

---

**PRACE**

**Instytutu Ceramiki  
i Materiałów Budowlanych**

---

***Scientific Works***  
of Institute of Ceramics  
and Building Materials

---

**Nr 14**  
(lipiec–wrzesień)

Prace są indeksowane w BazTech i Index Copernicus

ISSN 1899-3230

**Rok VI**

**Warszawa–Opole 2013**

---

**Teksty publikowane w „Pracach Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych” poddawane są procedurze recenzyjnej**

dr Dorota Anders  
dr inż. Tomasz Ciesielczuk  
dr hab. inż. Jan Deja  
dr hab. inż. Bolesław Dobrowolski  
dr hab. inż. Jerzy Duda  
dr hab. inż. Marek Gawlicki  
dr hab. inż. Zbigniew Giergiczny  
dr hab. inż. Michał A. Glinicki  
prof. dr hab. Stefania Grzeszczyk  
dr Elżbieta Janowska-Renkas  
prof. dr hab. inż. Zdzisław Kabza  
dr inż. Wojciech Kalinowski  
dr inż. Alicja Kolasa-Więcek  
dr inż. Anna Król  
dr inż. Tomasz Ligus  
prof. dr hab. inż. Andrzej Olszyna  
dr inż. Alicja Pawełek  
dr inż. Jacek Podwórny  
prof. dr hab. inż. Janusz Pospolita  
dr inż. Krystyna Rajczyk  
prof. dr hab. inż. Wiesław Rybak  
dr inż. Grzegorz Siemiątkowski  
dr inż. Franciszek Ślądaczek  
prof. dr hab. inż. Małgorzata Sopicka-Lizer  
dr hab. inż. Jacek Szczerba  
dr hab. inż. Adam Witek  
dr inż. Małgorzata Wzorek  
dr inż. prof. AGH Janusz Zborowski

Na okładce zdjęcie z artykułu Małgorzaty Niziurskiej

„Prace Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych” ukazują się w wersji papierowej i elektronicznej (<http://icimb.pl/opole/wydawnictwa>).

Wersją pierwotną jest wersja papierowa

Opracowanie redakcyjne: Maria Szwed, Janina Drozdowska



Wydawnictwo Instytut Śląski Sp. z o.o., Opole, ul. Piastowska 17, tel. 77 4540 123  
e-mail: [wydawnictwo@is.opole.pl](mailto:wydawnictwo@is.opole.pl)  
Nakład: 130 egz. Objętość: 4,80 ark. wyd., 5,75 ark. druk.

MAŁGORZATA NIZIURSKA\*

# Znaczenie właściwości płytek ceramicznych w zapewnieniu trwałości okładzin mocowanych zaprawami cementowymi

**Słowa kluczowe:** płytki ceramiczne, klej do płytek, przyczepność, nasiąkliwość, mikrostruktura.

Przedmiotem opracowania jest ocena wpływu składu chemicznego oraz struktury powierzchni płytek ceramicznych na przyczepność badanych klejów do płytek. Badania normowe klejów opierają się na analizach przyczepności przy zastosowaniu płytek o określonej dopuszczalnej nasiąkliwości powierzchniowej, jednakże w rzeczywistości zmienność innych parametrów wyrobu jest bardzo duża, a ich wpływ nieokreślony.

W ramach części badawczej zrealizowano pomiary przyczepności zaprawy klejowej do różnych rodzajów płytek dostępnych w obrocie handlowym, płytek normowych oraz specjalnej partii płytek wyprodukowanych dla celów badawczych. Przeprowadzono również badania rentgenograficzne warstwy stykowej pobranej po badaniach przyczepności oraz badania nasiąkliwości i obserwacje mikroskopowe powierzchni płytek przeznaczonej do klejenia.

Uzyskane wyniki potwierdzają wpływ jakości materiałów pomocniczych stosowanych w badaniach na spełnienie wymagań normowych przez badane zaprawy klejowe. Wyniki mogą być także pomocne dla producentów płytek ceramicznych w projektowaniu właściwości płytek mających znaczenie dla przyczepności do klejów cementowych.

## 1. Wstęp

Wymagania, jakie muszą spełniać kleje cementowe są określone w normie PN-EN 12004:2012 [1]. Definiuje ona nie tylko kleje cementowe, ale również inne kleje do płytek, w których spoiwem mogą być dyspersje lub żywice reaktywne.

W odniesieniu do wszystkich rodzajów klejów norma precyzuje wymagania dotyczące właściwości podstawowych oraz fakultatywnych. Wszystkie właściwości mające wpływ na spełnienie wymagań podstawowych określonych Dyrektywą

---

\* Mgr inż., Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, Oddział Szkła i Materiałów Budowlanych w Krakowie, m.niziurska@icimb.pl

CPD [2] są badane zgodnie z powołanymi w PN-EN 12004:2012 [1] normami i polegają na analizie układu podłoże betonowe, klej, płytki ceramiczne. Płytki ceramiczne, jakie powinny być zastosowane w badaniach, są ściśle zdefiniowane w odniesieniu do normy przedmiotowej PN-EN 14411:2010 [3] oraz dodatkowo między innymi w normach PN-EN 1308:2008 [4], PN-EN 1346:2008 [5], PN-EN 1348:2008 [6]. Zgodnie z wymienionymi wyżej normami [1, 3, 5–6] płytki ceramiczne stosowane do badań powinny spełniać następujące wymagania:

- prasowane na sucho płytki ceramiczne zgodne z PN-EN 14411, grupa BI<sub>a</sub>,
- nasiąkliwość wodna  $\leq 0,5\%$  (ułamek masowy),
- nieszkliwione o gładkiej, matowej powierzchni przeznaczonej do klejenia,
- wymiary powierzchni licowej  $(50\pm 1)$  mm  $\times$   $(50\pm 1)$  mm.

Wymagania określone powyżej odpowiadają bardzo popularnym na rynku płytkom zwanym powszechnie gresowymi, jednakże w gamie dostępnego w sprzedaży asortymentu nie występują wyroby o całkowicie gładkiej powierzchni przeznaczonej do klejenia. Zróżnicowanie powierzchni płytek jest bardzo duże i zależy w głównej mierze od producenta (ryc. 1).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 1. Przykłady zróżnicowania powierzchni spodniej płytek gresowych dostępnych w obrocie handlowym

## 2. Charakterystyka materiałów stosowanych do wykonywania okładzin ceramicznych

Płytki gresowe powstają z mieszanki kaolinu, glin białego wypału, skaleni, piasku kwarcowego oraz barwników mineralnych. Powstała masa jest prasowana pod dużym naciskiem i wypalana w piecach rolkowych w temperaturze powyżej 1200°C. Producenci oferują zwykle płytki o grubości 6 ÷ 30 mm i wymiarach od 15 x 15 mm do 1300 x 1800 mm.

Do mocowania różnego rodzaju ceramicznych płytek okładzinowych do podłoży budowlanych powszechnie stosowane są kleje cementowe. Na rynku materiałów budowlanych dostępny jest szeroki asortyment klejów cementowych, zróżnicowanych ze względu na różne czynniki, takie jak np. zastosowanie (na zewnątrz, do wewnątrz, na podłogi, na ściany, uniwersalne), zastosowane spoiwo (cement

szary, cement biały), przeznaczenie (do płytek gresowych, terakoty, kamienia, marmuru, szkła itd.) oraz przede wszystkim ze względu na właściwości specjalne, takie jak np. obniżony spływ, wydłużony „czas otwarty”, szybkie tempo narastania przyczepności czy elastyczność, czyli wysoką odkształcalność kleju po stwardnieniu.

Kleje cementowe to materiały proszkowe uzyskiwane poprzez dokładne wymieszanie odpowiednio dobranych składników, takich jak cement, piasek, mączka wapienna, wapno hydratyzowane, dodatki modyfikujące (metyloceluloza, proszki dyspersyjne, przyspieszacze wiązania i twardnienia itd.). Prawidłowy dobór składników i ich udział masowy w recepturze ma zasadnicze znaczenie dla właściwości uzyskanego wyrobu, dlatego znajomość wpływu poszczególnych komponentów na właściwości kleju jest bardzo ważna.

Badania normowe realizowane w ramach oceny zgodności wyrobów budowlanych, wykonuje Laboratorium Zakładu Gipsu i Chemii Budowlanej Oddziału Szkła i Materiałów Budowlanych, wykorzystując specjalnie do tego celu produkowane, nieszkliwione płytki firmy Wickelmans, o wymiarach  $(50\pm 1)$  mm x  $(50\pm 1)$  mm i gładkiej powierzchni przeznaczonej do klejenia. Na rycinie 2 przedstawiono zdjęcie powierzchni płytki normowej.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 2. Zdjęcie spodniej powierzchni płytki normowej stosowanej standardowo w badaniach

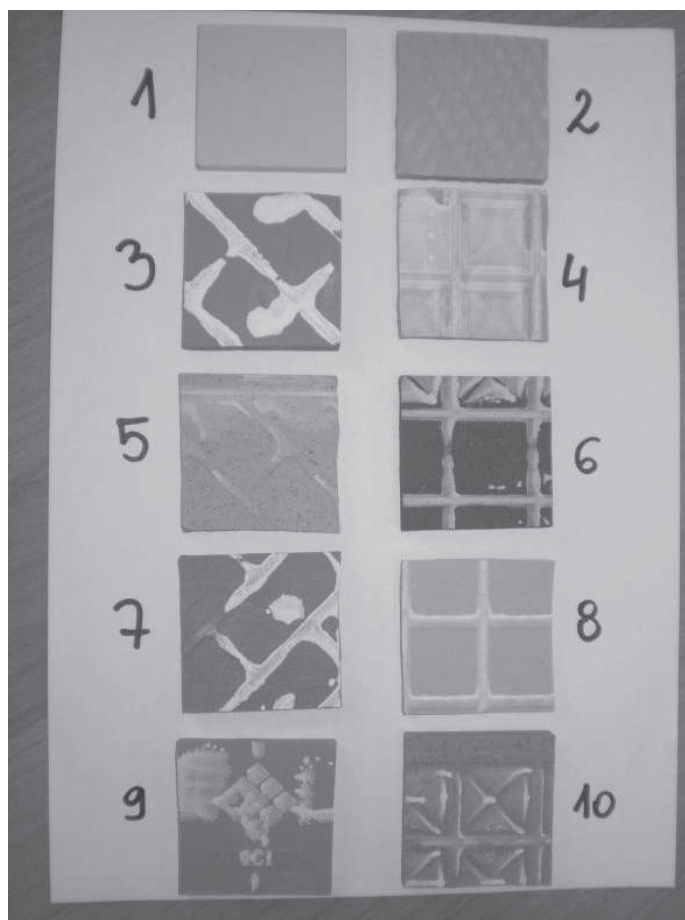
Poza występującymi reliefami na powierzchniach przeznaczonych do przyklejania dostępne w handlu płytki różnią się między sobą również barwą czerepu i strukturą powierzchni. W związku z istniejącymi różnicami kleje analizowane w laboratorium z zastosowaniem płytek normowych, w warunkach rzeczywistych przy klejeniu płytek na budowie mogą charakteryzować się inną przyczepnością niż określona w badaniach typu.

## 3. Badania

### 3.1. Materiały zastosowane do badań

Badania przeprowadzono dla dziesięciu rodzajów płytek gresowych, które różnią się pod względem reliefu, barwy oraz struktury powierzchni i pochodzą od różnych producentów. Wszystkie płytki zostały oznakowane przez producentów jako zgodne z PN-EN 14411 grupa BI<sub>a</sub>, czyli płytki o nasiąkliwości wodnej  $\leq 0,5\%$ .

Zdjęcia płytek zakupionych do badań porównawczych przedstawiono na rycinie 3.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 3. Zdjęcia płytek zastosowanych do badań porównawczych – powierzchnia spodnia przeznaczona do klejenia

Wszystkie badania przeprowadzone były dla próbek zaprawy klejowej pochodzących z jednej uśrednionej partii kleju cementowego. Analizy przyczepności zaprawy klejowej do płytek przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN 1348:2008 [6].

### 3.2. Wyniki badań

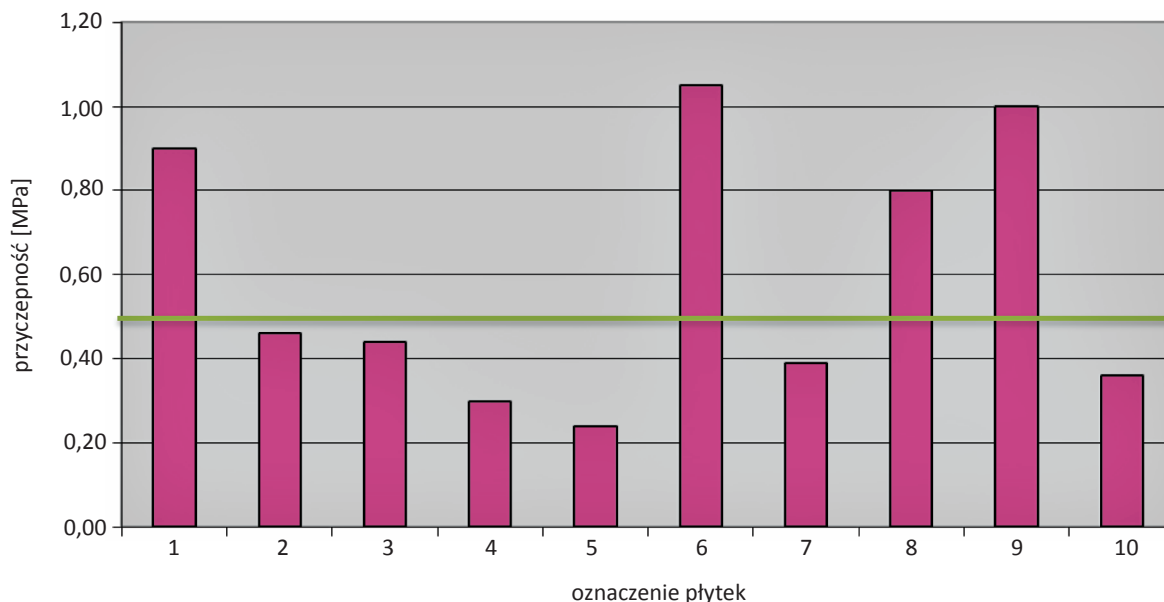
Wyniki badań przyczepności dla wytypowanych 10 rodzajów płytek przedstawiono w tabeli 1 i na rycinie 4.

Tabela 1

Wyniki badań przyczepności po zanurzeniu w wodzie

Oznaczenie płytek	Przyczepność po zanurzeniu w wodzie [MPa]										Średnia [MPa]
1	0,9	0,8	0,9	1,0	0,9	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9
2	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5
3	0,4	0,6	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3
5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
6	1,4	1,1	0,9	0,8	1,2	0,9	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1
7	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4
8	0,9	0,8	0,7	0,8	0,8	0,9	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8
9	1,2	1,0	0,5	0,9	0,9	1	1,1	0,6	1,0	1,1	1,0
10	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4

Źródło: Opracowanie własne.



Źródło: Opracowanie własne.

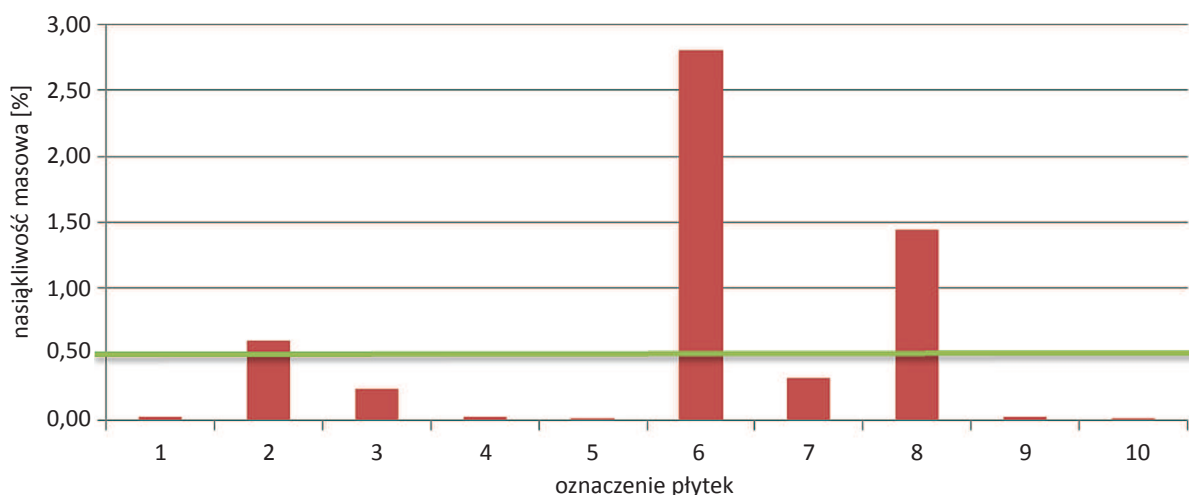
Ryc. 4. Przyczepność kleju po zanurzeniu w wodzie dla 10 rodzajów płytek w odniesieniu do wymagań normowych



Na wykresie (ryc. 4) zieloną linią oznaczono próg wymagań normowych. Wynik w pozycji 1 dotyczy płytek stosowanych jako normowe w badaniach typu zapraw klejowych do płytek.

Na podstawie badań rentgenograficznych w próbkach zaprawy klejowej pobranej z warstwy stykowej płytka ceramiczna – klej po badaniu przyczepności nie stwierdzono istotnych różnic pod względem składu fazowego ani występowania żadnych faz mogących powodować spadek przyczepności (we wszystkich przypadkach stwierdzono występowanie takich samych produktów hydratacji cementu oraz minerałów pochodzących z wypełniaczy stosowanych w zaprawach cementowych). Zastosowana w tym przypadku metoda badawcza umożliwia stwierdzenie występowania faz o zawartości min. ok 2%, w związku z czym nie można wykluczyć obecności faz, których zawartość może być mniejsza.

Dla poszczególnych rodzajów płytek, jakie zastosowano do badań przyczepności wykonano pomiary nasiąkliwości metodą opisaną w PN-EN 10545-3 [7]. Wyniki badań przedstawiono na rycinie 5 (zielona kreska oznacza poziom właściwości deklarowanych przez producentów).



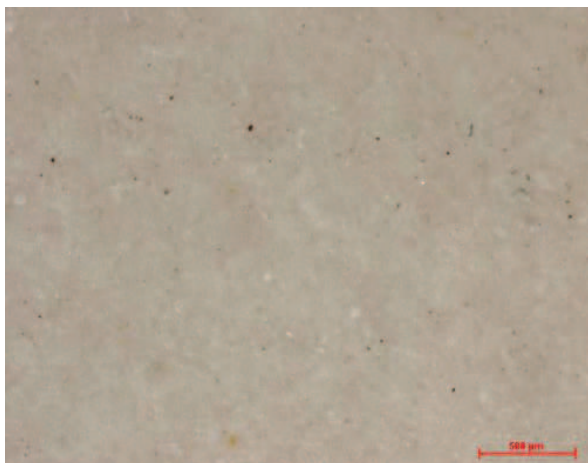
Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

Ryc. 5. Nasiąkliwość płytek ceramicznych zastosowanych w badaniach przyczepności w odniesieniu do nasiąkliwości deklarowanej przez producentów

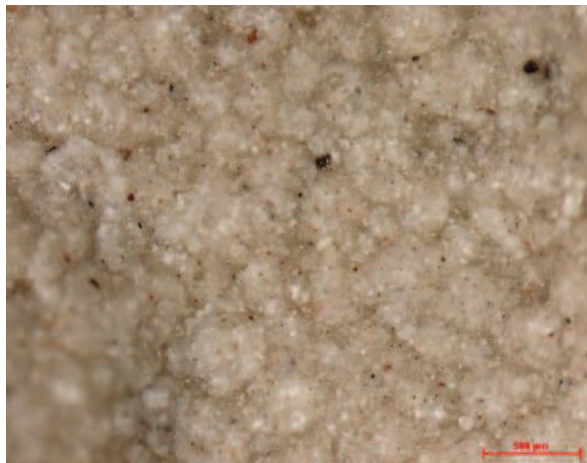
Przeprowadzone badania porównawcze rzeczywistej nasiąkliwości płytek nie potwierdziły korelacji pomiędzy nasiąkliwością a przyczepnością poszczególnych rodzajów płytek.

Na rycinie 6 przedstawiono wyniki obserwacji mikrostruktury powierzchni badanych płytek.

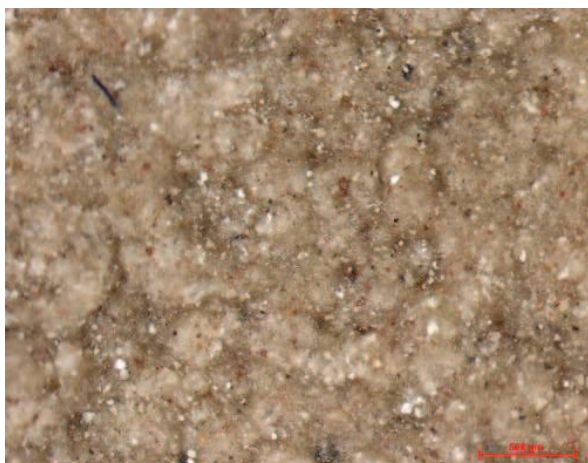




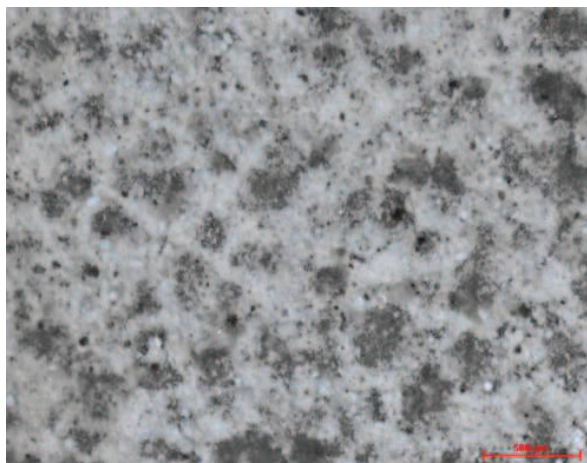
a) płytkę nr 1 – powierzchnia o małej chropowatości, jednobarwna z bardzo małą zawartością drobnych, kolorowych cząstek



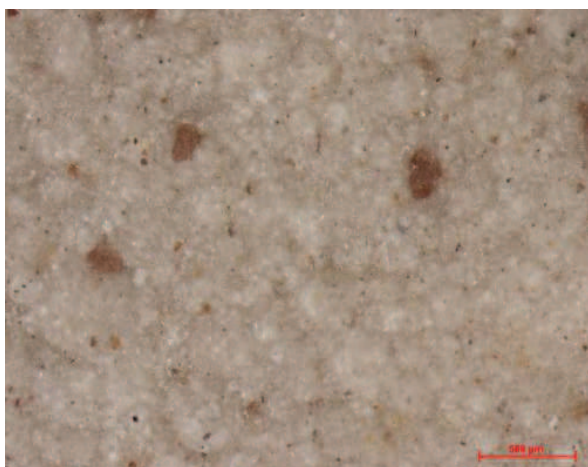
b) płytkę nr 2 – wyróżnia się średnią chropowatością powierzchni oraz zróżnicowaniem z uwagi na obecność barwnych wtrąceń



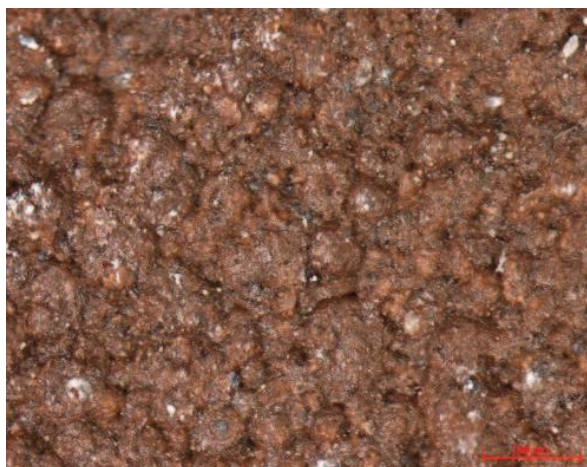
c) płytkę nr 3 – wyróżnia się średnią chropowatością powierzchni oraz wysokim stopniem zeszklenia i zawartością ziaren o różnorodnej barwie



d) płytkę nr 4 – wyróżnia się średnio chropowatą i w większości białą powierzchnią (duży stopień pokrycia pobiąką), z uwidocznieniem ciemnego czerepu płytki zawierającego zróżnicowane ziarna

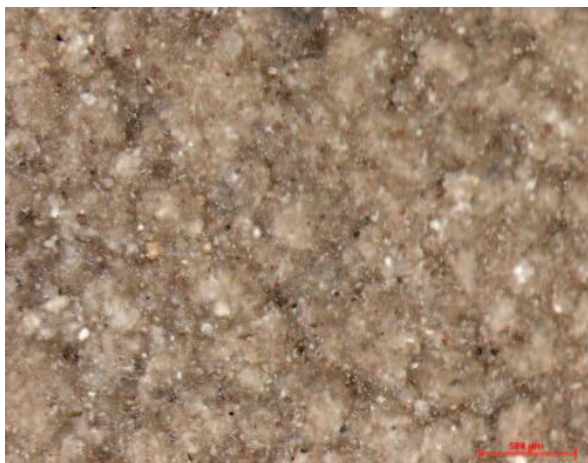


e) płytkę nr 5 – wyróżnia się małą chropowatością powierzchni oraz zawartością różnorodnych drobnych wtrąceń

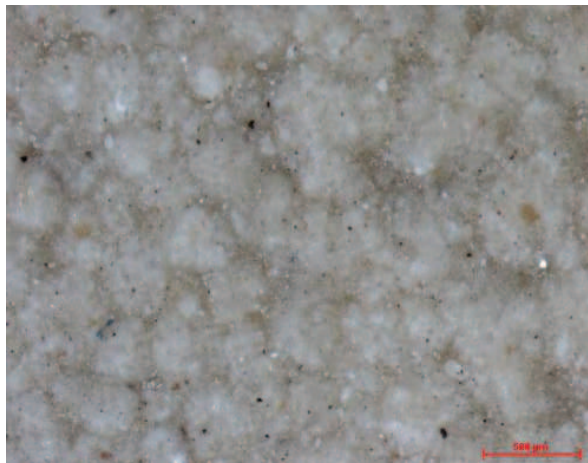


f) płytkę nr 6 – charakteryzuje się bardzo chropowatą, delikatnie zeszkloną powierzchnią

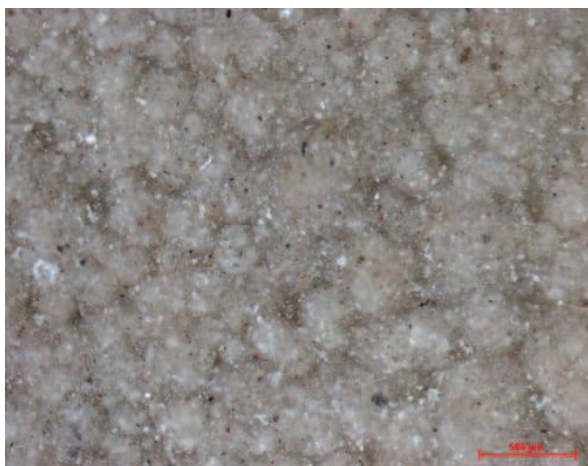




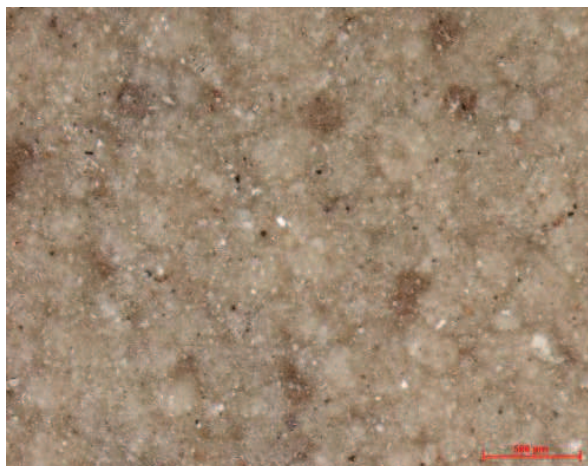
g) płytki nr 7 – wyróżnia się powierzchnią o średniej chropowatości i zróżnicowanej barwie



h) płytki nr 8 – wyróżnia się średnio chropowatą i mało zeszkłą powierzchnią



i) płytki nr 9 – wyróżnia się średnio chropowatą i lekko zeszkłą powierzchnią



j) płytki nr 10 – wyróżnia się średnią chropowatością powierzchni i małą domieszką barwnych wtrąceń

Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

Ryc. 6. Obraz mikrostruktury powierzchni płytek nr 1–10 przeznaczonej do klejenia

Badane płytki różnią się pomiędzy sobą pod względem chropowatości, barwy, stopnia zeszklenia i zawartości domieszek, nie można jednak wskazać zależności pomiędzy chropowatością powierzchni a przyczepnością zaprawy klejowej.

## 4. Wnioski

Biorąc pod uwagę to, że badane płytki spełniają wymagania odpowiedniej normy PN-EN 14411:2010 [3], należy domniemywać, iż przyczyną różnic w uzyskiwanych wynikach przyczepności mogą być inne właściwości płytek, które nie są wyznaczone w badaniach normowych, bądź zjawiska i/lub reakcje chemiczne zachodzące pomiędzy płytką a klejem cementowym.

Badania składu fazowego, badania nasiąkliwości oraz przeprowadzone obserwacje mikrostruktury powierzchni płytek w mikroskopie optycznym nie korelują z występującymi różnicami w przyczepności poszczególnych rodzajów płytek do cementowych zapraw klejowych.

W związku z niemożliwością wskazania na tym etapie przyczyn braku adhezji pewnych rodzajów płytek do spełniających wymagania norm zapraw klejowych, zasadne jest badanie płytek ceramicznych pod względem przyczepności przed dopuszczeniem do obrotu. Zalecenia takie są również przedmiotem nowego projektu normy dotyczącego płytek ceramicznych, co potwierdza fakt, że przyczepność kleju do okładziny ceramicznej jest warunkowana nie tylko rodzajem kleju, ale również zależy od właściwości płytek.

Brak badań przyczepności do zapraw klejowych może nie zapewnić zadeklarowanych przez producentów klejów wartości gwarantujących trwałość połączenia i wprowadzać w błąd potencjalnych odbiorców (wykonawców) okładzin ceramicznych.

## Literatura

- [1] PN-EN 12004:2012 – Kleje do płytek. Wymagania, ocena zgodności, klasyfikacja i oznaczenie.
- [2] Dyrektywa Rady nr 89/106/EWG z dnia 21 grudnia 1988 r. w sprawie zbliżenia przepisów ustawowych, wykonawczych i administracyjnych państw członkowskich odnoszących się do wyrobów budowlanych, Dz.Urz. L 40 z 11.2.1989 r.
- [3] PN-EN 14411:2010 – Płytki ceramiczne. Definicje, klasyfikacja, właściwości i znakowanie.
- [4] PN-EN 1308:2008 – Kleje do płytek. Oznaczanie spływu.
- [5] PN-EN 1346:2008 – Kleje do płytek. Oznaczanie czasu otwartego.
- [6] PN-EN 1348:2008 – Kleje do płytek. Oznaczanie przyczepności dla klejów cementowych.
- [7] PN-EN ISO 10545-3:1999 – Płytki i płyty ceramiczne. Oznaczanie nasiąkliwości wodnej, porowatości otwartej, gęstości względnej pozornej oraz gęstości całkowitej.

*MAŁGORZATA NIZIURSKA*

EFFECT OF CERAMIC TILES QUALITY FOR DURABILITY OF FACINGS  
BOUNDED WITH CEMENT-BASED ADHESIVES

**Keywords:** tiles, adhesives for tiles, adhesion strength, water absorption, microstructure.

The subject of the paper is evaluation of the influence of chemical composition and structure of the surface of ceramic tiles on the adhesion of adhesives for tiles. Adhesives standard tests are based on research of adhesion

using tiles with the specified acceptable water absorption, however, in fact, the variability of other parameters of the product is very high and their effect on adhesion is indefinite.

Investigations of mortar adhesion to different types of commercially available tiles, normative tiles and a specific batch of tiles produced for research purposes were carried out. There were also performed X-ray tests of the contact layer taken after performing of contact layer adhesion tests, absorption tests and microscopic observation of the tile surface designed to be bounded.

The obtained results confirm the influence of the quality of materials used in research to meet the normative requirements of tested adhesive mortars. The results can also be helpful for producers of ceramic tiles in creating of tiles properties which effect on adhesion to cement-based adhesives.