

dr inż. Waclaw Brachaczek\*  
mgr Wojciech Siemiński\*\*

# Porównanie właściwości elewacyjnych powłok malarskich

**W** celu zabezpieczenia fasad budynków przed powstawaniem szkód stosowane są farby i cienkowarstwowe wyprawy tynkarskie. Do najczęściej wykorzystywanych farb elewacyjnych należą farby **akrylowe**, **krzemianowe** i **silikonowe**. Podział taki związany jest z rodzajem zastosowanego spoiwa. Można spotkać też wyroby powstałe w wyniku kombinacji podstawowych rodzajów spoiwa, np. wyroby silikatowo-silikonowe.

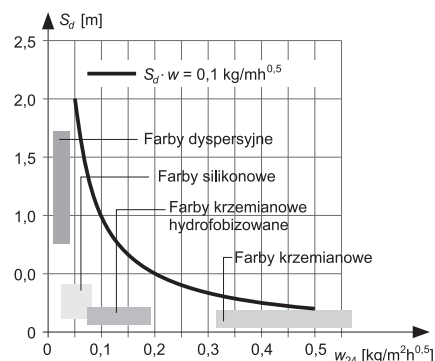
Farby elewacyjne różnią się odpornością powłok na promieniowanie ultrafioletowe, na zmienne warunki atmosferyczne oraz na działanie zawartych w powietrzu agresywnych substancji chemicznych, a także skłonnością do zabrudzeń, odpornością na porostanie algami i grzybami, a przede wszystkim przepuszczalnością pary wodnej oraz nasiąkliwością powierzchniową. Z punktu widzenia fizyki budowli oraz trwałości powłok, bardzo istotne znaczenie ma ostatnia z wymienionych cech. Wilgoć może przedostawać się do ścian budynków np. z opadów atmosferycznych i zacinających deszczy, przez wadliwie wykonaną izolację w części fundamentowej budynku, przez ewentualne mankamenty obróbek blacharskich, jak również od strony pomieszczeń mieszkalnych (z kuchni, łazienek, pralni itp.) w wyniku prowadzenia codziennych czynności gospodarczych. W przypadku murów należy zastosować powłoki ochronne, które przy zachowaniu małej nasiąkliwości powierzchniowej, powinny mieć na tyle porowatą strukturę, aby zapewnić odparowanie zgromadzonej wilgoci w murach na drodze dyfuzji pary wodnej.

Zgodnie z normą PN-EN 1062-3:2008 do określenia nasiąkliwości powierzchniowej stosuje się współczynnik  $w_{24}$  definiowany jako stosunek ilości przenikającej przez powłokę wody [kg/m<sup>2</sup>] do

przestrzeni kwadratowej z czasu ( $\sqrt{24 \cdot h}$ ). Do określenia przepuszczalności pary wodnej przez utwardzone powłoki można zastosować wielkość  $S_d$ , która zgodnie z PN-EN 7783-1:2011 definiowana jest jako grubość ekwiwalentnej, nieruchomej warstwy powietrza stanowiącej taki sam opór względem pary wodnej jak rozpatrywana powłoka. Pomiędzy wymienionymi wielkościami powinien istnieć określony związek zapewniający długoletnią funkcjonalność powłok ochronnych. Po raz pierwszy zależność tę wyjaśnił w 1968 r. dr H. Künzel z Instytutu Fizyki Budowli Fraunhofer-Gesellschaft w Holzkirchen (Niemcy). Na podstawie długoletnich pomiarów porównawczych dostępnych na rynku wyrobów zdefiniował on wymagania dotyczące materiałów powłokowych (farb i tynków) na podłoża mineralne. Wymagania te zostały określone w formie matematycznej, pod nazwą „teorii ochrony fasad” (z niem. Fassadenschutztheorie), która zakłada, że: *funkcjonalność materiałów powłokowych występuje wówczas, jeżeli nasiąkliwość powierzchniowa, kwantyfikowana współczynnikiem nasiąkliwości powierzchniowej  $w_{24}$ , jest niższa od dyfuzyjności pary wodnej, wyrażonej ekwiwalentnym oporem dyfuzyjnym nieruchomego słupa powietrza  $S_d$ .*

Za dobrze funkcjonujące powłoki uważane są te, których współczynnik Künzela nie przekracza wartości przedstawionych w tabeli 1. W praktyce oznacza to, że im mniejsza chłonność powierzchniowa powłok, wyrażona współczynnikiem  $w_{24}$ , tym lepsze działanie ochronne oraz im mniejszy

opór dyfuzyjny względny  $S_d$ , tym większa przepuszczalność pary wodnej i lepsze odparowanie wody zawartej w podłożu. W postaci graficznej teoria fasad przedstawiona została na rysunku 1.



Rys. 1. Graficzna interpretacja teorii ochrony fasad wg Künzela [3, 4]

## Wyniki badań

Zbadano współczynnik  $w_{24}$  oraz opór dyfuzyjny względny  $S_d$  farb fasadowych wykonanych w systemach akrylowym, silikonowym oraz krzemianowym. Do tego celu przygotowano farby na podstawie receptur testowych, w których zastosowano różne rodzaje spoiwa: żywicę organiczną w postaci wodnej dyspersji kopolimeru akrylanu n-butyli i styrenu – **farba w systemie akrylowym**; żywicę silikonową na bazie polimetylofenylosiloksanu – **system silikonowy**; potasowe szkło wodne – system krzemianowy oraz zol krzemionkowy – **technologia polikrzemianowa**. Poszczególne receptury zawierały porównywalne ilości wypełniaczy – ok. 35%, pigmentu w postaci bieli tytanowej TiO<sub>2</sub> – ok. 9% i 20 – 30% spoiwa. Pozostałe składniki, a więc środki dyspergujące, zagęszczające, odpieniające dobierane były odpowiednio do charakteru spoiwa. Receptury zostały zoptymalizowane pod kątem konsystencji i stabilności w czasie. Klasyfikację powłok ze względu na współczynnik przenikania pary wodnej przedstawiono w tabeli 2, a ze względu na przepuszczalność wody w tabeli 3, natomiast wy-

Tabela 1. Graniczne wartości współczynników  $w_{24}$  i  $S_d$  wg Künzela

Parametr	Wartość
Współczynnik nasiąkliwości powierzchniowej $w_{24}$	$\leq 0,5$ [kg/(m <sup>2</sup> · h <sup>0,5</sup> )]
Opór dyfuzyjny względny $S_d$	$\leq 2,0$ [m]
Wskaźnik Künzela $w \cdot S_d$	$\leq 0,1$ [kg/(m · h <sup>0,5</sup> )]

\* Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej

\*\* SEMPRES Farby Spółka z o.o.

niki badań w formie graficznej na rysunkach 2 i 3.

Cechą powłok malarskich produkowanych w **systemie akrylowym** jest niska przepuszczalność wody. Parametry techniczne badanej powłoki wynosiły:  $w_{24} = 0,09 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5}$ ;  $S_d = 0,48 \text{ m}$ . Zgodnie z klasyfikacją wg normy

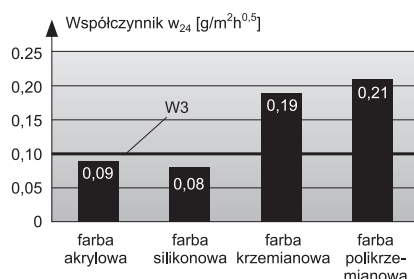
**Tabela 2. Klasyfikacja powłok, ze względu na współczynnik przenikania pary wodnej zgodnie z PN-EN 1062-1:2005P**

Klasa	Dyfuzja pary wodnej	$S_d$ [m]	$V \left[ \frac{\text{g}}{\text{m}^2\text{h}} \right]$
I	duża	< 0,14	> 6
II	średnia	0,14 do 1,4	0,6 do 6
III	mała	> 1,4	< 0,6

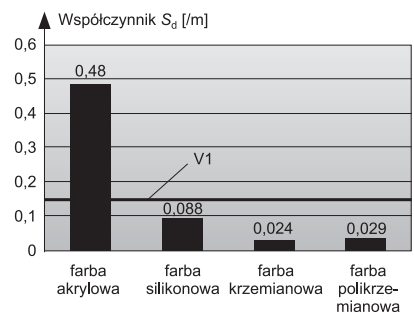
gdzie:  $V$  – gęstość strumienia dyfuzji pary wodnej [ $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$ ];  $S_d$  – opór dyfuzyjny [m]

**Tabela 3. Klasyfikacja powłok ze względu na przepuszczalność wody zgodnie z PN-EN 1062-1:2005P**

Kategoria		$w \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^2\sqrt{24\text{h}}} \right]$
I	duża	> 0,5
II	średnia	0,1 do 0,5
III	mała	< 0,1



**Rys. 2. Przepuszczalność wody  $w_{24}$  [ $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$ ] powłok malarskich w systemie akrylowym, silikonowym i krzemianowym, W3 – wartość graniczna  $w_{24}$  dla III kategorii przepuszczalności wody, zgodnie z normą PN-EN 1062-1:2005P**



**Rys. 3. Wartości dyfuzyjnie równoważnej warstwy powietrza  $S_d$  [m] zgodnie z PN-EN 7783-2:2001, powłok malarskich w systemie akrylowym, silikonowym i krzemianowym, V1 – graniczna wartość  $S_d$  dla kategorii przenikania pary wodnej przez powłoki, zgodnie z PN-EN 1062-1:2005P**

PN-EN 1062-1:2005P taką powłokę kwalifikuje się do trzeciej kategorii pod względem przepuszczalności wody (kategoria III,  $w_{24} < 0,1 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5}$  – powłoki o małej przepuszczalności, tabela 3). Natomiast w aspekcie przenikania pary wodnej klasyfikuje się ją do kategorii drugiej, określanej jako średnia (kategoria II, wartość  $S_d$  wynosi 0,14 – 1,4 m, tabela 2).

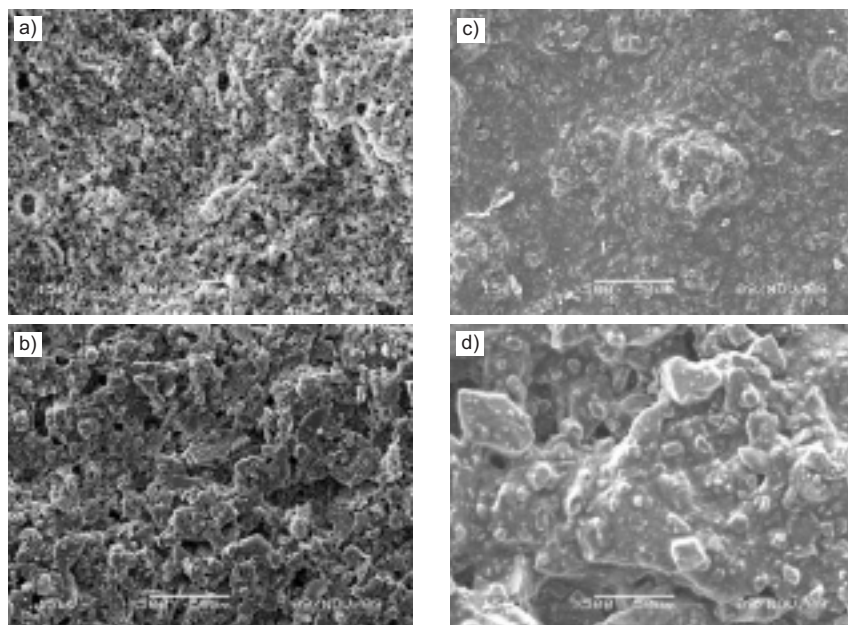
Farby produkowane w **systemie silikonowym** cechują się również małym oporem dyfuzyjnym, natomiast dodatkową ich zaletą jest niewielka nasiąkliwość powierzchniowa określana współczynnikiem  $w_{24}$ . W badanym przypadku współczynnik  $S_d = 0,088 \text{ m}$ . Zgodnie z PN-EN 1062-1:2005P powłokę taką klasyfikuje się do I kategorii (dla powłok o dużym przenikaniu pary wodnej  $S_d < 0,14 \text{ m}$ , tabela 2), a wyznaczona przepuszczalność wody przez powłokę  $w_{24} = 0,08 \text{ kg/m}^2\sqrt{\text{h}}$ , co oznacza kwalifikację do III kategorii (dla powłok o niskiej przepuszczalności wody  $w_{24} < 0,1 \text{ kg/m}^2\sqrt{\text{h}}$ ). Mała wartość tych parametrów sprawia, że następuje szybkie usuwanie wody z muru w wyniku odparowania pary wodnej, a także zabezpieczenia elewacji przed przedostawaniem się wody z zewnątrz.

**Powłoki otrzymane z farb krzemianowej oraz polikrzemianowej** charakteryzują się małym oporem dyfuzyjnym  $S_d$ , który wynosił odpowiednio 0,024 m i 0,029 m. Powłoki takie kwa-

lifikuje się do I klasy ze względu na wielkość dyfuzyjnie równoważnej grubości warstwy powietrza (dla I klasy  $S_d < 0,14 \text{ m}$ ). Z drugiej jednak strony znacznie zwiększyła się przepuszczalność wody przez powłokę w porównaniu z farbą akrylową czy silikonową. W przypadku farby krzemianowej  $w_{24} = 0,19 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5}$ , a farby polikrzemianowej 0,21  $\text{kg/m}^2\text{h}^{0,5}$ . Stosunkowo wysoka wartość tych parametrów klasyfikuje powłoki, pod względem nasiąkliwości powierzchniowej, do kategorii II (średnia). Z punktu widzenia teorii zabezpieczenia fasad Künzela, iloczyn  $w_{24} \cdot S_d$  tych farb jest mniejszy od 0,1  $\text{kg/m}^2\text{h}^{0,5}$ , co świadczy, że powłoki będą skutecznie pełniły swoją rolę w zabezpieczeniu elewacji.

Duży rozrzut analizowanych parametrów związany jest z charakterem zastosowanego spoiwa. Fotografie powłok malarskich wykonano z wykorzystaniem Elektronowego Mikroskopu Skaningowego firmy Jeol JSM-5500 przy powiększeniu 1000 razy.

W przypadku farb akrylowych, zastosowana wodna dyspersja żywicy organicznej wiąże na etapie utwardzania mineralne składniki oraz pigmenty w wyniku tzw. stapiania. Przez odparowanie wody powstaje trwały i odporny na działanie wilgoci film o dużej przyczepności do mineralnych podłoży oraz do powierzchni wykonanych z tworzyw sztucznych i niemetali (fotografia c).



Powierzchnie badanych powłok ochronnych wykonanych skaningowym mikroskopem elektronowym: a) farba krzemianowa; b) farba polikrzemianowa; c) farba akrylowa; d) farba silikonowa





## JEŚLI ODNAWIASZ TO CO ZAPOMNIANE RÓB TO Z PASJĄ

Firma **Sempre Farby** jest polskim producentem farb zewnętrznych i gruntów, jak również innych produktów dla budownictwa. Wysoka jakość wyrobów została uznana wśród profesjonalistów o czym świadczy duża liczba odnowionych budynków. Długoletnie doświadczenie specjalistów firmy Sempre z architektami, wykonawcami i konserwatorami zaowocowało nowatorskimi produktami skutecznie spełniającymi potrzeby współczesnego rynku budowlanego.

**SEMPRE Farby**  
tam, gdzie jakość ma znaczenie...

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

W farbach krzemianowych, w przeciwieństwie do poprzednio omawianych, zawarte w recepturze potasowe szkło wodne wiąże mineralne składniki na drodze chemicznej. W wyniku reakcji krzemionkowania tworzy się mineralna powłoka o porowatej strukturze. W reakcji tej biorą udział mineralne składniki powłoki i podłoża oraz dwutlenek węgla z powietrza. Powstałe pory z jednej strony sprzyjają odparowaniu wody z murów, a z drugiej stanowią miejsca, przez które może przedostawać się woda pochodząca z opadów atmosferycznych. Obok potasowego szkła wodnego, w recepturach farb krzemianowych stosuje się również dyspersję żywicy organicznej. W procesie wiązania jej dodatek ma drugorzędne znaczenie. Jego niewielka ilość jest konieczna w celu zapewnienia stabilności produktu w trakcie magazynowania oraz nadania elastyczności powłoce krzemianowej (fotografia a i b).

W technologii produkcji farb silikonowych, podobnie jak w farbach krzemianowych, żywica silikonowa nie występuje samodzielnie, a jedynie zastępuje część żywicy organicznej. W efek-

cie zmienia to proporcję pomiędzy dyspersją organiczną o charakterze błotnowym a wypełniaczami i pigmentami. W wyniku tego powłoka malarska staje się bardziej porowata, a tym samym charakteryzuje ją mniejszy opór dyfuzyjny względem pary wodnej. Dodatek żywicy silikonowej pełni w recepturze farby podwójną funkcję, z jednej strony wspomaga wiążące działanie dyspersji organicznej, a z drugiej poprawia hydrofobowość porowatej powłoki (fotografia d) [5].

### Wnioski

Wykonane badania wykazały, że istnieje duża zależność pomiędzy zastosowanym spoiwem a istotnymi parametrami technicznymi uzyskanych powłok, takimi jak przepuszczalność wody  $w_{24}$  oraz dyfuzyjnie równoważna grubość warstwy powietrza  $S_d$ .

Oferowana przez producentów surowców bogata gama różnych komponentów stosowanych do produkcji farb pozwala znacznie poprawić parametry techniczne powłok. Efektem tego jest duża oferta farb o różnych właściwościach. Wytwarzane są one wg receptur

stanowiących know-how producenta i oferowane są w różnych cenach, które niekoniecznie muszą iść w parze z jakością.

### Literatura

- [1] Dören K., Freitag W., Stoye D.: Wasserlacke: Umweltschonende Alternative für Beschichtungen. Technische Akademie Wuppertal, Verlag TÜV Rheinland 1992.
- [2] Wagner O.: Polymerdispersion als Bindemittel in Siliconharzsystemen. Wässrige Siliconharz – Beschichtungssysteme für Fassaden, Technische Akademie Esslingen Weiterbildungszentrum DI Elmar Wippler expert Verlag 1997.
- [3] Schultze W.: Wässrige Siliconharz – Beschichtungssysteme für Fassaden, Technische Akademie Esslingen Weiterbildungszentrum DI Elmar Wippler expert Verlag 1997.
- [4] Gettert G., Rieber W.: Wasserglas und Farbe, Applikation, Fehlererscheinungen, deren Ursache und deren Beseitigung. Tiedemann Offset 1988.
- [5] Wernfrid H.: Silicone resins and their combinations. Vincentz Network, 2005.
- [6] Horacio E.B., William O.R.: Colloidal silica Fundamentals and Applications. CRC Press Taylor & Francis Group 2006.
- [7] Tomas A.: Waterborne silicates Part 2: silicate emulsions and impregnation materials. Surface Coating Australia 2009.