



WIESŁAW DOMASŁOWSKI

**WAPNO  
DYSPIERGOWANE  
SPOIWO ZAPRAW I FARB**

WIESŁAW DOMASŁOWSKI

---

WAPNO DYSPERGOWANE –  
spoiwo zapraw i farb



WYDAWNICTWO NAUKOWE  
UNIwersytetu MIKOŁAJA KOPERNIKA  
TORUŃ 2014

RECENZENT: Ireneusz Płuska

REDAKCJA I KOREKTA: Katarzyna Czerniejewska

PROJEKT OKŁADKI: Piotr Niemcewicz

Korekta graficzna projektu: Ewa Beniak-Haremska

Na okładce wykorzystano zdjęcia autorstwa K. Ciesielskiej i M. Głowackiego

© Copyright by Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika  
Toruń 2014

ISBN 978-83-231-3369-8

---

WYDAWNICTWO NAUKOWE UNIwersYTETU MIKOŁAJA KOPERNIKA

Redakcja: ul. Gagarina 5, 87-100 Toruń

tel. (56) 611 42 95, tel./fax 611 47 05

e-mail: [wydawnictwo@umk.pl](mailto:wydawnictwo@umk.pl)

Dystrybucja: ul. Reja 25, 87-100 Toruń

tel./fax (56) 611 42 38, e-mail: [books@umk.pl](mailto:books@umk.pl)

[www.wydawnictwoumk.pl](http://www.wydawnictwoumk.pl)

Wydanie pierwsze

Druk i oprawa: Drukarnia Wydawnictwa Naukowego UMK

# SPIS TREŚCI

<b>ZARYS TREŚCI .....</b>	<b>7</b>
<b>1. KRÓTKA HISTORIA STOSOWANIA WAPNA .....</b>	<b>9</b>
<b>2. WŁAŚCIWOŚCI WAPNA I ZAPRAW WAPIENNYCH .....</b>	<b>17</b>
<b>3. WAPNO DYSPERGOWANE .....</b>	<b>29</b>
<b>4. BADANIA WŁASNE NAD DYSPERGOWANIEM WAPNA HYDRATYZOWANEGO ...</b>	<b>33</b>
4.1. Materiały .....	34
4.2. Zakres badań .....	35
4.3. Wyniki badań .....	36
4.3.1. Badania właściwości dyspersji otrzymanych przy użyciu urządzenia dyspergującego „Robot” .....	36
4.3.2. Badania właściwości dyspersji otrzymanych przy użyciu urządzenia dyspergującego „Dispermat CV” .....	41
4.4. Podsumowanie wyników badań .....	46
<b>5. BADANIA WŁAŚCIWOŚCI FARB WAPIENNYCH .....</b>	<b>49</b>
5.1. Materiały .....	49
5.2. Zakres i metodyka badań .....	49
5.3. Wyniki badań .....	51
5.3.1. Odporność powłok na ścieranie .....	51
5.3.1.1. Omówienie wyników .....	53
5.3.1.2. Wnioski .....	53
5.3.2. Przyczepność powłok farb wapiennych do wapienia piń- czowskiego .....	54
5.3.2.1. Omówienie wyników .....	56
5.3.2.2. Wnioski .....	57
5.3.3. Odporność powłok wapiennych na zamrażanie .....	58
5.3.3.1. Omówienie wyników .....	59
5.3.3.2. Wnioski .....	59
5.3.4. Zdolność migracji soli przez powłoki .....	59
5.3.4.1. Omówienie wyników .....	62
5.3.4.2. Wnioski .....	63
5.3.5. Odporność powłok wapiennych na działanie sztucznego deszczu .....	63
5.3.5.1. Omówienie wyników .....	64
5.3.5.2. Wnioski .....	64

5.3.6. Odporność powłok wapiennych na zabrudzenie .....	65
5.3.6.1. Omówienie wyników .....	67
5.3.6.2. Wnioski .....	67
5.4. Podsumowanie wyników badań .....	68
<b>6. BADANIA WŁAŚCIWOŚCI ZAPRAW WAPIENNYCH .....</b>	<b>69</b>
6.1. Zakres i metodyka badań .....	71
6.2. Materiały .....	71
6.3. Wyniki badań .....	72
6.3.1. Wpływ sezonowania zapraw z wapnem dyspergowanym i hydratyzowanym na ich właściwości fizyczne i mechaniczne .....	72
6.3.1.1. Warunki sezonowania .....	72
6.3.1.2. Wyniki badań .....	73
6.3.1.3. Omówienie wyników .....	74
6.3.1.4. Podsumowanie badań .....	75
6.3.2. Wpływ sezonowania zapraw wapiennych modyfikowanych metakaolinitem na ich właściwości fizyczne i mechaniczne .....	76
6.3.2.1. Warunki sezonowania .....	77
6.3.2.2. Wyniki badań .....	77
6.3.2.3. Omówienie wyników badań .....	78
6.3.2.4. Podsumowanie badań .....	79
<b>7. BADANIE PRZYDATNOŚCI PRODUKTÓW FIRMY LHOIST DO OTRZYMYWANIA WAPNA ZDYSPERGOWANEGO .....</b>	<b>81</b>
7.1. Cel i zakres badań .....	81
7.2. Materiały .....	82
7.3. Metodyka badań .....	82
7.4. Wyniki badań .....	82
7.4.1. Wpływ rodzaju wapna na rozkład wielkości cząstek $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .....	83
7.4.2. Wpływ szybkości mieszania na rozkład wielkości cząstek $\text{Ca}(\text{OH})_2$ i powierzchnię właściwą wapna .....	84
7.5. Omówienie wyników badań .....	85
7.6. Podsumowanie badań .....	87
<b>8. KONKLUZJA .....</b>	<b>89</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>93</b>
<b>WYKAZ FOTOGRAFII .....</b>	<b>95</b>
<b>WYKAZ RYSUNKÓW .....</b>	<b>96</b>
<b>WYKAZ TABEL .....</b>	<b>97</b>
<b>SUMMARY. Dispersed lime – a binder of mortars and paints .....</b>	<b>99</b>

## ZARYS TREŚCI

---

W części teoretycznej pracy omówiono historię stosowania wapna oraz właściwości wapna otrzymywanego metodami tradycyjnymi i wapna dyspergowanego. W następnych rozdziałach przedstawiono wyniki badań własnych nad technologią: wapna dyspergowanego, farb wapiennych oraz zapraw niemodyfikowanych i modyfikowanych z tym spoiwem. W końcowych rozdziałach omówiono przydatność wapna firmy Lhoist do otrzymywania wapna dyspergowanego, jak też podsumowano wyniki wszystkich przeprowadzonych badań.

Stwierdzono, że właściwości farb wapiennych i zapraw zależą od jakości wapna, dodatków modyfikujących, warunków sezonowania oraz ich składu. Potwierdzono, że wapno dyspergowane jest znacznie lepszym jakościowo spoiwem niż wapno zwykłe – farby i zaprawy je zawierające mają zdecydowanie lepsze właściwości mechaniczne i fizyczne.

Otrzymywanie wapna dyspergowanego jest niezmiernie proste. Wystarczy wsypać wapno hydratyzowane do wody zawierającej substancję dyspergującą i stabilizującą, aby po wymieszaniu w ciągu kilkunastu minut otrzymać wapno dyspergowane o lepszych właściwościach niż wapno doławane przez kilkanaście lat.

Ponadto stwierdzono, że o właściwościach farb i zapraw decyduje nie tylko jakość wapna, lecz także warunki ich sezonowania. Wytrzymałość zapraw wapiennych z wapnem dyspergowanym jest kilkakrotnie większa, przy odpowiednim ich sezonowaniu, od wytrzymałości zapraw standardowych określonych przez Polskie Normy.

# 1. KRÓTKA HISTORIA STOSOWANIA WAPNA

---

Wapno, jako spoiwo zapraw budowlanych i farb, jest stosowane od kilku tysiącleci. Jego właściwości wiążące odkryto prawdopodobnie, tak jak w przypadku gipsu, paląc ogniska na skałach wapiennych lub gipsowych. Nietrudno było zaobserwować, że zniszczona skała pod wpływem wysokiej temperatury ulega ponownemu skamienieniu wskutek działania wody. Nie sposób jednak ustalić, kiedy i kto pierwszy opracował technologię wapna, tzn. wypalania wapieni i gaszenia wapna palonego, jak też zastosował je w postaci ciasta wapiennego do produkcji zapraw czy w mieszaninie z pigmentami jako spoiwo farb.

Brakuje przede wszystkim wczesnych przekazów pisanych dotyczących tego zagadnienia. Jednym z najstarszych źródeł, powszechnie znanym i dostępnym, jest dzieło rzymskiego architekta Marcusa Vitruwiusa Pollio pt. *De architectura Libri Decem*<sup>1</sup>, które powstało między 20 a 10 r. p.n.e. Stanowi ono bezcenne źródło wiedzy o sztuce budowlanej oraz architekturze starożytnych Greków i Rzymian. Budowę pieca i proces wypalania wapna opisał także konsul rzymski Marcus Pontius Starszy (234–149 r. p.n.e.). Te i inne źródła pisane oraz badania archeologiczne, petrograficzne i chemiczne zapraw pozwalają na stwierdzenie, że zaprawy wapienne stosowali Persowie, od których umiejętność wypalania wapna przejęli starożytni Grecy, a następnie Rzymianie. Ci ostatni przyczynili się szczególnie do udoskonalenia zapraw wapiennych, modyfikując je dodatkami popiołu wulkanicznego i mączki ceramicznej,

---

<sup>1</sup> Witruwiusz, *O architekturze ksiąg dziesięć*, PWN, Warszawa 1956, s. 31.

tw. pucolanów. Zaprawy te, w przeciwieństwie do otrzymywanych wyłącznie z wapna i piasku, charakteryzowały się wysoką wytrzymałością mechaniczną i odpornością na działanie wody. Mogły także wiązać pod wodą, co pozwalało na stosowanie ich do wznoszenia wielkich budowli, urządzeń hydrotechnicznych, łaźni, mostów, akweduktów i in. Niektóre starożytne budowle tego typu, najczęściej w postaci ruin, zachowały się do naszych czasów, co umożliwia badanie starożytnych materiałów budowlanych. Stwierdzono obecność tych zapraw m.in. w ruinach świątyni Posejdon w Paestum z ok. 460 r. p.n.e.<sup>2</sup>, mostu Fabriciusa w Rzymie (62 r. p.n.e.) czy w rzymskim Koloseum (69–82 r. n.e.).

Przeprowadzone badania zapraw rzymskich pozwoliły ustalić, że osiągnęły one wytrzymałość na zgniatanie ok. 20 MPa, podczas gdy współczesne, niemodyfikowane zaprawy wapienno-piaskowe powinny mieć, zgodnie z normą polską, wytrzymałość ok. 0,8 MPa, a przy użyciu wapna hydraulicznego ok. 2,5 MPa.

Jeśli chodzi o farby wapienne, to także nie ma konkretnych ustaleń dotyczących początkowego okresu ich stosowania. Ogólnie stwierdza się, że są znane od czasów starożytnych. Najprawdopodobniej, po opracowaniu metody produkcji wapna, najwcześniej wykorzystywano farby uzyskiwane przez zmieszanie pigmentów z mlekiem wapiennym i malowano nimi na różnych podłożach naturalnych (skały), a następnie na tynkach. Obecnie nazywamy tę technikę *al secco* (fresk suchy).

Znacznie później opracowano trudniejszą technikę malowania, polegającą na malowaniu na mokrym tynku pigmentami zmieszanymi z wodą, zwaną *al fresco* (*buon fresco*, fresk mokry).

Malowidła wykonane farbami wapiennymi na suchym podłożu były i są bardzo nietrwałe, szybko ulegają zniszczeniu, stąd nie sposób ustalić okresu, w jakim zaczęto je stosować.

Znacznie więcej wiemy o malowidłach na tynkach, a szczególnie o fresku mokrym, ponieważ są one trwalsze, szczególnie te znajdujące się we wnętrzach budowli. Najstarsze freski egipskie pochodzą z lat 1567–1085 p.n.e., a freski na Krecie – z późnej kultury kreceńskiej, i na

---

<sup>2</sup> Współczesne Pesto w południowych Włoszech nad zatoką Salerno.



ładzie greckim – z kultury mykeńskiej – z lat 1600–1100 p.n.e. Występowały one w willach i pałacach<sup>3</sup>.

Po upadku cesarstwa rzymskiego (V w. n.e.) nastąpił spadek jakości spoiw wykorzystywanych w budownictwie. Sztuka wypalania wapna w IX–XI w. poszła niemalże w zapomnienie. Począwszy od XII w., jakość zapraw znów zaczęła się poprawiać<sup>4</sup>. Do zapraw stosowano dodatki modyfikujące, takie jak: okruczy i mączki ceramiczne, węgiel drzewny, piwo, miód, mleko, białko jaj, wino, oleje, padlina i in. Podobnie jak w epoce starożytnego Rzymu, do zapraw wapiennych zaczęto dodawać pucolany naturalne, takie jak: tras nadreński, popioły wulkaniczne z okolic Wezuwiusza i Rzymu oraz z greckich wysp Santoryn i Aspronisi, uzyskując zaprawy hydrauliczne.

Wapno od czasów starożytnych do ok. połowy XIX w. było jedynym spoiwem, którego w połączeniu z kruszywami można było używać do wznoszenia budowli i tynkowania ich fasad, a z domieszkami pucolanowymi do budowy urządzeń hydrotechnicznych. Niestety, oprócz zalet, zwykle zaprawy wapienne bez dodatków modyfikujących mają wiele wad. Można do nich zaliczyć ich małą wytrzymałość mechaniczną, małą odporność na działanie czynników atmosferycznych i kwaśnych zanieczyszczeń powietrza. Innymi słowy, są one mało trwałe. Dlatego też, po odkryciu cementów, a szczególnie portlandzkiego (ok. połowy XIX w.), ich zastosowanie w budownictwie oraz konserwacji zabytków gwałtownie zaczęło spadać. Współcześnie, w 1995 r., produkowano na świecie ponad dziesięć razy więcej cementu niż wapna<sup>5</sup>.

Odkrycie spoiw cementowych, a zwłaszcza cementu portlandzkiego, wzbudziło entuzjazm wśród budowniczych oraz konserwatorów zabytków, albowiem należą one do spoiw o wysokiej wytrzymałości mecha-

---

<sup>3</sup> W. Ślesiński, *Techniki malarskie – spoiwa mineralne*, Arkady, Warszawa 1983, s. 14.

<sup>4</sup> M. Wirska-Parachoniak, *Z historii wiążących materiałów budowlanych*, „Ochrona Zabytków” 1968, nr 4, s. 21.

<sup>5</sup> Obliczono na podstawie: Zintegrowany System Kontroli i Zapobiegania Zanieczyszczeniom (IPPC), <http://ippc.mos.gov.pl/ippc/?id=6>.

nicznej, szybkowiązujących na powietrzu i w wodzie, odpornych na działanie wody i zmiany temperatury.

Niestety, ich powszechne stosowanie do konserwacji zabytków doprowadziło w wielu przypadkach do ich przyspieszonego zniszczenia. Przyczyną tego było stosowanie nieodpowiednich cementów i zapraw do tynkowania i fugowania murów budowli, jak też do uzupełniania ubytków w kamieniach i innych materiałach budowlanych. Początkowo negatywny wpływ zapraw cementowych na zabytki przypisywano solom w nich zawartym. Późniejsze badania wykazały jednak, że głównymi czynnikami niszczącymi były przede wszystkim nieodpowiednie właściwości mechaniczne i fizyczne tych zapraw. Dopiero w drugiej połowie XX w. sformułowano wymagania, jakie powinny spełniać zaprawy. Muszą one charakteryzować się zbliżonymi lub niższymi parametrami wytrzymałościowymi niż materiały zabytkowe, mieć zbliżone do nich lub lepsze właściwości kapilarne oraz nasiąkliwość wodą, jak też zbliżony współczynnik rozszerzalności cieplnej. Nie powinny natomiast zawierać soli rozpuszczalnych w wodzie<sup>6</sup>.

Niestety, na ogół nie stosowano zapraw o wyżej wymienionych parametrach; zwykle zaprawy zawierały zbyt mało kruszywa, wskutek czego miały wysoką wytrzymałość mechaniczną, duży współczynnik rozszerzalności cieplnej, małą nasiąkliwość i złe właściwości kapilarne (były szczelne), a także, jeśli chodzi o jakość materiałów (cement, kruszywo, woda), często zawierały sole rozpuszczalne w wodzie. Takie zaprawy o wysokiej wytrzymałości mechanicznej zalecał stosować do prac konserwatorskich Eugène Viollet-le-Duc, znany i ceniony francuski konserwator zabytków (1814–1879). Jednakże polskie Ministerstwo Sztuki i Kultury, w publikacji z roku 1920 pt. *Opieka nad zabytkami i ich konserwacja*, przestrzegało przed stosowaniem cementów, stwierdzając: „Fugowanie cementem i stosowanie tynków cementowych musi być stanowczo wykluczonem, nie tylko ze względów estetycznych, lecz

---

<sup>6</sup> W. Domasłowski, *Badania nad technologią materiałów do kitowania i rekonstrukcji kamiennych rzeźb i detali architektonicznych*, „Zeszyty Naukowe UMK. Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo” 1966, t. 4, s. 75.

także i praktycznych, gdyż działanie cementu na starą cegłę w ścianach starych budowli ceglanych, wyprawionych cementem, jest szkodliwe<sup>7</sup>.

Dopiero zastosowanie do prac konserwatorskich zapraw o spoiwie mieszanym, cementowo-wapiennym, pozwoliło poprawić ich parametry mechaniczne (obniżenie wytrzymałości) i fizyczne (poprawa właściwości kapilarnych, zwiększenie nasiąkliwości). Badania nad technologią zapraw cementowych i cementowo-wapiennych, prowadzone w Zakładzie Konserwacji Elementów i Detali Architektonicznych UMK w Toruniu, pozwoliły otrzymać zaprawy o właściwościach zbliżonych do kamieni naturalnych<sup>8</sup>.

Z biegiem czasu ograniczono także stosowanie farb wapiennych do malowania fasad budowli. Zastępowano je farbami trwalszymi, mianowicie cementowymi i kazeinowymi, które następnie zostały wyparte przez farby krzemianowe, dyspersje żywic sztucznych i emulsje oraz roztwory silikonowe.

Zaletą stosowania farb nowoczesnych jest niewątpliwie ich odporność na działanie wody i agresywnych czynników atmosferycznych. Ważną rolę odgrywa także czynnik ekonomiczny – ponieważ są one

---

<sup>7</sup> *Opieka nad zabytkami i ich konserwacja*, wyd. Ministerstwo Sztuki i Kultury, Warszawa 1920, s. 34, [w:] *Conservatio Aeterna Creatio est 1920*, wyd. nakładem Międzyuczelnianego Instytutu Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki, ASP w Warszawie i Krakowie.

<sup>8</sup> W. Domasłowski, A. Młyński, R. Mirowski, D. Sobkowiak, H. Gałkowski, W. Madejski, *Badania nad technologią zapraw cementowych przeznaczonych do uzupełniania obiektów zabytkowych*, „Studia i Materiały PKZ”, Warszawa 1977, s. 1; W. Domasłowski, *Badania nad technologią hydraulicznych zapraw wapiennych*, [w:] *Problemy technologiczno-konserwatorskie malarstwa i rzeźby. Materiały z sesji naukowej poświęconej pamięci Leonarda Torwirta, Toruń, 9–10 listopada 1992*, red. J. Flik, Wydawnictwo UMK, Toruń 1992, s. 98; idem, *Properties of lime and cement mortars modified by metakaolinite*, [w:] *Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Congress on Deterioration and Conservation of Stone*, Berlin 1996, s. 1529; W. Domasłowski, M. Kęsy-Lewandowska, J. W. Łukasiewicz, *Badania nad konserwacją murów ceglanych*, Wydawnictwo UMK, Toruń 1998, s. 86; W. Domasłowski, *Modifizierung von mineralischen Mörteln für die Stein und Ziegelkonservierung*, [w:] *Dispergiertes Weisskalkhydrat: für die Restaurierung und Denkmalpflege*, hrsg. von E. Jägers, Michael Imhof Verlag 2000, s. 17.