

Wybrane zagadnienia przenikania ciepła i pary wodnej przez przegrody jednowarstwowe

Krystian Dusza

Jerzy Żurawski

**Doświadczenia eksploatacyjne
przegród jednowarstwowych
z ceramiki poryzowanej**

Krystian Dusza
Jerzy Żurawski

Wprowadzenie

- W budynkach wykonanych w układzie ścian jednowarstwowych dochodzi często do niedogrzanania pomieszczeń, lub przekroczenia planowanych kosztów ogrzewania.
- Przyjęte na podstawie obliczeń systemy grzewcze, nie dostarczają wymaganej realnie ilości ciepła.
- Problem dotyczy budynków, których ściany wykonano z bloczków:
 - ceramiki poryzowanej,
 - keramzytobetonu
 - gazobetonu
 - silikatu

Wprowadzenie

- Zaobserwowano dużą ilość zgłoszeń reklamacyjnych, spowodowanych głównie niedogrzaniem mieszkań.
- Zaobserwowano też inne zjawiska, które przedstawione zostaną podczas prezentacji.

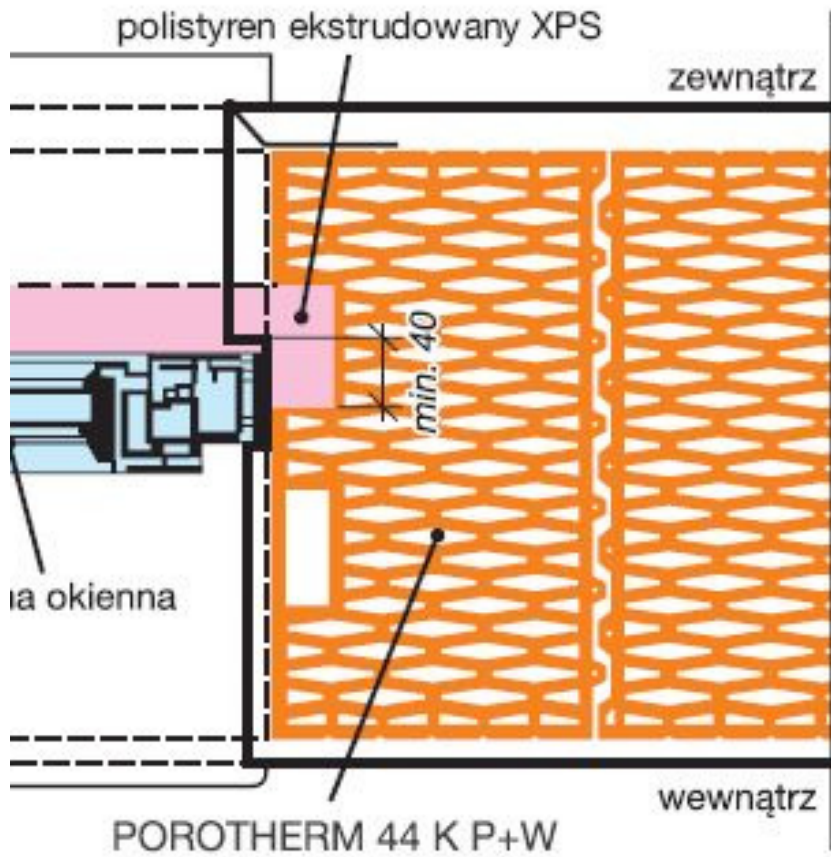
KONSTRUKCJA ŚCIAN Z PUSTAKÓW

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 Porotherm

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.

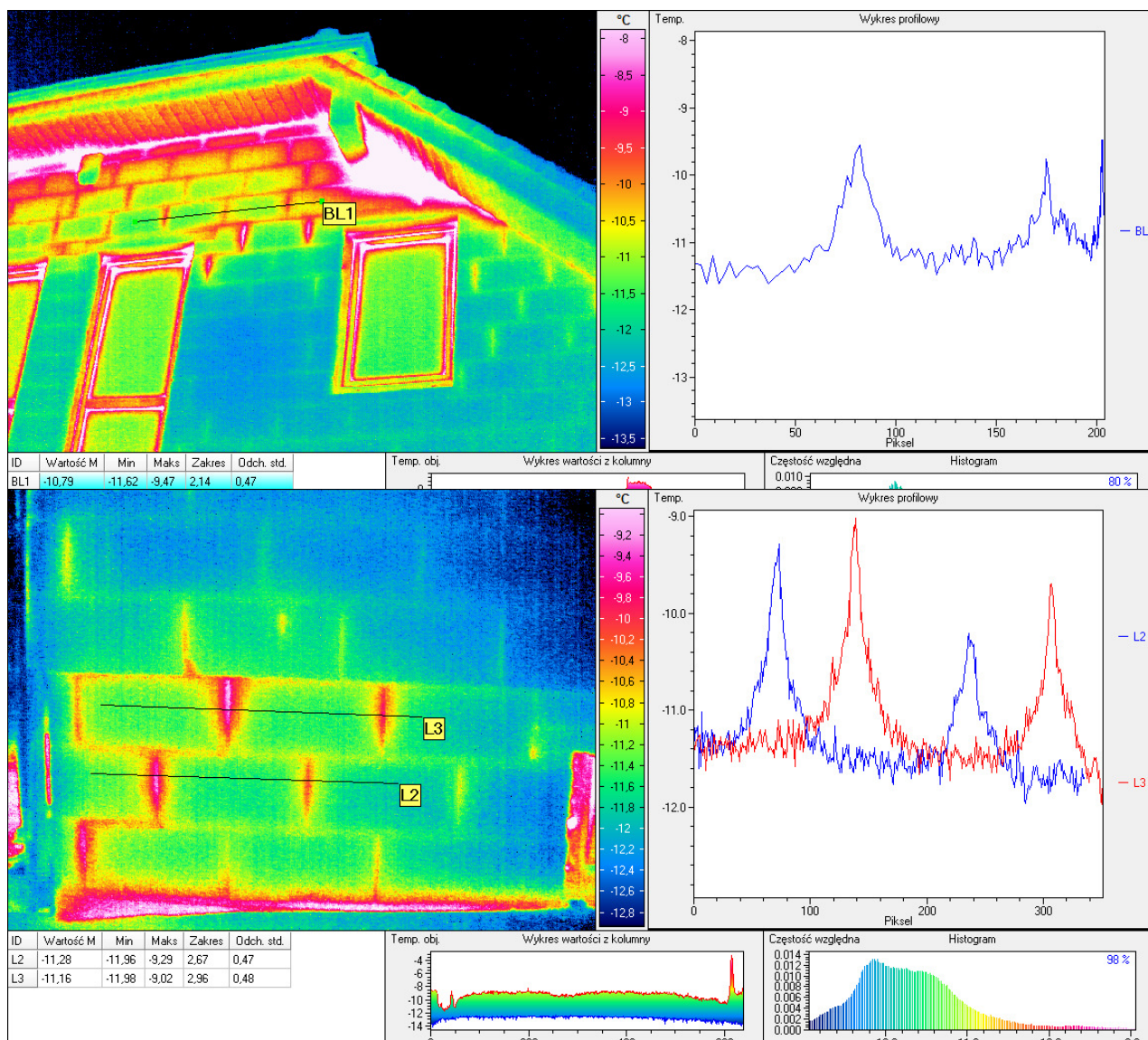
Parametry wilgotnościowe nie są podawane z reguły w katalogach producentów. Podany telefonicznie współczynnik oporu dyfuzyjnego wynosi $\mu = 5-10$

Zagadnienia cieplne

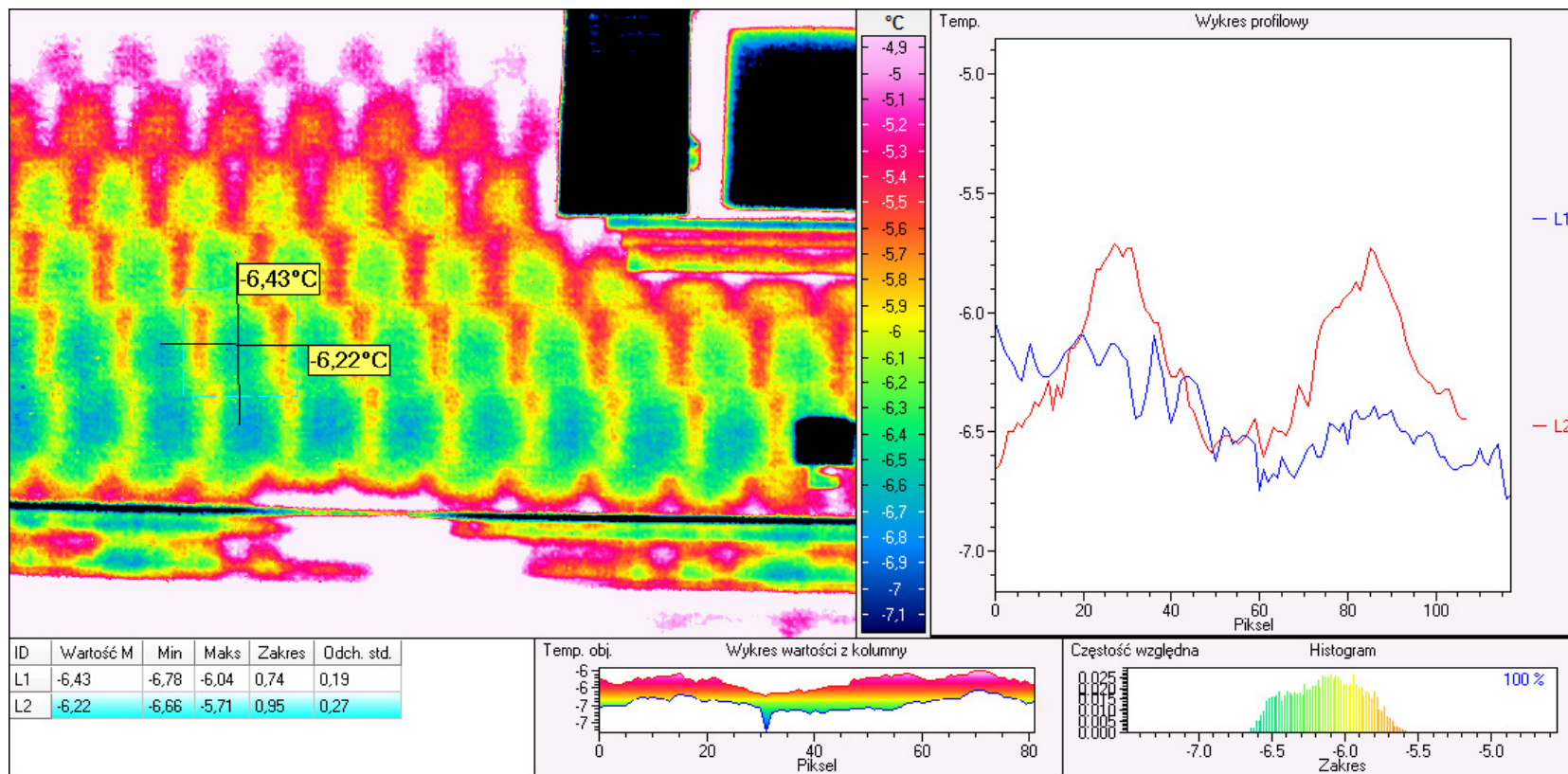
Uwagi wstępne dotyczące projektu budynku

- 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.

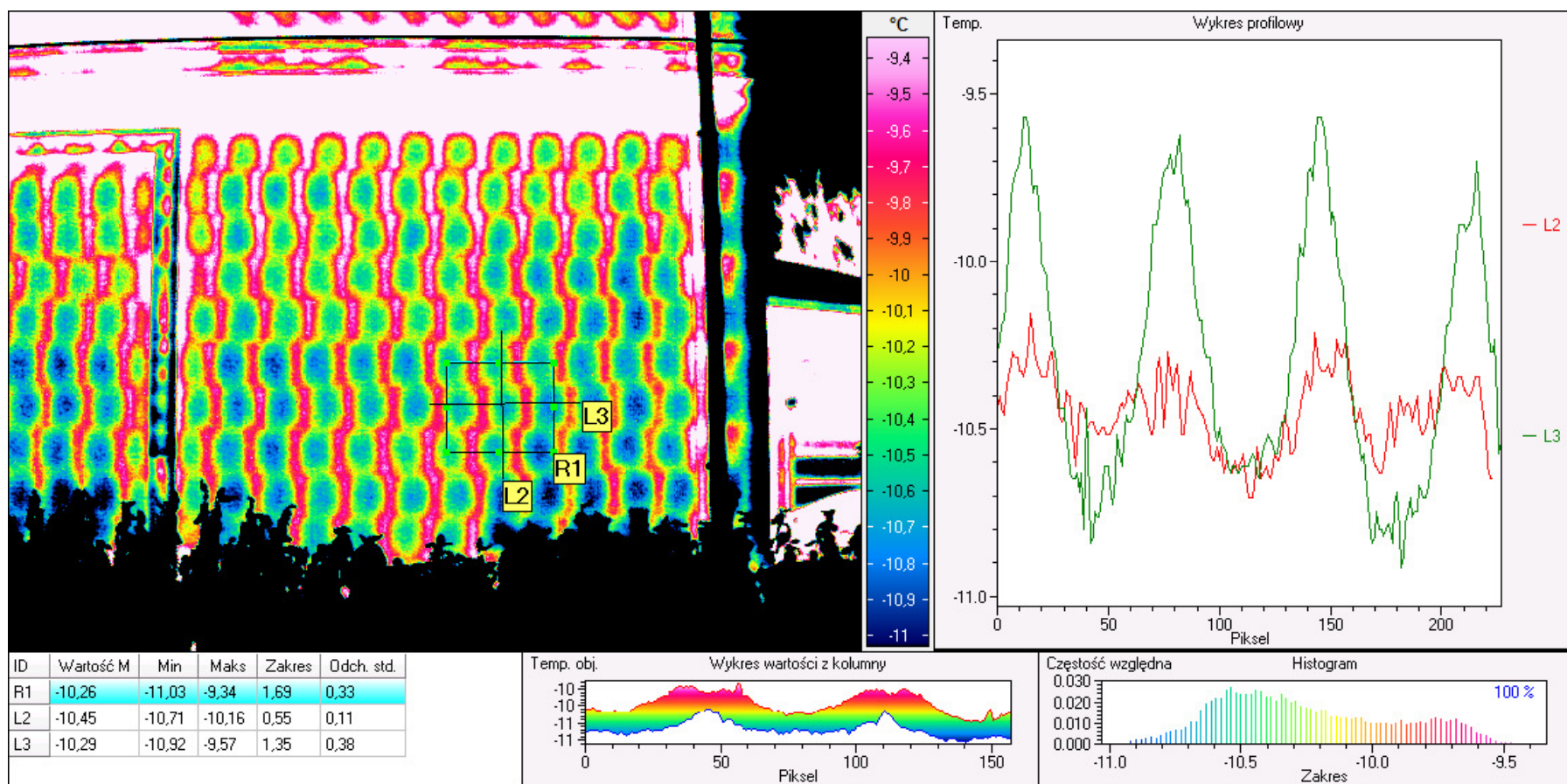
Mostki ciepne w ścianach z pustaków gazobetonowych



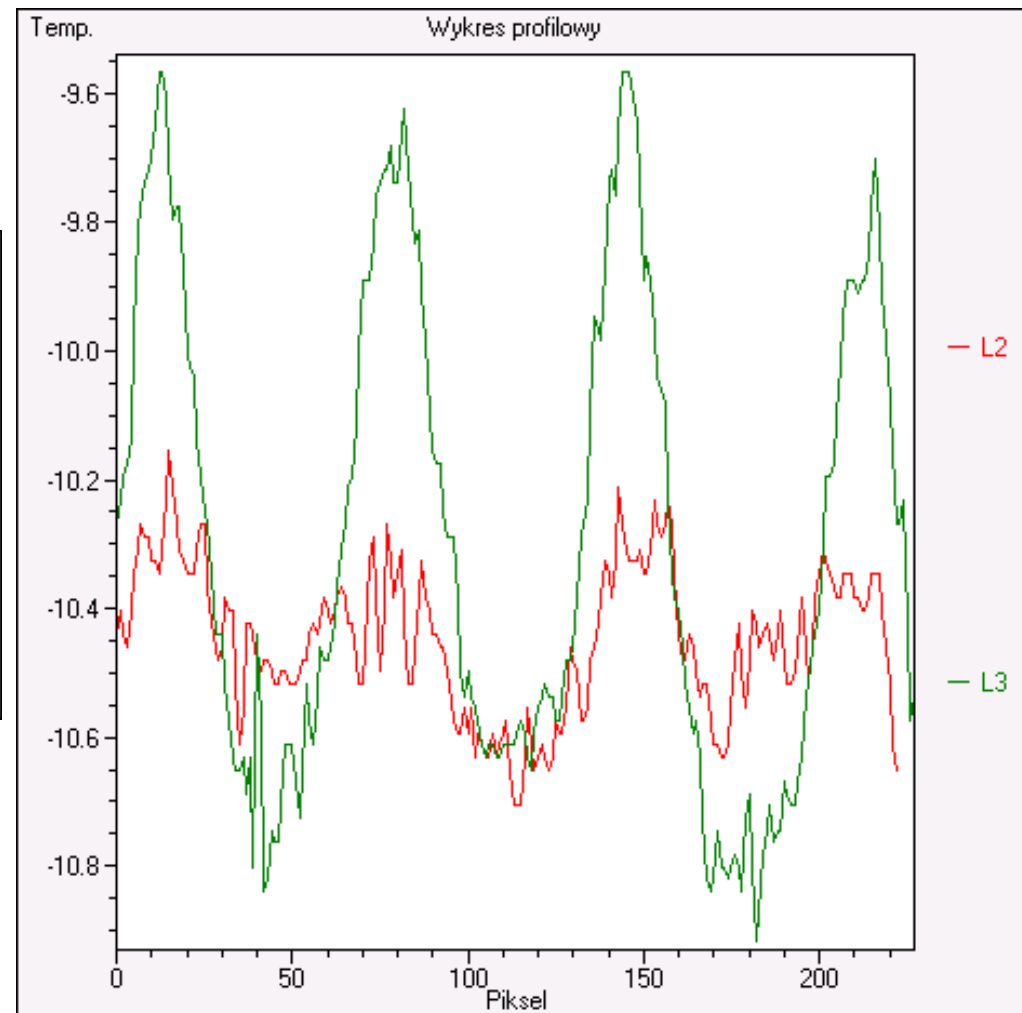
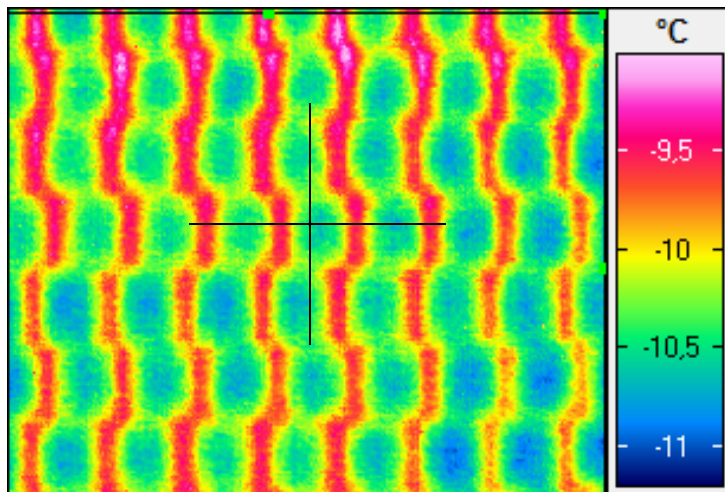
Mostki ciepłe w ścianach z pustaków z ceramiki poryzowanej



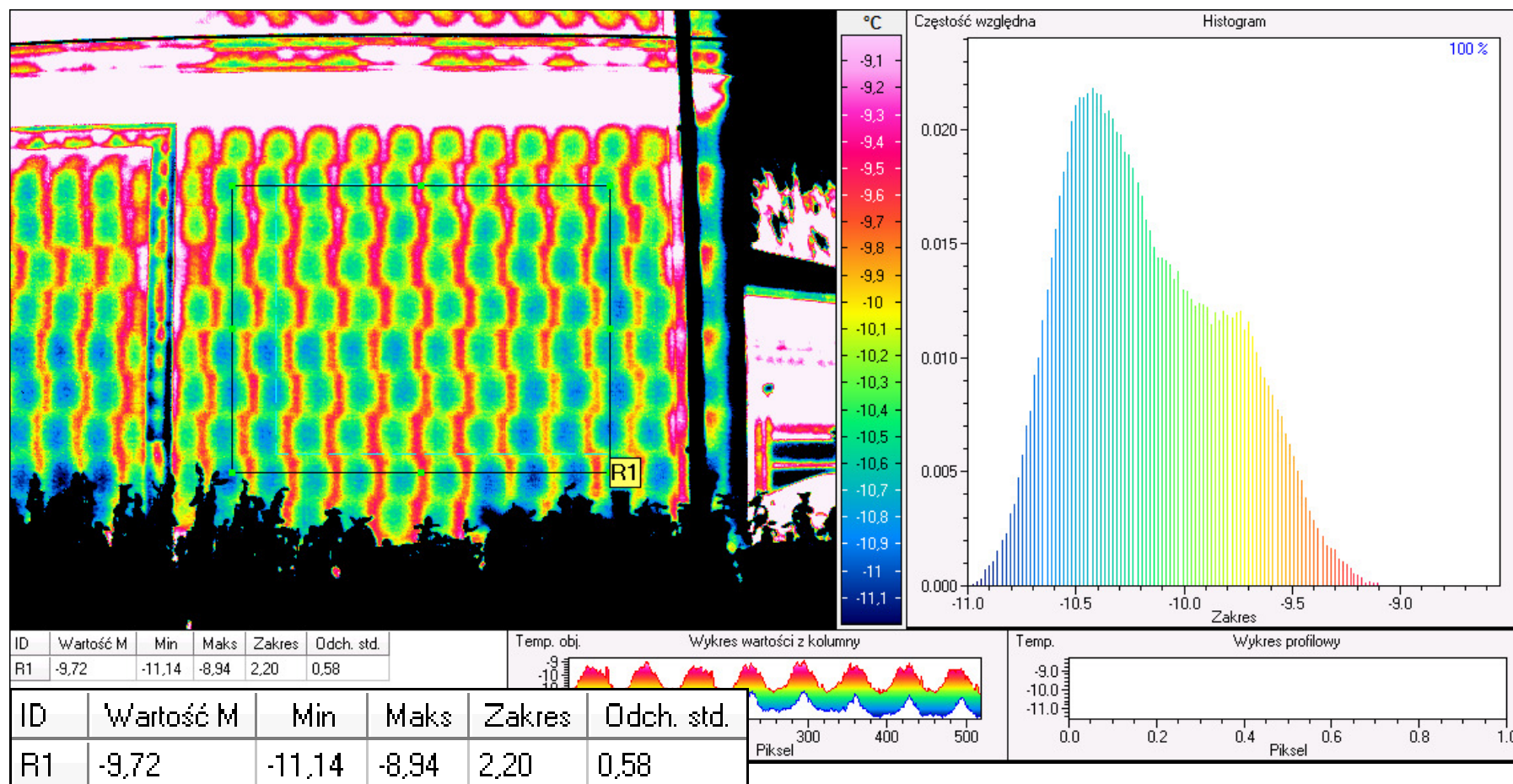
Mostki cieplne w ścianach z pustaków z ceramiki poryzowanej



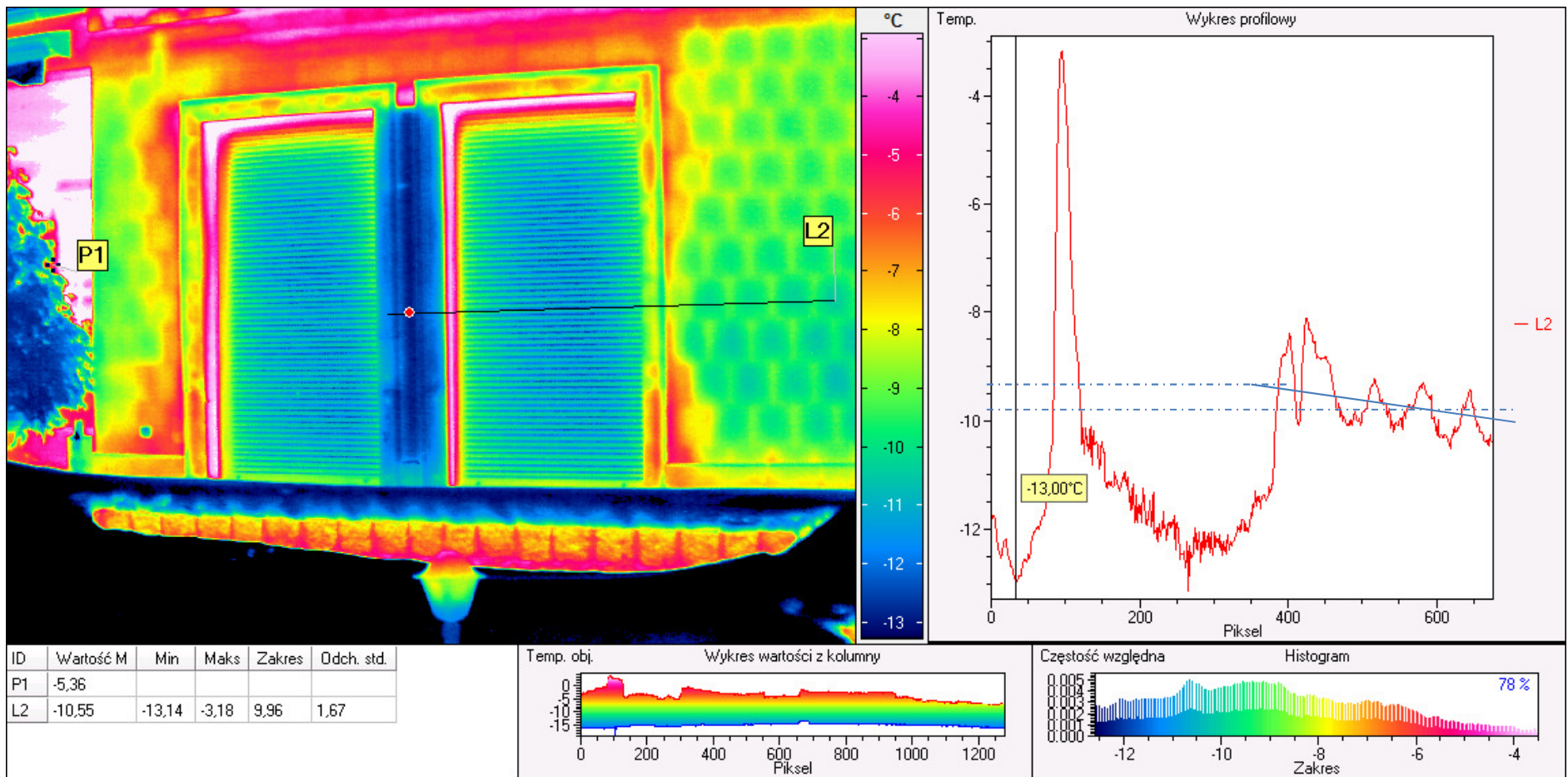
Temperatury w spoinach ściany



Rozkład temperatur ścianie z pustaków z ceramiki poryzowanej



Porównanie temperatury na ścianie jednowarstwowej i ocieplonej 5 cm styropianem ($U_{st}=0,25$)

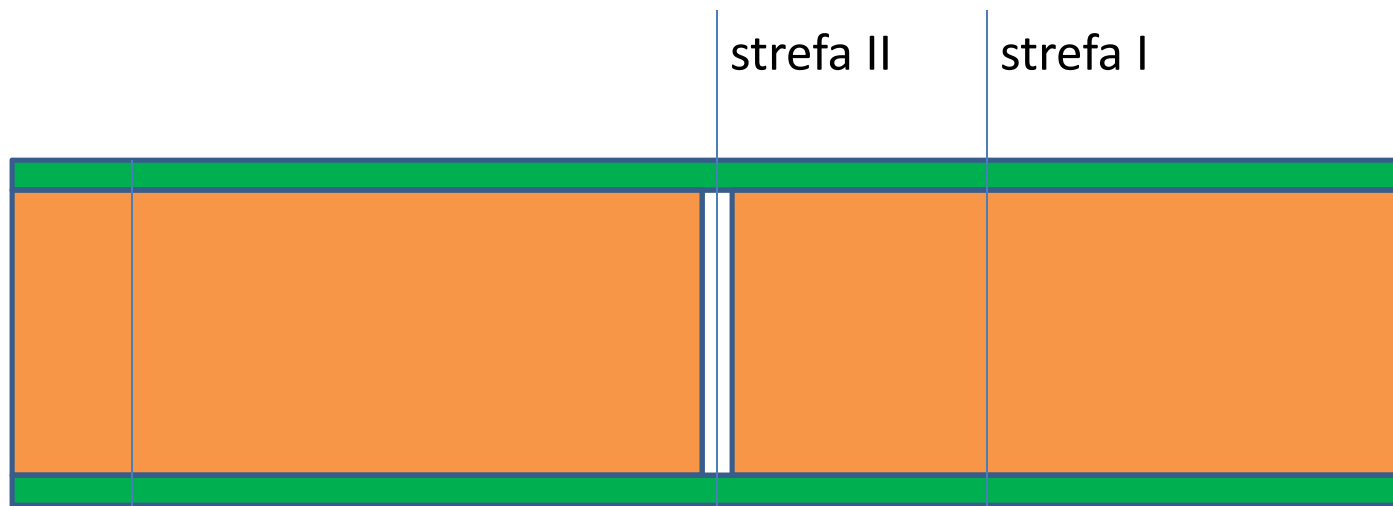


Wnioski dotyczącej izolacyjności cieplnej ściany

- 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

Obliczenia cieplne i wilgotnościowe

Strefa I - bloczek

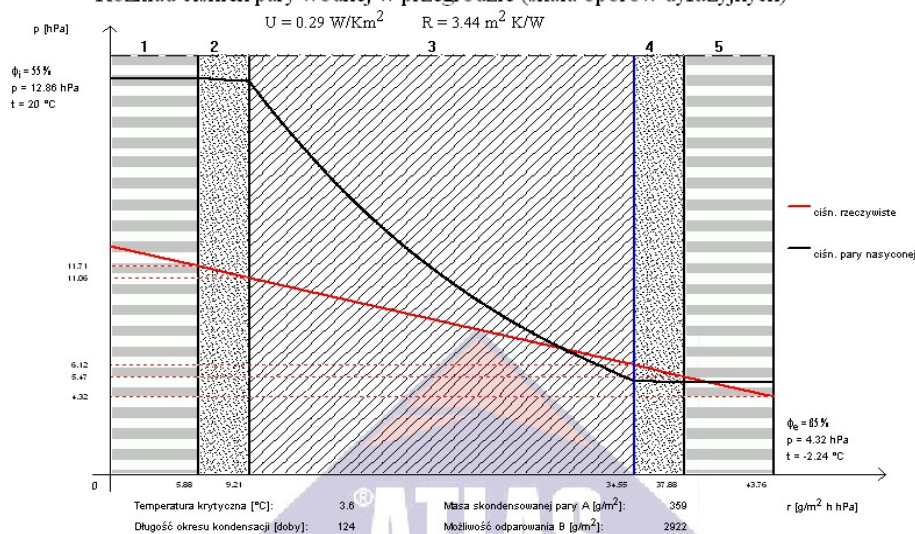
Strefa II – szczelina powietrza



Salta 1.1

2010-10-21

Rozkład ciśnień pary wodnej w przegrodzie (skala oporów dyfuzyjnych)



Nr	Nazwa warstwy	d [m]	δ (10^{-4}) [g/m h hPa]	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	* porotherm38/2010	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

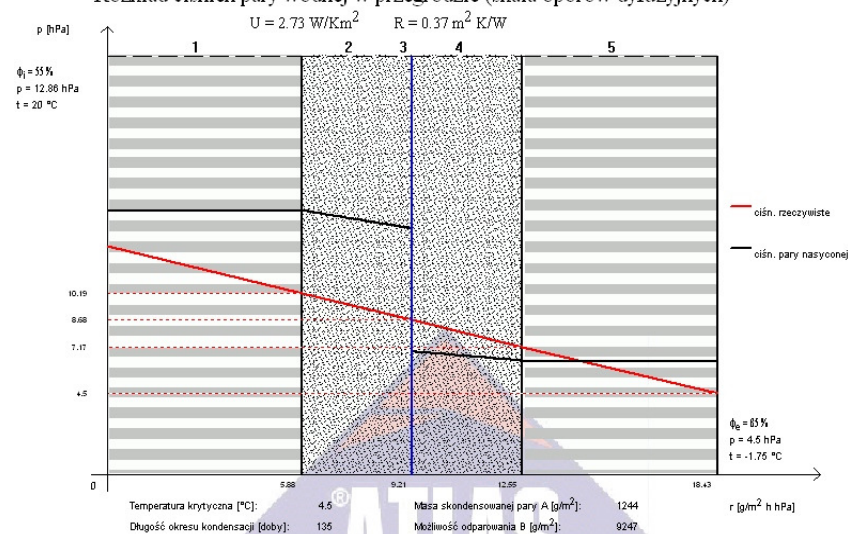
Rodzaj przegrody : Ściana zewnętrzna Temperatura wewn. okresu wysychania [°C]: 20
 Warunki eksploatacji : średnio wilgotne Wilgotność wewn. okresu wysychania [%]: 55
 Strefa klimatyczna II



Salta 1.1

2010-10-21

Rozkład ciśnień pary wodnej w przegrodzie (skala oporów dyfuzyjnych)



Nr	Nazwa warstwy	d [m]	δ (10^{-4}) [g/m h hPa]	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	Niewentylowana warstwa powietrza	0.38	0	0	
4	Tynk lub gładź cementowo-wapienna 1850	0.015	45	3.33	
5	ATLAS ARKOL E x2	0.0002	0.3401	5.88	
Zewn.				$\Sigma = 18.43$	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

Wyniki obliczeń dla ściany

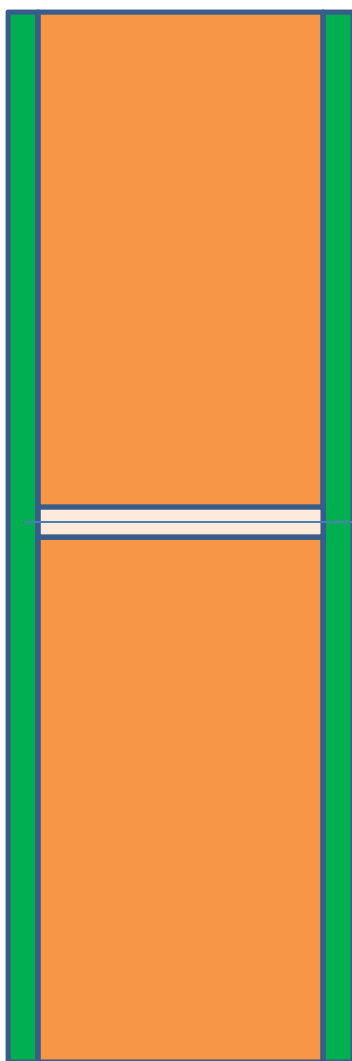
Układ warstw w ścianie:

- 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

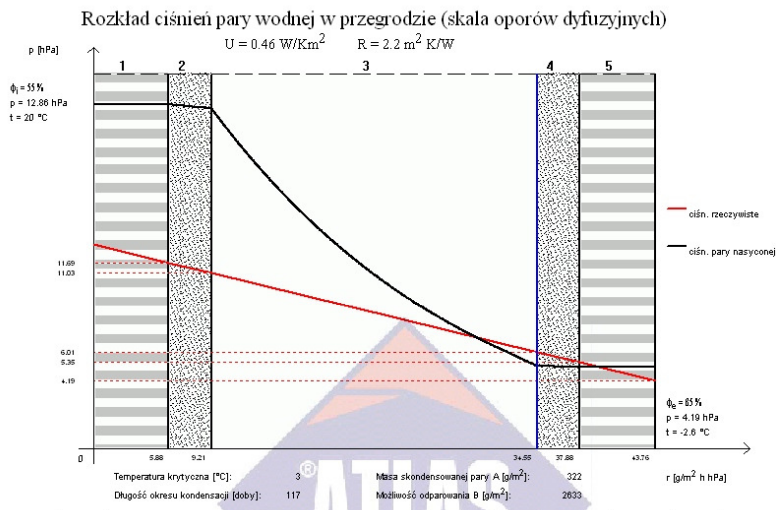
Obliczenia cieplne i wilgotnościowe w spoinie poziomej



Salta 1.1

2010-10-21

Wyniki obliczeń:



Nr	Nazwa warstwy	d [m]	δ (10^{-4}) [g/m hPa]	r [g/m² hPa]	ϕ [%]
Wewn.					55
1	ATLAS ARKOL E x2	0.0002	0.3401	5.88	
2	Tylnik lub gładź cementowo-wapienna 1850	0.015	45	3.33	
3	* zaprawa termizol.TM	0.38	150	25.33	
4	Tylnik 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

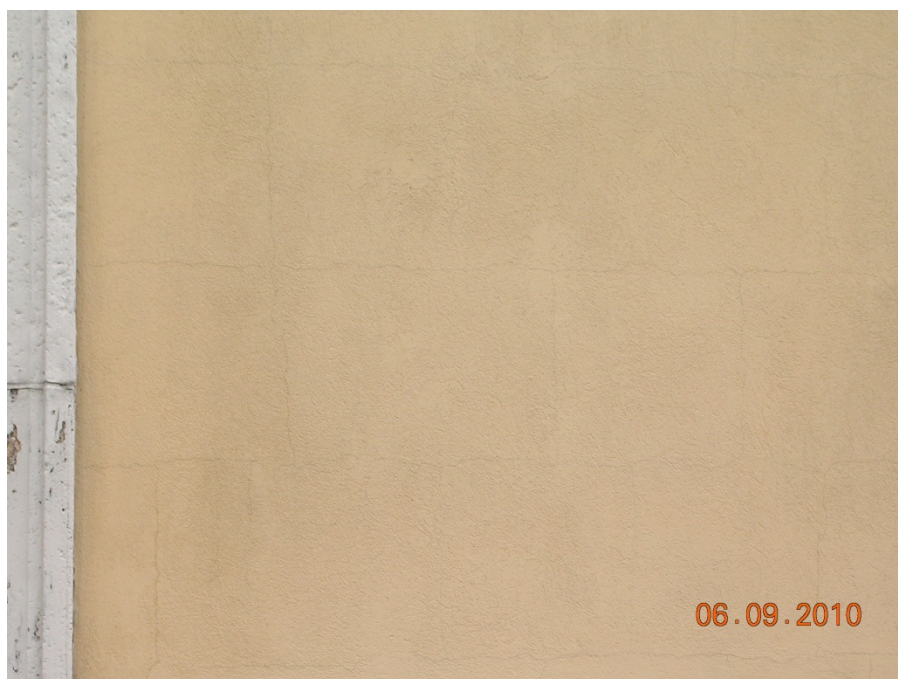
Temperatura wewn. okresu wysychania [°C]: 20
 Wilgotność wewn. okresu wysychania [%]: 55

	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



Wnioski dotyczące zagadnień wilgotnościowych

- W szczelinach pionowych pustaków tworzą się mostki parowe, które powodują wykraplanie się pary wodnej na zewnętrznej warstwie tynku.
 - Zawilgocona zaprawa cementowo-wapienna tynku w miejscu szczeliny zwiększa współczynnik przewodzenia ciepła λ , a więc również straty ciepła.
 - Znacząca ilość skroplonej wody w pustej szczelinie pionowej, spływa do spoiny poziomej i powoduje jej zawilgocenie, ze skutkami jw.
 - W rozpatrywanym układzie ściany dochodzi również do wykroplenia się pary wodnej w termoizolacyjnej zaprawie spoiny poziomej, co prowadzi do zwiększenia strat ciepła.
 - Skroplona para wodna w okresie zimowym w szczelinach pionowych i spoinach poziomych, z powodu zmiennych cykli zamarzania-odmarzania, doprowadza do zniszczenia struktury tynku.
 - Dodatkowym skutkiem wykroplenia się pary w spoinach jest rozpuszczanie soli, które przez procesy krystalizacji i hydratacji, mogą rozsadzać strukturę tynku.
- (dalej)

Wnioski dotyczące zagadnień wilgotnościowych

- W wyniku działań czynników omówionych powyżej, powstają pęknięcia tynku zewnętrznego w miejscach spoin pionowych i poziomych
- Przez pęknięcia warstwy tynku zewnętrznego, przedostaje się do środka woda z opadów atmosferycznych, która intensyfikuje rozpuszczanie soli w zaprawach tynkarskich
- Łączne działanie przemarzania i wytrącania soli, spowodowały naruszenie struktury tynku zewnętrznego w strefie pęknięć, co można już stwierdzić po 4 latach w postaci tzw. głuchego tynku –aktualnie większa część tynków na elewacjach kwalifikuje się do usunięcia.
- Biorąc pod uwagę jednoczesne obniżenie izolacyjności cieplnej ścian z powodu mostków cieplnych w spoinach pionowych oraz niszczenie tynku zewnętrznego wynikającego z działania mostków parowych, elewacje budynku należy docieplić.

Dziękuję za uwagę