



GRANICE ENERGOOSZCZĘDNOŚCI

czyli jakie będzie budownictwo?

energooszczędne?,

pasywne?

zero-energetyczne ?

czy racjonalne.



Mgr inż. Jerzy Żurawski

Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska





CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA ELEMENTÓW BUDYNKU

PRZEGRODY NIEPRZEŹROCZYSTE: ŚCAINY, DACH,

PRZEGRODY PRZEŹROCZYSTE : SZYBY, OKNA

WENTYLACJA ENERGOOSZCZĘDNA MIEJSCOWA

EFEKTYWNE ŹRÓDŁA ENERGII

ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII

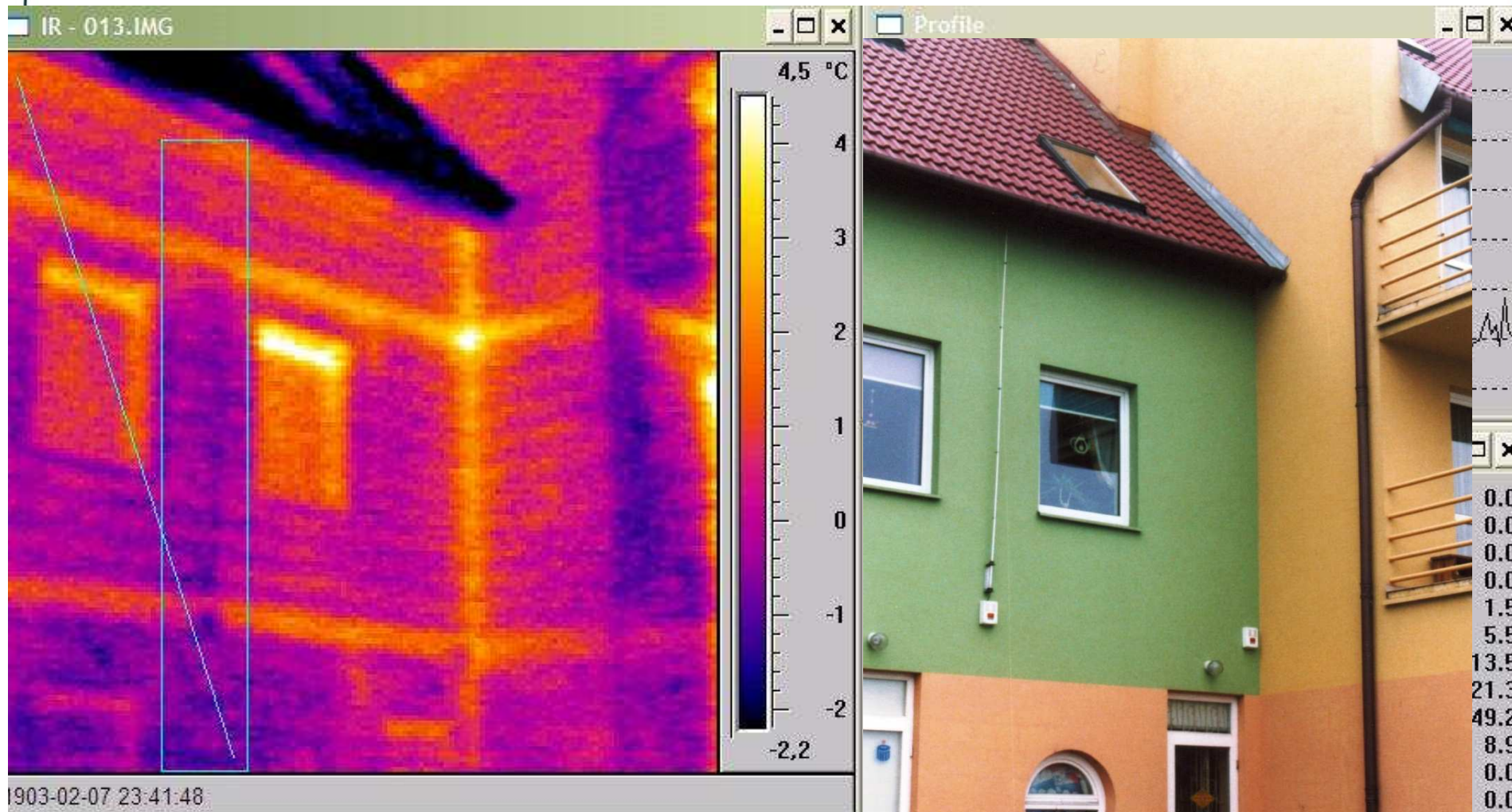


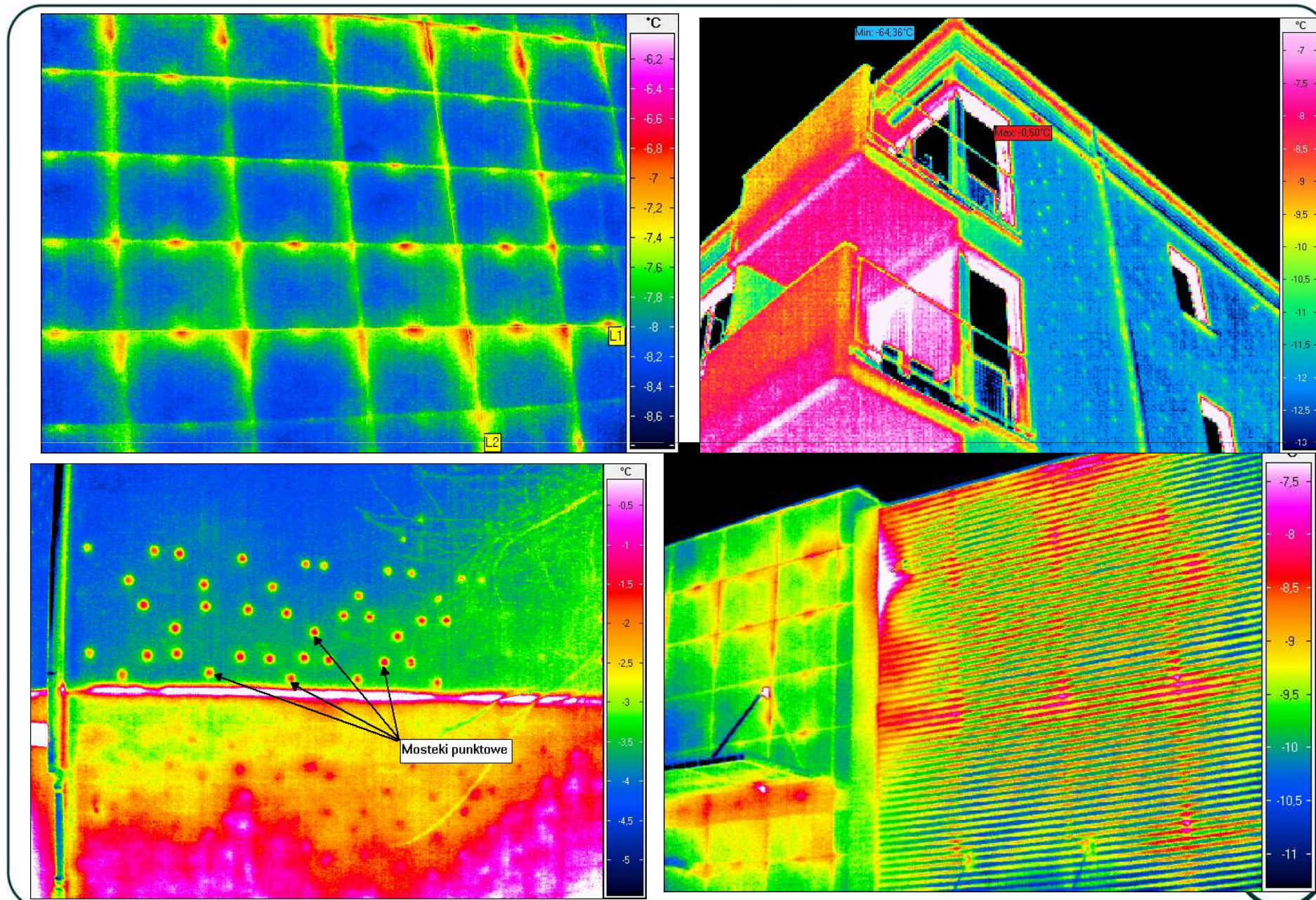


PRZEGRODY NIEPRZEŹROCZYSTE

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









Obliczenie współczynnika przenikania ciepła

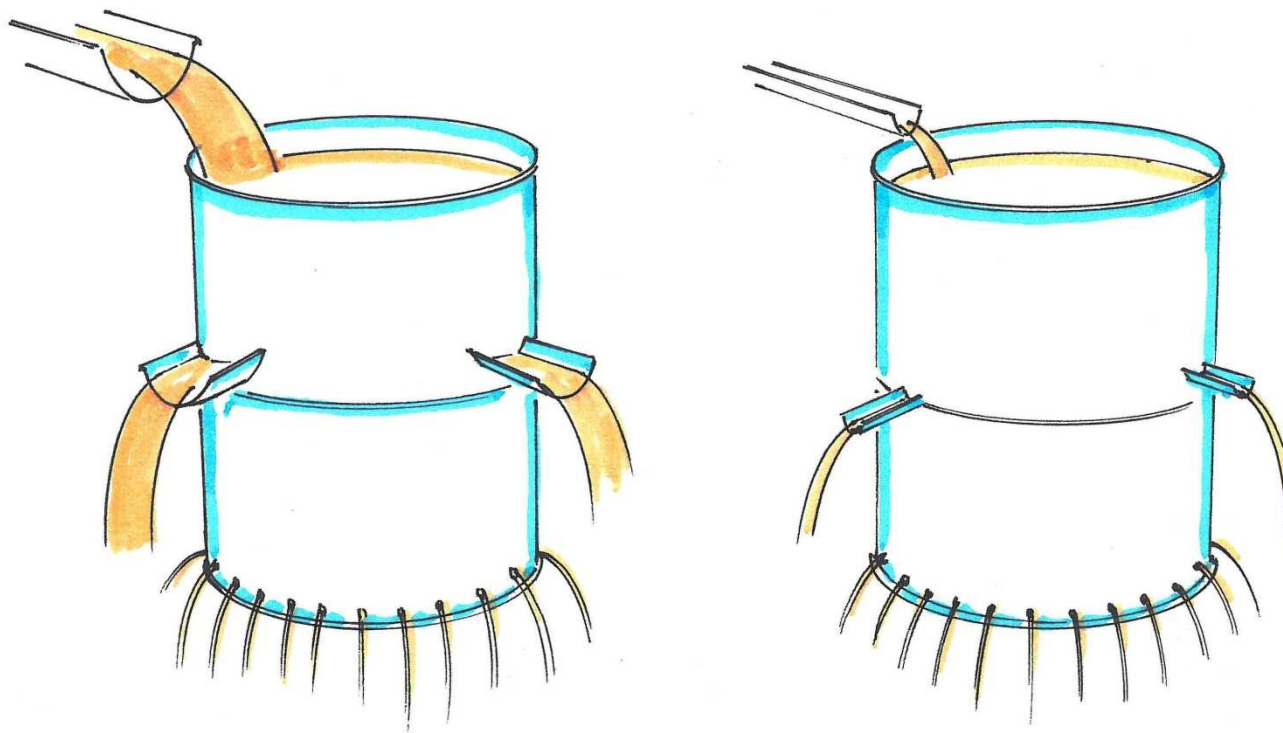
$$U = U_0 + \frac{\sum_{n=1}^N \Psi_{ln} \cdot L_n}{A} + \frac{\sum_{m=1}^M \Psi_{pm}}{A}$$

Dodatek na mostki termiczne

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



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



rk 06

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



Szacunkowy wpływ mostków cieplnych na izolacyjność termiczną przegrody.

Ip	Rodzaj przegrody	U _o bez mostków cieplnych	dodatek wynikający z występowania mostków cieplnych ΔU _o	U = U _o + ΔU _o	
		[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





dodatek na mostek Δ_{ui}			
typy mostków 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 Δ_{ui} w przegrodzie	nie powinno być większe 0,05 lub 10% wartości U przegrody		

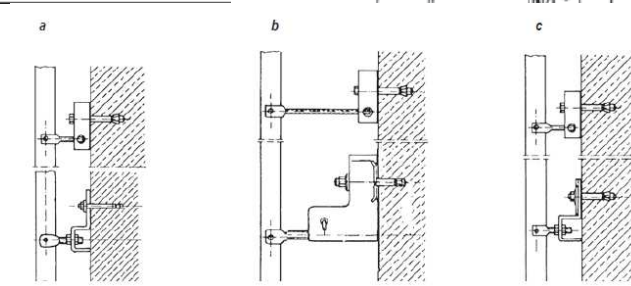
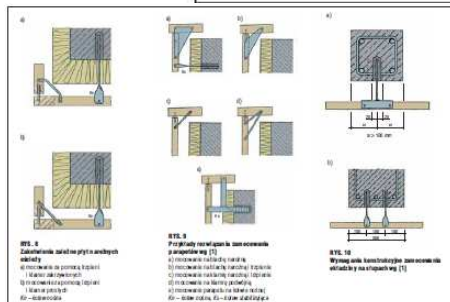
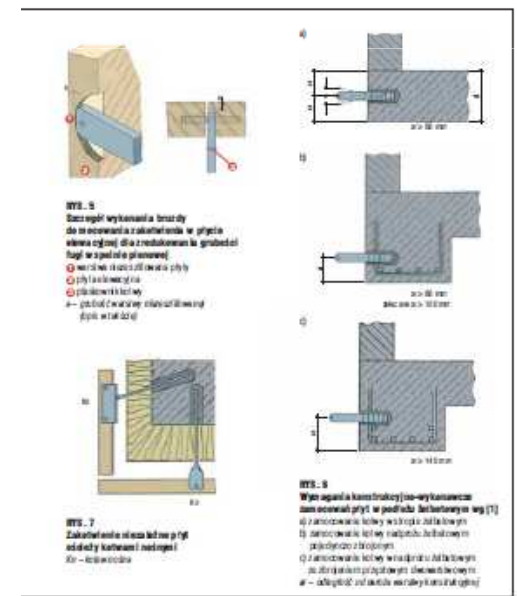
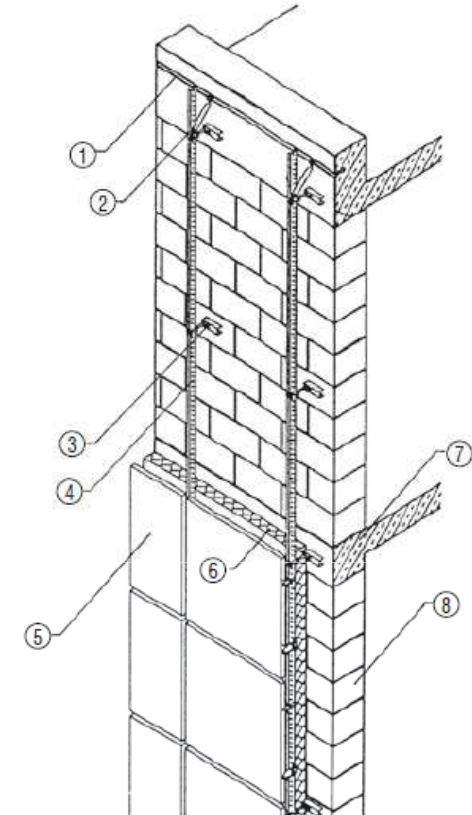
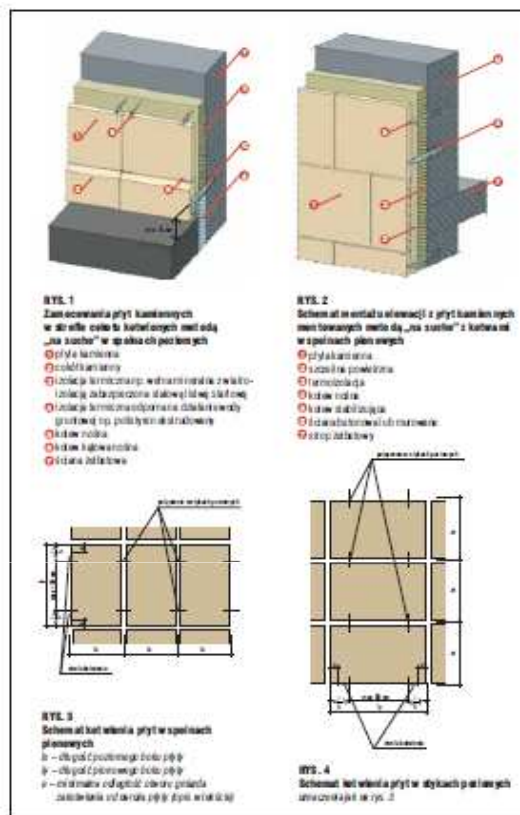




PRZYKŁAD 1. ELEWACJE KAMIENIA

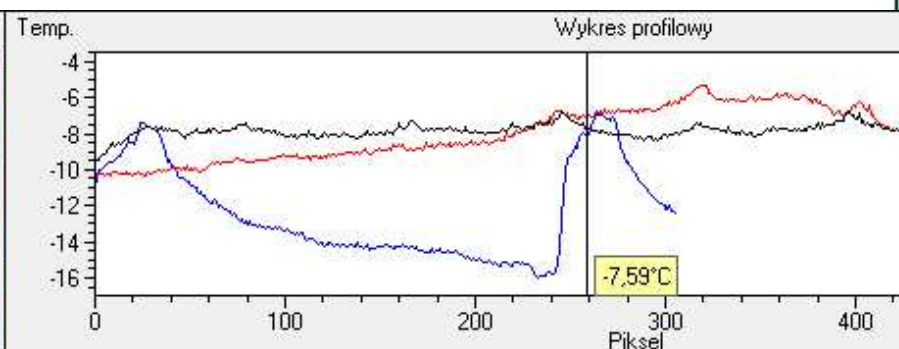
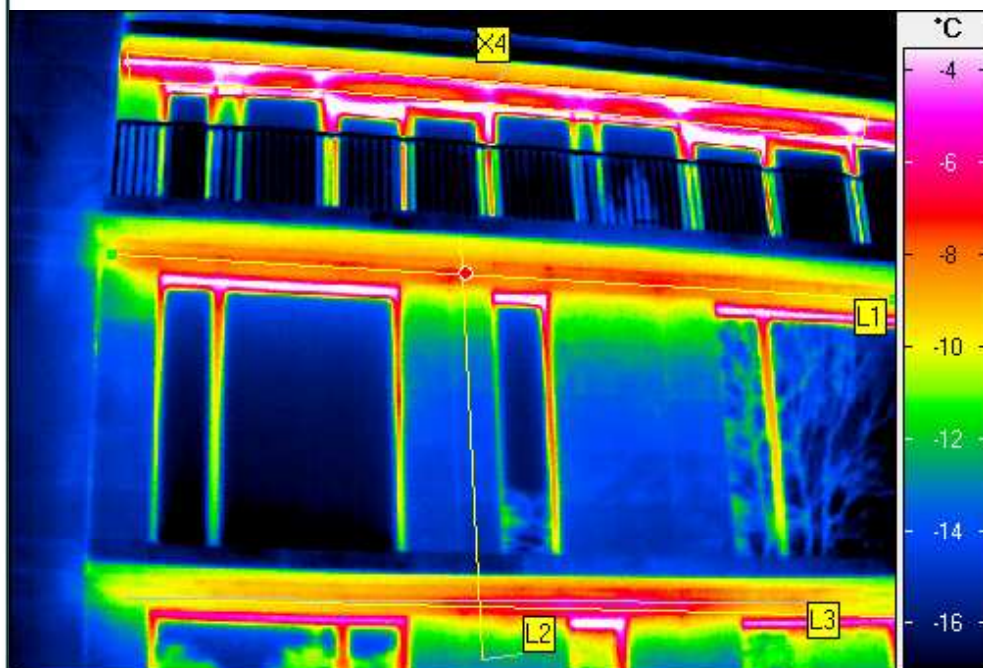
-





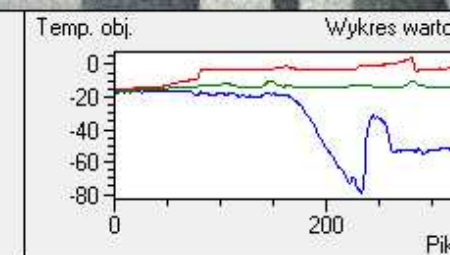
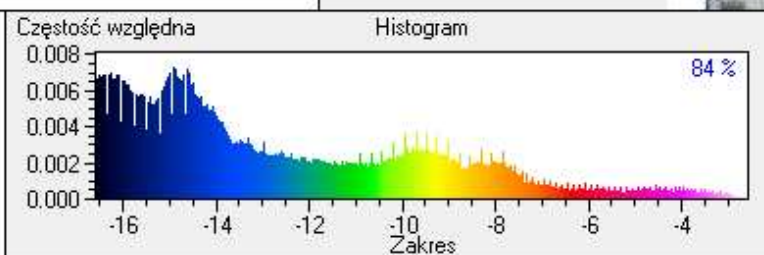
Rys. 6. Przykłady zastosowań kotew regulowanych do mocowania elewacyjnych okładzin kamiennych w spoinie pionowej: a – kotwy stabilizujące, b, c – górna kotwa stabilizująca, dolna kotwa nosna

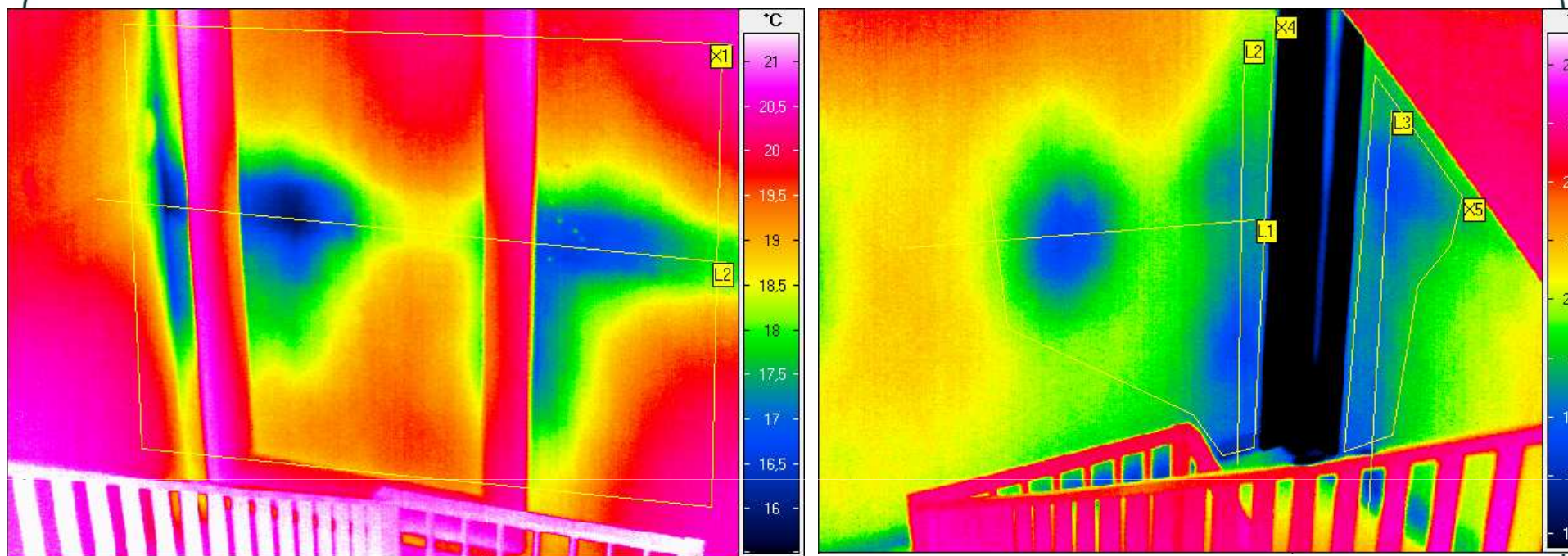


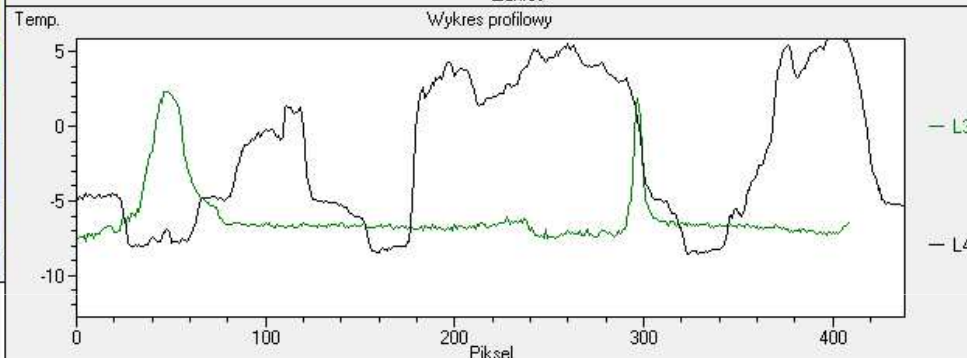
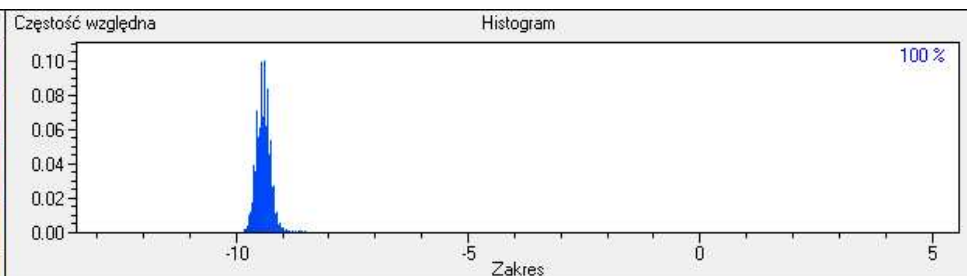
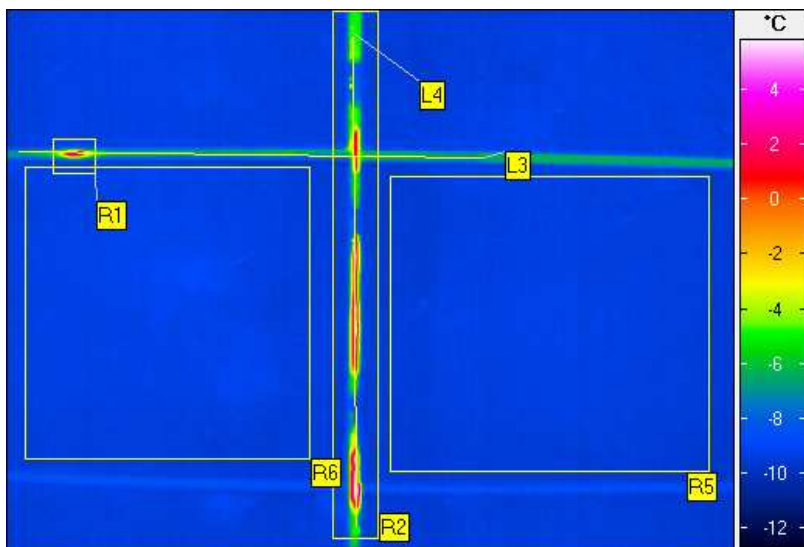


Termogram 6. Widok elewacji od strony parkingu. Na podcieniach zarejestrowano niejednorodność izolacji termicznej. Na prostej L1 i L3 widoczne znaczne zróżnicowanie termiczne.

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

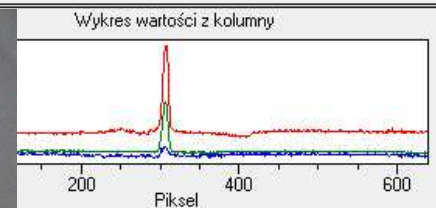
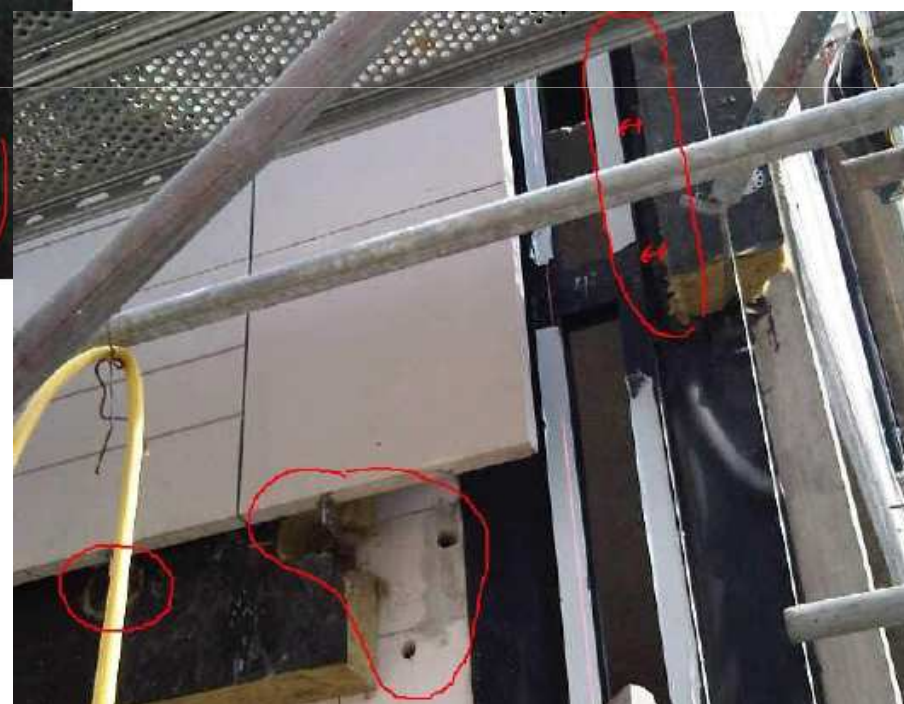


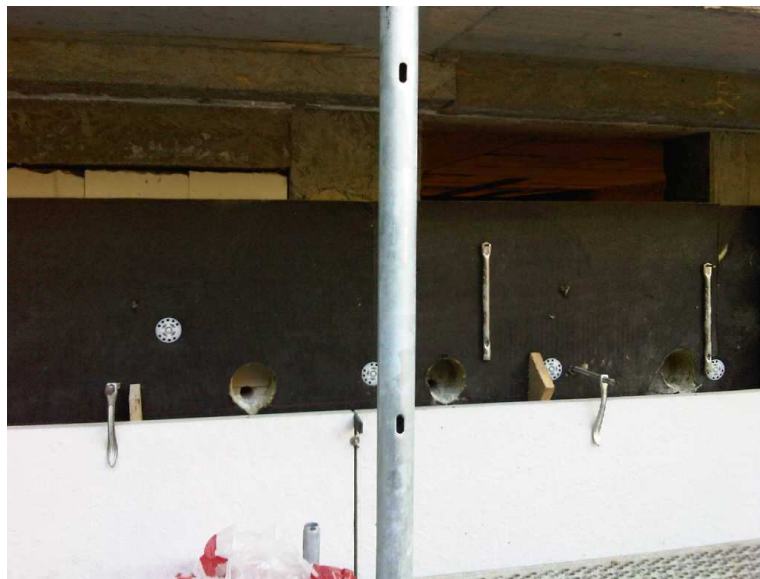
Tabela 2. Porównanie parametrów izolacyjnych przegród.

okna zewnętrzne	240/280 suterena (nieprzezierne) suterena (narożniki+15%) parter, piętro 1 (nieprzezierne) parter, piętro 1 (narożniki+15%) piętro 2 (nieprzezierne) piętro 2 (narożnik+15%) 060/280, 235/280, 245/280 199/280 110/280 023/11155 światliki oddymiające	1,58
drzwi zewnętrzne	210/300	2,60

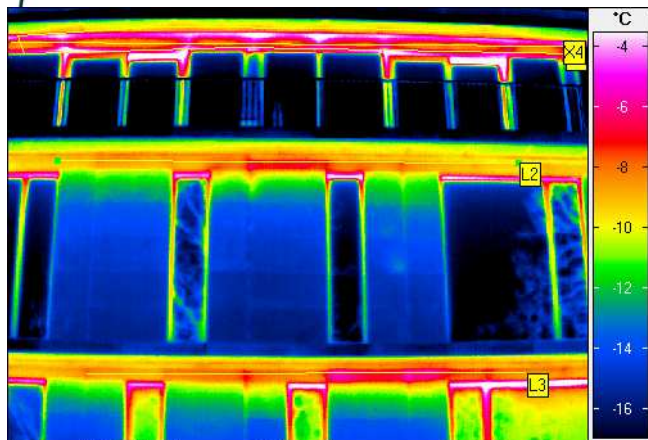




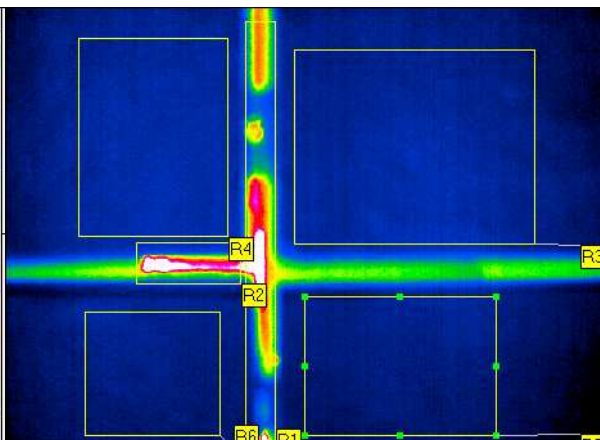




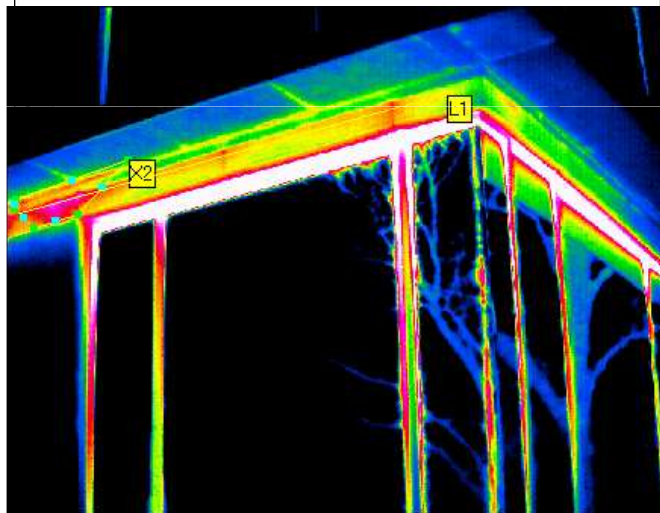
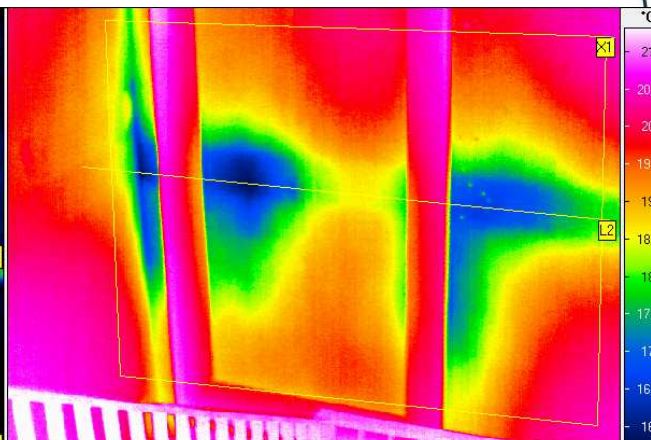




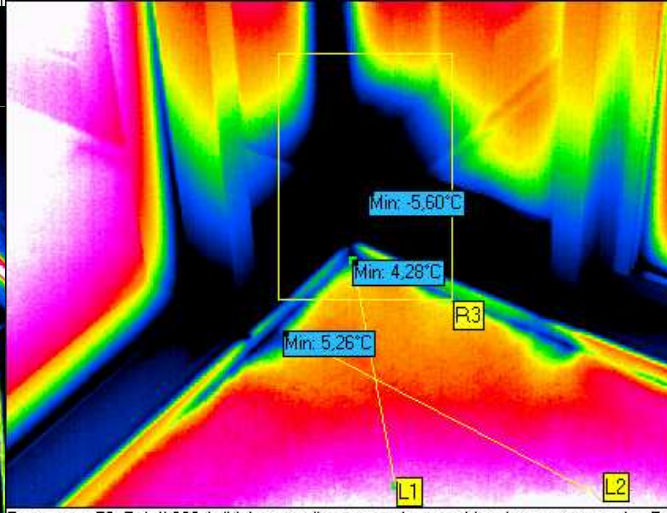
Termogram 11. Opis jak dla termogramu 6 i 10.



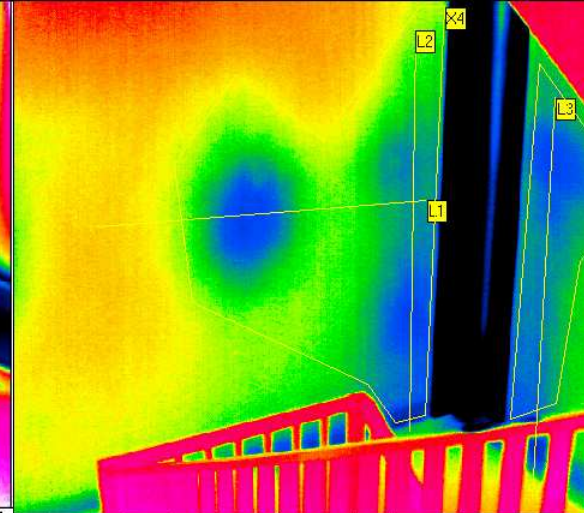
Termogram 26. Opis jak dla termogramu 21, 22, 23, 34



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]	Temp. obj.
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]	Temp. ob
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	

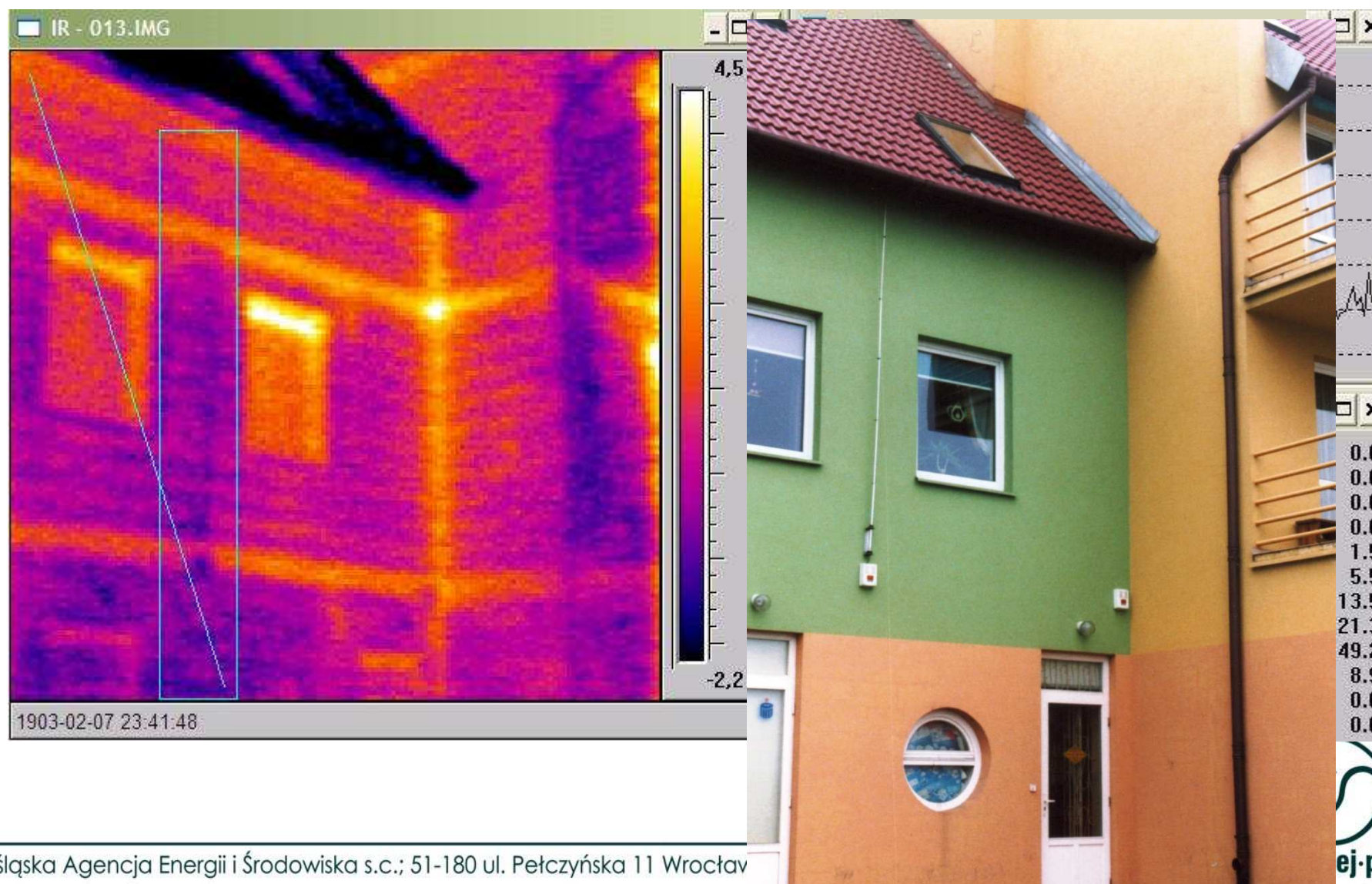


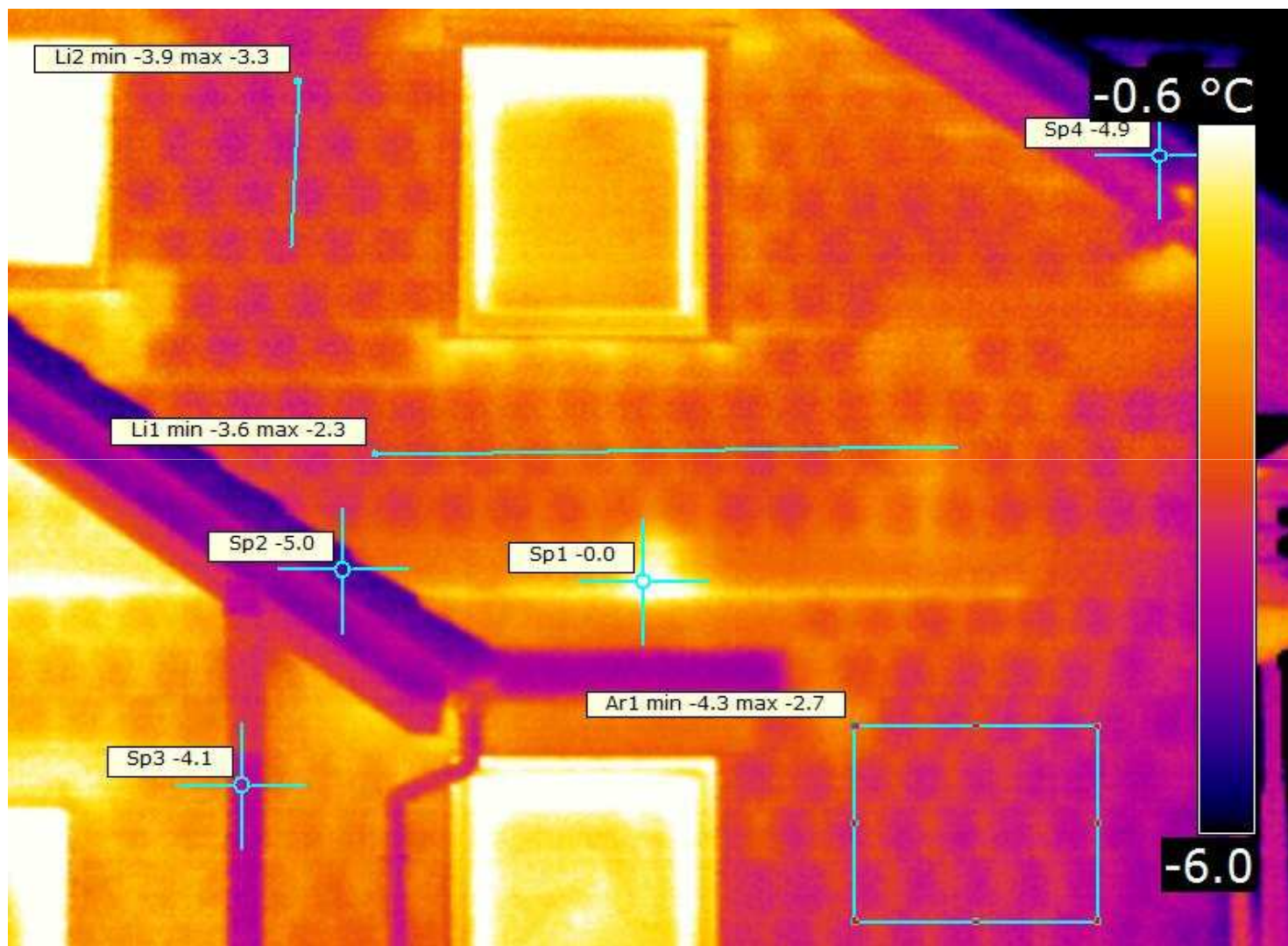


PRZYKŁAD 2.

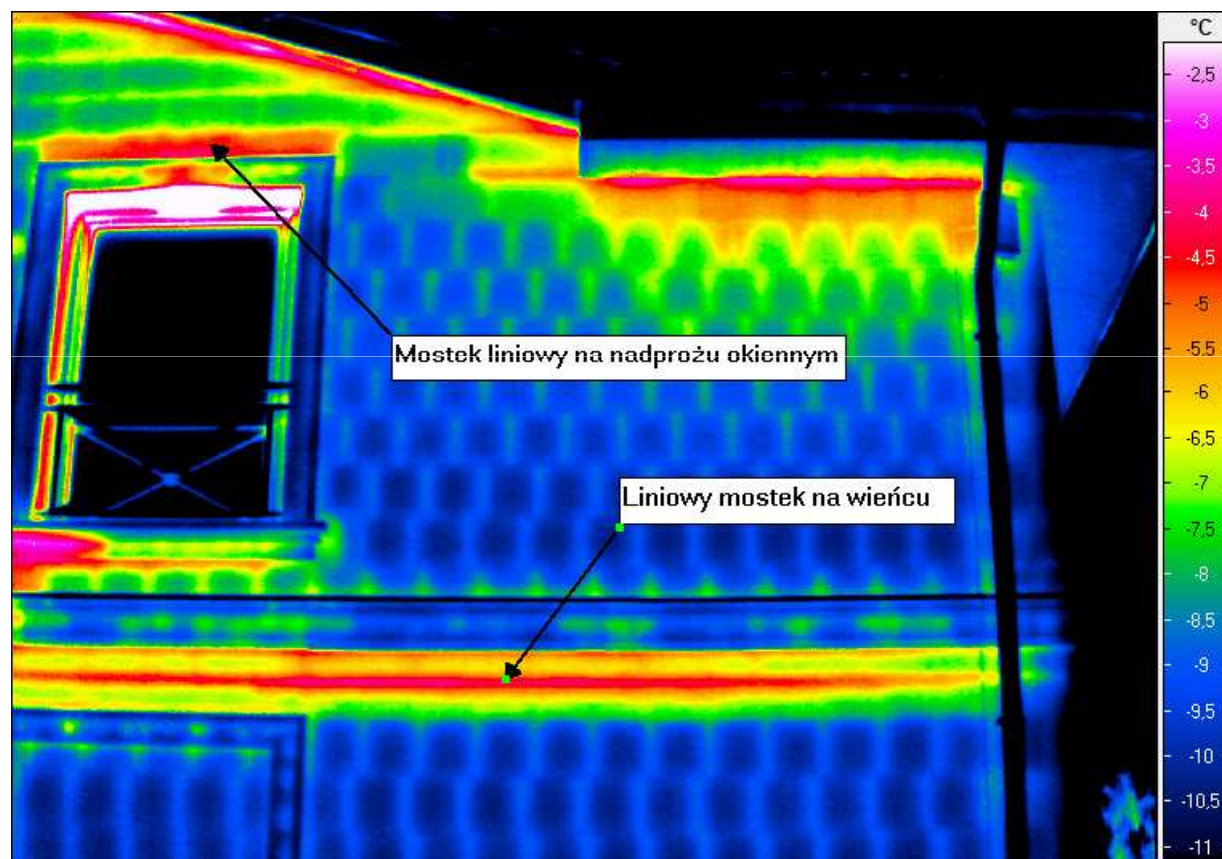
IZOLACJA TERMICZNA NOWOCZESNEJ ŚCIANY JEDNOWARSTWOWEJ







wpływ mostków cieplnych na izolacyjność termiczną przegrody.





KONSTRUKCJA ŚCIAN Z PUSTAKÓW

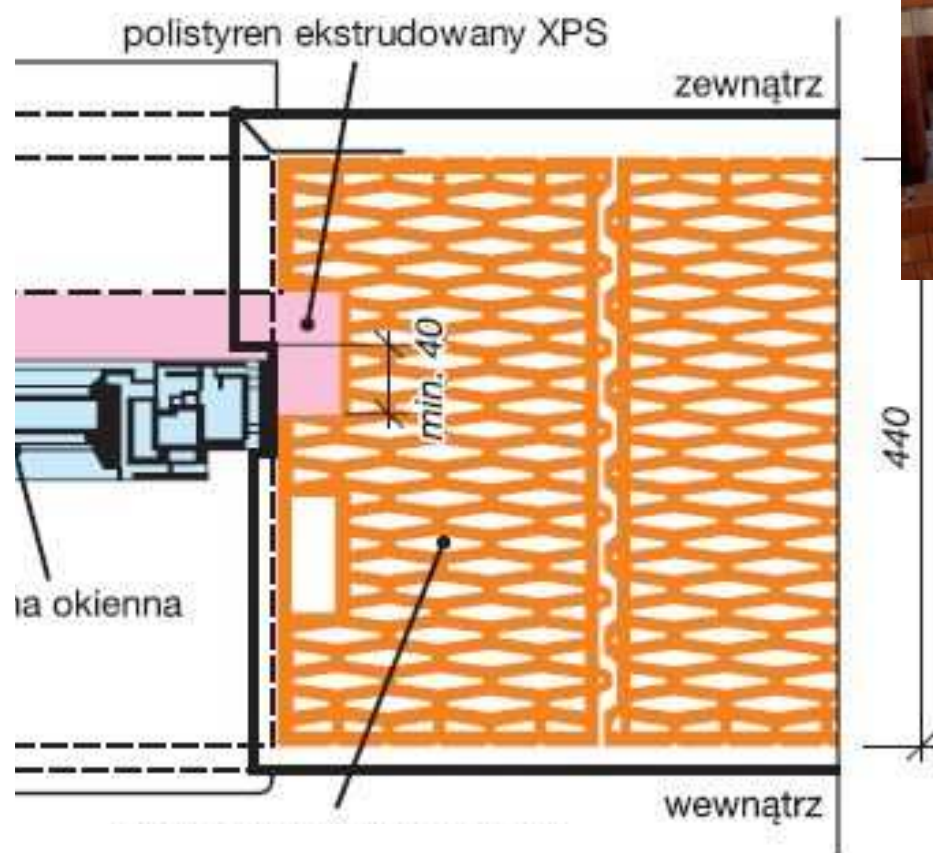
Parametry izolacyjności cieplnej podawane przez producentów

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 ciepłne

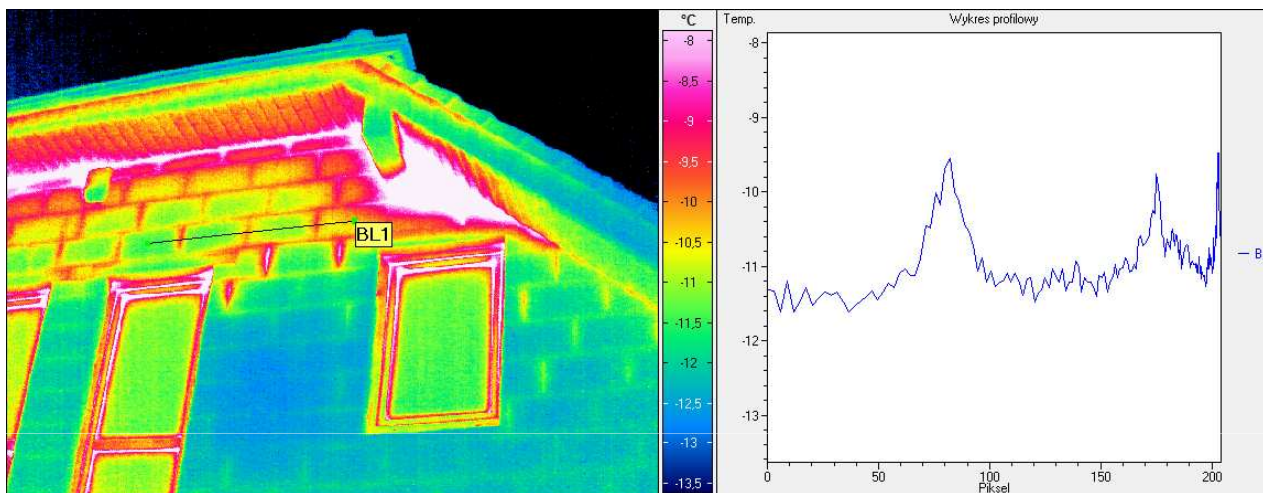


Uwagi wstępne dotyczące projektu budynku

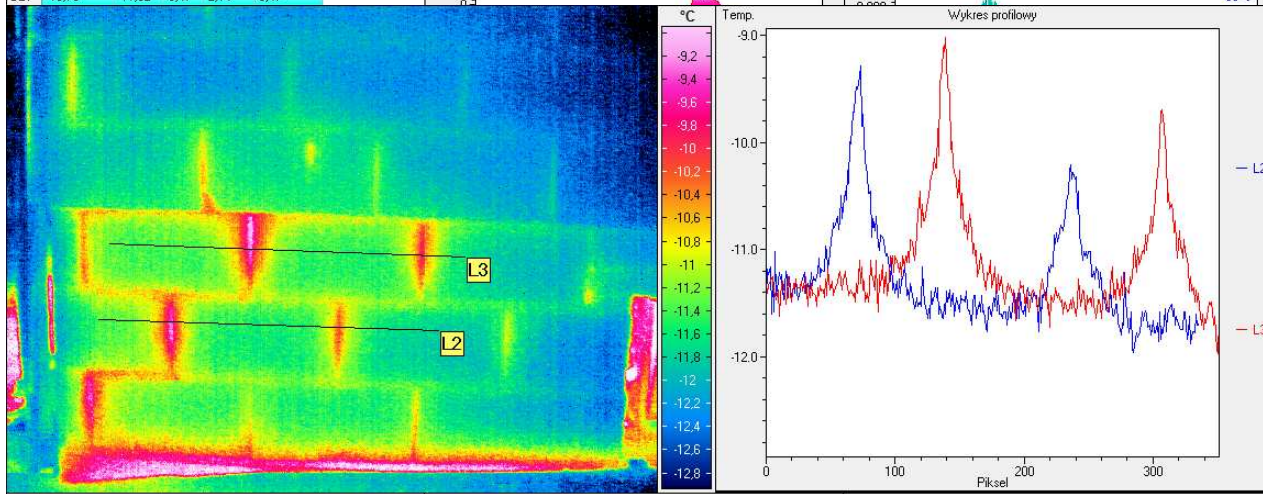
- Projekt budynku jednorodzinnego wykonano zgodnie z zaleceniami producenta pustaków poryzowanych.
- W projekcie przyjęto, że ściana o gr. 44 cm z pustaka poryzowanego, charakteryzuje się współczynnikiem przenikania ciepła $U=0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Aktualnie producent pustaków dla tej samej grubości 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

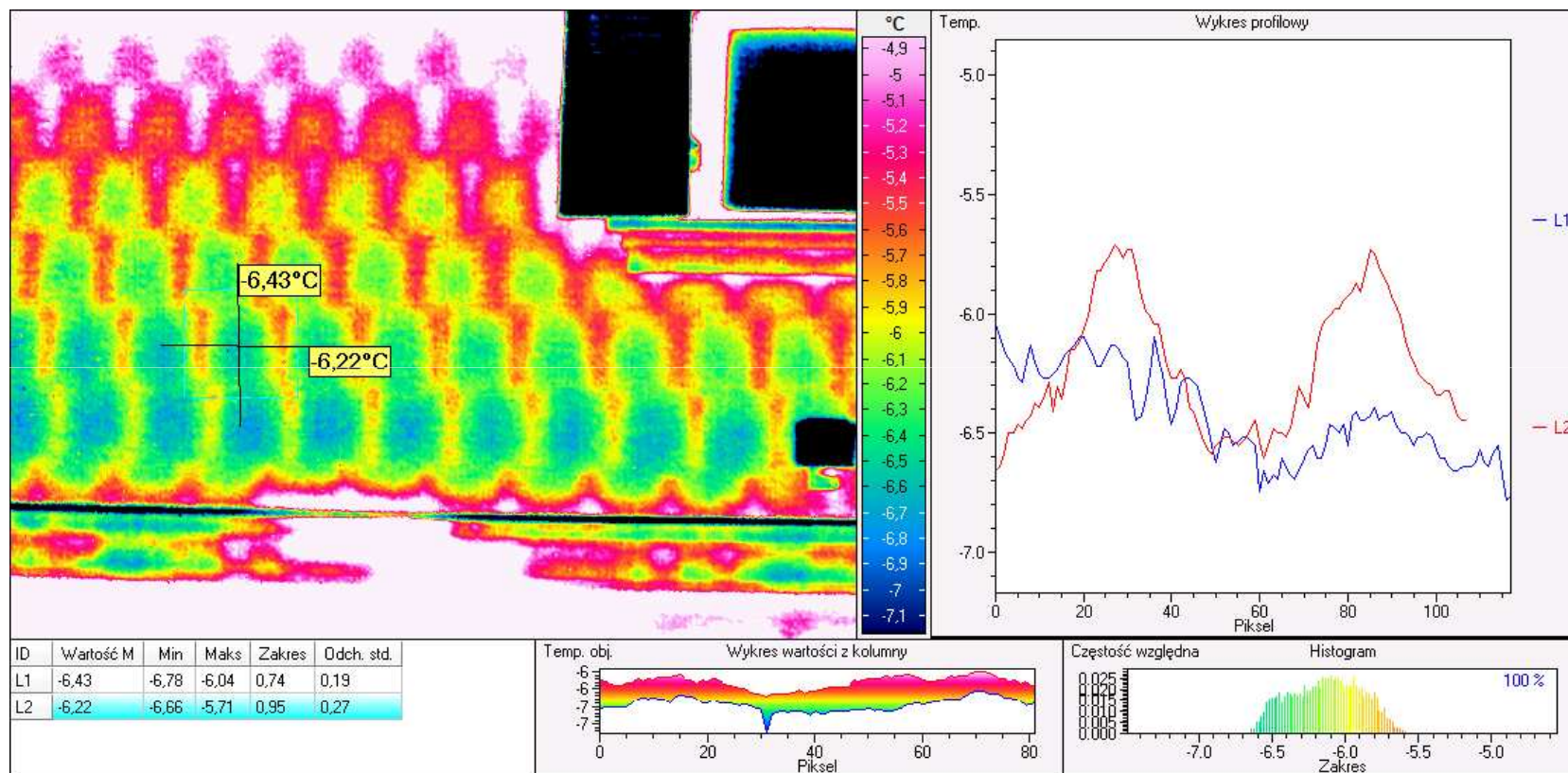


ID	Wartość M	Min	Maks	Zakres	Odch. std.	Temp. obj.	Wykres wartości z kolumny	Częstość względna	Histogram
BL1	-10,79	-11,62	-9,47	2,14	0,47			0,010	80 %

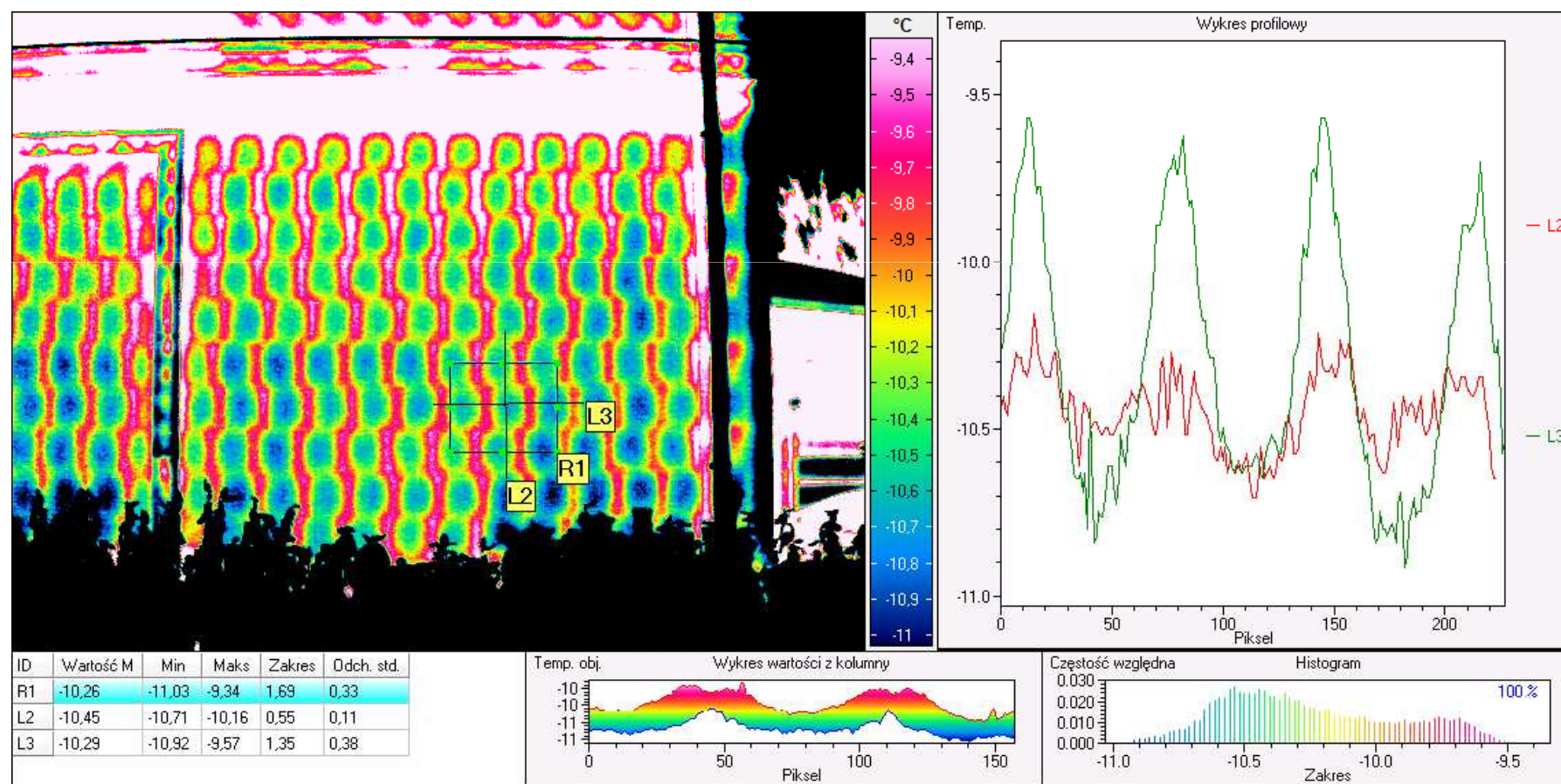


ID	Wartość M	Min	Maks	Zakres	Odch. std.	Temp. obj.	Wykres wartości z kolumny	Częstość względna	Histogram
L2	-11,28	-11,96	-9,29	2,67	0,47			0,010	98 %
L3	-11,16	-11,98	-9,02	2,96	0,48			0,002	

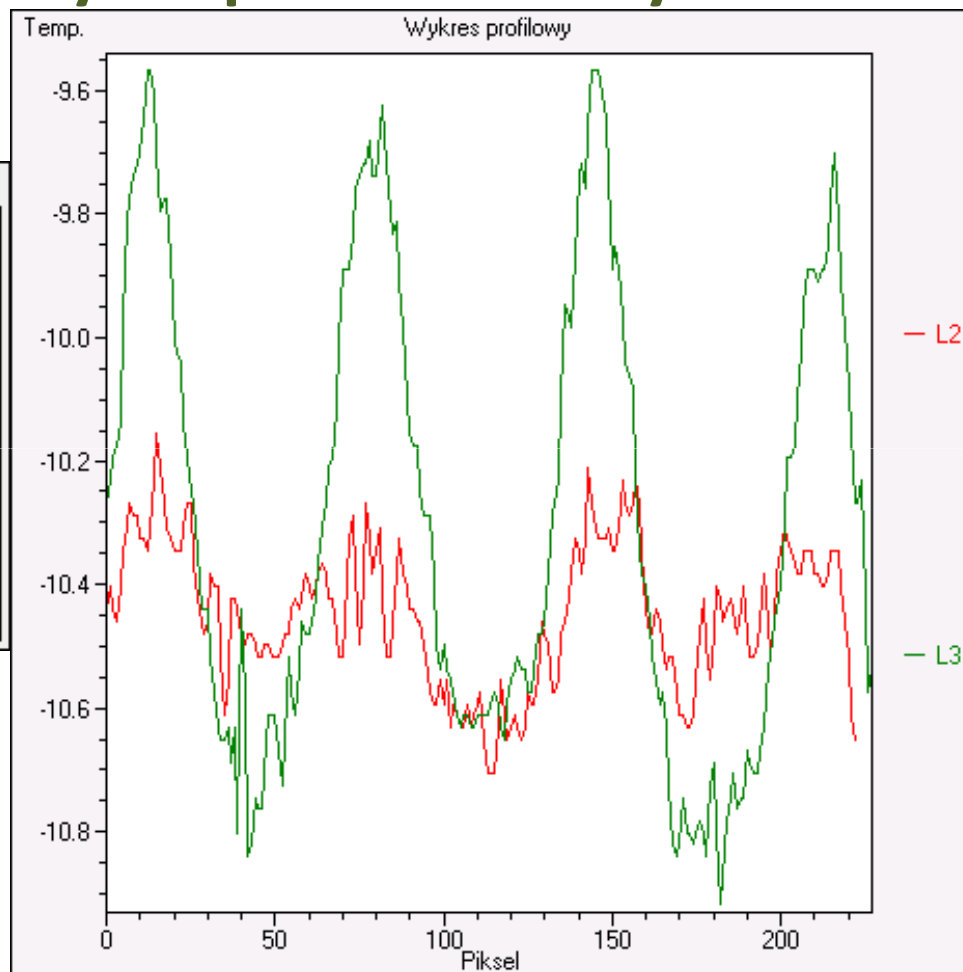
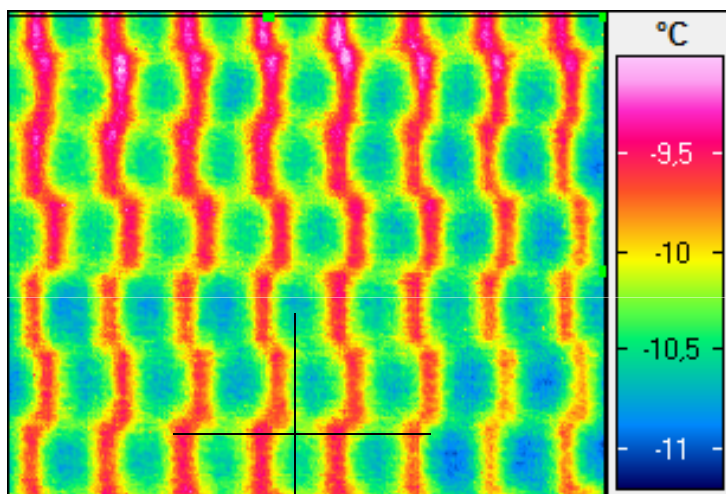
Mostki cieplne w ścianach z pustaków z ceramiki poryzowanej



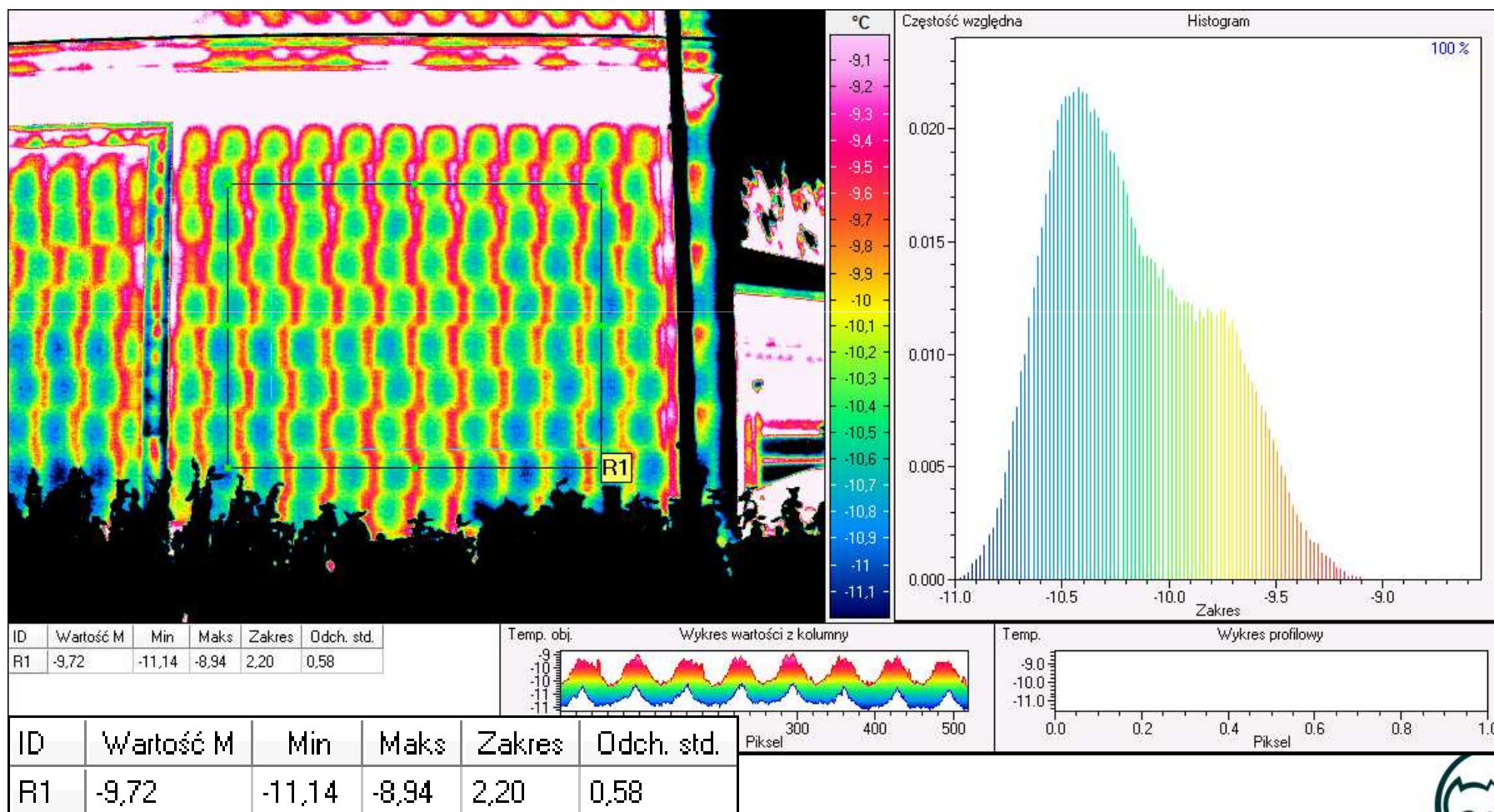
Mostki ciepłe w ścianach z pustaków z ceramiki poryzowanej



Temperatury w spoinach ściany



Rozkład temperatur ściany 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 $\text{W/m}^2\text{K}$** .
- Zdaniem autorów opracowania, jest to zasadnicza przyczyna niedogrzenia pomieszczeń w budynku.
- Zagadnienia cieplne nie wyczerpują wszystkich problemów ściany.

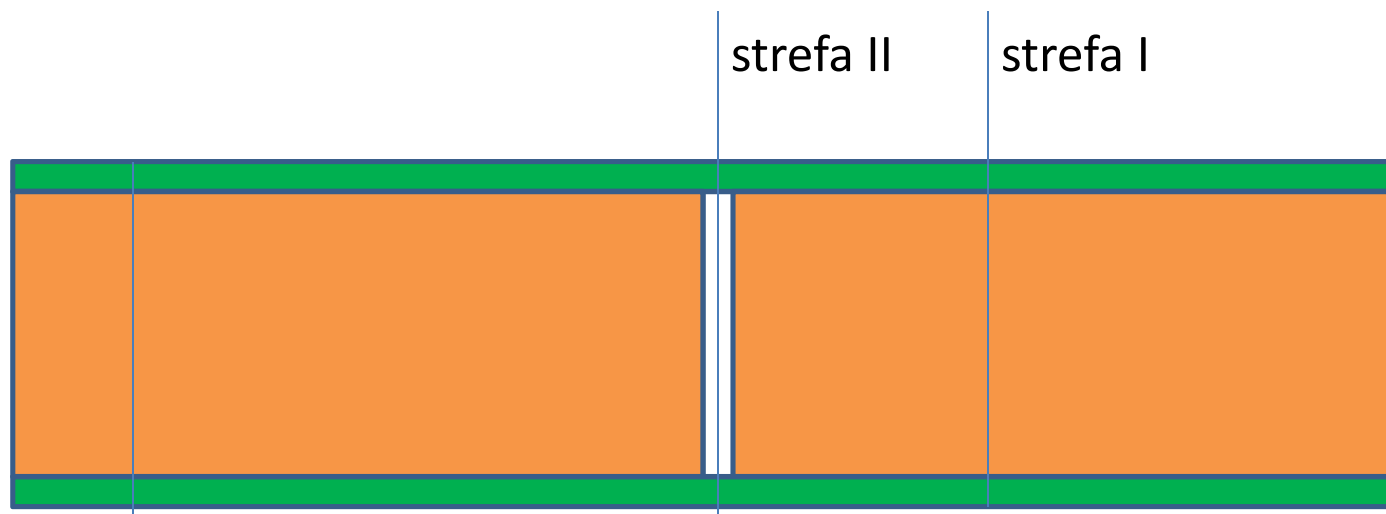




Zagadnienia wilgotnościowe



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

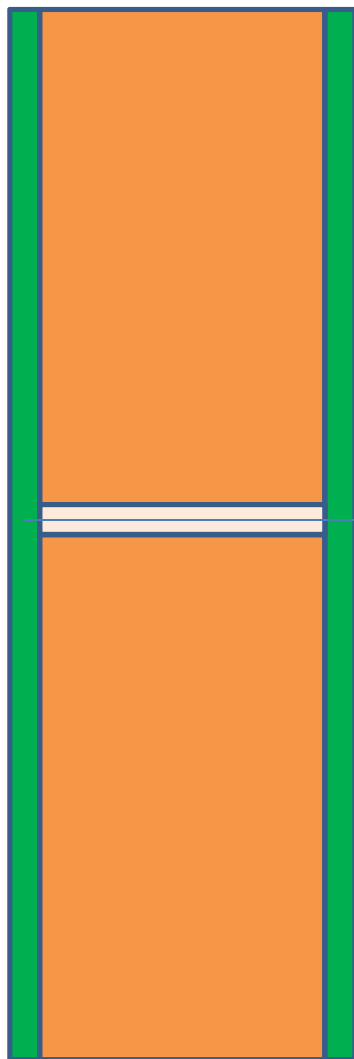
Wyniki:

	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

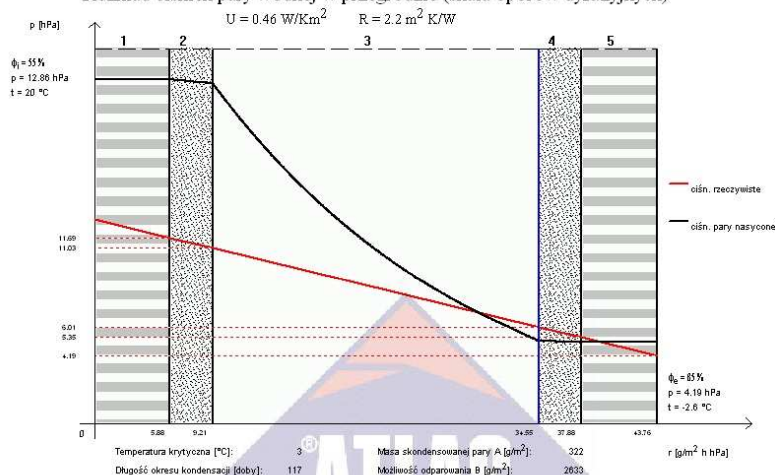


Salta 1.1

2010-10-21

Wyniki obliczeń:

Rozkład ciśnienia pary wodnej w przegrodzie (skala oporów dyfuzyjnych)



Nr	Nazwa warstwy	d [m]	δ [°C·10⁻⁴]	r [g/m²·h·Pa]	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.				Σ = 43.76	85

Parametry wejściowe przegrody

Rodzaj przegrody : Ściana zewnętrzna
 Temperatura wewn. okresu wysychania [°C]: 20
 Warunki eksploatacji : Średnio wilgotne
 Wilgotność wewn. okresu wysychania [%]: 55
 Strefa klimatyczna II

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



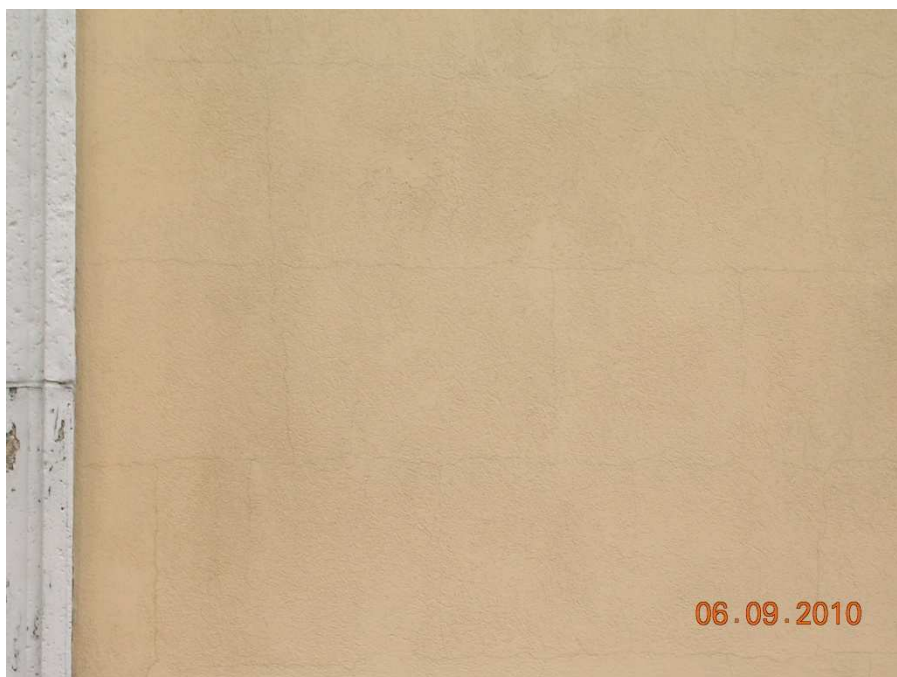


Skutki działania mostków cieplnych i parowych





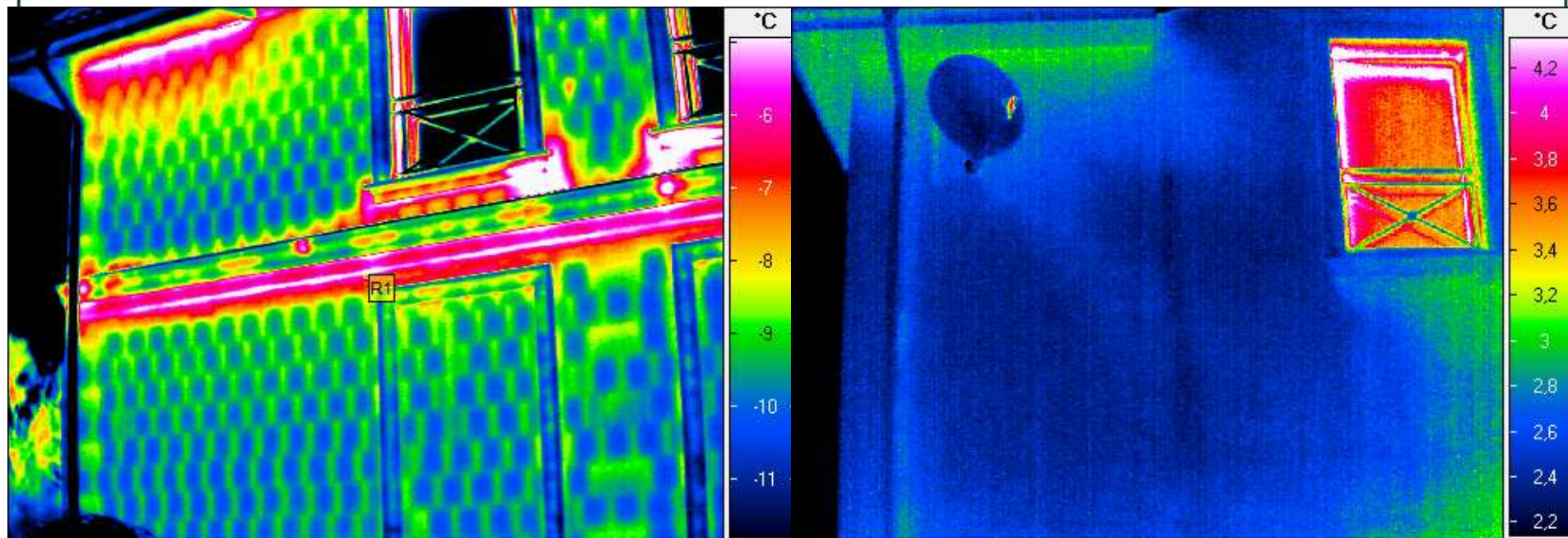
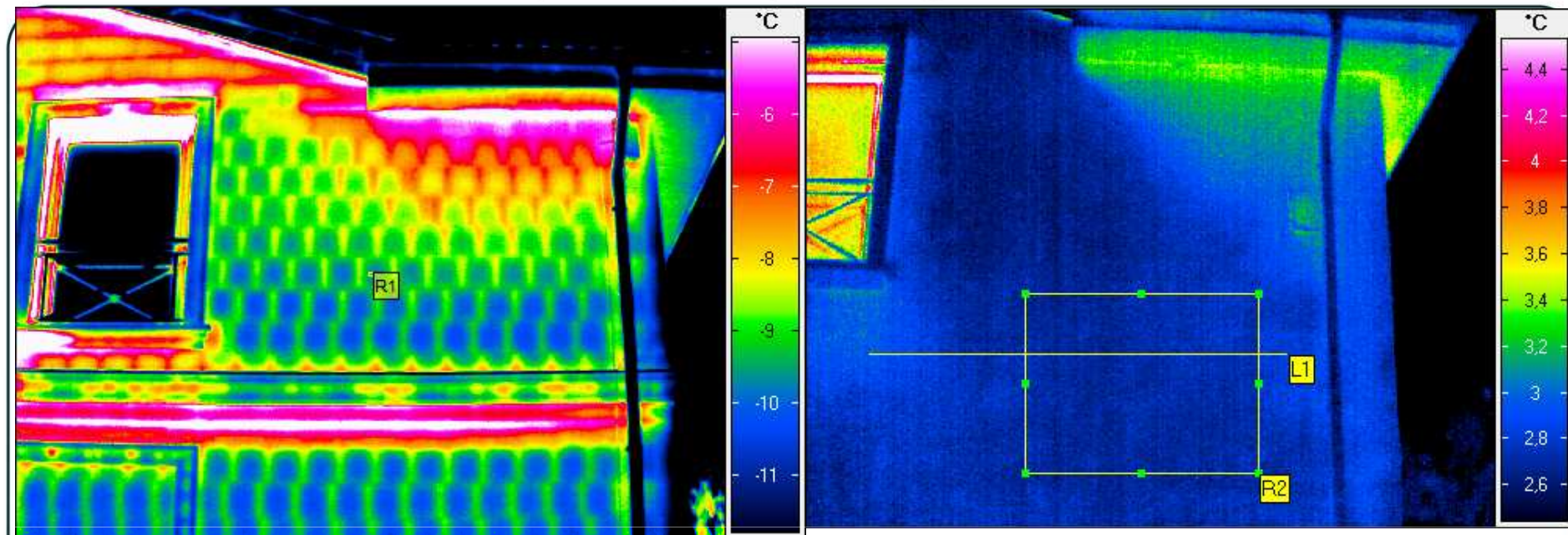
Skutki działania mostków cieplnych i parowych

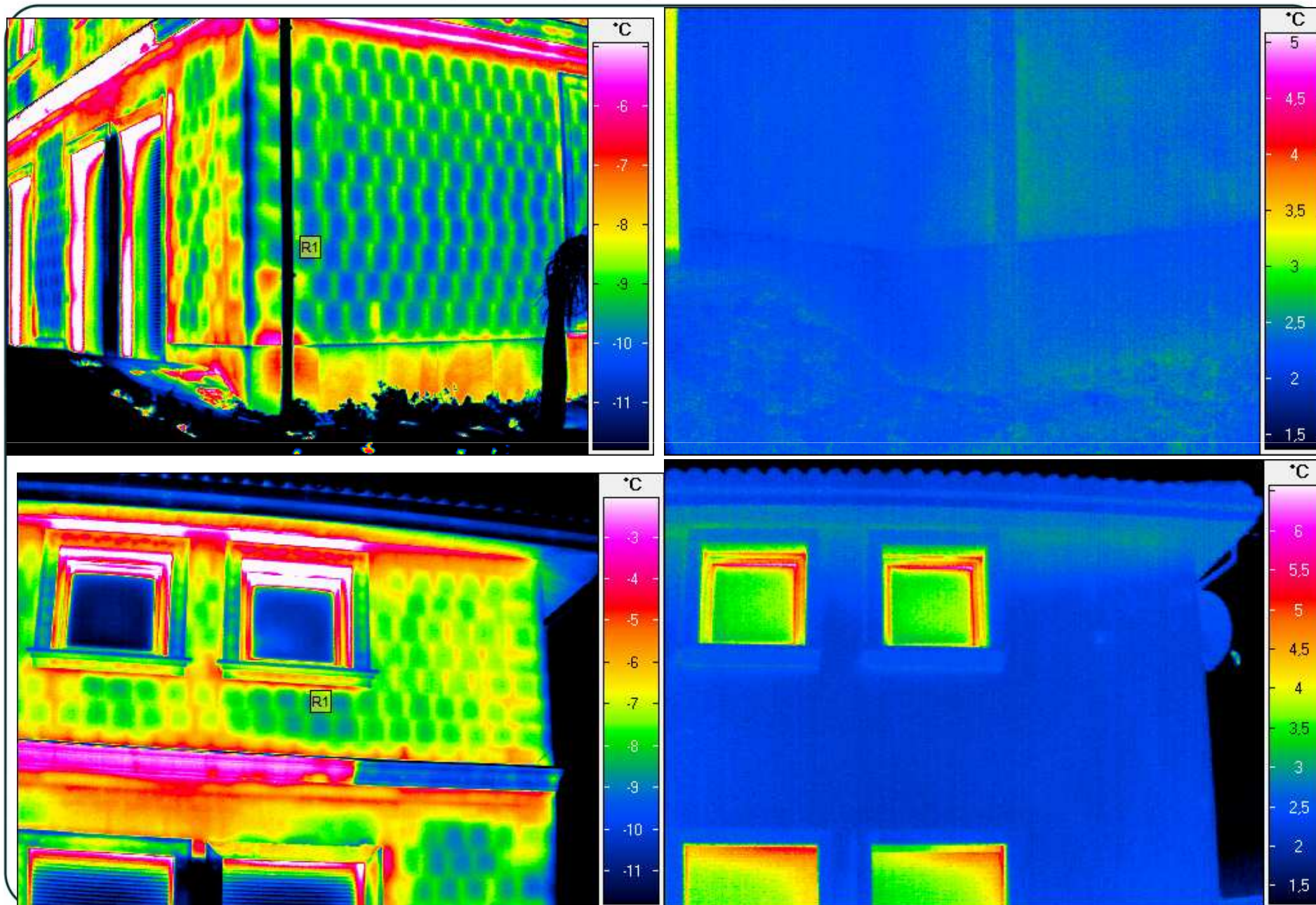




PO DOCIEPLENIU STYROPIANEM





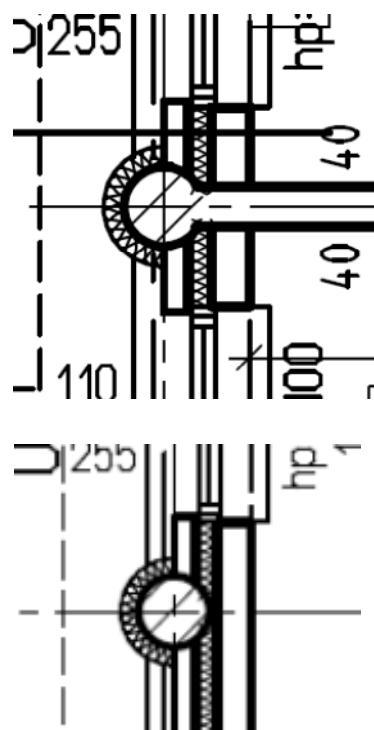




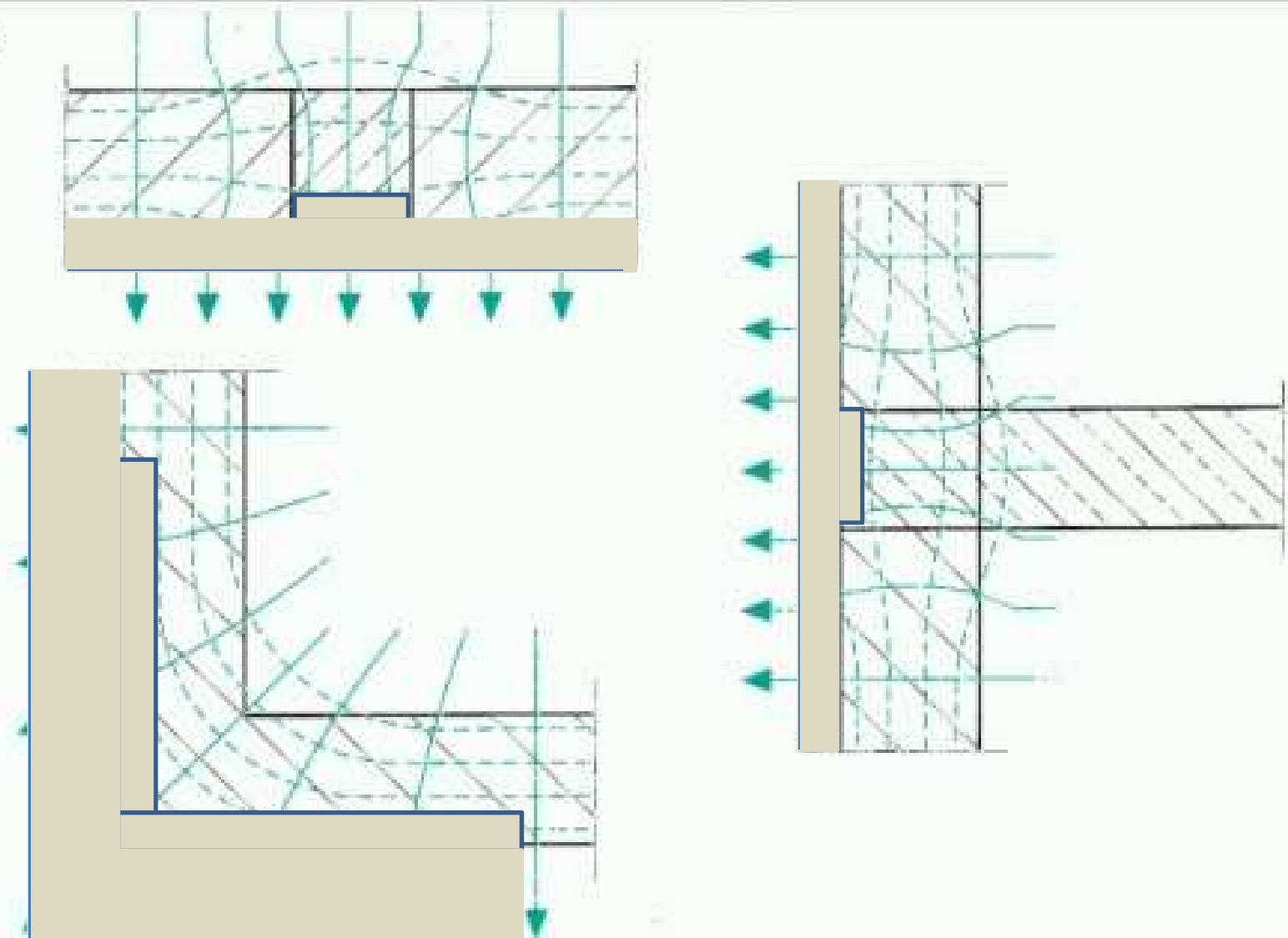
Eliminacja mostków cieplnych w praktyce inżynierskiej



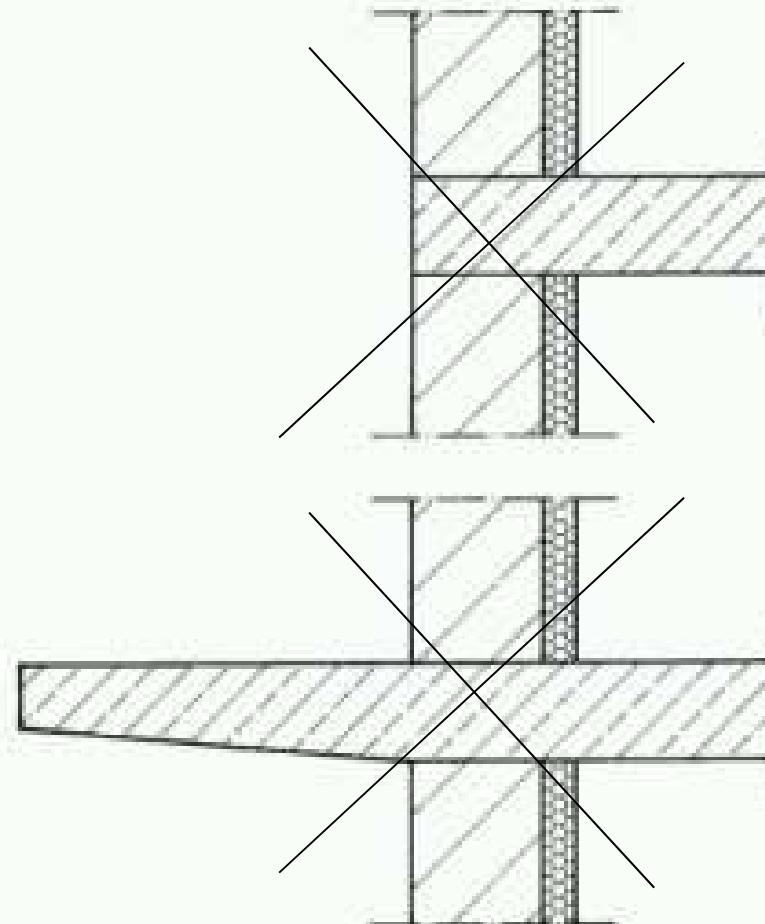
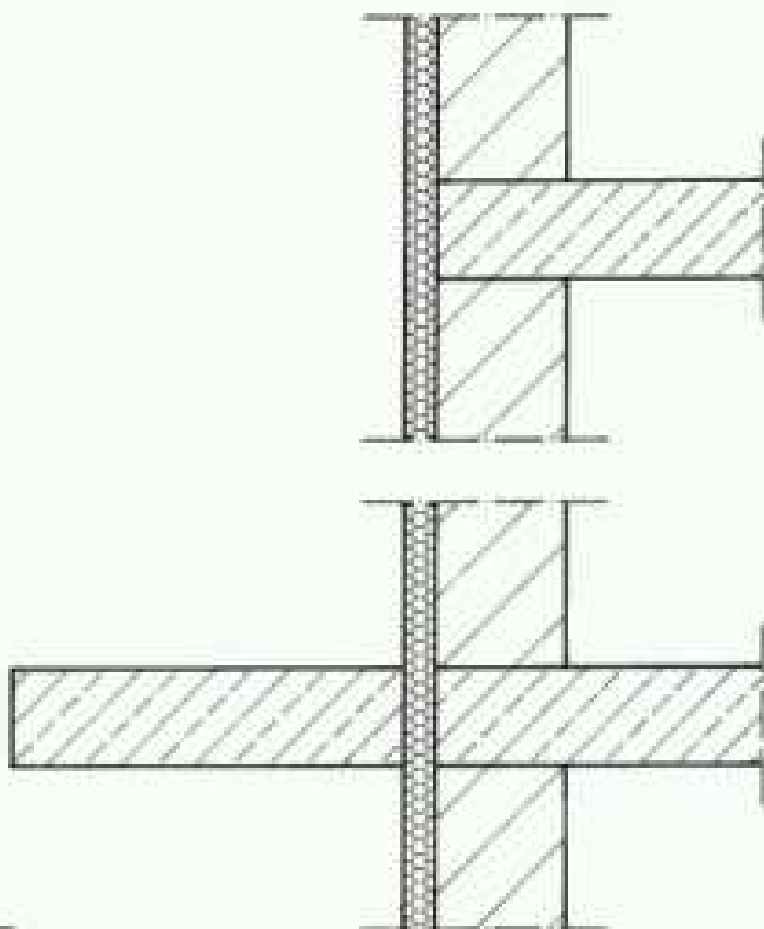
To nie jest dobra metoda



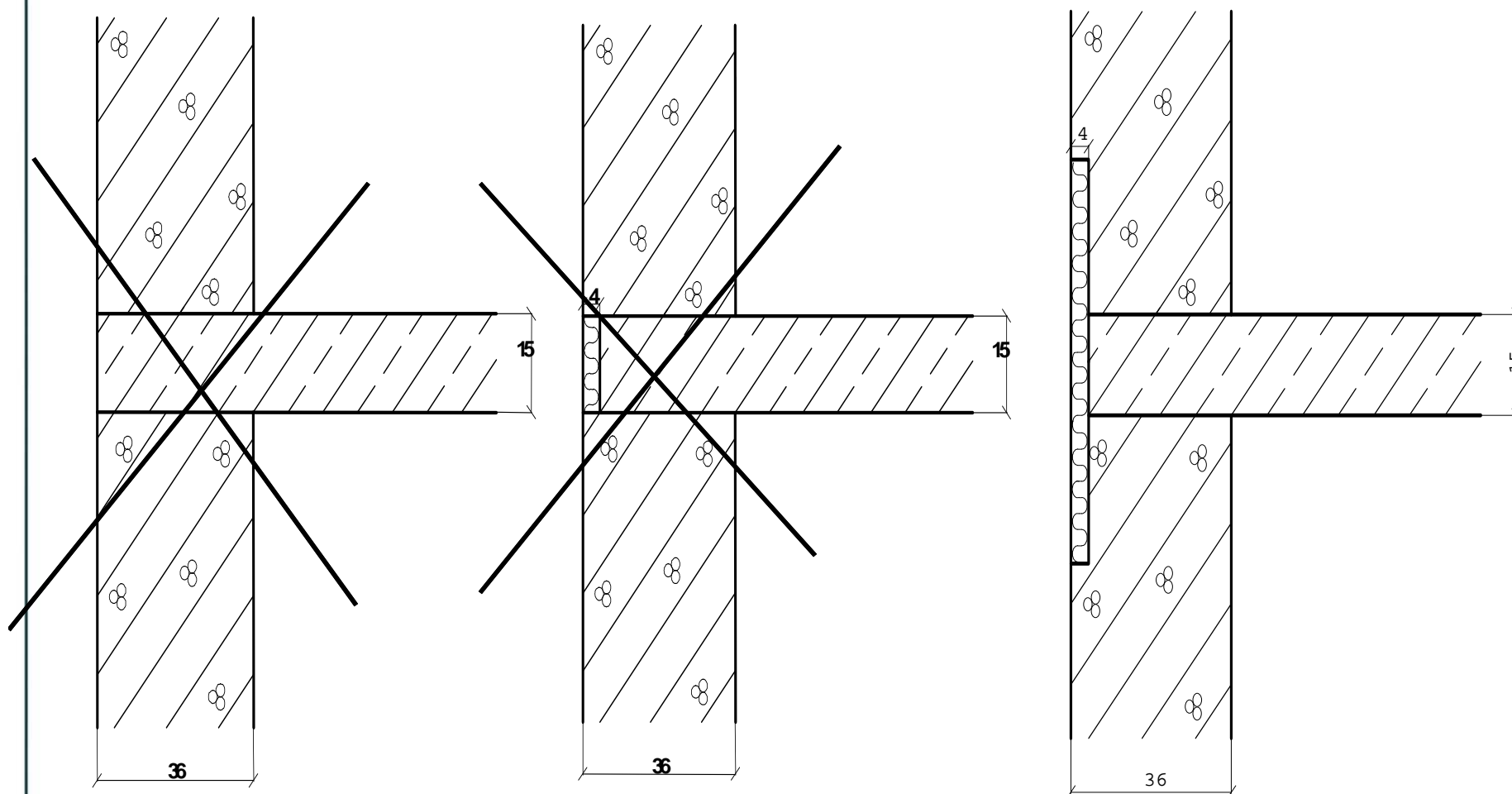
6.1.2/6



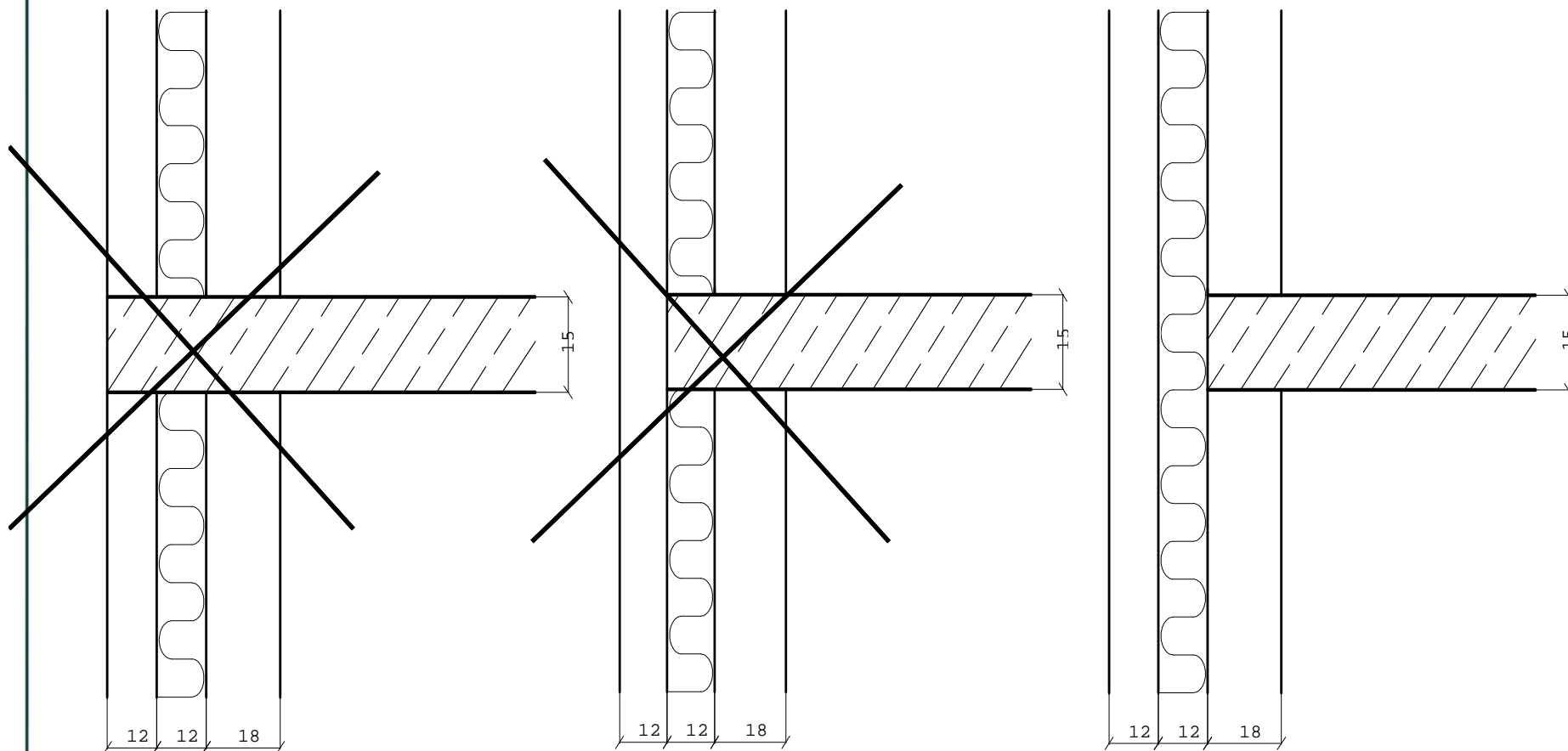
6.1.2/7



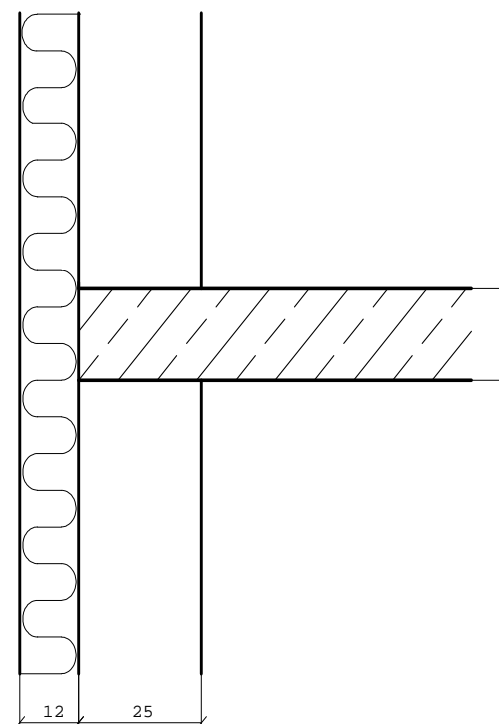
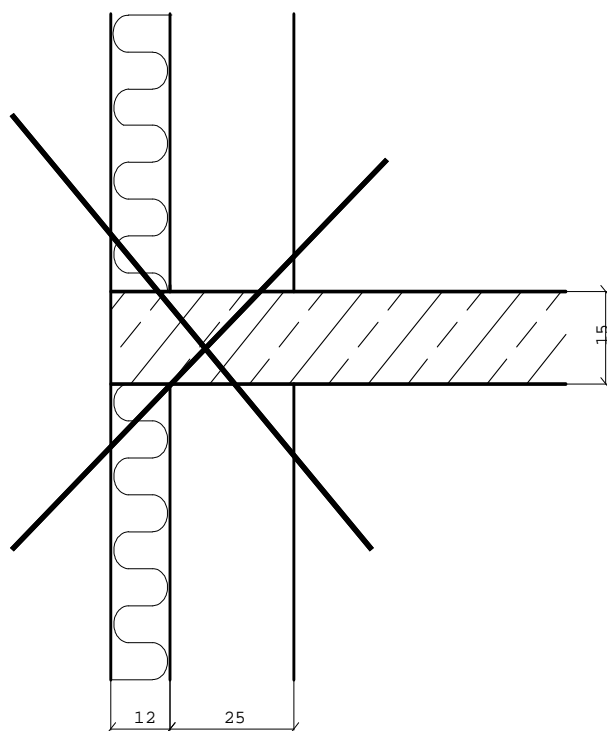
Wieńce w ścianie jednowarstwowej



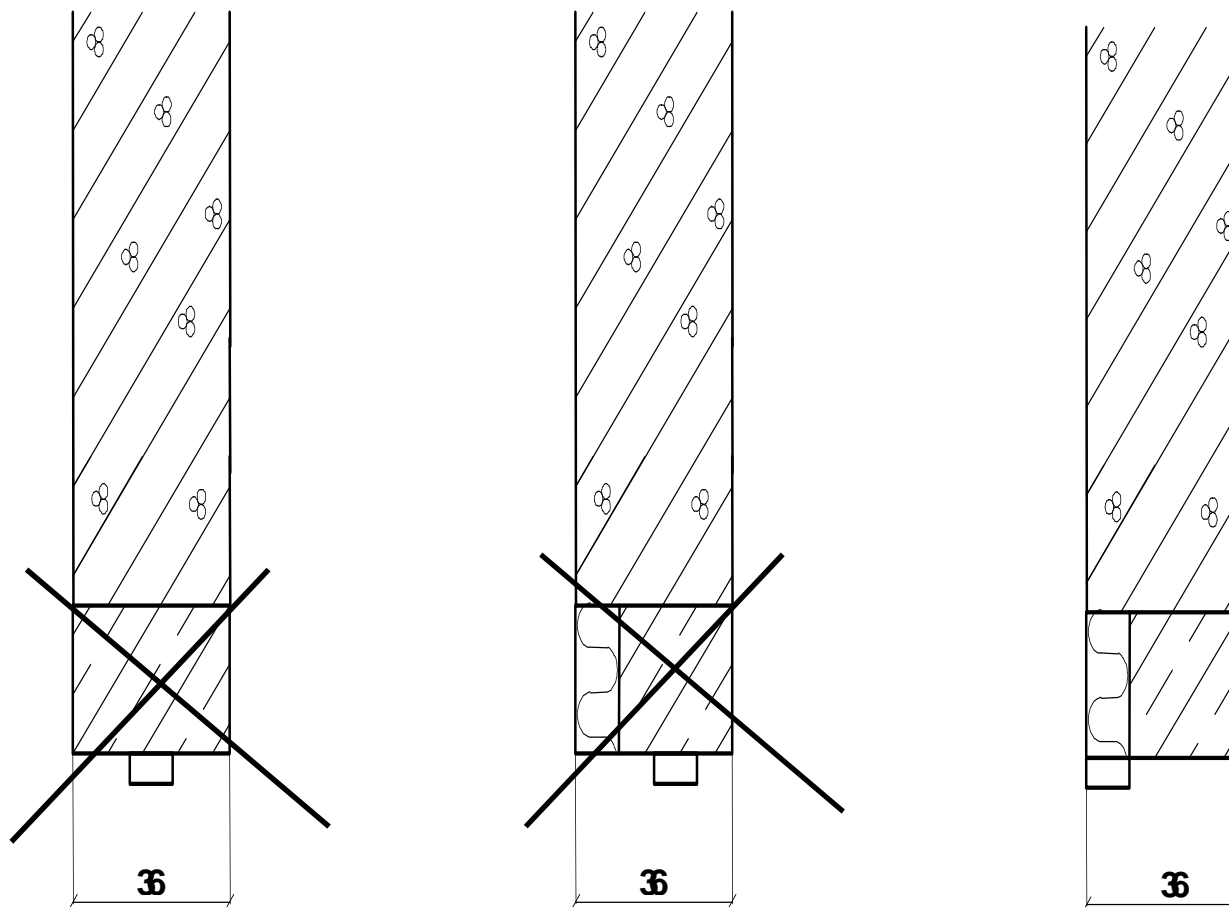
Wieńce w ścianie trójwarstwowej



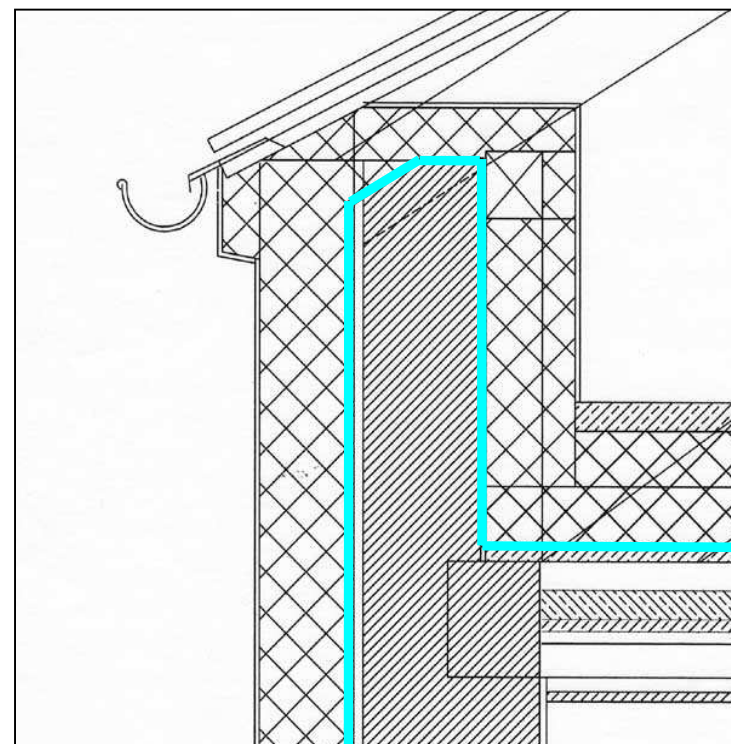
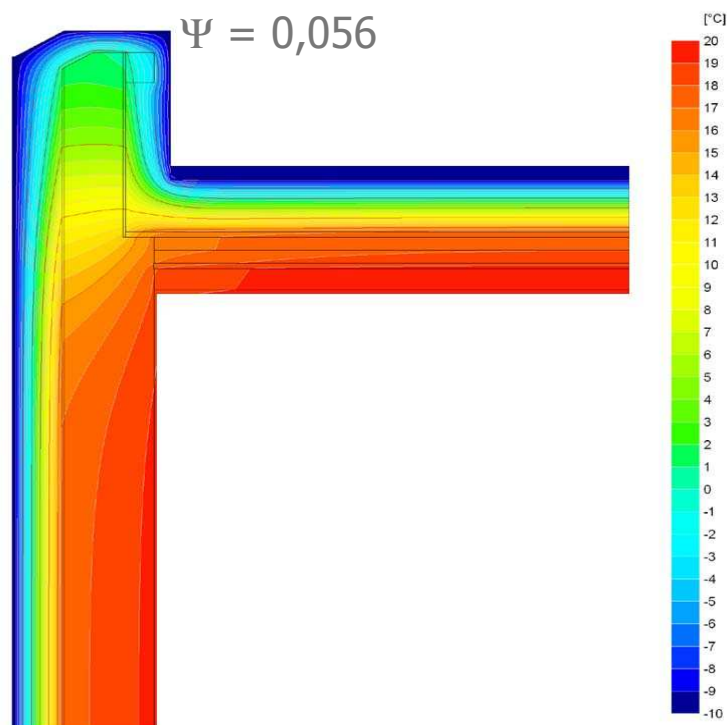
Wieżce w ścianie dwuwarstwowej z ociepleniem z zewnątrz

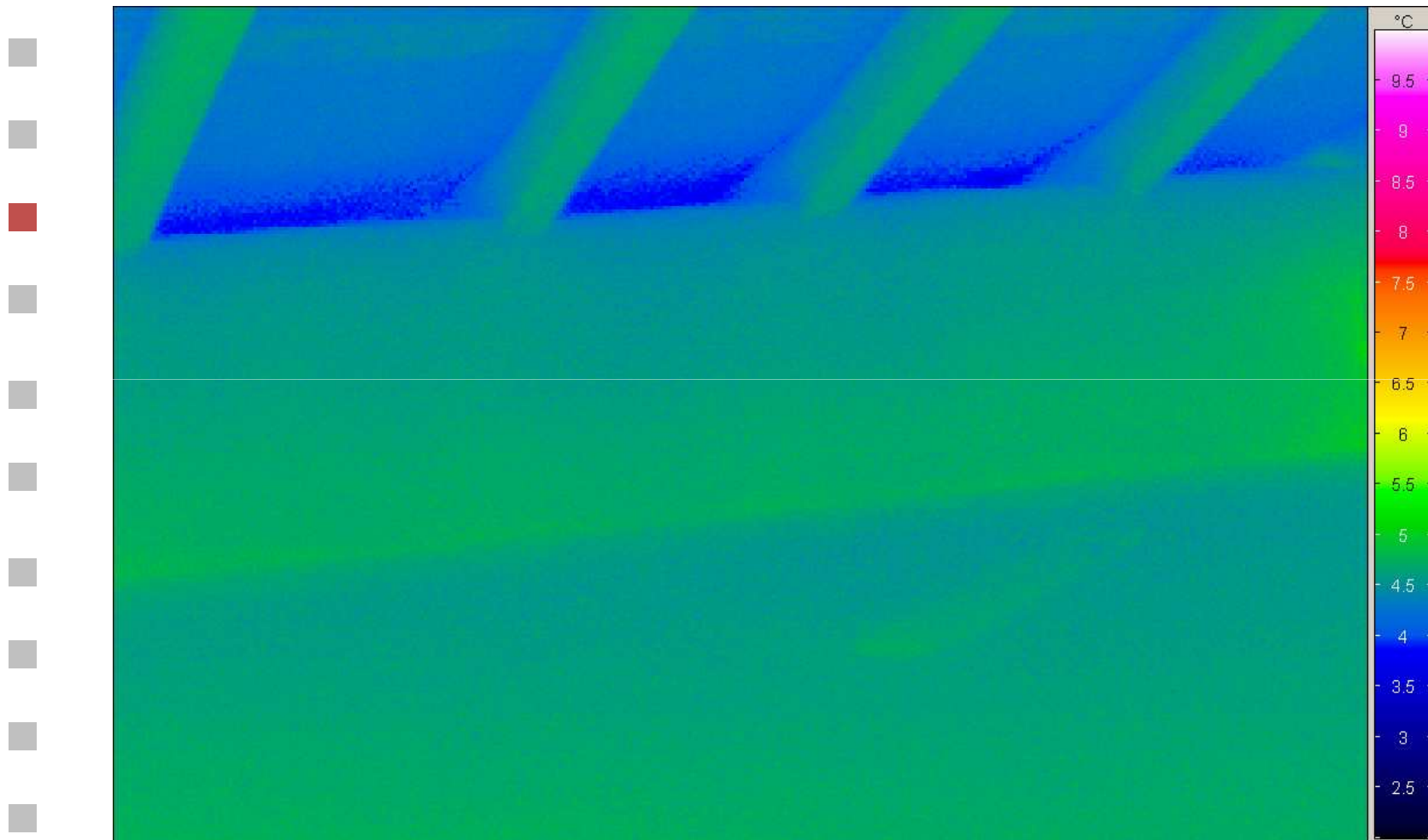


Nadproża w ścianie jednomateriałowej



Likwidacja mostków ciepła



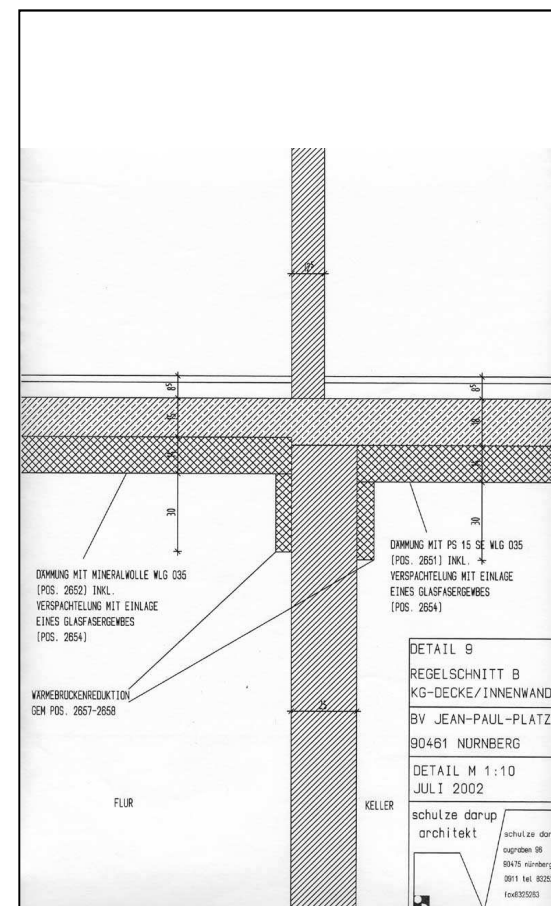
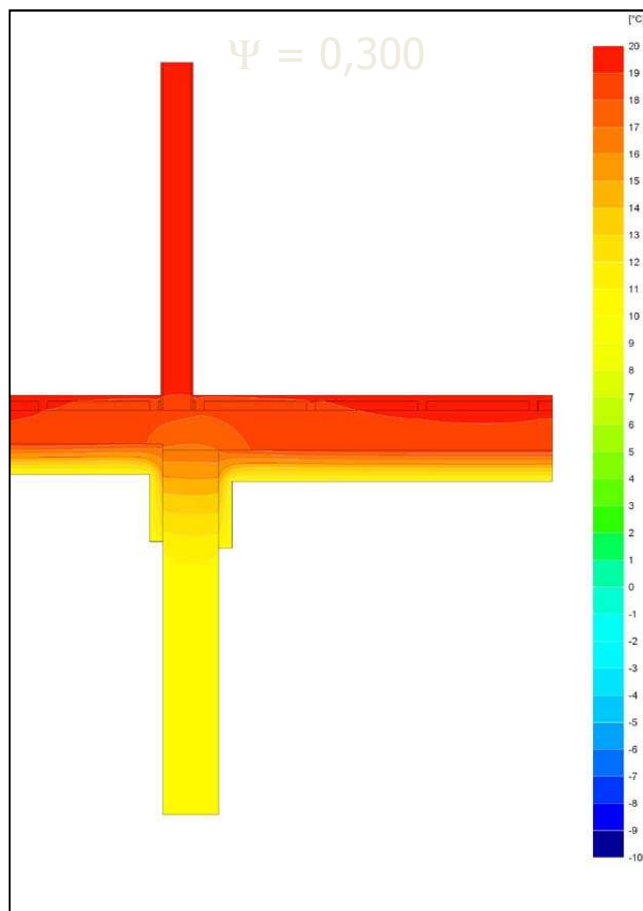


-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Passivhaus Institut



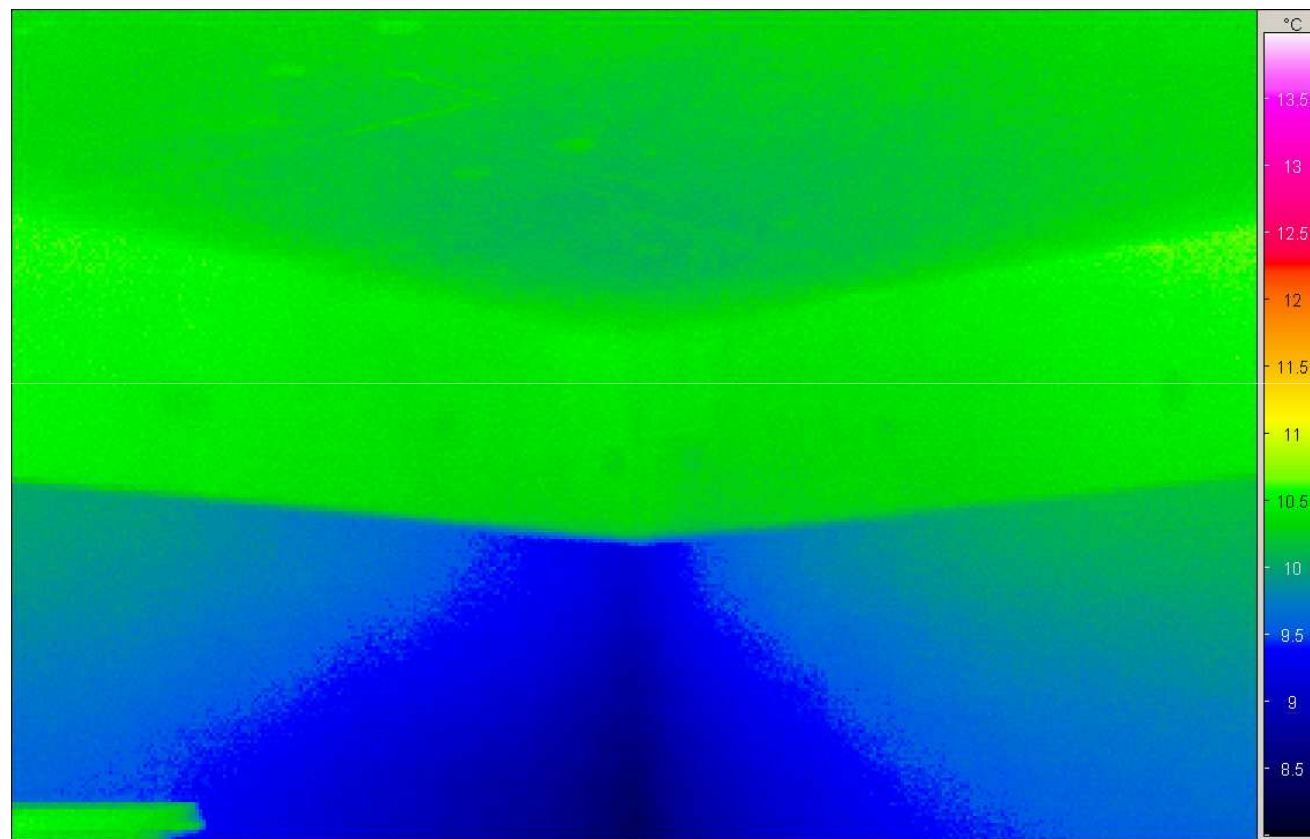
Ściana wewnętrzna EG-KG nieogrzewwana





-
-
-
-
-
-
-
-
-
-



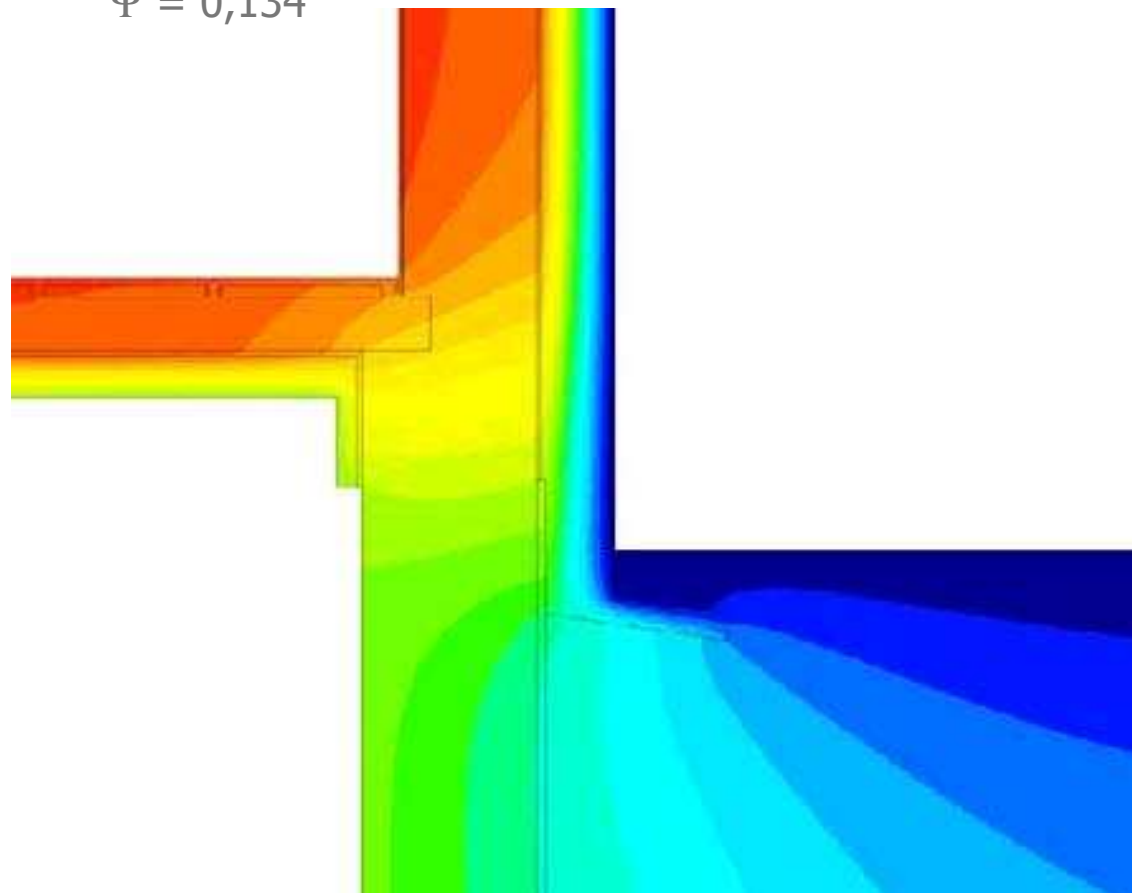


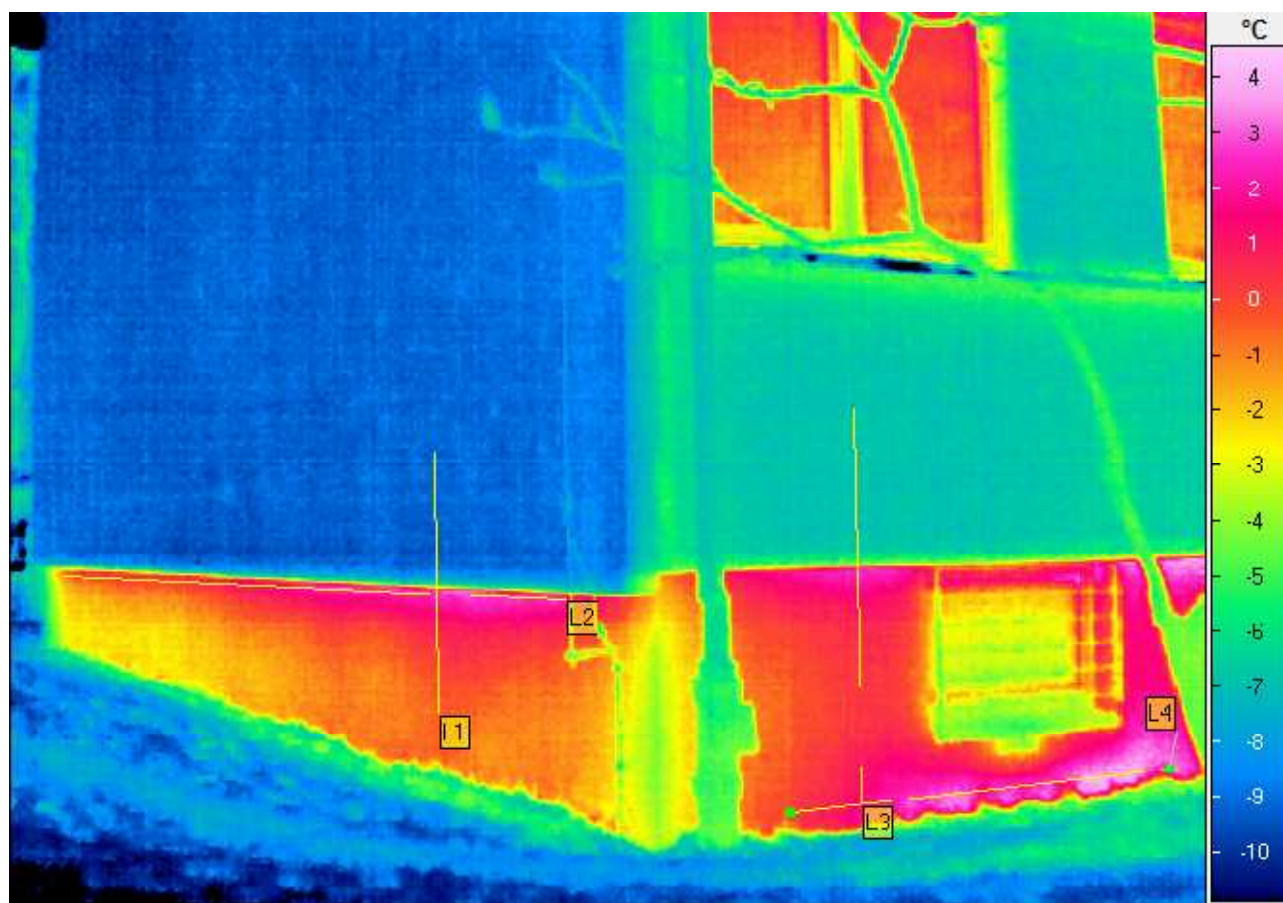
Passivhaus Institut

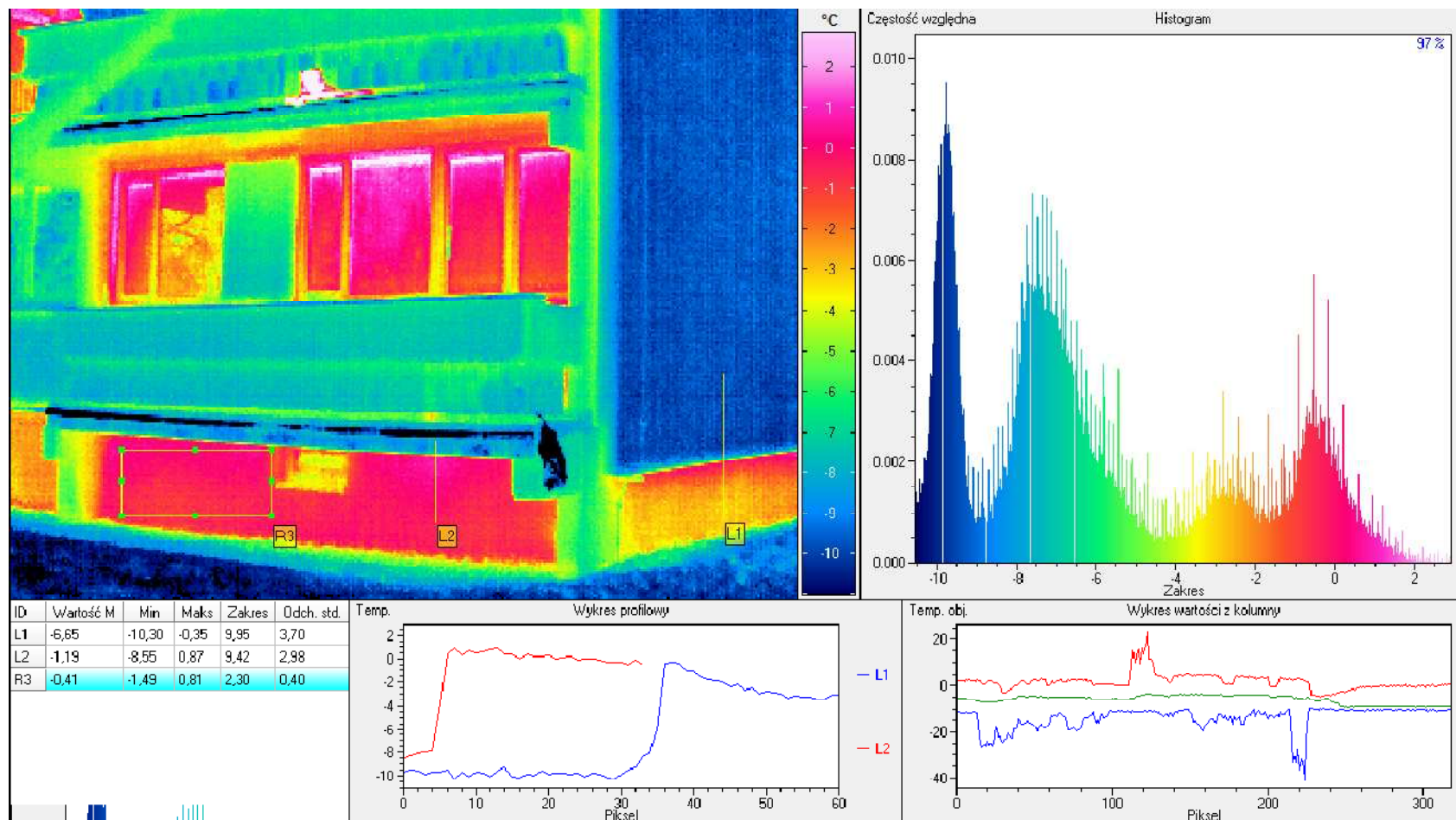




Połączenie podmurówki ze ścianą zewnętrzną
 $\Psi = 0,134$

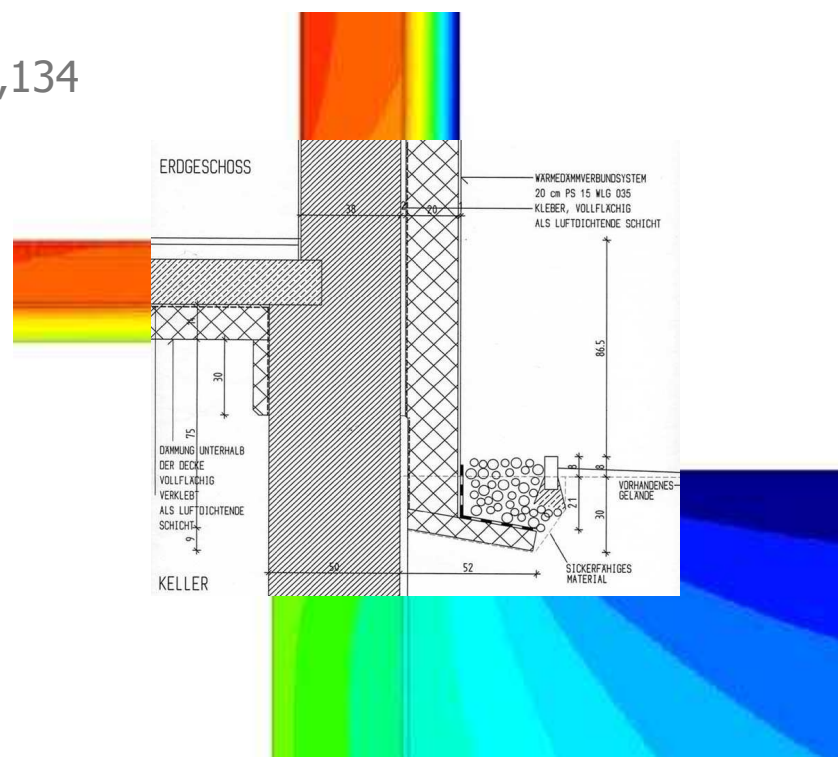




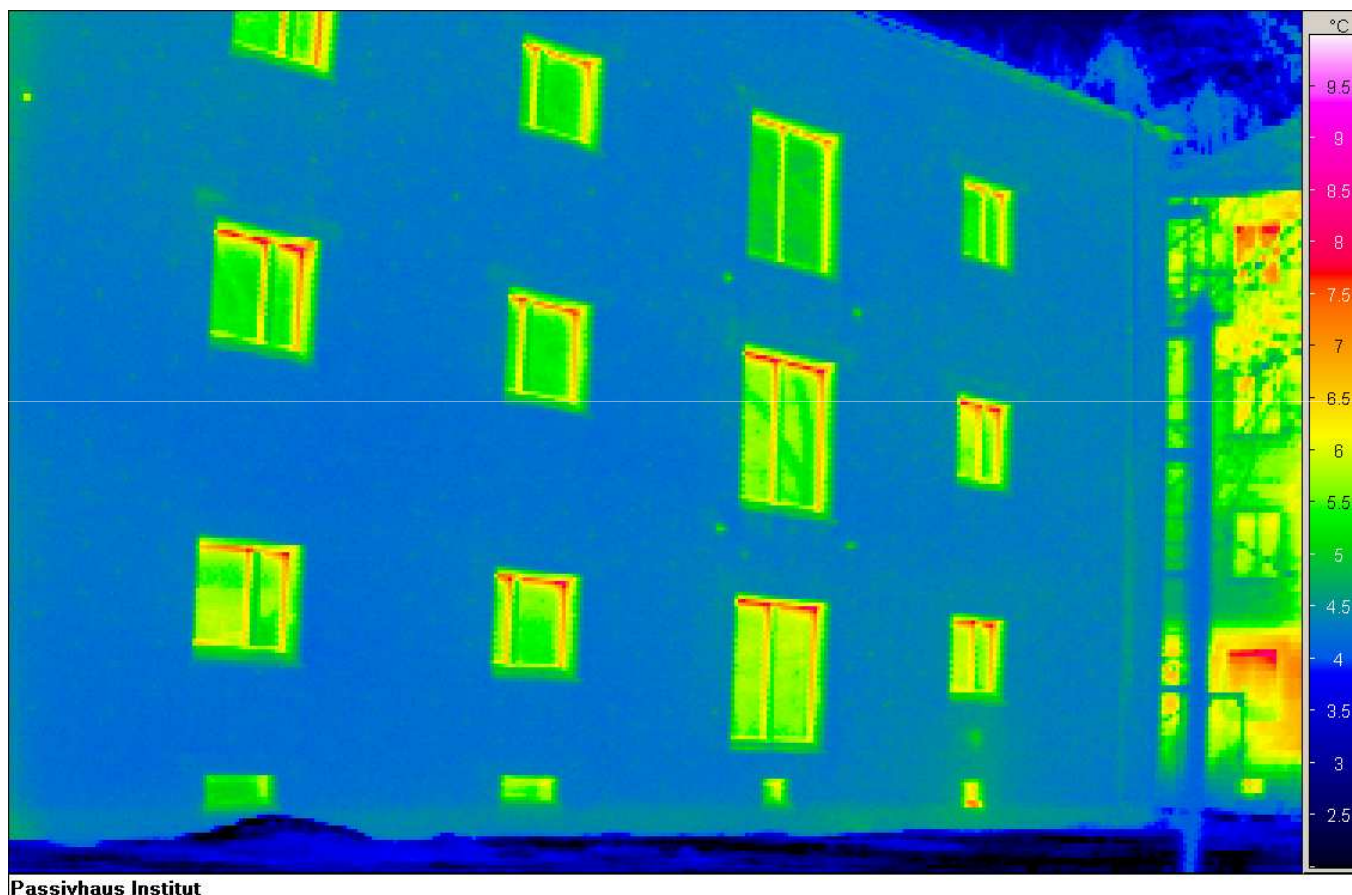


Połączenie podmurówki ze ścianą zewnętrzną piwnicy

$$\Psi = 0,134$$



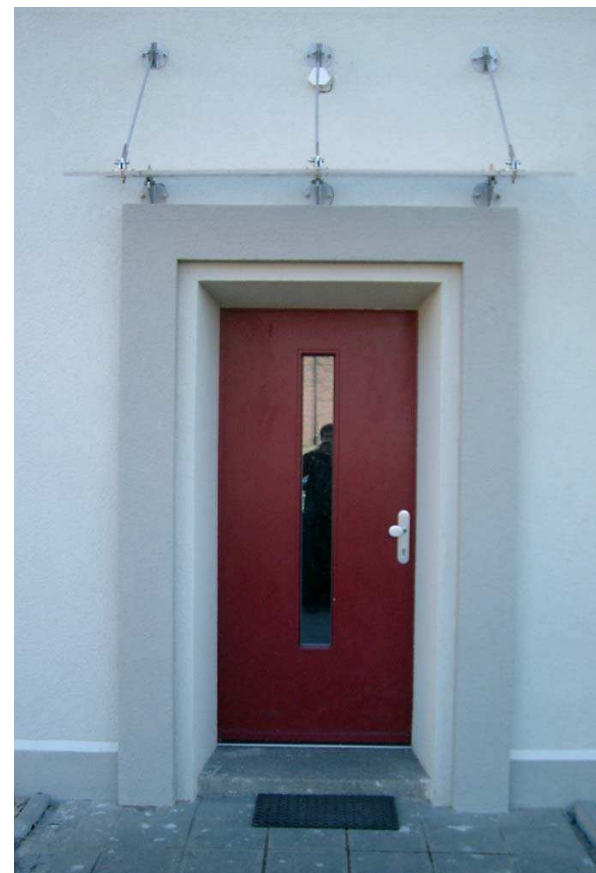
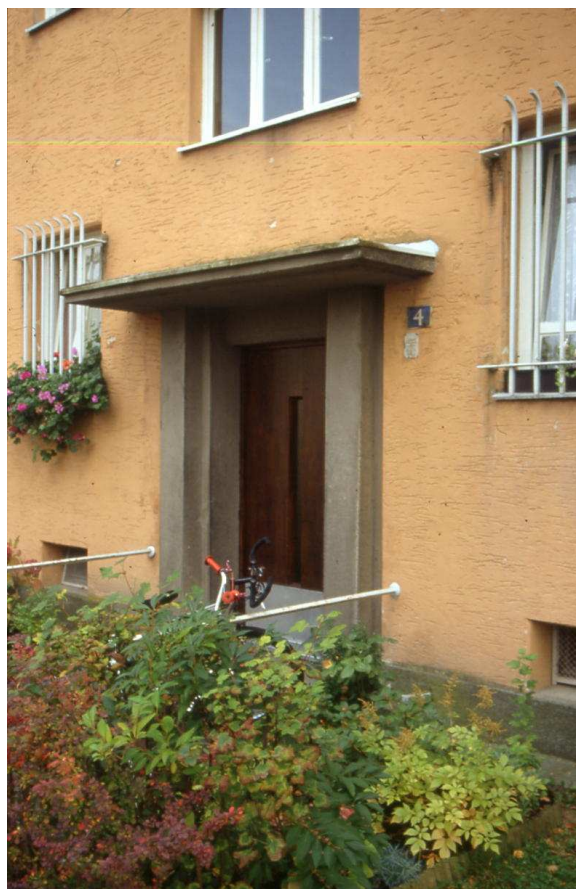




Passivhaus Institut







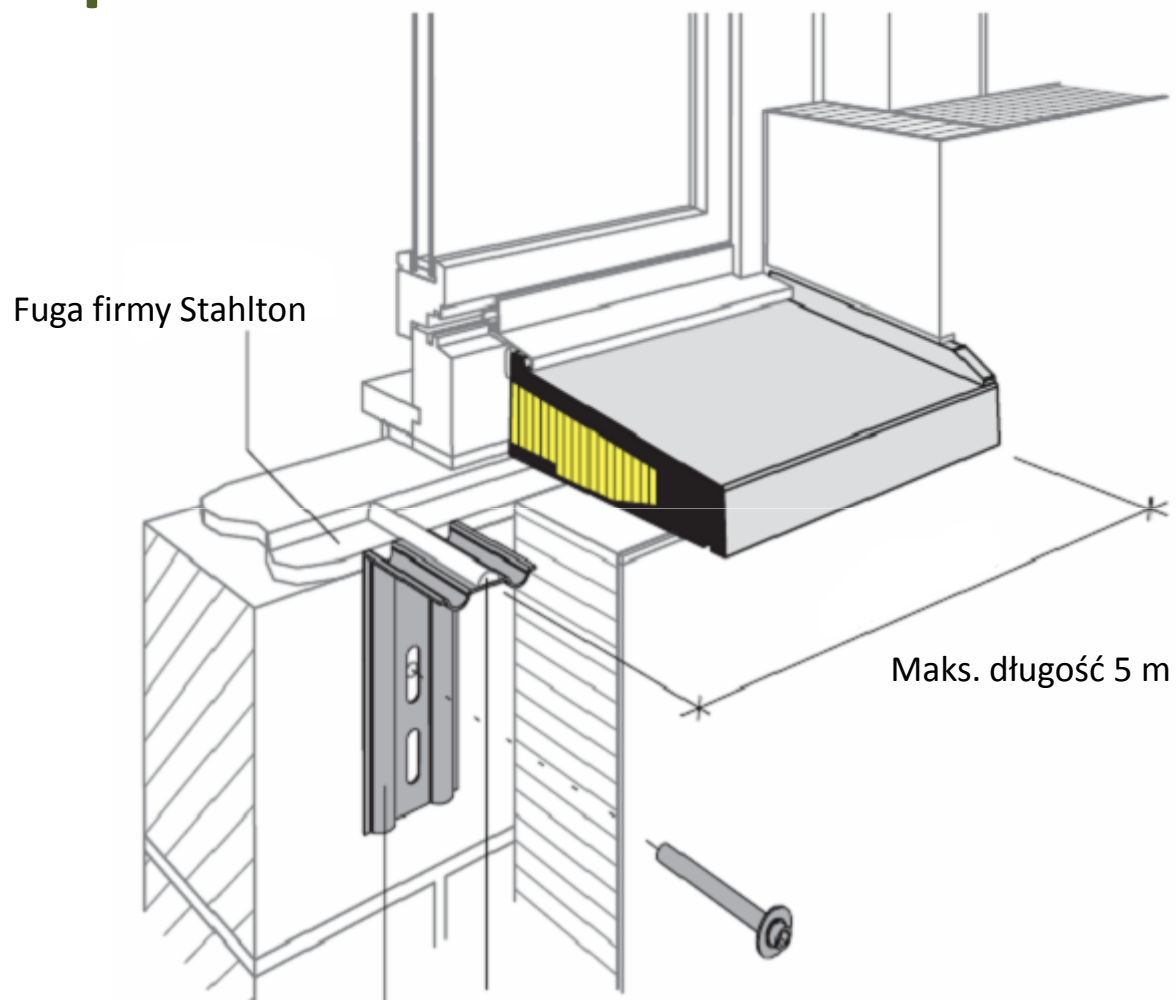


Podokienniki





Sposób montażu



Typ EJ

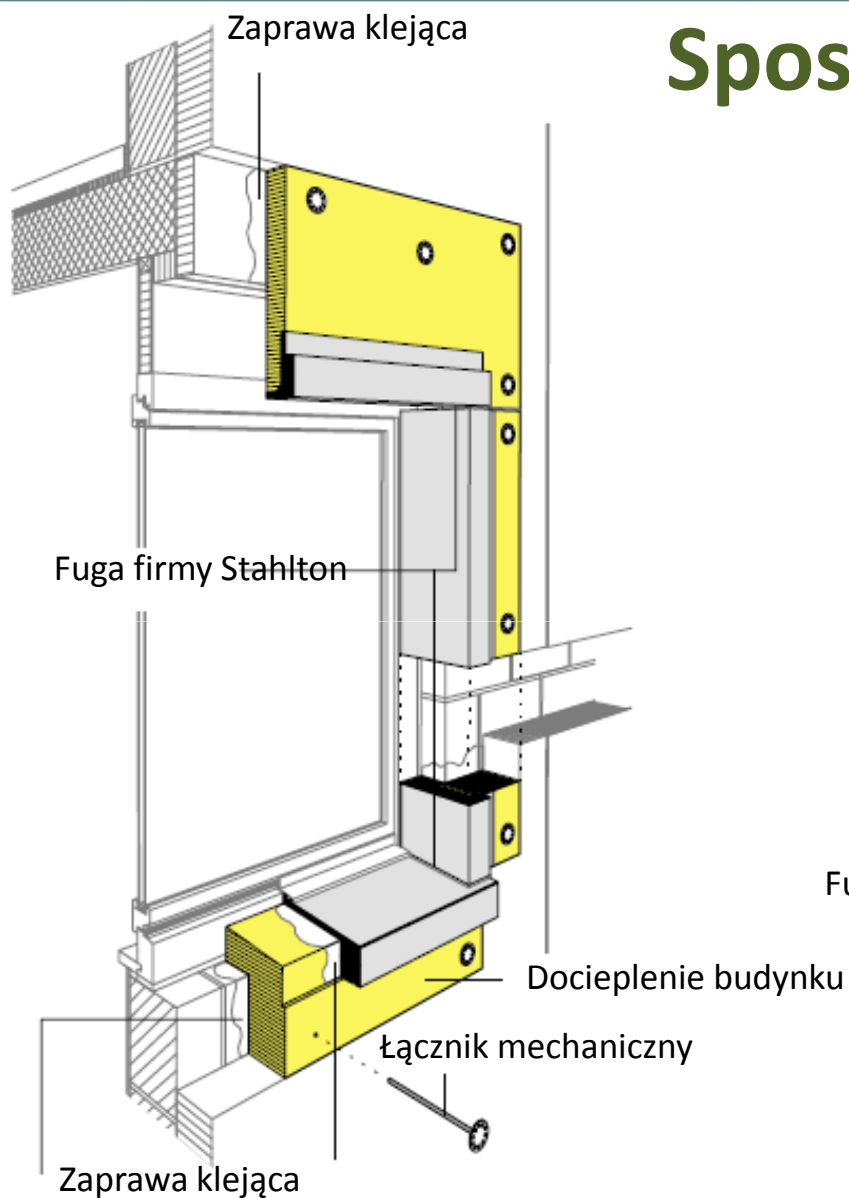




Obramowania okienne

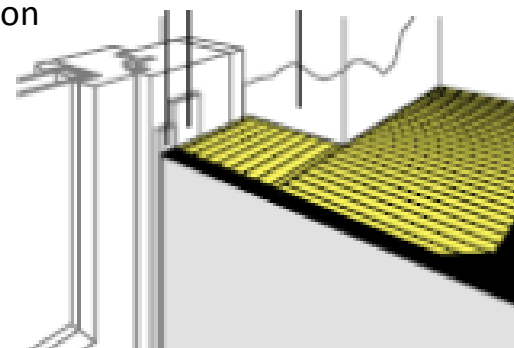


Sposób montażu



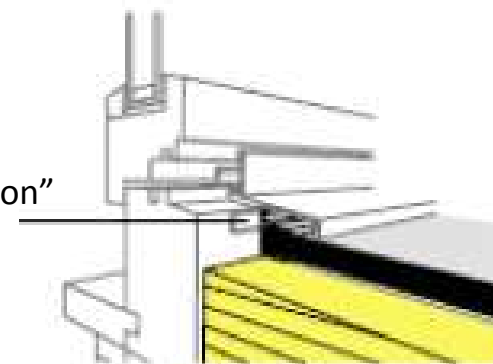
Klej i fuga firmy Stahlton

Zaprawa klejąca



1. Zamocowanie do otworu okiennego

Fuga firmy „Stahlton”



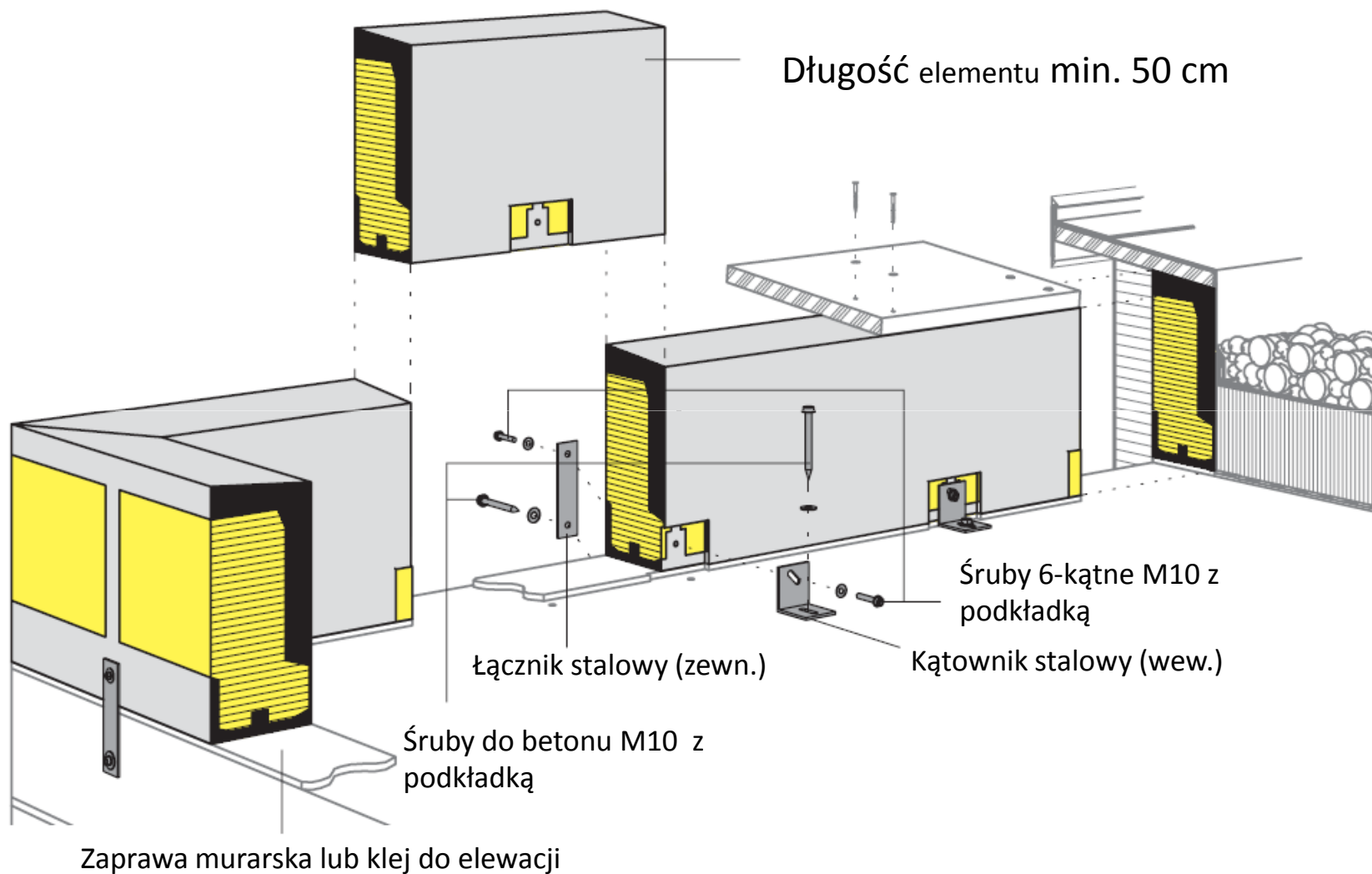
2. Montaż pod oknem



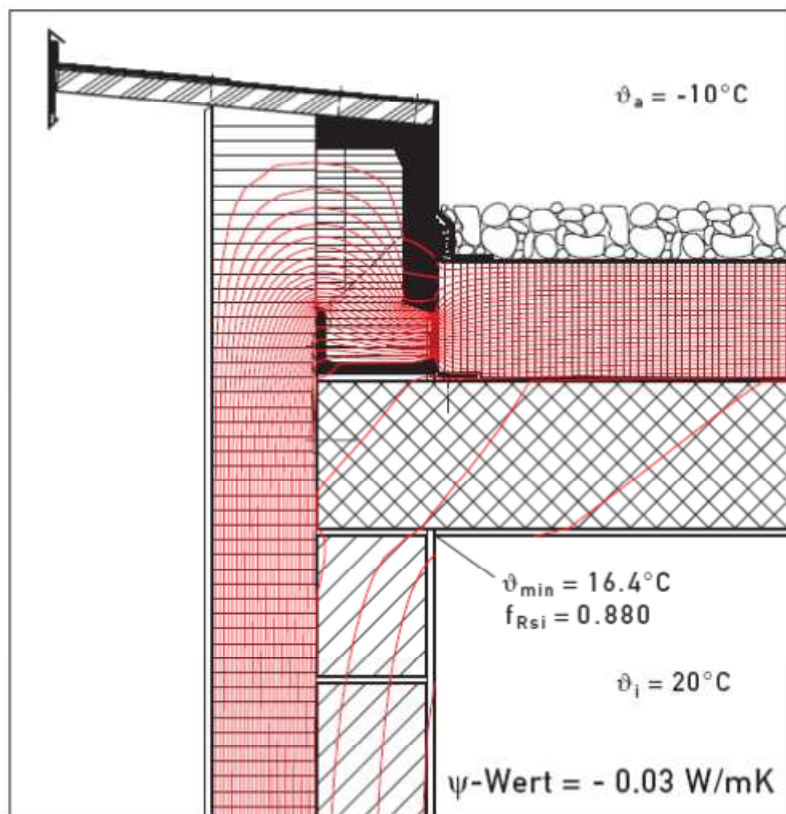
Elementy attykowe



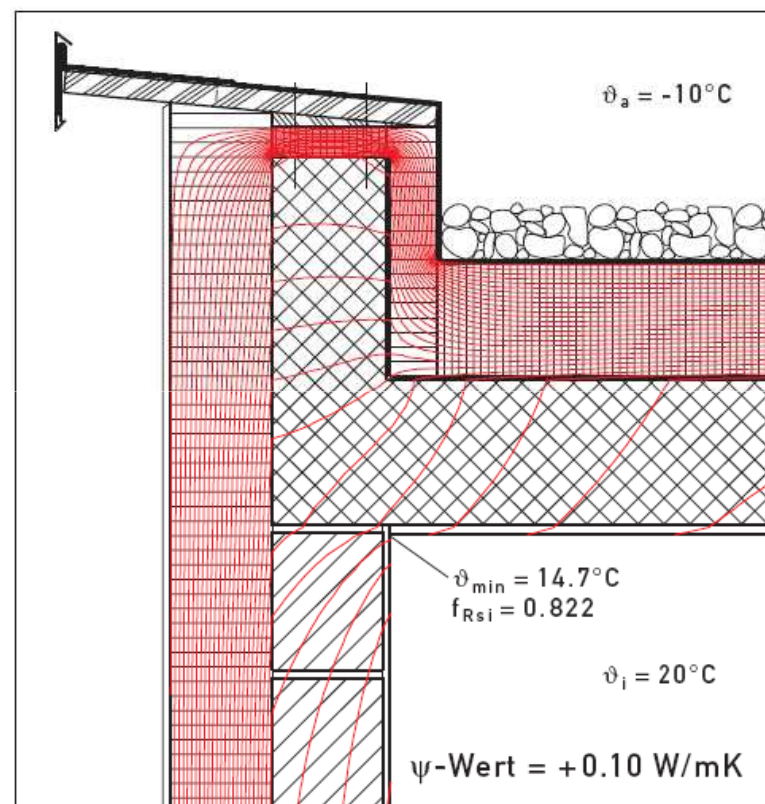
Sposób montażu



Porównanie izolacji i temperatur na powierzchni przegród budowlanych



Element attykowy Ecomur



Rozwiązanie konwencjonalne

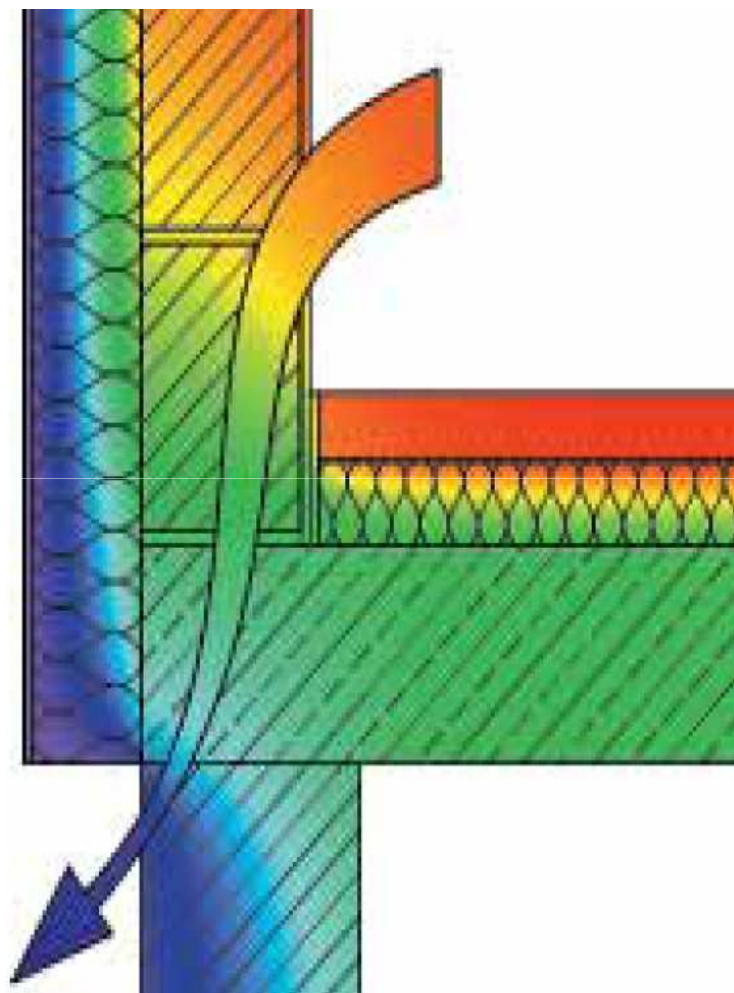


ISOMUR® Plus

- Mostek cieplny w części cokołowej muru
- Rozwiązanie z zastosowaniem pustaka izolacyjnego
- Dopuszczenia
- Zastosowanie



Mostek cieplny w strefie cokołowej muru



Grzyby pleśniowe w natarciu

Wilgotne ściany, często już z widoczną pleśnią – to najczęstsze wady obiektów budowlanych . Istotne jest przy tym:

Duża wilgoć w trakcie realizacji budynku oraz nie wystarczające osuszenie

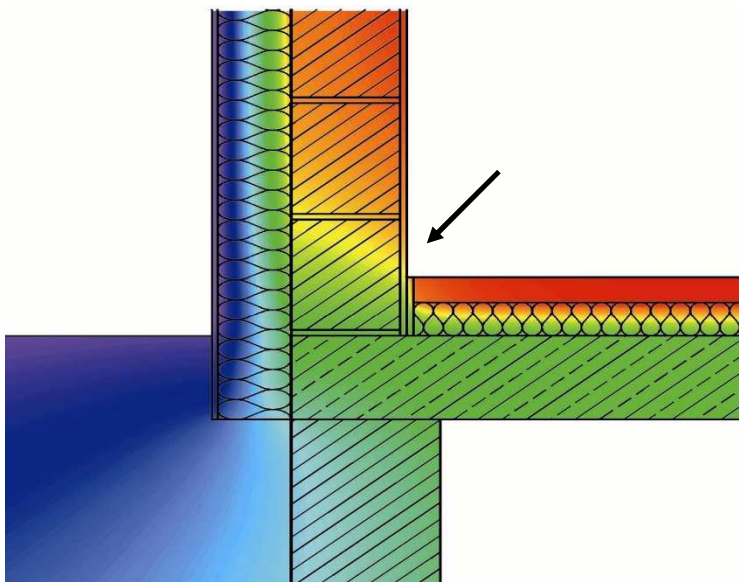
Lepsze ocieplenie zewnętrzne prowadzi do większego znaczenia problemu mostków cieplnych

Zwłaszcza w części cokołowej ryzyko wad budowlanych jest wysokie

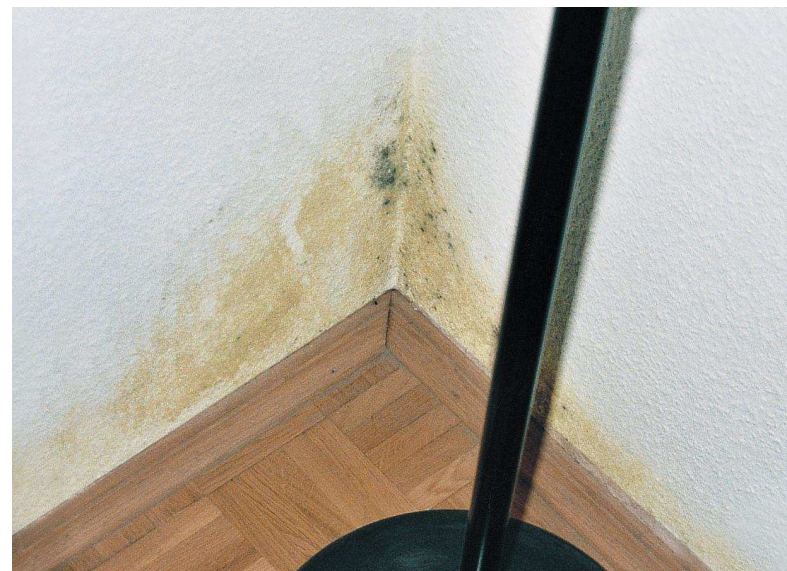
Pleśń nie stanowi jedynie widocznej wady, lecz przede wszystkim ryzyko utraty zdrowia



Straty ciepła i niska temperatura powierzchni ścian



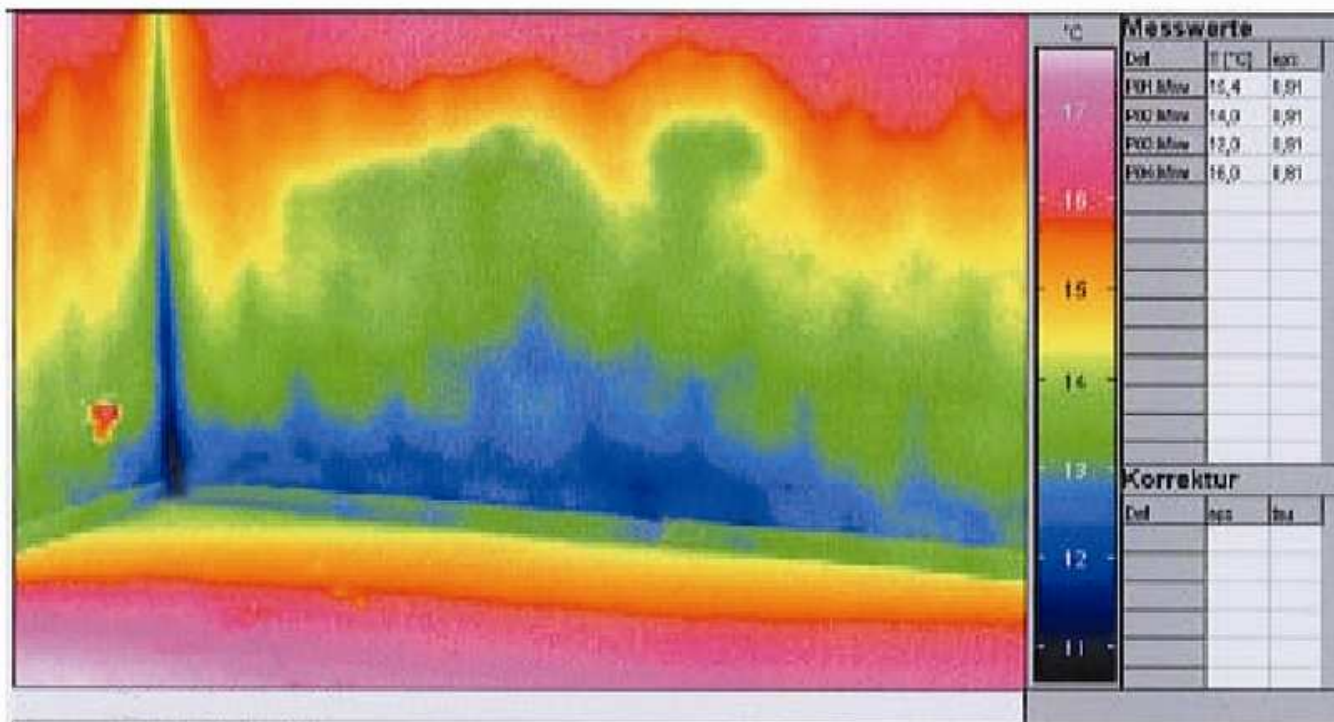
Krytyczna temperatura powierzchni w części cokołowej



Przebarwienie, wykwity grzybów i pleśni

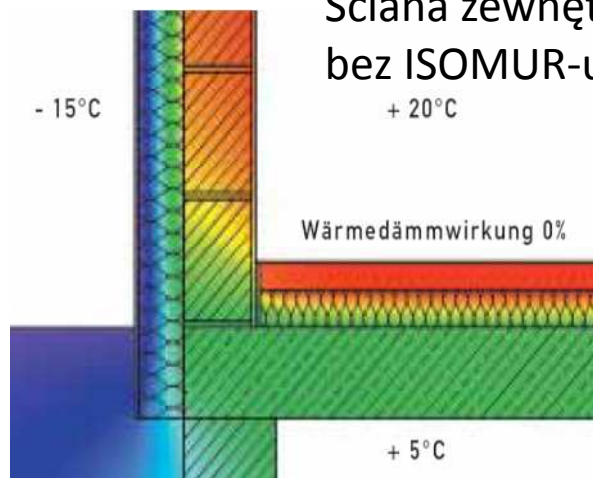


Termowizyjne zdjęcie mostka cieplnego w narożniku

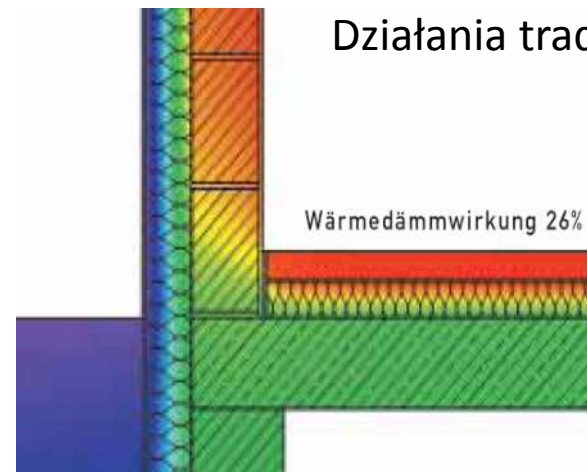


Mostki cieplne w części cokołowej

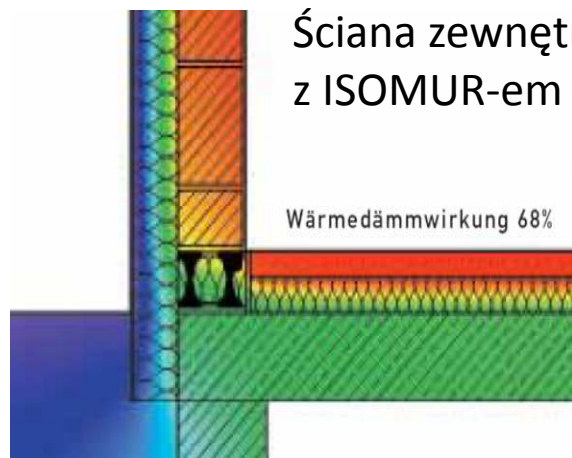
Ściana zewnętrzna
bez ISOMUR-u



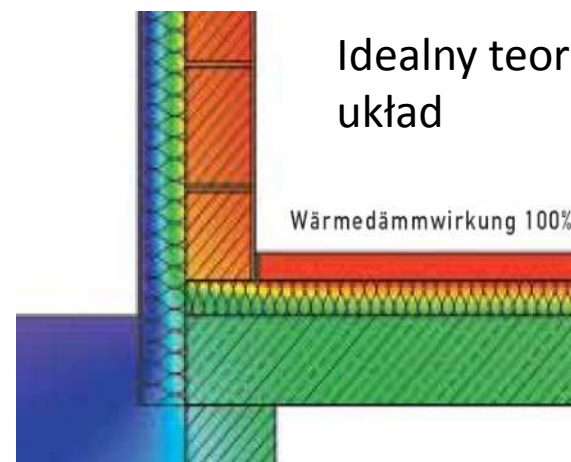
Działania tradycyjne



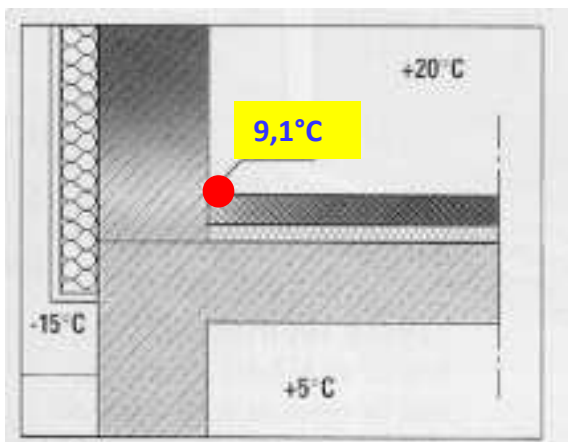
Ściana zewnętrzna
z ISOMUR-em



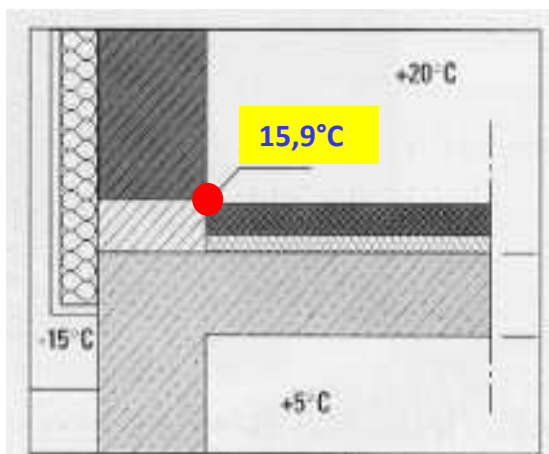
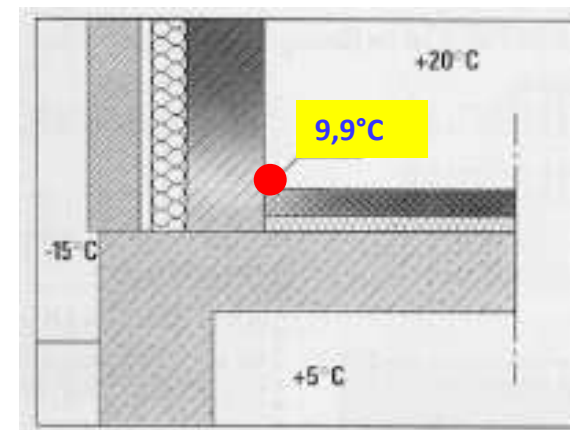
Idealny teoretyczny
układ



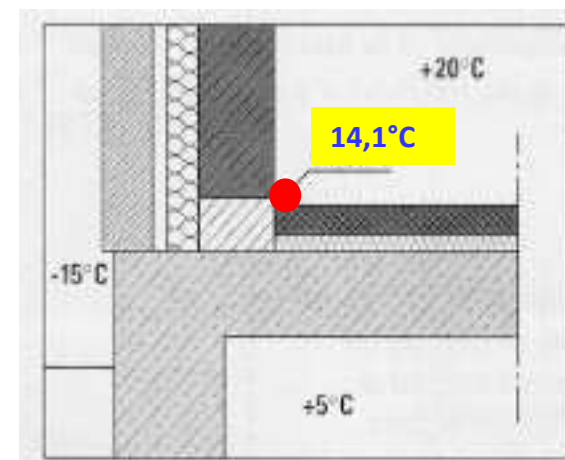
Mostki cieplne w części cokołowej



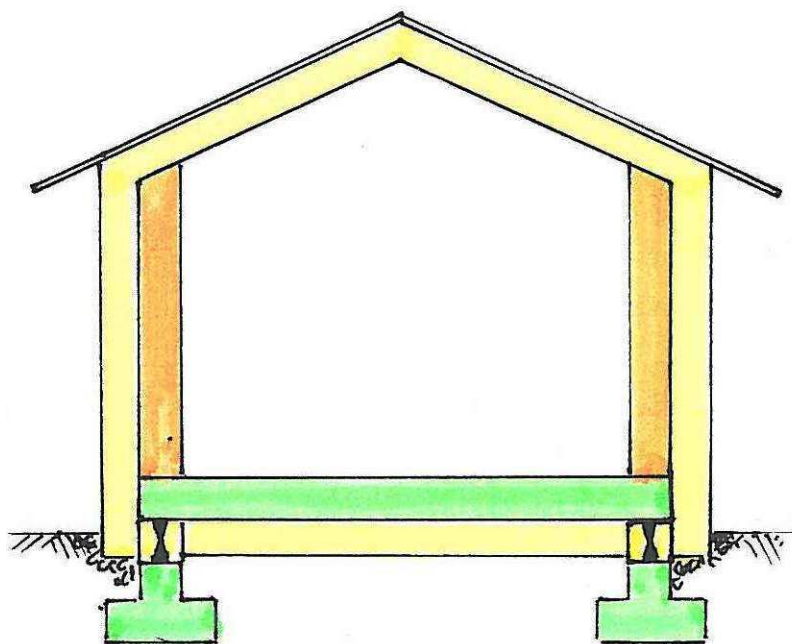
Ściana
zewnętrzna bez
Isomuru



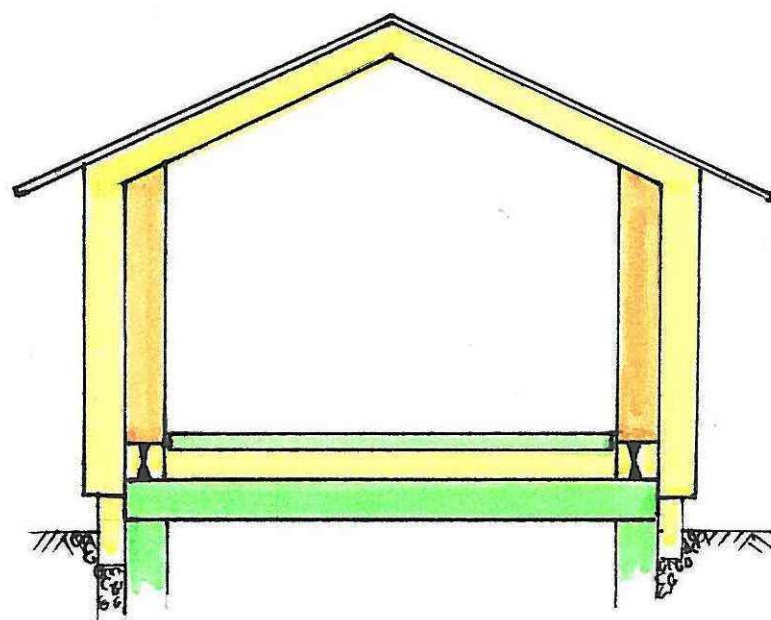
Ściana
zewnętrzna z
Isomurem



Możliwości usytuowania w przekroju



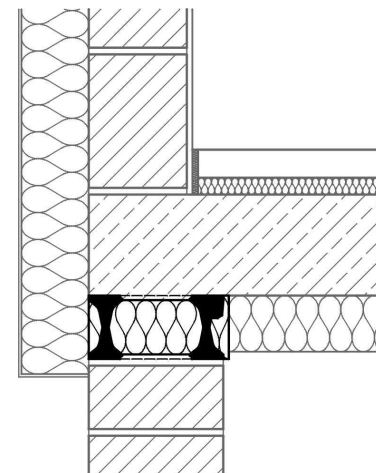
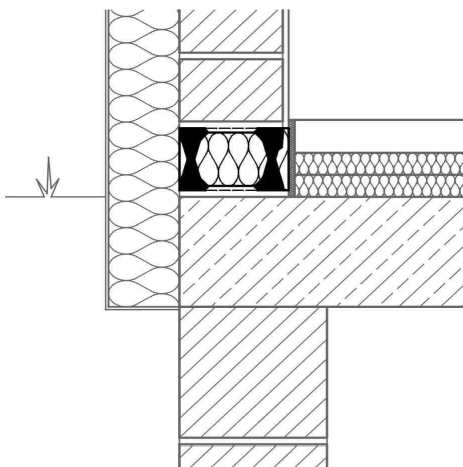
pod stropem



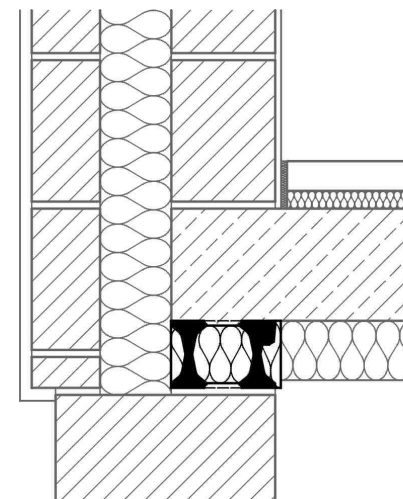
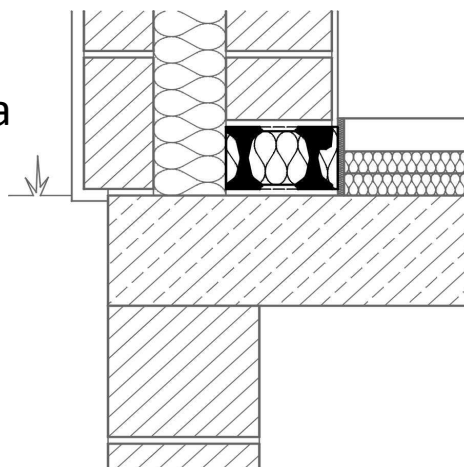
nad stropem



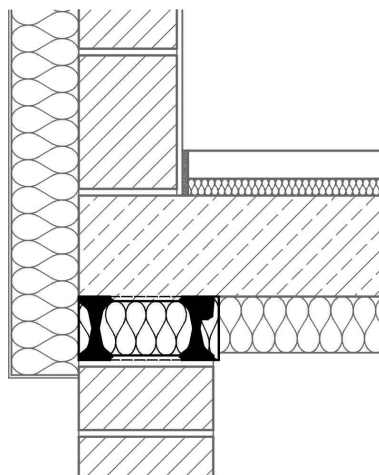
Ściana dwuwarstwowa



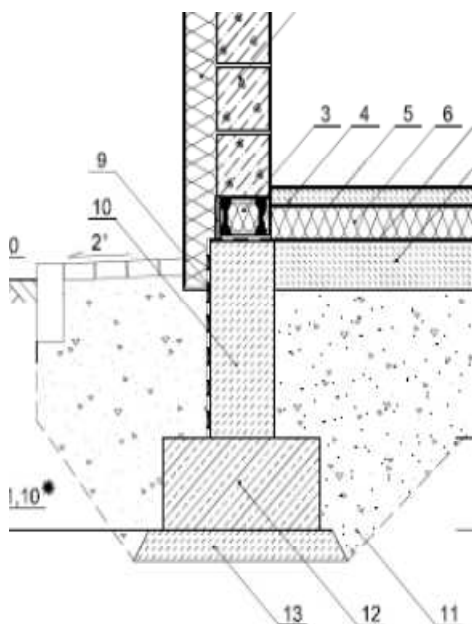
Ściana trójwarstwowa



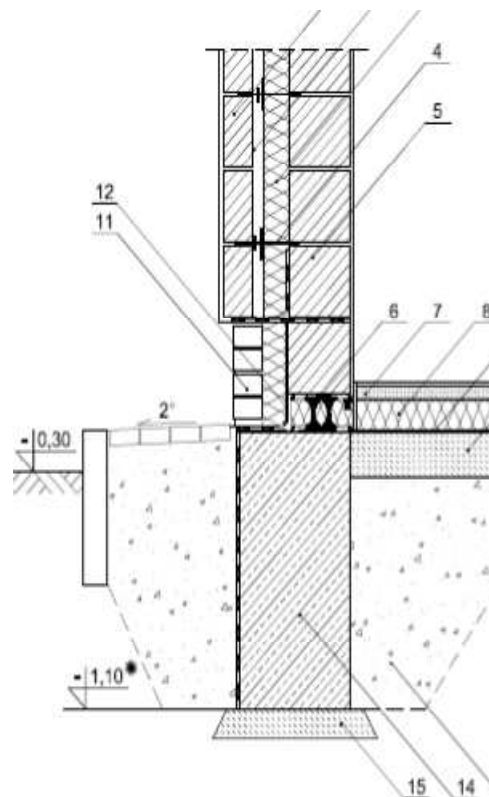
Detale realizacji oparcia ściany nośnej w domu pasywnym



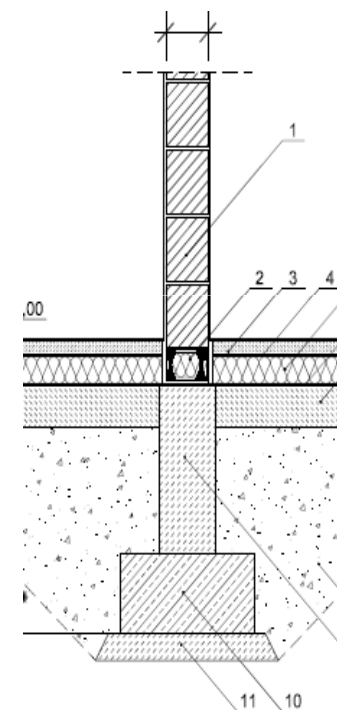
Detale konstrukcyjne realizowanych obiektów w Polsce



Ściana dwuwarstwowa



Ściana trójwarstwowa

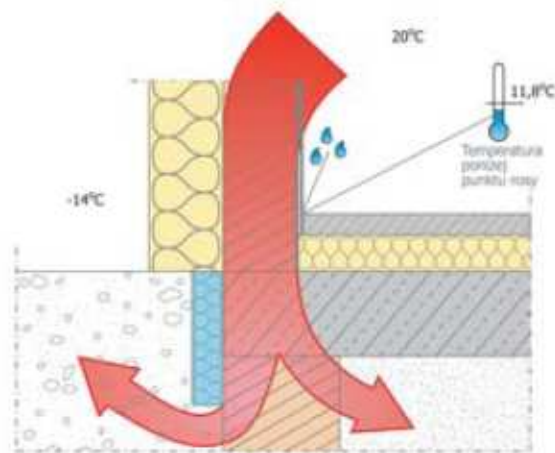


Ściana wewnętrzna

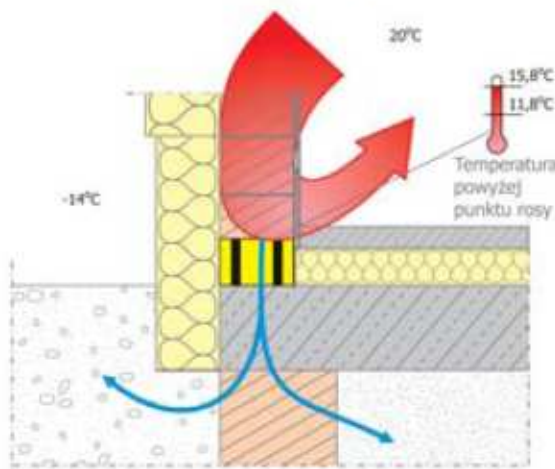








rys 1. Cokół nieizolowany: ucieczka ciepła przez przegrody budowlane



rys 2. Cokół izolowany: zamknięcie pasa izolacji i eliminacja mostka cieplnego

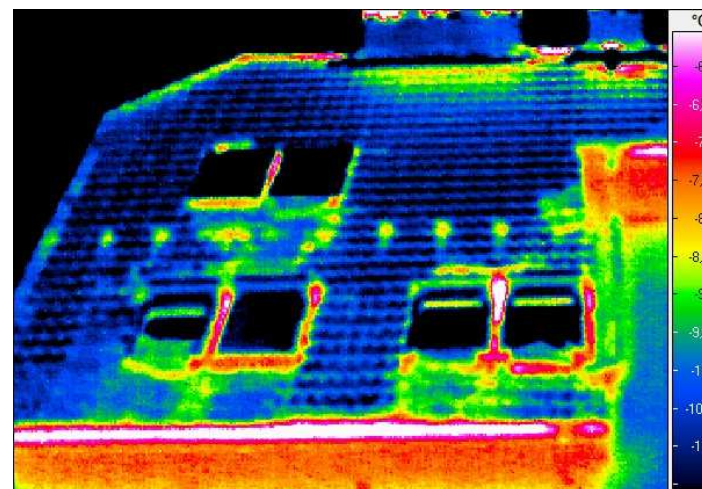
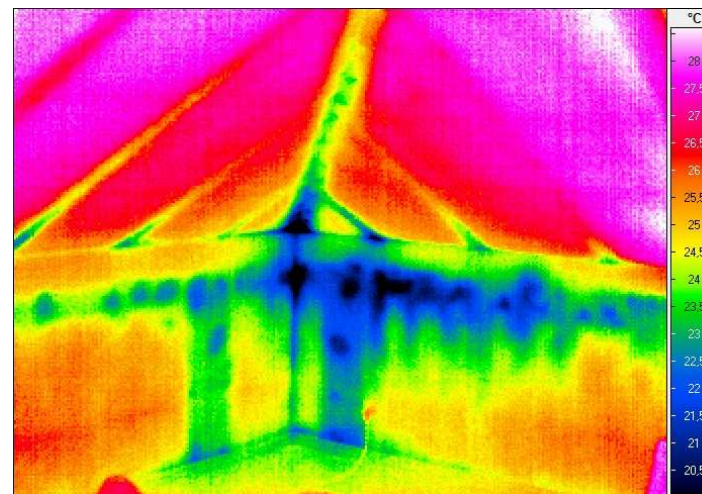
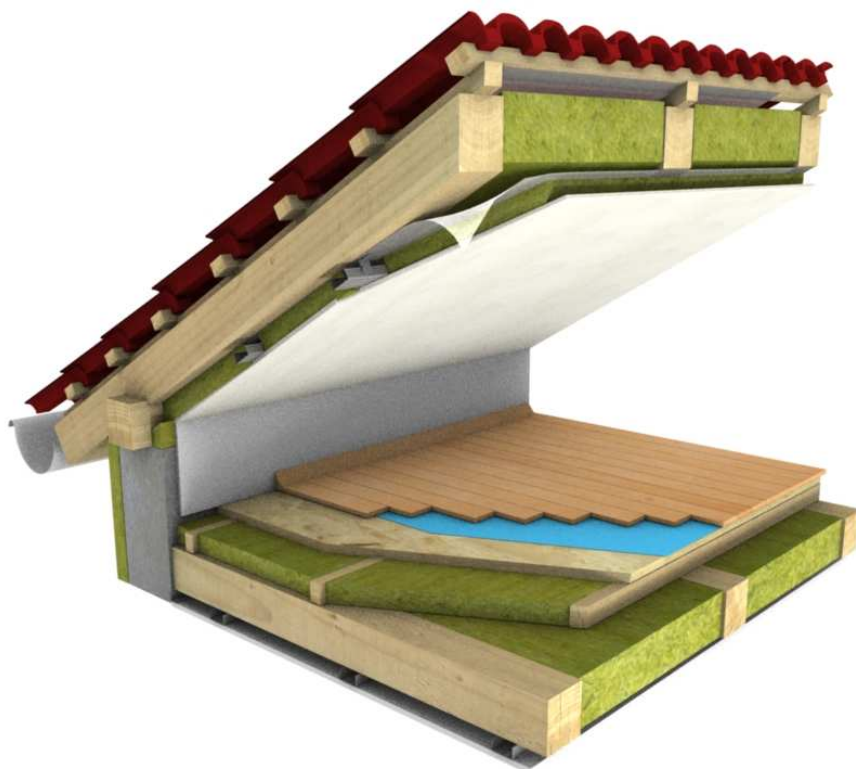


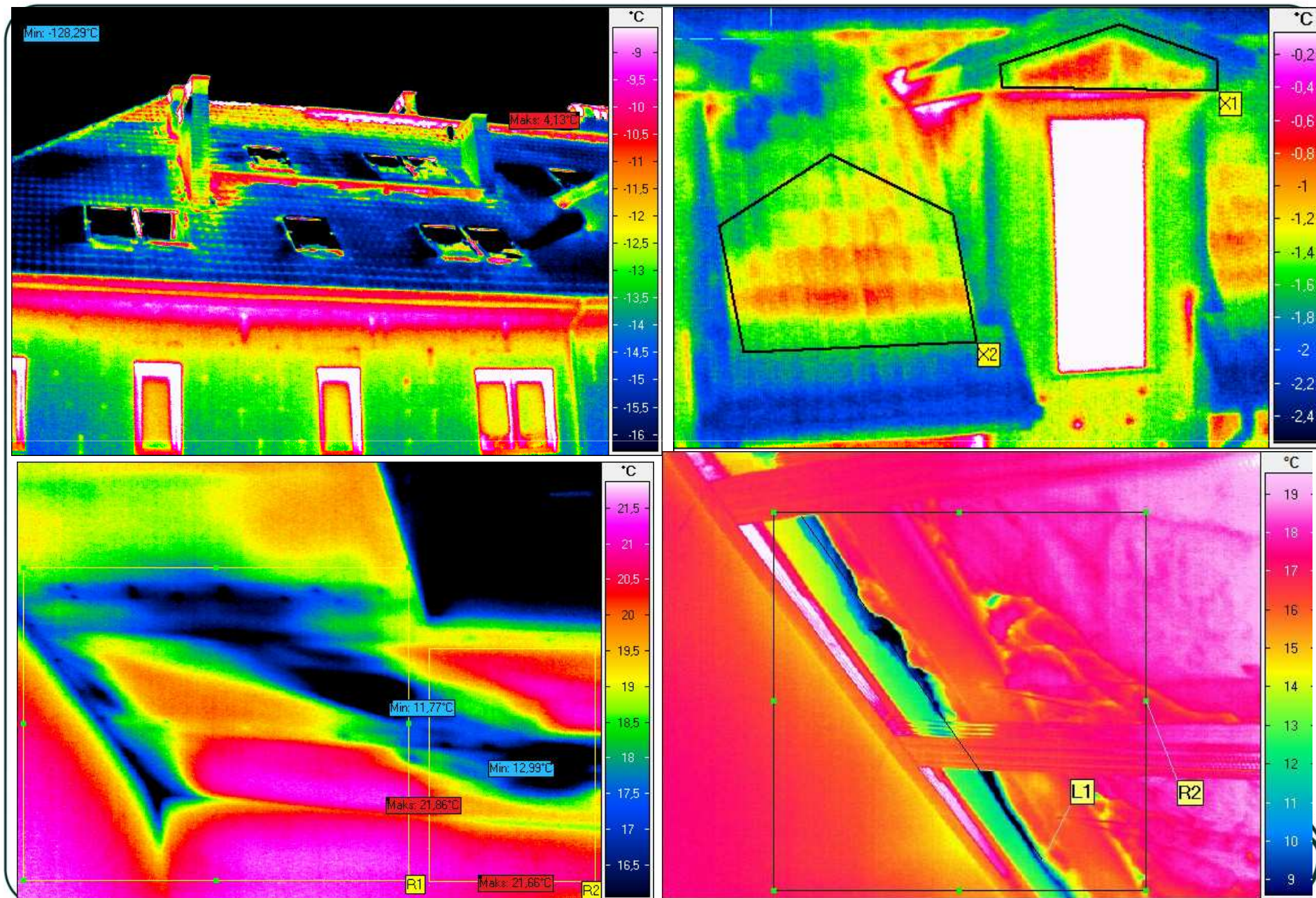


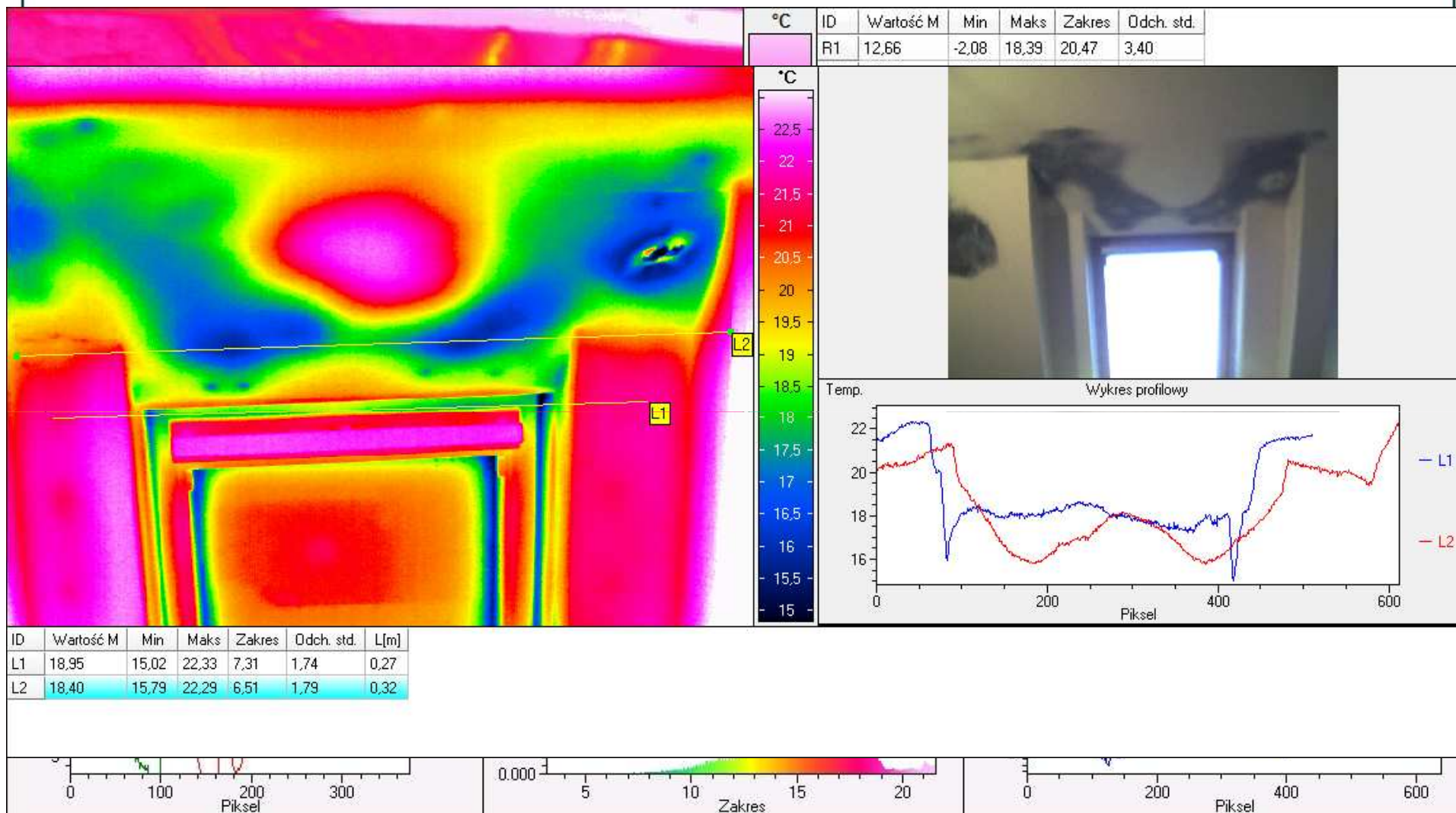
PRZEGRODY NIEJEDNORODNE



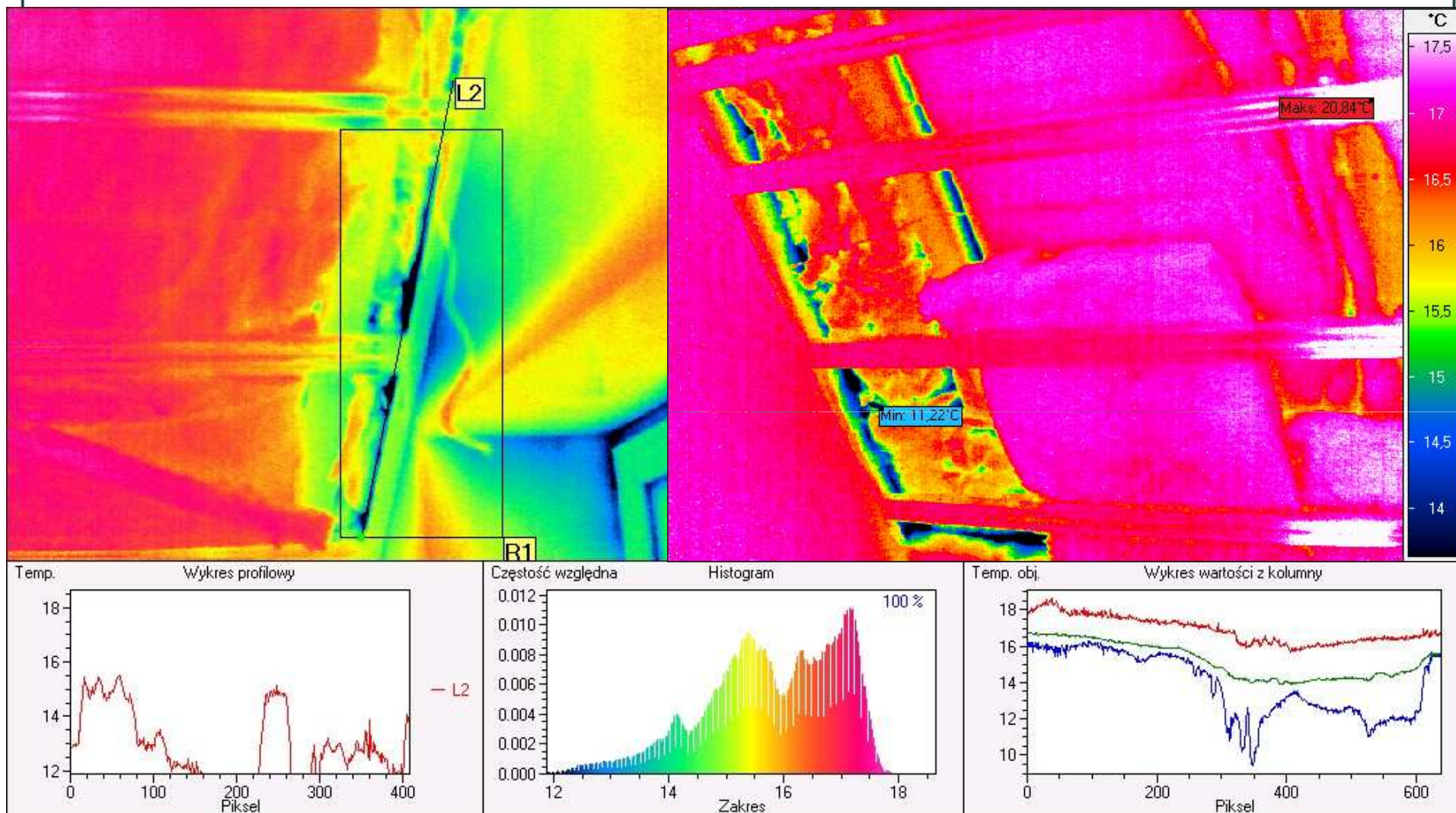
PRZEGRODY NIEJEDNORODNE



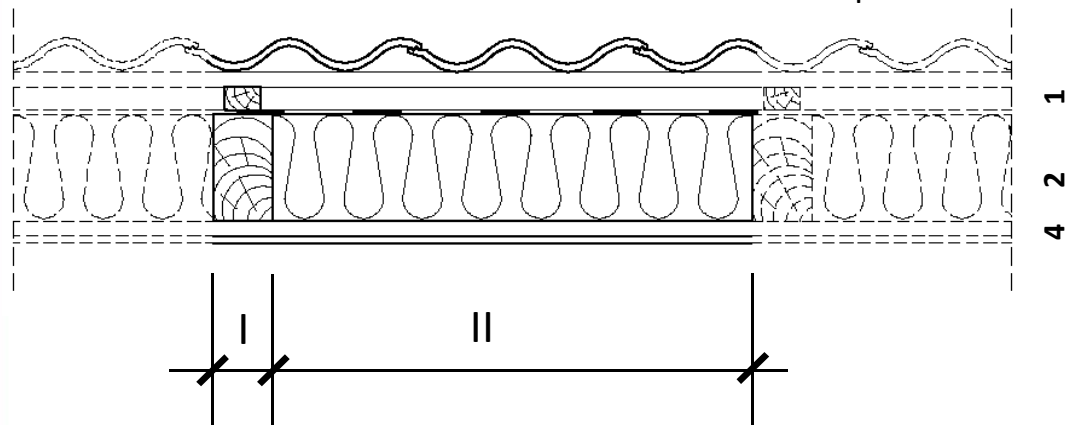








Powierzchnia połaci dachowej 96m², krokwie co 0,88m

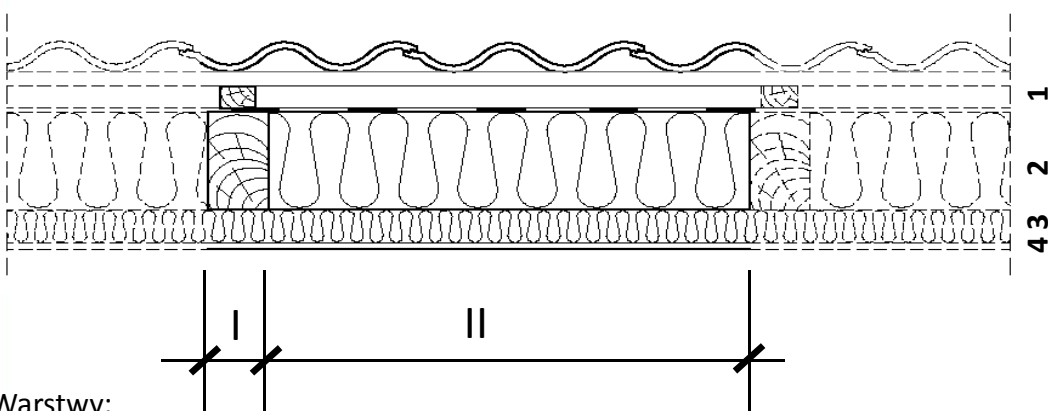


Jednowarstwowe ocieplenie

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

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 posycia
- 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





PRZYKŁAD 3. PRZEGRODY TRÓJWARSTWOWE



