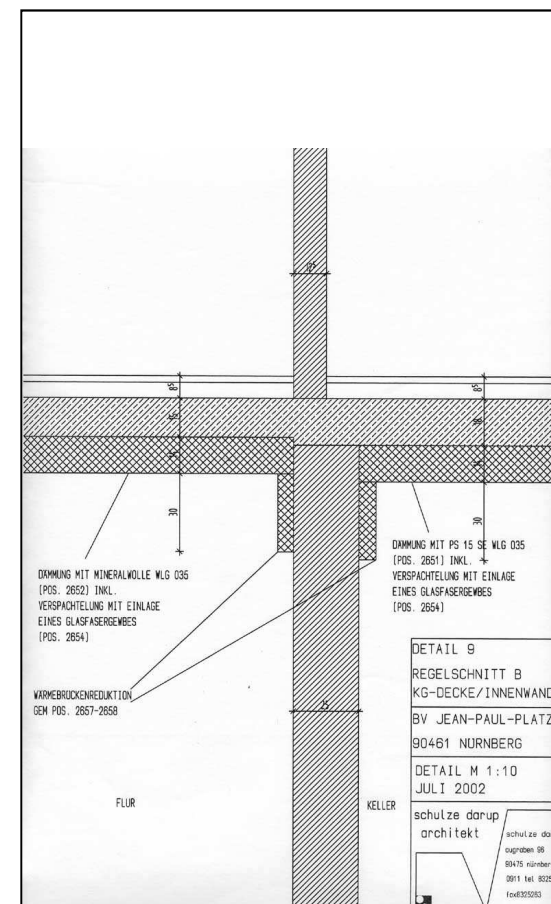
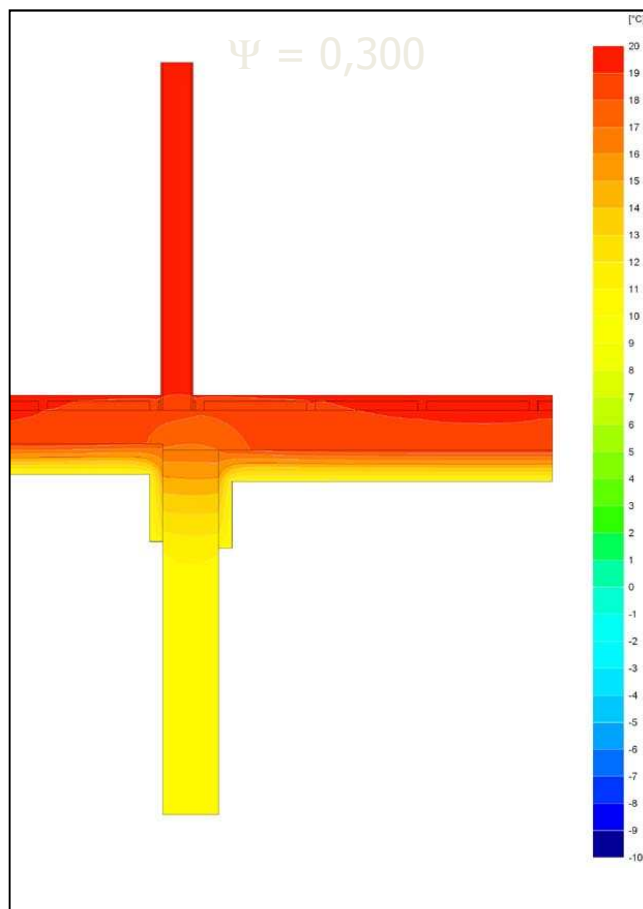




Passivhaus Institut



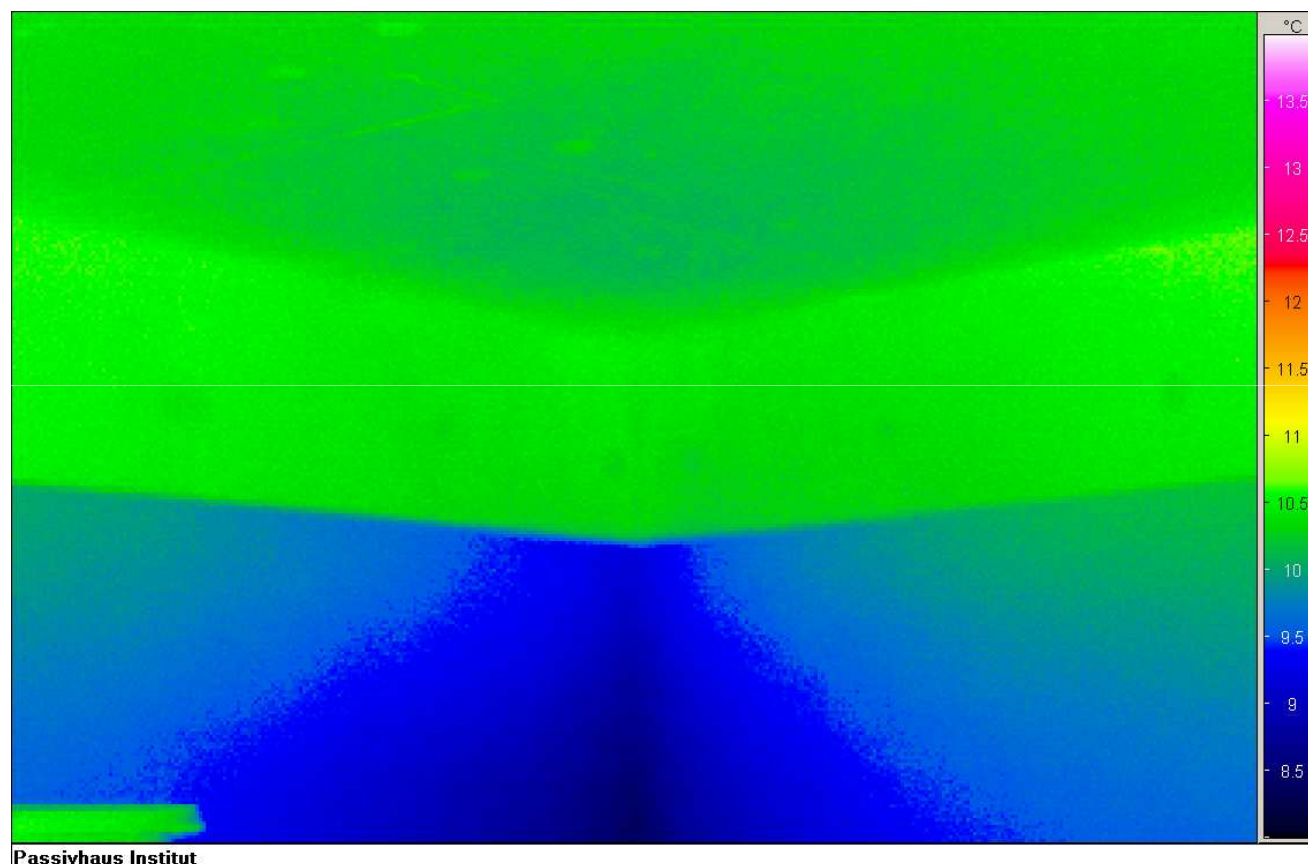
Ściana wewnętrzna EG-KG nieogrzewwana





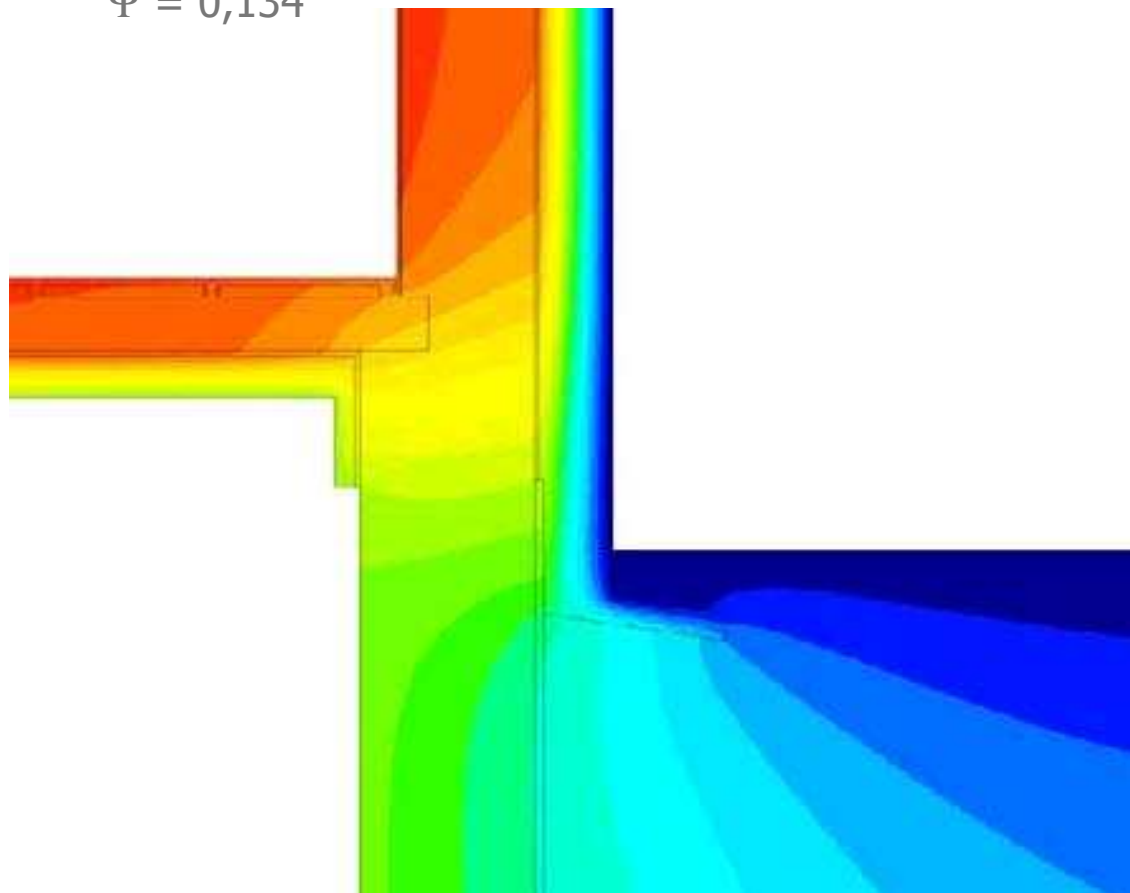
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

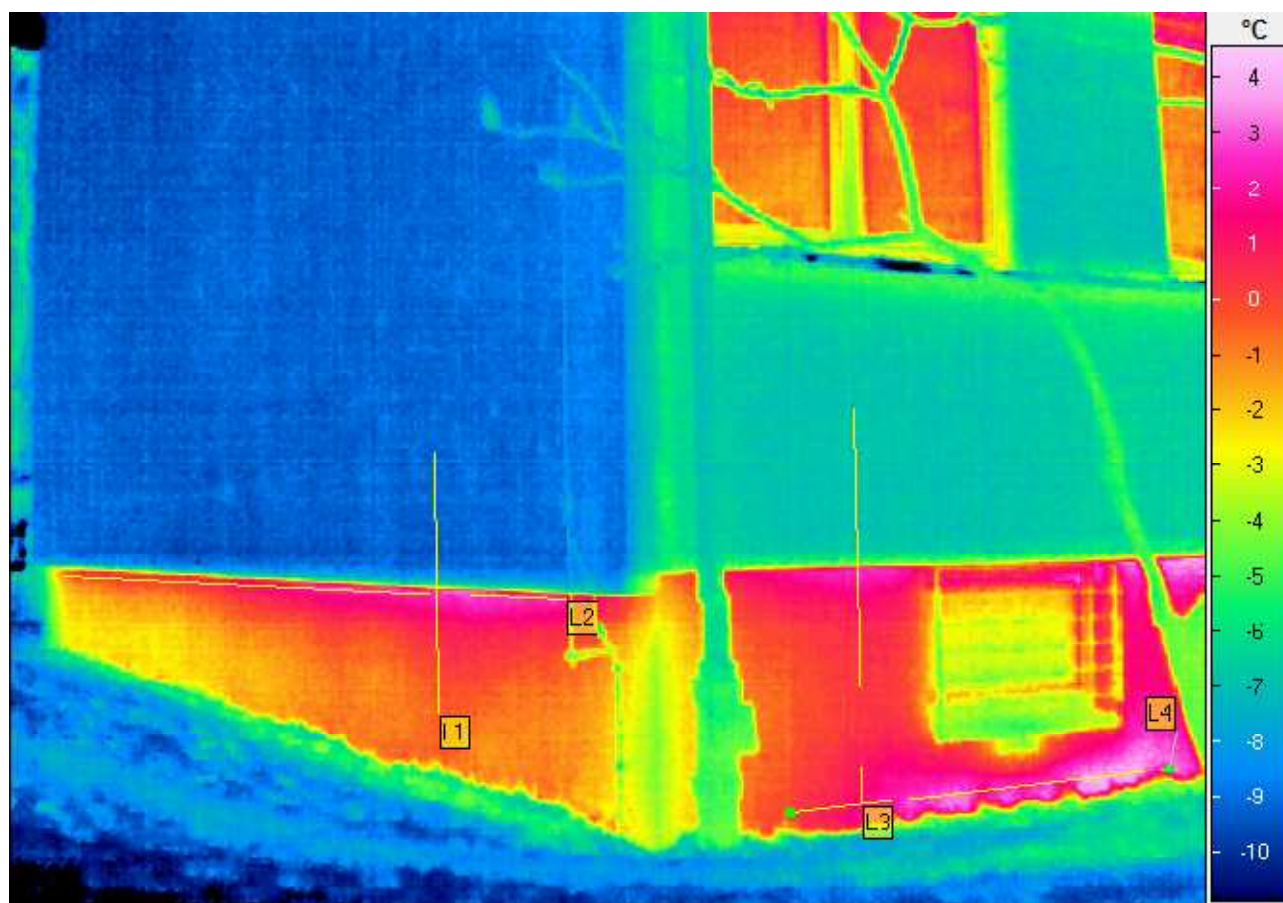


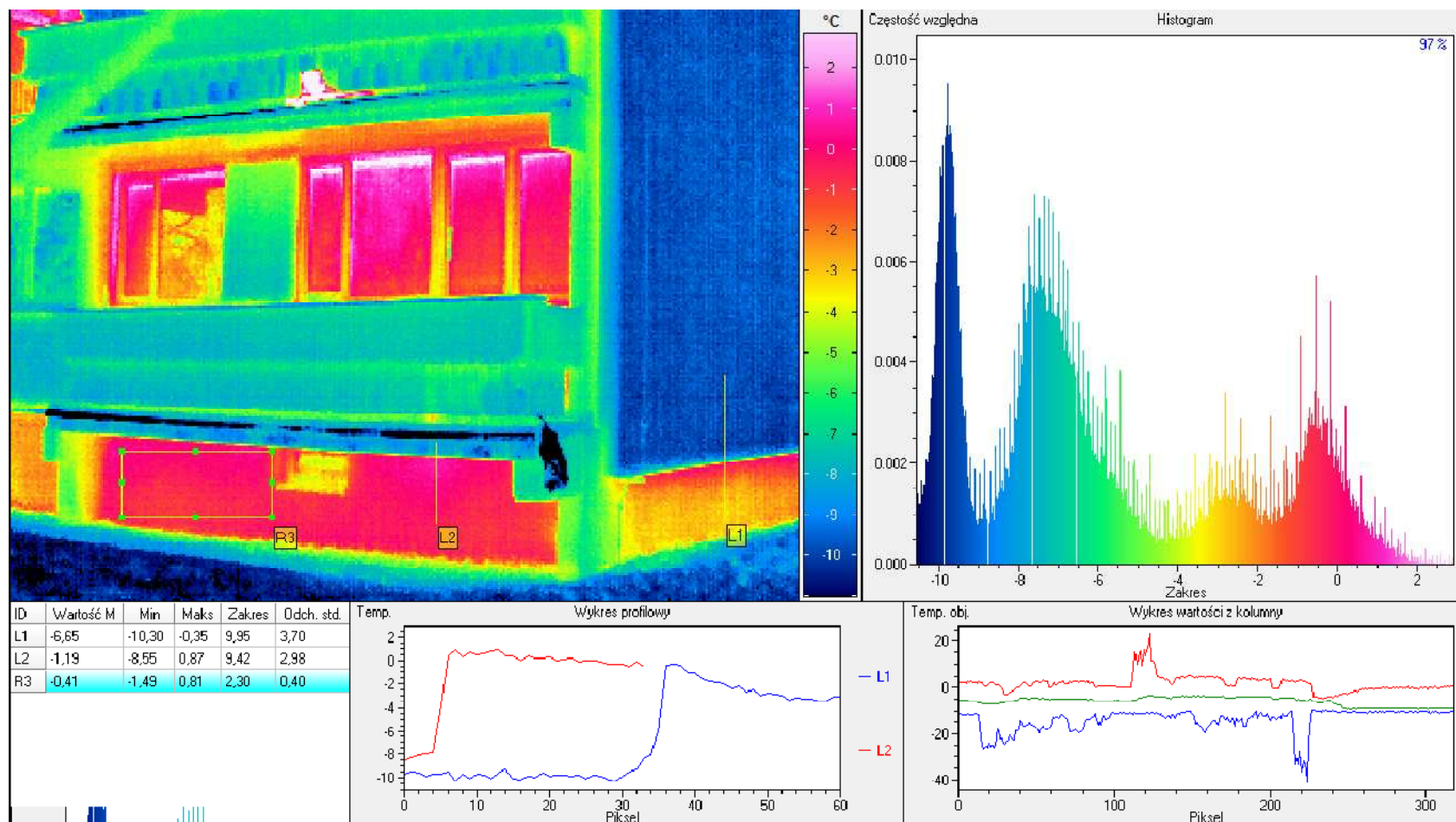




Połączenie podmurówki ze ścianą zewnętrzną
 $\Psi = 0,134$

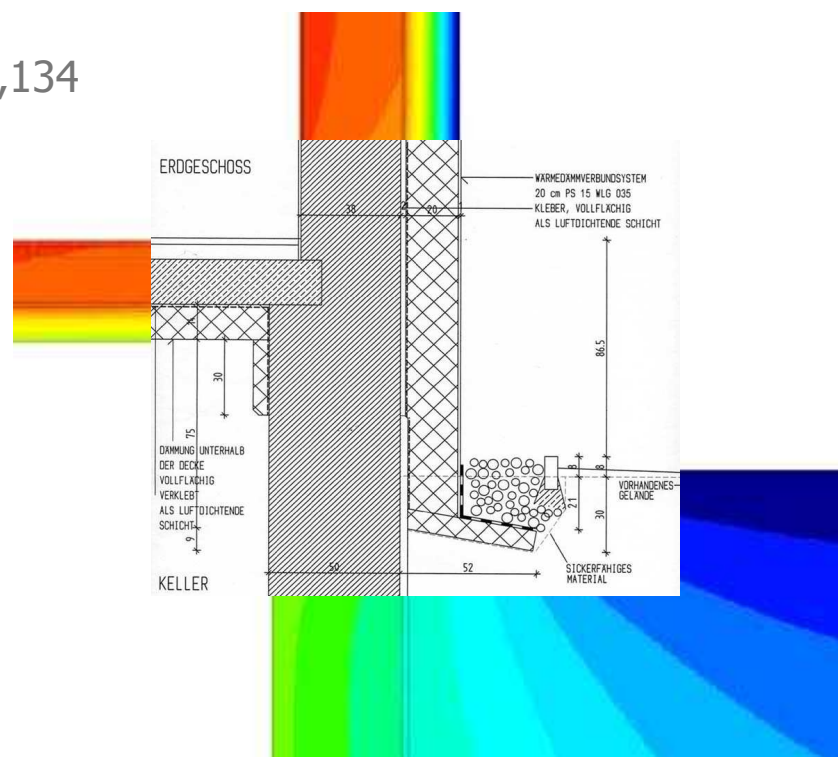




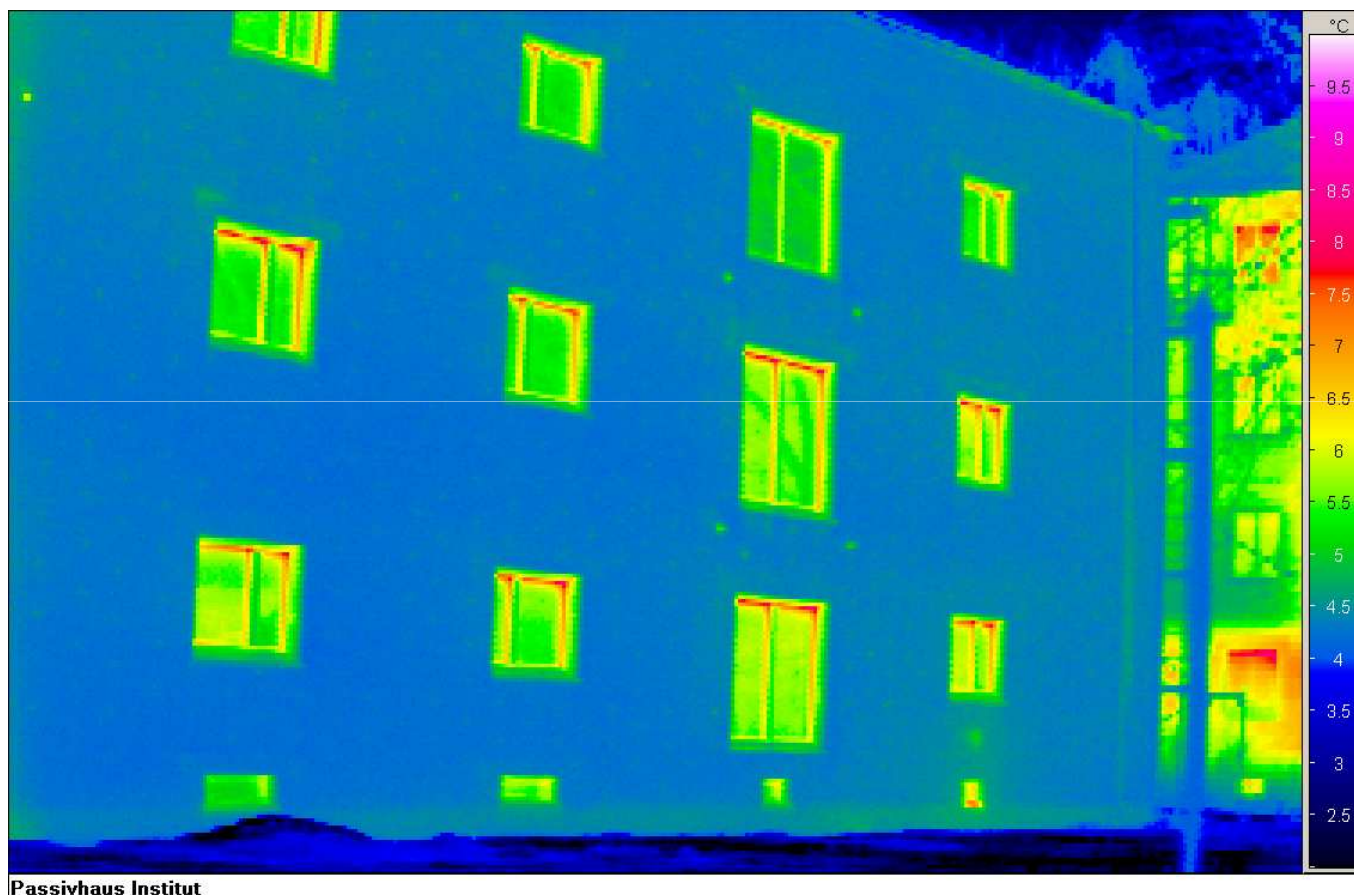


Połączenie podmurówki ze ścianą zewnętrzną piwnicy

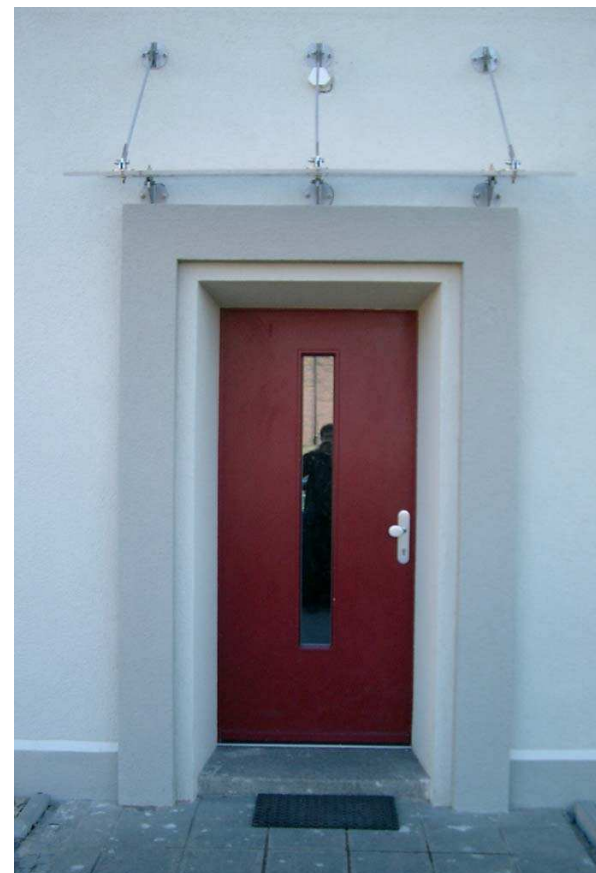
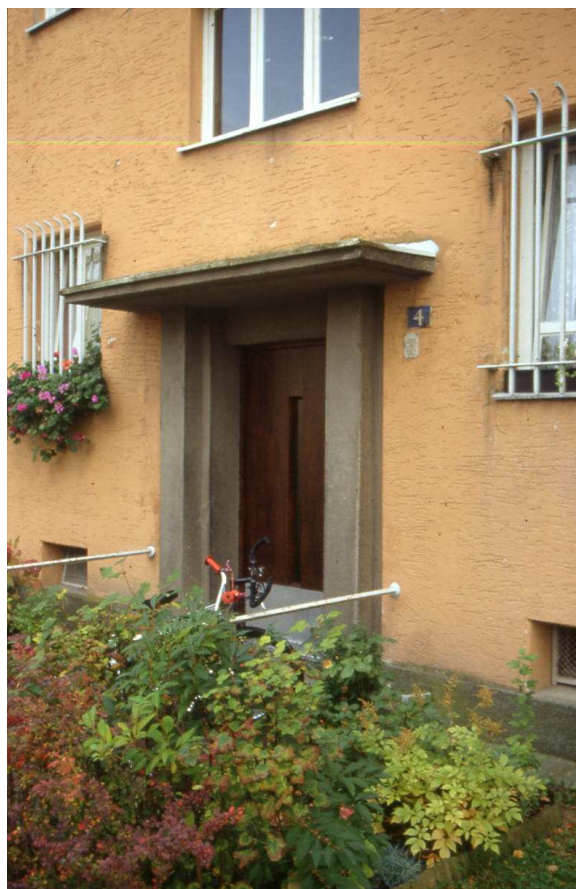
$$\Psi = 0,134$$



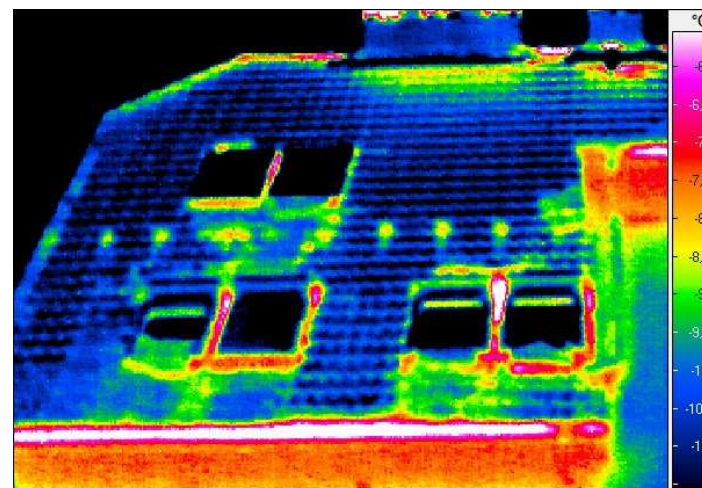
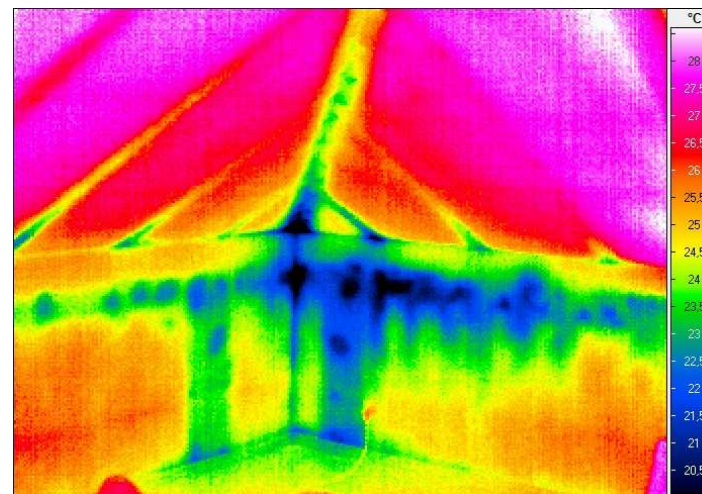
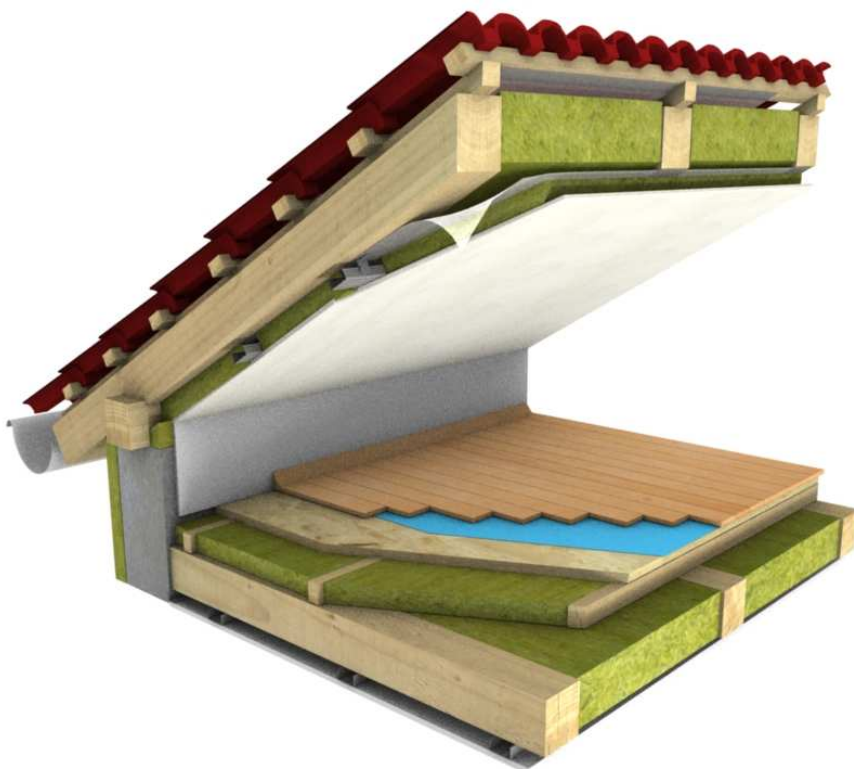


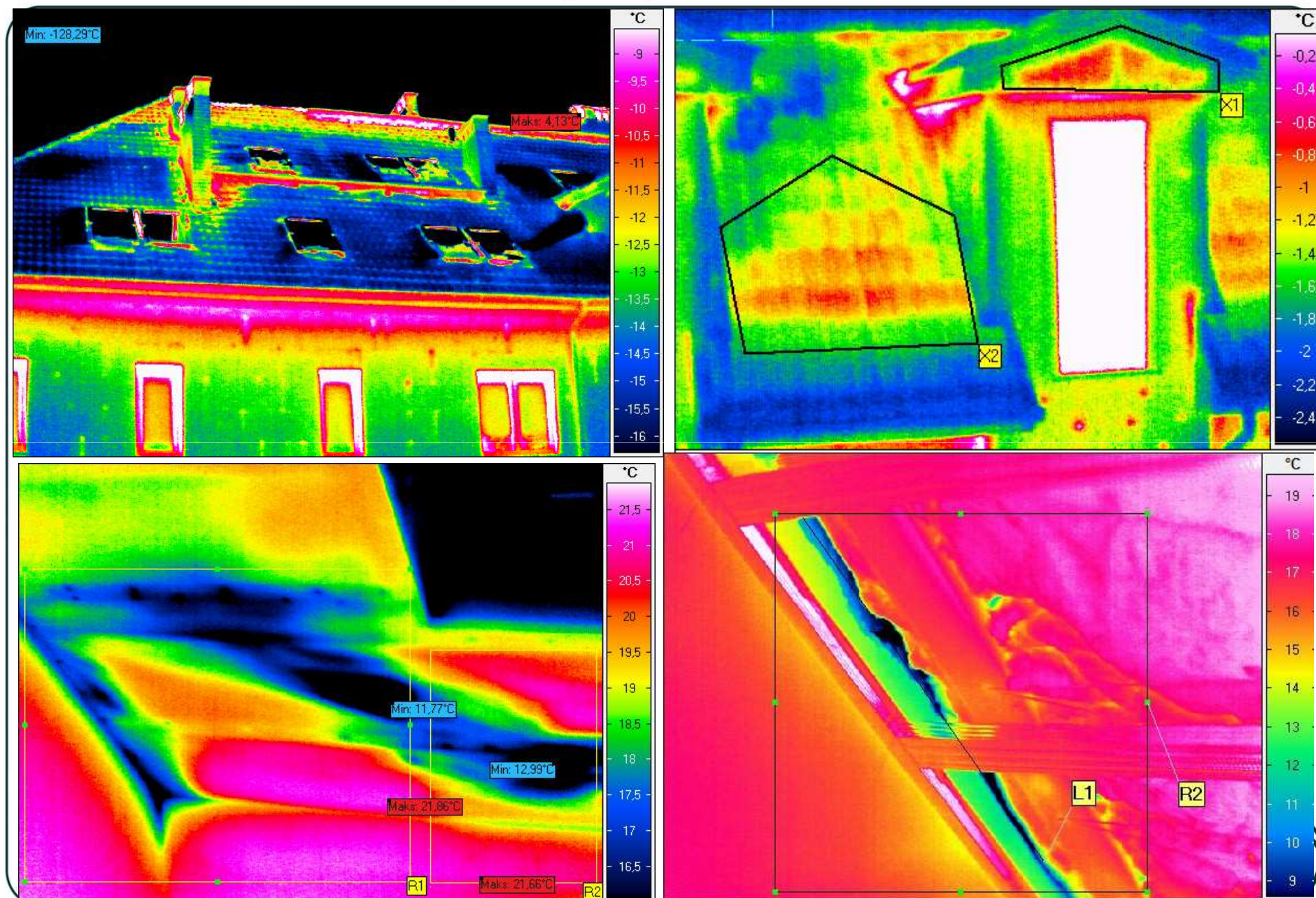


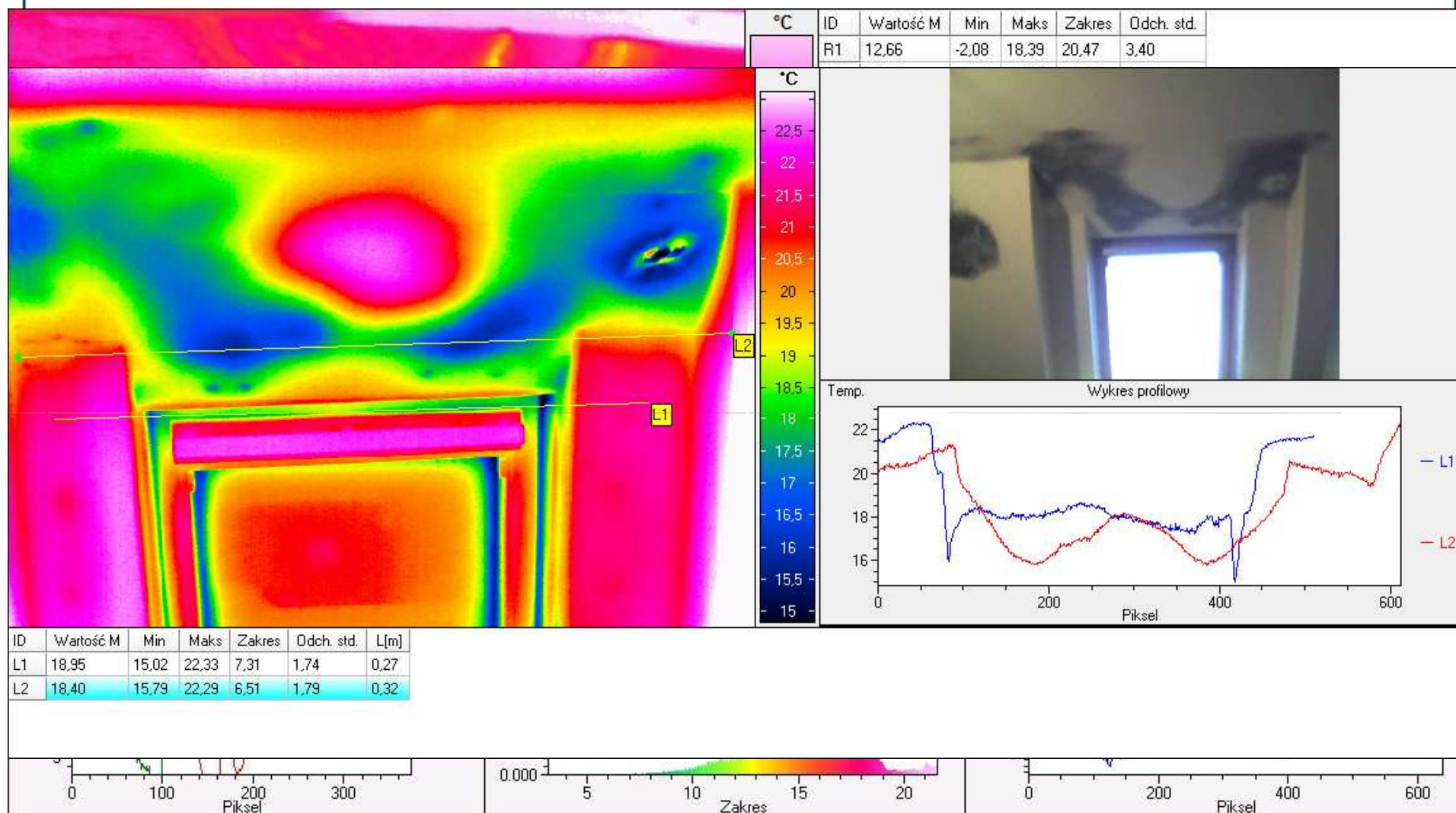




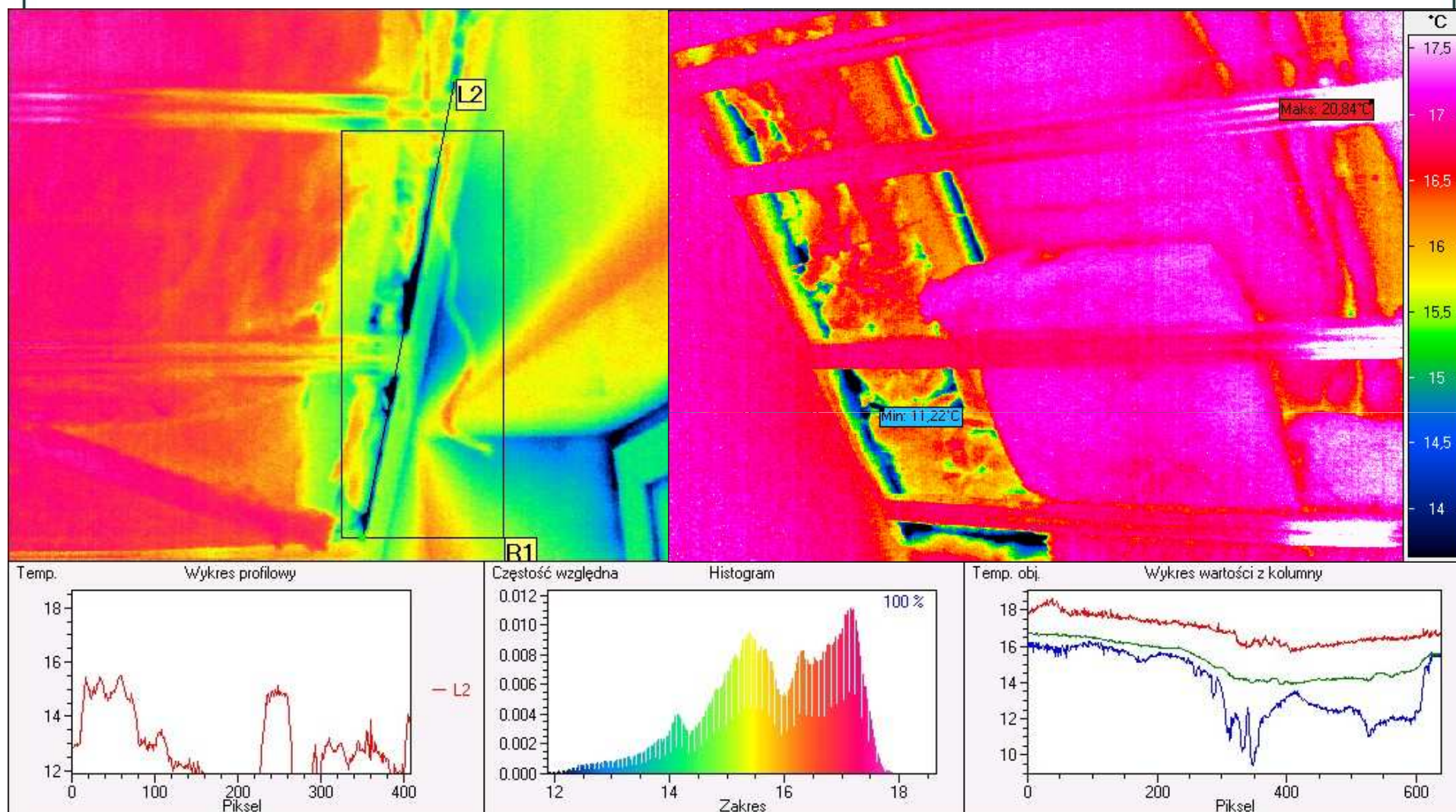
PRZEGRODY NIEJEDNORODNE



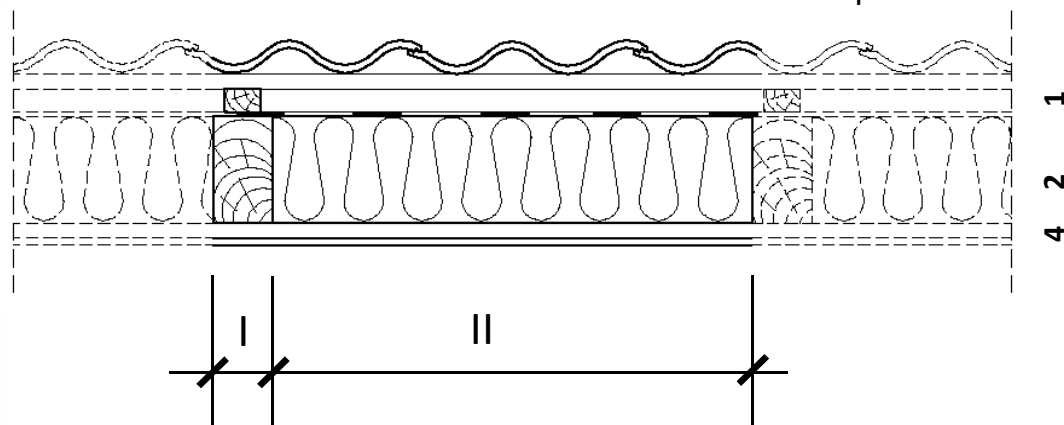








Powierzchnia połaci dachowej 96m², krokwie co 0,88m

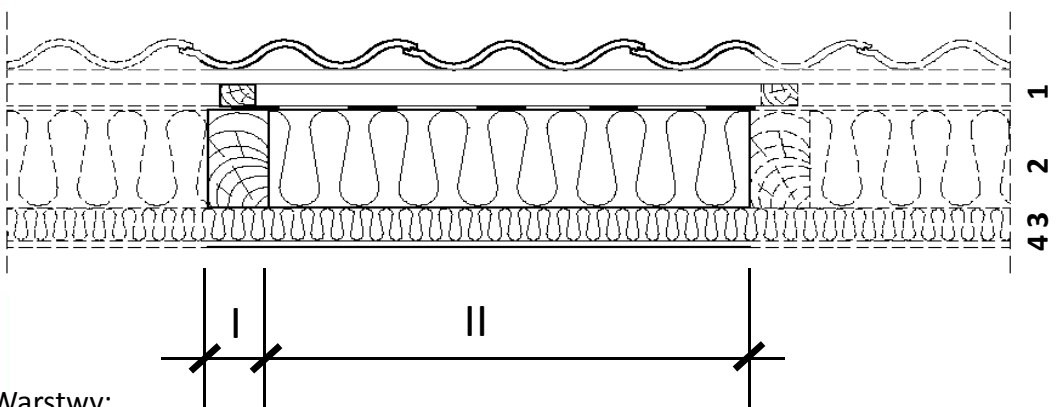


Jednowarstwowe ocieplenie

$$U_c = 0,32 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

A nie $(U = 0,23 + 0,01 = 0,24 \text{ [W/m}^2\text{K]})$

Obliczanie współczynnika przenikania ciepła wycinkami



Dwuwarstwowe ocieplenie

$$U_c = 0,19 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

A nie $(U = 0,16 \text{ [W/m}^2\text{K]})$

Warstwy:

- 1 – pokrycie dachówką bez poszycia
- 2 – ROCKMIN gr. 16 cm
- 3 – ROCKMIN gr. 8 cm
- 4 – płyta g-k

Wycinki:

- I – krokiew 12x16cm o powierzchni 14,4 m²
- II – przestrzeń między krokiewiami o powierzchni 81,6 m²

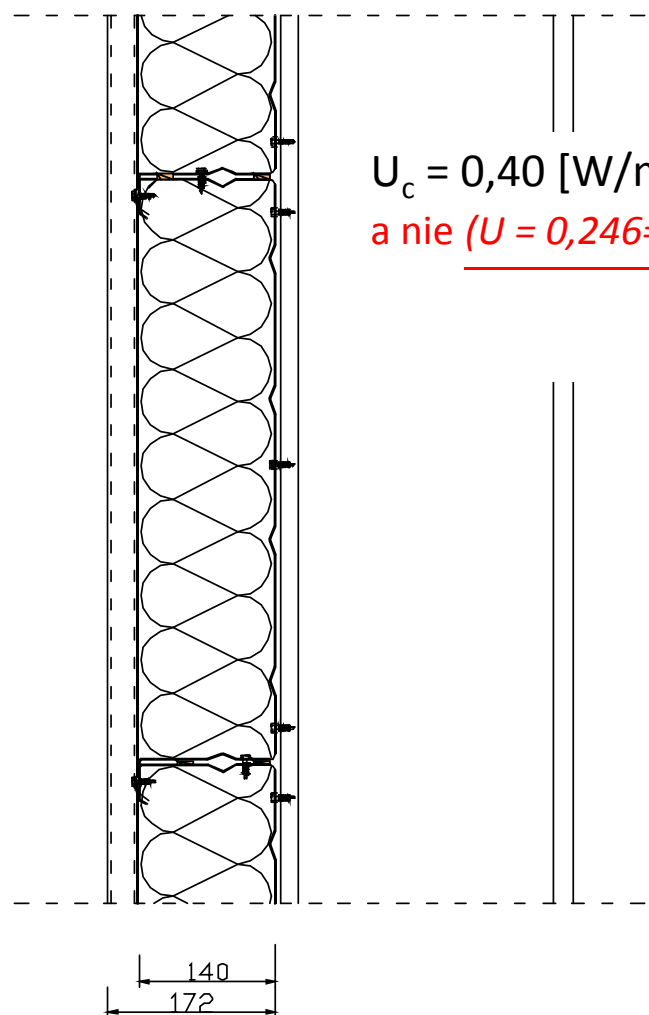




Dwuwarstwowe ocieplenie poddasza



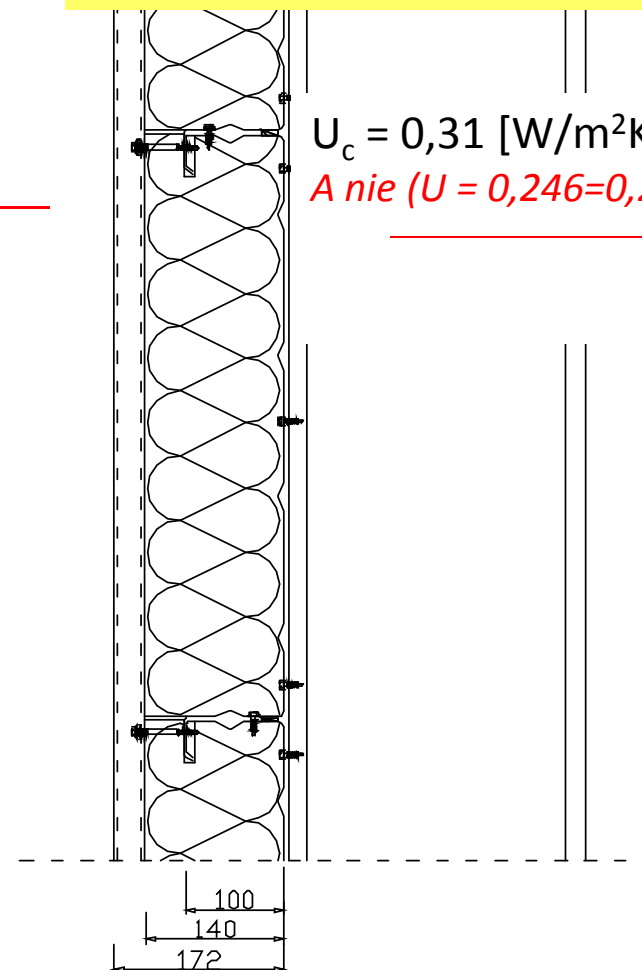
Symulacje komputerowe lub
badanie laboratoryjne przegrody



$U_c = 0,40 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
a nie ($U = 0,246=0,25 \text{ [W/m}^2\text{K]}$)

Program IFBS-Wärmedurchgang 1.3

Rockton gr. 140 mm

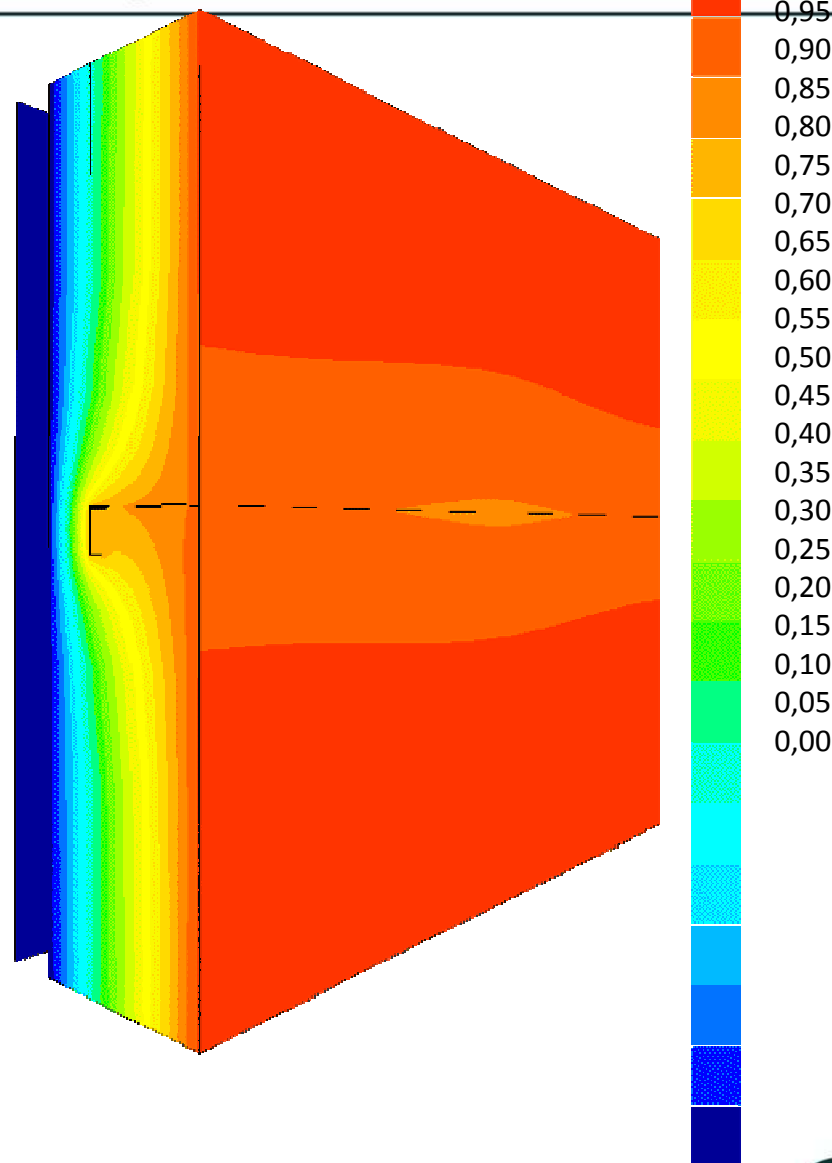
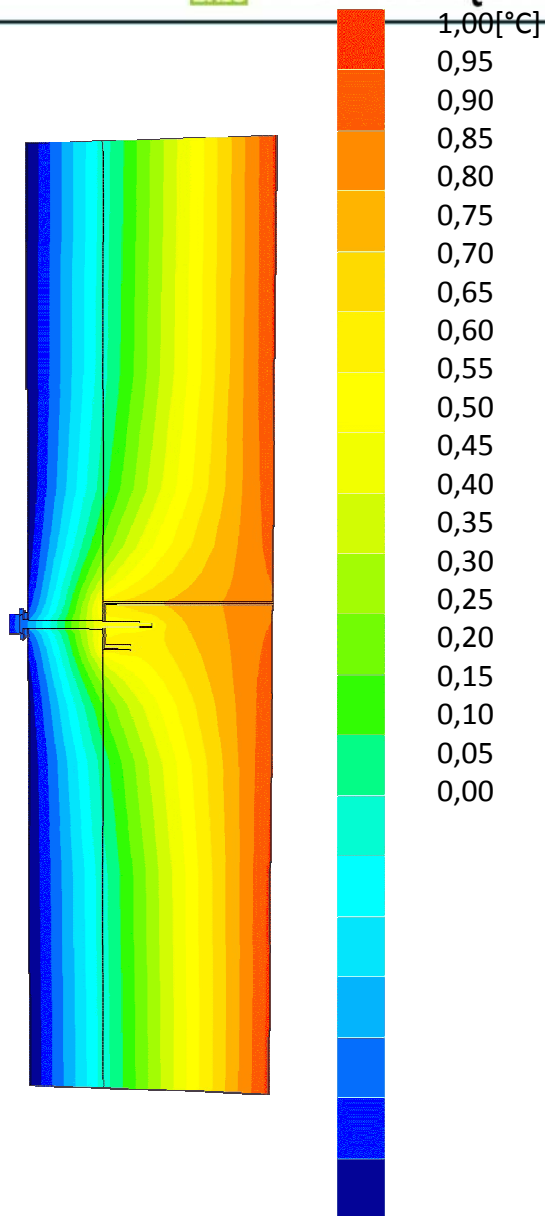


$U_c = 0,31 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
A nie ($U = 0,246=0,25 \text{ [W/m}^2\text{K]}$)

Stalrock MAX gr. 140 mm

UWAGA nie zawsze U można obliczać wg PN EN 6946





program TRISCO version 11w

Minimalizacja liniowego mostka termicznego na stykach kaset.



