

## **WPLYW DYSPERSJI POLIMEROWYCH NA CECHY FIZYCZNE FARB BUDOWLANYCH**

Piotr KONCA, Bartłomiej SIEROTA, Dariusz GAWIN

*Politechnika Łódzka, Katedra Fizyki Budowli i Materiałów Budowlanych  
al. Politechniki 6, 90-924 Łódź,  
e-mails: Piotr.Konca@p.lodz.pl, Dariusz.Gawin@p.lodz.pl*

**Streszczenie:** Farby dyspersyjne nazywane również emulsyjnymi, są najczęściej stosowanymi materiałami do malowania wewnątrz i elewacji budynków. Można nimi pokrywać tynki, podłoża gipsowe, betonowe, ceramiczne itp. Właściwie zaprojektowane, dobrane i wykonane powłoki malarskie mają dużą trwałość, odporność na ścieranie oraz charakteryzują się dobrym pokryciem powierzchni. Jednym z podstawowych składników obecnie stosowanych farb są różnego rodzaju dyspersje polimerowe. Wybór dyspersji polimerowej wpływa na szereg cech użytkowych farby oraz trwałość samej powłoki, ale także materiału, na który została nałożona.

**Słowa kluczowe:** farby budowlane, dyspersje polimerowe, paroprzewodność, przyczepność, białość, starzenie UV.

### **1. WSTĘP**

Farby są to substancje, które tworzą powłokę na powierzchni, ale mogą też nieznacznie wnikać w głąb pokrywanego elementu. Materiały te składają się ze spoiw, substancji barwiących, wypełniaczy, rozcieńczalników, rozpuszczalników, substancji błonotwórczych, dyspergujących oraz konserwujących, itp. [1,2].

W przypadku wyrobów malarskich można mówić o wielu różnych cechach użytkowych. Niektóre z nich są ważne ze względów technicznych czy zastosowania, inne natomiast wpływają na wygląd i estetykę powierzchni. Oglądając farbę nałożoną na elewację budynku, bądź pomalowaną ścianę w pomieszczeniu, nie możemy powiedzieć wiele o jej właściwościach, lecz po badaniach możemy określić kilka istotnych cech dla konkretnego miejsca stosowania. Do takich cech zaliczają się przepuszczalność pary wodnej i przepuszczalność wody. W przypadku farb elewacyjnych ważną jest wysoka wartość pierwszej i niska wartość drugiej cechy. Do muru nie może wnikać duża ilość wody,

przez co mogłoby spowodować jego zniszczenie. Jeśli jednak dojdzie do zawilgocenia, dzięki dużej przepuszczalności pary wodnej, wilgoć może odparować w stosunkowo krótkim czasie. Cechy takie jak połysk czy barwa, zależą wyłącznie od wyboru użytkownika, przez co decyduje on o walorach estetycznych, ale też wpływa na intensywność nagrzewania elewacji i naprężenia termiczne szczególnie w systemach ociepleń. Ważne cechy użytkowe farb, to również odporność na odrywanie, czy szorowanie. Parametry te wpływają na trwałość mechaniczną powłoki, ale są również ważnym czynnikiem ekonomicznym. Dzięki wysokiej wytrzymałości, farba wykazuje zwiększoną odporność na uszkodzenia, a odporność na szorowanie daje możliwość zmywania zabrudzeń, bez zniszczenia powłoki. Celem badań było określenie cech fizycznych wybranych farb dyspersyjnych. Dzięki zastosowaniu różnych dyspersji polimerowych można modyfikować właściwości farb. Badania wykazały, jaki wpływ mają dyspersje polimerowe na wybrane cechy, ważne ze względu na właściwości użytkowe.

### **2. MATERIAŁ BADANY**

Do badań wykorzystano 7 różnych dyspersji polimerowych. Zmieszano je w proporcjach 1:4 z bazą farbiarską. W bazie farbiarskiej 68% masy stanowiły wypełniacze węglanowe. Pozostałe materiały to woda i domieszki, takie jak zagęstniki oraz środki pomocnicze: dyspergatory, odpieniace, itp. W Tabeli 1 przedstawiono charakterystykę użytych dyspersji. Różnią się one między sobą rodzajem użytego polimeru, a także zawartością części stałych oraz minimalną temperaturą tworzenia filmu, czyli minimalną

temperaturą, przy której powstaje stała błona podczas utwardzania.

Tabela 1. Charakterystyka dyspersji użytych w badaniach  
Table 1. Dispersion characteristics used in the study

Numer	Rodzaj dyspersji	Minimalna temperatura tworzenia filmu	Zawartość części stałych
F 1	Styrenowo-akrylowa	14°C	50%
F 2	Akrylowa	17°C	48%
F 3	Styrenowo-akrylowa	20°C	50%
F 4	Styrenowo-akrylowa	18°C	50%
F 5	Styrenowo-akrylowa	12°C	51%
F 6	Poliocetan-winyłu etylen	0°C	55%
F 7	Styrenowo-akrylowa silanizowana	0°C	40%

Badane farby otrzymano poprzez dokładne wymieszanie poszczególnych dyspersji polimerowych z bazą farbiarską.

### 3. METODYKA WYNIKI I BADAŃ

#### 3.1. Badanie przenikania pary wodnej metodą mokrego naczynka

Każdą z farb naniesiono za pomocą wałka malarskiego na podłoże (nośnik). Po nałożeniu farby próbki kondycjonowano w warunkach laboratoryjnych, tj. temperaturze  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  oraz wilgotności względnej powietrza  $(50 \pm 5)\%$  przez okres dwóch tygodni. Sporządzono roztwór nasycony w wodzie o temperaturze około  $40^\circ\text{C}$  z diwodorofosforanu amonu ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ) w celu utrzymania stałej, wysokiej wilgotności względnej powietrza wewnątrz naczynka, na poziomie 93%. Obliczenia wykonano według normy EN ISO 7783:2011 [3]. Określono najpierw współczynnik przenikania pary wodnej przez podłoże według wzoru (1):

$$V_s = \frac{24 \cdot p \cdot G_s}{p_0 \cdot A_s} \quad (1)$$

gdzie:

$V_s$  – współczynnik przenikania pary wodnej przez podłoże,  $[\frac{\text{g}}{\text{m}^2 \cdot \text{d}}]$ ,  
 $p/p_0$  – współczynnik korygujący przenikanie pary wodnej do normalnego ciśnienia atmosferycznego,

$G_s$  – szybkość przenikania pary wodnej przez podłoże,  $[\text{g/h}]$ ,

$A_s$  – powierzchnia badanej próbki,  $[\text{m}^2]$ .

Współczynnik przenikania pary wodnej przez powłokę obliczono ze wzoru (2):

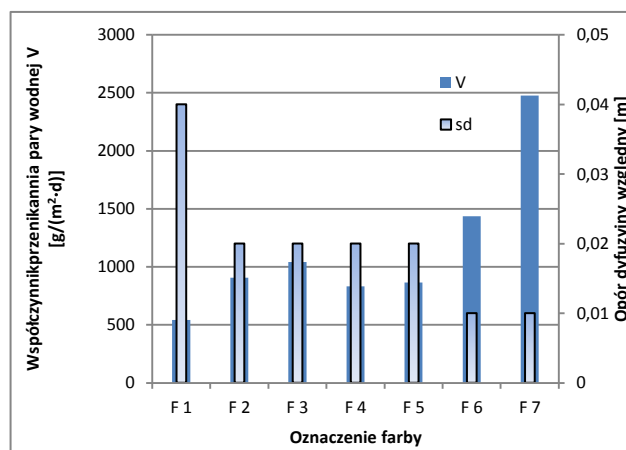
$$V = \frac{V_{cs} \cdot V_s}{V_s - V_{cs}} \quad (2)$$

gdzie:

$V$  – współczynnik przenikania pary wodnej przez powłokę,  $[\frac{\text{g}}{\text{m}^2 \cdot \text{d}}]$ ,

$V_{cs}$  – współczynnik przenikania pary wodnej przez podłoże z powłoką,  $[\frac{\text{g}}{\text{m}^2 \cdot \text{d}}]$ ,

Wyniki badań przedstawiono na rys. 1



Rys. 1. Współczynnik przenikania pary wodnej  $V$  i opór dyfuzyjny względny  $s_d$  wszystkich badanych powłok

Fig. 1. Water-vapour transmission rate (permeability)  $V$  and diffusion-equivalent air layer thickness  $s_d$  all of tested paints

W metodzie mokrego naczynka, dla której różnica między parcjnym ciśnieniem pary wodnej między dwiema stronami powłoki  $\Delta p_v = 1207 \text{ Pa}$ , dyfuzyjnie równoważna grubość warstwy powietrza  $s_d$  [m] obliczana jest ze wzoru (3):

$$s_d = \frac{20,4}{V} \quad (3)$$

Najwyższą przepuszczalność pary wodnej uzyskały farby F7 styrenowo – akrylowa silanizowana oraz F6 na bazie polioctan– winyłu – etylen, natomiast najniższą farba F1 styrenowo – akrylowa. Jednak wszystkie powłoki można skategoryzować jako materiały o dużej przepuszczalności, tj.  $V > 150$   $[\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})]$  [4].

#### 3.2. Oznaczanie przepuszczalności wody

Na jedną powierzchnię cegły silikatowej nałożono próbki malując ją jednokrotnie wałkiem malarskim. Probki kondycjonowano w warunkach laboratoryjnych przez 7 dni,

następnie resztę boków cegły pokryto dwuskładnikową żywicą epoksydową w celu uszczelnienia przed przenikaniem wody, a próbki kondycjonowano kolejne 7 dni. W celu usunięcia lotnych i rozpuszczalnych w wodzie składników powłoki, wyrób poddano trzem cyklom, z których każdy składał się z:

- 24h przechowywania w wodzie o temperaturze  $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$
- 24h schnięcia w temperaturze  $50^{\circ}\text{C}$ .

Po ostatnim cyklu materiały umieszczono w warunkach laboratoryjnych na 24h.

Próbki ułożono tak, aby pomiędzy dnem zbiornika a badaną powierzchnią pozostawić dystans 10 mm, następnie do kuwet wiano wodę, utrzymując jej poziom od 5 do 10 mm ponad badaną powłoką farby. Ważenie próbek odbywało się w sekwencji czasowej: 10 min, 30 min, 1 h, 2 h, 3 h, 6 h oraz 24 h. Za każdym razem przed ważeniem próbkę przecierano wilgotną szmatką w celu usunięcia pęcherzyków powietrza a także zebrania nadmiaru wody.

Do obliczeń przepuszczalności wody wykorzystano wzór (4):

$$W = \frac{\Delta m}{P \cdot \sqrt{t}} \quad (4)$$

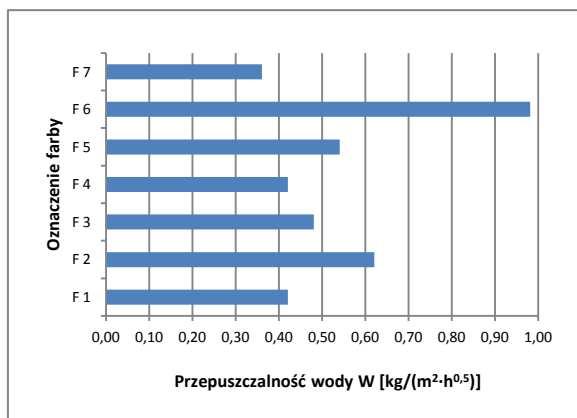
gdzie:

W – przepuszczalność wody,  $[\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})]$ ,

$\Delta m$  – przyrost masy próbki,  $[\text{kg}]$ ,

P – średnia powierzchnia próbki do badania,  $[\text{m}^2]$ ,

t – czas trwania badania,  $[\text{h}]$ .



Rys. 2. Oznaczenie przepuszczalność wody W  
Fig. 2. Determination of liquid water permeability W

Rodzaj użytej dyspersji ma duży wpływ na przepuszczalność wody przez powłoki (Rys. 2). Przyjmuje się, że przepuszczalność mała to wartość poniżej 0,1  $[\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})]$ , od 0,1 do 0,5  $[\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})]$  jest przepuszczalnością średnią, natomiast powyżej 0,5  $[\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})]$  charakteryzuje wyroby o dużej przepuszczalności. Wyraźnie od pozostałych odróżnia się farba oznaczona jako F6, zawierająca dyspersję polioctanu winylu z etylenem. Powłoka ta zachowywała się w odmienny sposób od reszty farb i przepuszczała największą

ilość wody. Najniższą przepuszczalnością wody charakteryzowała się próbka zawierająca dyspersję styrenowo-akrylową silanizowaną. Próbki, które zawierają w sobie dyspersję styrenowo-akrylową przepuszczały podobną ilość wody, natomiast zdecydowanie największą przepuszczalnością charakteryzowała się farba zawierająca dyspersję polioctanu winylu z etylenem.

### 3.3. Odporności na przyspieszone działanie czynników atmosferycznych

Celem oznaczenia było określenie wpływu promieniowania ultrafioletowego oraz kondensacji pary wodnej na trwałość powłoki. Próbki umieszczono w aparacie sztucznej pogody ATLAS UV2000. Zastosowano lampy UVA 340, a ustawiona wartość promieniowania wynosiła  $0,62\text{W}/\text{m}^2$ . Próbki poddano 50 cyklom starzenia, składających się z:

- 4h naświetlania promieniami UV w temperaturze  $(60\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ,

- 4h kondensacji pary wodnej w temperaturze  $(50\pm 2)^{\circ}\text{C}$ .

Po zakończeniu pracy aparatury próbki zostały zbadane przy użyciu spektrofotometru Konica Minolta CM-2500d [5].

Przestrzeń kolorów CIELab znormalizowano w 1976 roku przez Międzynarodową Komisję Oświetleniową CIE (ang. International Commission on Illumination, franc. Commission Internationale de l'Eclairage). Przestrzeń ta bazuje na 3 parametrach jasność (L – lightness) i kolorach w kierunkach (a – barwa od zielonej do czerwonej, b – barwa od niebieskiej do żółtej). W przestrzeni CIELab różnica kolorów może być przedstawiana jako pojedyncza wartość różnicy kolorów  $\Delta E$  w trójwymiarowej przestrzeni barw.  $\Delta E$  jest definiowana jako [6]:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (5)$$

Zgodnie z zaleceniami CIE przyjęto iluminant normalny D65 oraz obserwatora normalnego  $10^{\circ}$ , co odpowiadało warunkom, w jakich dokonywano badań. Przy takim ustawieniu temperatura barwowa w tym urządzeniu wynosi  $6504\text{K}$  [7].

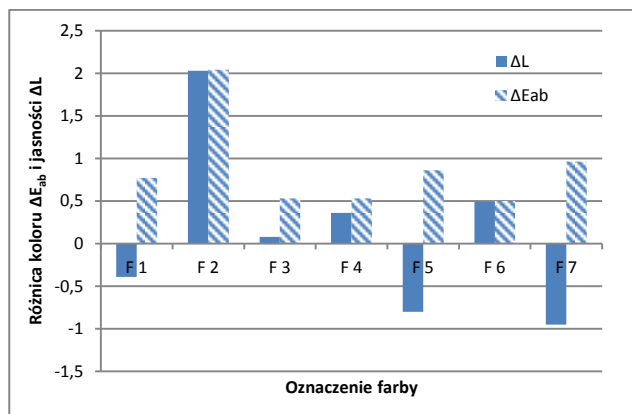
Do zobrazowania kierunku zmian zastosowano kolejny parametr  $\Delta L$ , określający jaśnienie/ciemnienie powłoki (dodatnie  $\Delta L$  oznacza jaśnienie, ujemne – ciemnienie koloru). Różnica  $\Delta L$  jest definiowana równaniem:

$$\Delta L = L_1 - L_2 \quad (6)$$

gdzie:

$L_1$  - jasność próbek po starzeniu promieniami UV-A,

$L_2$  - jasność próbek przed starzeniem UV-A.

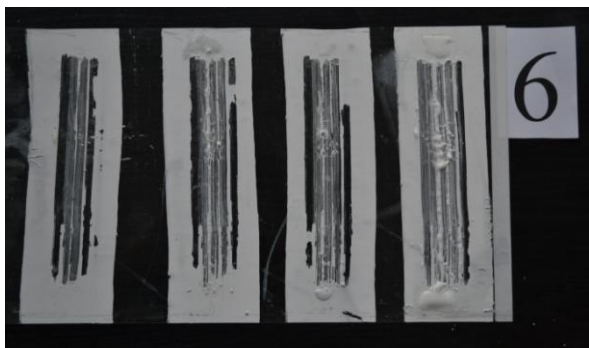


Rys. 3. Oznaczenie zmiany barwy w badanych próbkach  
Fig. 3. Determination of color change in test samples

Największą różnicę w barwie można zaobserwować w przypadku dyspersji akrylowej. Dyspersje styrenowo-akrylowe zmieniły swoją barwę w nieznacznym stopniu - dwie próbki pociemniały, dwie zaś pojaśniały. W przypadku farby styrenowo-akrylowej silanizowanej próbki poddane działaniu temperatury i promieniowania UV pociemniały bardziej niż pozostałe badane farby.

### 3.4. Odporności powłoki na szorowanie na mokro

Celem badania było określenie wytrzymałości powłoki na szorowanie na mokro, czyli liczby posuwów szczoteczki na badanej próbce zwilżonej roztworem mydła [8]. Podłoże do badań odporności na szorowanie stanowiły folie. Farby nanoszono na folie za pomocą aplikatora o rozmiarze szczeliny 100 μm.

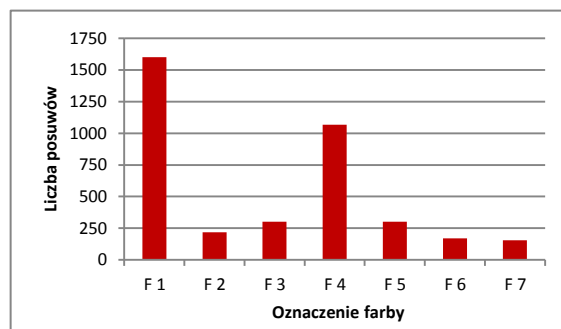


Rys. 4. Zniszczone próbki farby nr 6  
Fig. 4. Damaged samples of paint No. 6

Stopień zniszczenia próbek, a także zaobserwowane pierwsze ubytki, czy naruszenie powłoki opisano wraz z odpowiadającą im liczbą posuwów szczotki. Badanie przerywano, gdy uznano, iż ubytki w farbie są znaczne (Rys. 4).

Próbki różniły się w szybkości ścierania powłoki. Farby stanowiące dyspersję poliocetan-winyłu-etylen oraz

silanizowaną dyspersję styrenowo-akrylową ścierały się bardzo szybko, a po około 150 cyklach ścierających większość z tych powłok była już zupełnie przetarta. Pomimo starannego nałożenia powłok za pomocą aplikatora na powierzchnię folii, ubytki pojawiały się w szybkim tempie. Największą odporność na szorowanie wykazały farby F1 i F4, zawierające dyspersję styrenowo-akrylową. Obydwie powłoki wytrzymały ponad 1000 posuwów szczotki.



Rys. 5. Średnia ilość cykli niszczących  $n$  do przetarcia powłoki  
Fig. 5. Average number of destructive cycles  $n$  till the paint wipe

Farby po badaniu odporności powłoki na szorowanie na mokro można sklasyfikować wg PN-C-81913:1998 [5]. Spośród 3 badanych próbek powłoki co najmniej 2 nie mogą wykazywać śladów przetarcia do podłoża po wykonaniu przez szczoteczkę co najmniej 2000 posuwów. Po wykonaniu badania można stwierdzić, że żadna z farb nie spełnia wymagań farby zewnętrznej ze względu na niedostateczną odporność powłoki na szorowanie na mokro.

### 3.5. Oznaczenie właściwości pokrywania rys

Do badań zastosowano płytki o wymiarach 75×30 mm. Na jednej powierzchni, za pomocą szlifierki, wykonano nacięcie mające na celu umożliwienie precyzyjnego przełamania próbki. Na drugą powierzchnię bez nacięcia naniesiono powłokę. Za pomocą wałka farbę nanoszono na płytkę w dwóch warstwach, przygotowano po 3 próbki z każdej farby [8]. Próbkę zamontowano w urządzeniu do wykonywania rys i zabezpieczono przed jej przesunięciem za pomocą sprężyn (Rys. 6).

Następnie przełamano próbki naciskając na brzegi płytki. Jeżeli rysa nie jest zauważalna uznaje się, że farba ma zdolność pokrywania rys i można ją zaklasyfikować do klasy A1, zaś jeżeli farba nie pokrywa rysy, jest klasyfikowana do klasy A0.

Żadna z próbek nie pokryła zadanej 0,1 mm rysy. We wszystkich przypadkach pęknięcia były wyraźne. Badane dyspersje nie mają zdolności pokrywania rys, przy ilości spoiwa na poziomie 20% masy farby.



Rys. 6. Urządzenie do wykonywania rys zastosowane w badaniach  
Fig. 6. Device used in the tests for performing the cracks

### 3.6. Oznaczenie przyczepności do podłoża silikatowego

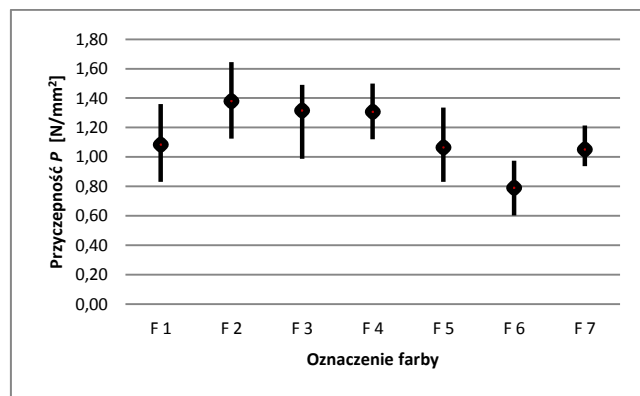
Próbki do badań stanowiły cegły silikatowe. Każdą próbkę nawiercono wiertłem koronowym na głębokość 2 mm.



Rys. 7. Typy zniszczenia na przykładzie próbek F6  
Fig. 7. Failure patterns obtained for samples F6

Badanie przyczepności powłoki do podłoża przeprowadzono przy użyciu urządzenia DYNA Z6E firmy Proceq, z szybkością 0,25 kN/s, aż do momentu oderwania próbki, co pozwoliło określić rodzaj zniszczenia, a także siłę niszczącą [9]. Na rysunku 8 przedstawiono wartości przyczepności  $P$  dla zastosowanych w pomiarach dyspersji polimerowych. Wytrzymałości próbek nie różniły się od siebie w znaczącym stopniu.

Otrzymane wartości przyczepności należy uznać za wysokie (wartości powyżej 0,6 N/mm<sup>2</sup>). Próbki farby poliocyanu winylu z etylenem F6 odrywały się przy najniższych wartościach siły.



Rys. 8. Przyczepność farby do podłoża silikatowego.  
Fig. 8. Adhesion to the silicate substrate

### 3.7. Oznaczenie przyczepności metodą siatki nacięć

Próbki do badań naniesiono na szklane płytki przy użyciu aplikatora, dzięki czemu otrzymano pasma z farby o grubości 100 μm. Na próbkach wykonano siatkę nacięć w równych odstępach co 5 mm. Przy pomocy miękkiego pędzla oczyszczono powierzchnię w miejscach nacięć i oceniono wzrokowo wygląd powłoki [10].

Po wykonaniu siatki nacięć na brzegach próbki nie powstały żadne uszkodzenia. Po naklejeniu taśmy malarskiej i energicznym jej oderwaniu na farbach z dyspersji poliocyanu winylu-etyleny F6 oraz jednej z dyspersji styrenowo-akrylowej F3 powstały wyraźne ubytki.

### 3.8. Oznaczenie białości i połysku powłok

Badanie wykonano spektrofotometrem, po kalibracji urządzenia oraz sprawdzeniu poprzez pomiar wzorca białości.

Tabela 2. Oznaczenie białości i schnięcia powierzchniowego  
Table 2. Measurement of whiteness and surface-drying

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Białość	87,2	88,0	87,7	87,6	87,4	89,6	88,6
Czas schnięcia [min]	30	29	26	28	24	21	18

Wykonano 5 pomiarów dla każdej próbki farby. W celu zobrazowania stopnia białości dane składowych trójchromatycznych (L, a, b) przeliczono według wzoru Stensby'ego (7) na współczynnik białości: [6]

$$W = L - 3b + 3a \quad (7)$$

Badanie połysku zostało wykonane przy pomocy połyskomierza MULTI GLOSS 268 firmy Konica Minolta, dla kątów padania wynoszących: 20° i 60°. Wszystkie farby miały połysk na poziomie od 1,3 do 2,3, co oznacza, że były matowe.

Białość  $W$  powłoki w przypadku farb zewnętrznych powinna wynosić co najmniej 75. Wszystkie wyniki białości w tabeli 2 spełniają ten warunek, a różnice pomiędzy poszczególnymi farbami są niewielkie.

### 3.9. Oznaczenie schnięcia powierzchniowego

Na szklaną płytkę za pomocą aplikatora nałożono pasmo farby o grubości 100  $\mu\text{m}$ . Każdą próbkę w równych odstępach czasu posypywano szklanymi kuleczkami o średnicach w zakresie od 125 do 250  $\mu\text{m}$ , a następnie po około 10 sekundach płytkę delikatnie unoszono i przy pomocy miękkiego pędzla zmiatano pozostałość z próbek farby. Badanie powtarzano do momentu, w którym na próbce nie pozostały żadne przylepione kuleczki [11]. Rodzaj zastosowanej dyspersji ma wpływ na czas schnięcia farby (Tablica 2). Najszybciej wysychają farby, w których skład wchodzi dyspersje styrenowo-akrylowe silanizowane.

## 4. PODSUMOWANIE

Dobierając odpowiedni rodzaj dyspersji możemy kształtować tylko niektóre cechy farb. Na parametry takie jak barwa czy połysk, poza dyspersją, wpływ mają także inne czynniki. Nie zaobserwowano żadnych różnic między poszczególnymi farbami w przypadku krycia rys. Przyjęta stała ilość dyspersji, na poziomie 20%, nie zapewniła odpowiedniego pokrywania rys. W przypadku badania krycia jakościowego powierzchni głównymi składnikami, które wpływają na tę cechę, są wypełniacze i pigmenty zawarte w bazie farby.

Większość farb styrenowo-akrylowych miała podobne właściwości, choć farba oznaczona F1 okazała się najbardziej odporna na szorowanie na mokro oraz charakteryzowała się najniższą przepuszczalnością wody i najmniejszą przepuszczalnością pary wodnej.

Farba z dyspersją akrylową wykazała najwyższą przyczepnością, lecz podczas badania odporności na przyspieszone działanie czynników atmosferycznych doszło na jej powierzchni do największych zmian w barwie. Wysoka przyczepność nie zapewniła niskiej przepuszczalności wody.

Najmniej korzystne wyniki otrzymano w przypadku farby, której spoiwem był polioctan winylu-etylen. W większości oznaczeń cechowała się najniższymi parametrami. Przepuszczalność wody była o wiele wyższa niż pozostałych powłok, a podczas szorowania na mokro powłoka zniszczyła się bardzo szybko. Farba F6

wykazywała najniższą przyczepność do podłoża, a odrywanie taśmy malarskiej powodowało znaczne ubytki. Poprzez dodanie silanów do dyspersji styrenowo-akrylowej, otrzymano farbę, która wykazała najniższy poziom przenikania wody przez powłokę i jednocześnie wysoką paroprzepuszczalność. Niestety farby, które w składzie posiadają tę dyspersję, są nieodporne na szorowanie.

## EFFECT OF POLYMER DISPERSION TYPE ON PHYSICAL PROPERTIES IN PAINTS

**Summary:** Dispersion paints, also called emulsions, are the most commonly used materials for interior or exterior painting of almost all surfaces of buildings. Its name comes from the fact that in emulsion paint the binding agent is dispersed (finely distributed) in water. The main components of emulsion paint are typically water as the solvent, synthetic resins derived from similar synthetics as the binding agent, dyes or pigments, fillers such as calcium carbonate, silicates and silica dust. Properly designed, selected and made coatings, have a high durability, abrasion resistance and are characterized by the so-called "good coverage". The choice of polymer dispersion has a significant influence on many characteristics of paint and its durability.

## Literatura

- [1] Hopliński J. Farby i spoiwa malarskie. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, 1990
- [2] Michałowski P. Wszystko o farbach, <http://dziennik.dziennikbudowy.pl/>
- [3] PN-EN ISO 7783:2011 Oznaczenie właściwości przenikania pary wodnej. Metoda z zastosowaniem naczynka
- [4] PN-EN 1062-1:2005 Wyroby lakierowe i systemy powłokowe stosowane na zewnątrz na mury i beton. Część 1: Klasyfikacja
- [5] PN-C-81913:1998, Farby dyspersyjne do malowania elewacji budynków.
- [6] Mielicki J., Zarys wiadomości o barwie, Fundacja Rozwoju Polskiej Kolorystyki. Łódź: 1997.
- [7] Konica Minolta. User manual Spektrofotometer CM – 2600d/2500d.
- [8] PN-EN 1062-7:2004 Wyroby lakierowe i systemy powłokowe stosowane na zewnątrz na mury i beton. Część 7: Oznaczenie właściwości pokrywania rys.
- [9] PN-EN ISO 4624:2003 Próba odrywania do oceny przyczepności
- [10] PN-C 81914:1998 Farby dyspersyjne do malowania wnętrz budynków
- [11] PN-EN ISO 1517:1995 Badanie schnięcia powierzchniowego. Metoda z kuleczkami szklanymi.