

# Nowa strategia optymalizacji farb dyspersyjnych za pomocą wypełniaczy wielofunkcyjnych

dr Oliver Kaltenecker

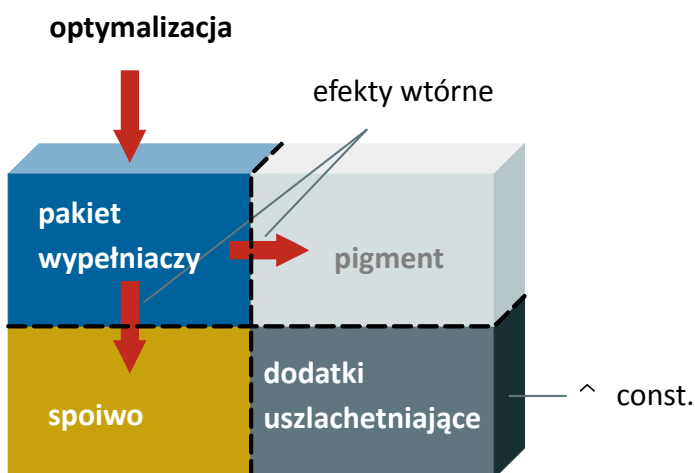
## 1. Wprowadzenie

Farby dyspersyjne, jako farby produkowane w wielu milionach ton podlegają silnej presji cenowej. Aby przetrwać ekonomicznie w tym wysoko kompetentnym środowisku producenci farb są zmuszeni optymalizować ustawicznie swoje receptury pod względem kosztów. Ze zrozumiałych względów dotychczas czyniono to przeważnie w przypadku drogiej komponentów jak spoiwa czy pigmenty, ponieważ tu widziano największy potencjał oszczędnościowy. W niniejszym badaniu wykazane zostaną możliwości, jak osiągnąć znaczące oszczędności za pomocą optymalizacji (przetworzenia) pakietu wypełniaczy.

### Czym jest pakiet wypełniaczy?

Wypełniacze to drobnocząsteczkowe, nierozpuszczalne, nieorganiczne produkty, które w różnych proporcjach zawarte są we wszystkich farbach dyspersyjnych. Tak zwany pakiet wypełniaczy składa się najczęściej ze zmielonej kredy (Grounded Calcium Carbonate GCC) i/lub mączki marmurowej, które jako niedrogie produkty masowe stosowane są w dużych ilościach w farbach dyspersyjnych (rys. 1, tab. 1). Oprócz tego istnieją wypełniacze funkcyjne, którym w farbach dyspersyjnych przypisywana jest określona funkcja (por. tab. 1). Są one droższe niż kreda czy mączka marmurowa i występują w farbach w mniejszych ilościach.

Istnieje jeszcze trzecia klasa wypełniaczy, tzw. wypełniacze multifunkcyjne, które zyskały ostatnio na znaczeniu. Charakteryzują się one tym, że spełniają kilka funkcji jednocześnie oraz oddziałują pozytywnie na właściwości farb dyspersyjnych jak i na jakość pokrycia ścian. Do tej grupy należą na przykład uszlachetnione (kalcynowane) kaoliny firmy Dorfner: DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void .



Rys. 1 „Model schematyczny” farby dyspersyjnej : optymalizacja pakietu wypełniaczy generuje efekty wtórne przynoszące znaczące oszczędności drogich surowców.

Wypełniacz	Typ	Efekty wtórne
------------	-----	---------------

<b>Typowe wypełniacze</b>		
Kreda	Węglan wapnia Grounded Calcium Carbonate (GCC)	Nie
Mączka marmurowa	Węglan wapnia	Nie
<b>Wypełniacze funkcyjne</b>		
Talk	Krzemian magnezu	Nie
Ziemia okrzemkowa, Diatomit	Dwutlenek krzemu	Nie
Mika	Krzemian glinu	Nie
Glinokrzemiany	Strącane glinokrzemiany	Nie
Strącany węglan wapnia	Precipitated Calcium Carbonate (PCC)	Nie
<b>Wypełniacze wielofunkcyjne</b>		
DORKAFILL® H	Kalcynowany, uszlachetniony kaolin	Tak
DORKAFILL® Pro_Void	Kalcynowany, uszlachetniony kaolin	Tak

Tab.1 Przegląd wypełniaczy stosowanych w farbach dyspersyjnych

## 2. Zadania i cele

Do tego nowego opracowania, niestosowanego dotychczas w tej formie, wybrano trzy farby dyspersyjne (produkty handlowe) średniej i wyższej klasy. Uchodzą one właściwie za „sformułowane”. Oznacza to, że nie dysponują one już żadnym godnym wzmianki potencjałem do poprawy ich jakości ew. sytuacji kosztowej w zakresie surowców. Każda dalsza optymalizacja przyniosłaby jedynie marginalne efekty, spowodowałaby natomiast wysokie koszty. Oczekiwane korzyści miałyby się zatem nijak do nakładów, jakie należałoby ponieść.

Mimo to podjęto w tych recepturach próbę optymalizacji wypełniaczy, która jest technicznie sensowna i opłacalna pod względem ekonomicznym. Temu przedsięwzięciu, optymalizacji „sformułowanych” receptur poprzez pakiet wypełniaczy, postawiono następujące ambitne cele:

- Należy zrealizować znaczące obniżenie kosztów surowców!
- Właściwości farb dyspersyjnych ew. powłok muszą pozostać niezmienione lub być lepsze niż poprzednio!
- Farba dyspersyjna musi po optymalizacji należeć do tej samej lub lepszej klasy jakości!
- Liczba surowców do zoptymalizowanej farby powinna się wedle możliwości zmniejszyć w porównaniu do stanu poprzedniego!

## 3. Materiał i metody

Pakiet wypełniaczy trzech farb dyspersyjnych poddanych badaniu, zawierał kredę i/lub mączkę marmurową w różnych proporcjach i dodatkowo do trzech funkcyjnych wypełniaczy. Aby zachować przejrzystość zmiennych podczas prób optymalizacji, niezmieniony we wszystkich recepturach pozostał rodzaj spoiwa, pigmentów jak i dodatków uszlachetniających. Również kredę (GCC) i/lub mączkę marmurową zachowano jako składniki pakietu wypełniaczy tak jak w oryginalnych formułach. Tylko funkcyjne wypełniacze zastąpione zostały wielofunkcyjnymi. Zastosowano DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void firmy Dorfner, Hirschau (Niemcy), które zachowywały się nadzwyczaj dobrze podczas tych badań. Obiecująco zatem wyglądały perspektywy optymalizowania przy ich pomocy „sformułowanych” już farb w celu podwyższenia objętościowego współczynnika zawartości pigmentów i wypełniaczy (PVK).

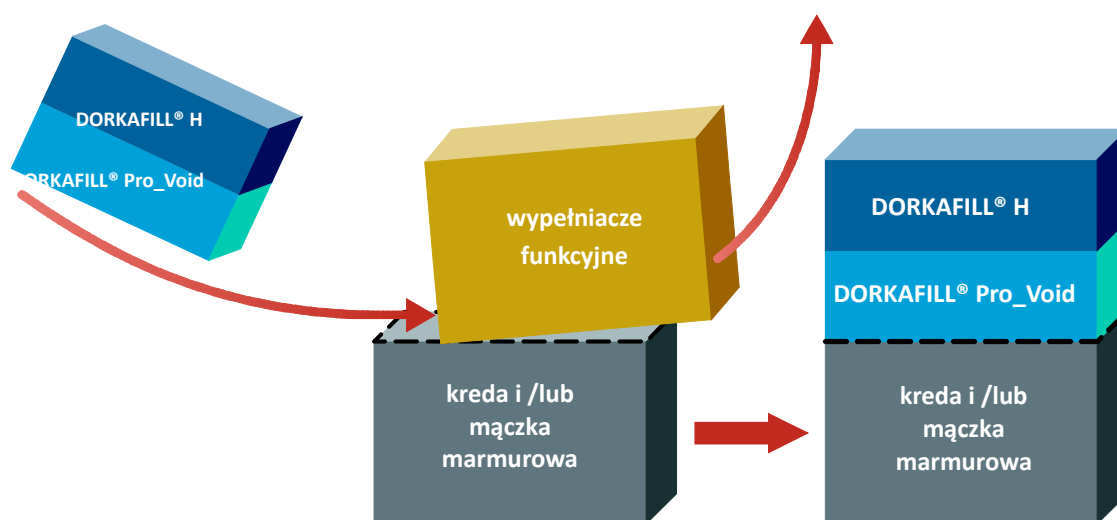
W obszarze obserwacji posłużono się klasycznymi kryteriami i technikami pomiarowymi, używanymi do oceniania farb dyspersyjnych (tab. 2).

Kryterium	Opis, urządzenie pomiarowe
Stężenie objętościowe pigmentu [%]	$PVK = \frac{\text{pigment} + \text{wypełniacze}}{\text{pigment} + \text{wypełniacze} + \text{spoiwo}} \times 100$
Zawartość wypełniacza [%]	Suma wszystkich wypełniaczy
Ciało stałe [%]	Materiał stały
Napężenie przy $1.200s^{-1}$ (Pa)	Właściwości aplikacyjne, Brookfield R/S plus reometr
Ścieranie na mokro [ $\mu m$ ]	Zgodnie z ISO 11998, przydzielenie do klasy 1-5 (1=bardzo dobrze, 5=źle)
Wydajność [ $m^2/l$ ]	Zgodnie z VdL-RL 09, przydzielenie do klasy 1-5 (1=bardzo dobrze, 5=źle)
Chromatyczność Y4	Stopień bieli, urządzenie: Datacolor 110
Połysk $60^{\circ}/85^{\circ}$	Miara matowienia, urządzenie: Byk micro-TRI-gloss
Gęstość [ $g/cm^3$ ]	Urządzenie: DMA 38 Anton Paar

Tab. 2 Kryteria i procedury pomiarowe/urządzenia do oceny farb dyspersyjnych

#### 4. Wyniki - zastąpienie wypełniaczy funkcyjnych

Jeśli całkowicie zastąpi się funkcyjne wypełniacze kombinacją DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void, to w prawie każdym dotychczas badanym przypadku (!) wynikała znacząca poprawa (rys. 2). Szczególnie wyraźna była ona, jeśli nie używało się ich pojedynczo lecz łącznie. Tego synergicznego efektu dowieść można było w przypadku zastosowania DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void w ponad 95% receptur, w których optymalizowano pakiet wypełniaczy.



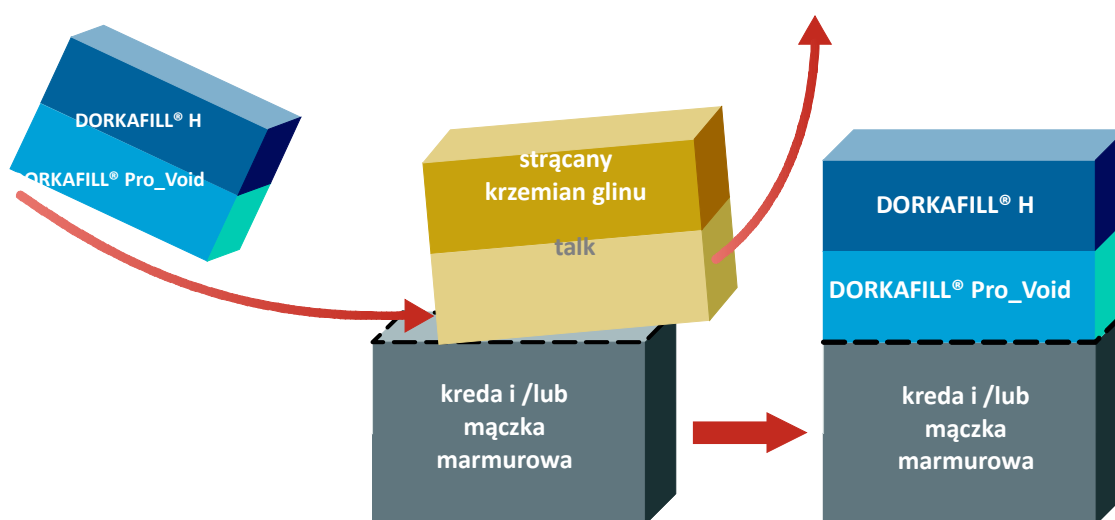
Rys. 2: Pełne zastąpienie funkcyjnych wypełniaczy przez wypełniacze wielofunkcyjne DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void

#### 5. Przykłady

Na trzech przykładach zostanie zaprezentowane, jaki efekt dała optymalizacja pakietu wypełniaczy przy pomocy wypełniaczy wielofunkcyjnych DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void w istniejących formułach i jakie cele zostały przez to osiągnięte.

### 5.1. Przykład 1

Badana w tym przypadku farba dyspersyjna reprezentuje produkt handlowy średniej jakości, jaki stosowany jest do malowania ścian wewnętrznych w obszarze DIY („zrób to sam”) jak i profesjonalnym . Użyty pakiet wypełniaczy zawiera jako główne składniki kredę i mączkę marmurową, a strącany glinokrzemian i talk reprezentują wypełniacze funkcyjne. W pierwszym kroku zastąpiono w tej formule najpierw funkcyjne wypełniacze przez DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void i jednocześnie określono właściwości farby i osiąganego przez nią pokrycia ścian. (rys. 3).



Rys. 3: Zastąpienie wypełniaczy funkcyjnych przez DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void (przykład 1)

	Formulacja wyjściowa (przedtem)	Formulacja zoptymalizowana (potem)
Klasyfikacja wg EN 13300		
Klasa ścierania na mokro	3	3
Klasa zdolności do pokrywania	2	2
Stopień połysku	matowa	matowa

Wartości pomiarowe		
PVK [%]	<b>82,0</b>	<b>85,4</b>
Zawartość wypełniacza [%]	51	52,9
Ciało stałe	62,2	61,8
Naprężenie przy 1.200s <sup>-1</sup> (Pa)	745	735
Ścieranie na mokro [μm]	48	50
Wydajność [m <sup>2</sup> /l]	8	8
Chromatyczność Y4	88,2	89,3
Połysk 60°/85°	2,4 / 3,7	2,3 / 2,6
Gęstość [g/cm <sup>3</sup> ]	<b>1, 573</b>	<b>1,564</b>

Tab. 3: Zestawienie danych formuły farby dyspersyjnej przed i po optymalizacji pakietu wypełniaczy przy pomocy DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void (przykład 1)

### Omówienie wyników z przykładu 1

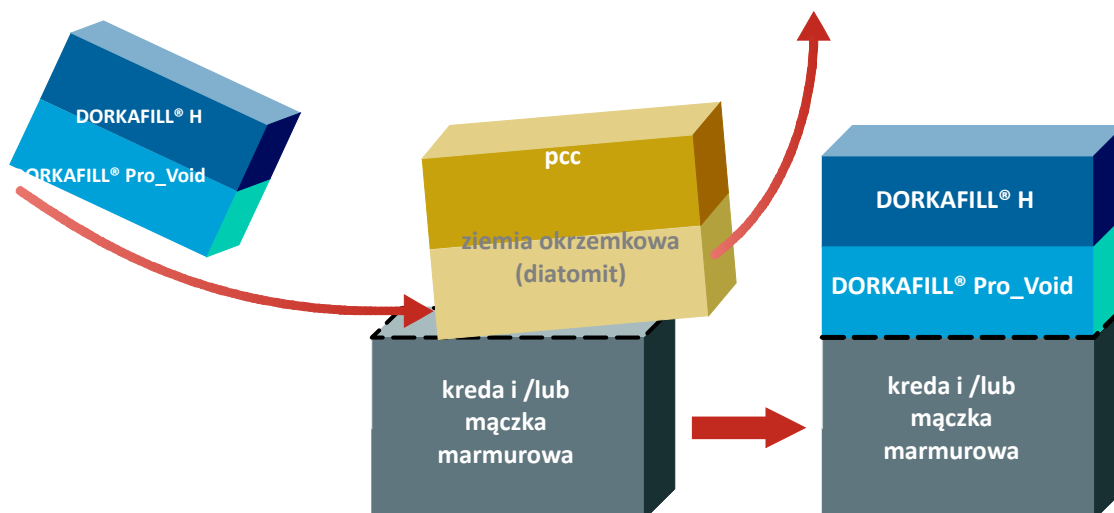
Z tabeli 3 widoczne jest, że farba dyspersyjna, której pakiet wypełniaczy został zmieniony, wykazuje identyczny poziom jakości jak farba pierwotna (klasyfikacja wg EN 13300). Farba nowopowstała jest zatem we wszystkich istotnych sprawach tożsama z pierwotną. Decydującą różnicę można rozpoznać po danych pomiarowych (por. tab. 3): objętościowy współczynnik zawartości pigmentów i wypełniaczy (PVK) jest wyraźnie wyższy po optymalizacji pakietu wypełniaczy przy pomocy DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void i tym samym osiągnięty został ważny cel projektu. W stosunku do formułacji pierwotnej odpowiada to oszczędności w spoiwie na poziomie o.k. 20% ! Na tym jednak nie koniec. W porównaniu do „sformułowanej” receptury można zaoszczędzić również jeszcze 20% bieli tytanowej. Poza tym zmniejszyła się gęstość, przez co strona kosztowa uległa dodatkowej poprawie.

Podsumowanie: optymalizując pakiet wypełniaczy można osiągnąć znaczące oszczędności w spoiwie i bieli tytanowej, najdroższych komponentów formułacji. Jeśli przeliczyć osiągnięte oszczędności na całą recepturę, wynika z tego – uwzględniając aktualne ceny surowców – oszczędność rzędu 16 do 20 groszy na litrze farby. Jest to z pewnością godne uwagi w przypadku farb dyspersyjnych wielkoseryjnych i usprawiedliwia wysiłek poniesiony na optymalizację pakietu wypełniaczy wypełniaczami wielofunkcyjnymi serii DORKAFILL®.

### 5.2. Przykład 2

W przypadku badanej tu farby dyspersyjnej chodzi o produkt, który jakościowo przyporządkowany jest górnej granicy klasy średniej. Produkt typowy dla handlu specjalistycznego, kupowany i stosowany przeważnie przez profesjonalnych malarzy. Pakiet wypełniaczy składał się w tym przypadku z kredy i mączki marmurowej jak i dwóch wypełniaczy funkcyjnych (rys. 4): strąconego węgla wapnia (PCC) i ziemi okrzemkowej (diatomitu)

Bazując na doświadczeniach z licznych prób optymalizacji można zastąpić przy nowej formule także tej farby PCC i ziemię okrzemkową przez kombinację DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void.



Rys. 4: Zastąpienie wypełniaczy funkcyjnych przez DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void (przykład 2)

	Formulacja wyjściowa (przedtem)	Formulacja zoptymalizowana (potem)
Klasyfikacja wg EN 13300		
Klasa ścierania na mokro	<b>3</b>	<b>2</b>
Klasa zdolności do pokrywania	2	2
Stopień połysku	matowa	matowa
Wartości pomiarowe		
PVK [%]	<b>71,9</b>	<b>77,1</b>
Zawartość wypełniacza [%]	34,1	34,1
Ciało stałe	56,6	54,6
Naprężenie przy 1.200s <sup>-1</sup> (Pa)	<b>800</b>	<b>590</b>
Ścieranie na mokro [µm]	<b>21</b>	<b>10</b>
Wydajność [m <sup>2</sup> /l]	7	7
Chromatyczność Y4	93,7	93,1
Połysk 60°/85°	2,4 / 3,6	2,3 / 2,3
Gęstość [g/cm <sup>3</sup> ]	1,447	1,430

Tab. 4: Zestawienie danych formuły farby dyspersyjnej przed i po optymalizacji pakietu wypełniaczy przy pomocy DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void (przykład 2)

### Omówienie wyników przykładu 2

Mimo dobrych właściwości tej farby, uzyskanych pierwotnie przez wysoką zawartość spoiwa, również w tym przypadku zastosowanie DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void doprowadziło do sukcesu (tab. 4). W porównaniu do receptury pierwotnej można było obniżyć koszty: wynikiem jest 21% mniej spoiwa i 8% mniej bieli tytanowej. Odpowiada to realnej oszczędności kosztów ok. 16 do 20 groszy na litrze. Jest to widoczny rezultat pożądany przez każdego nabywcę surowców.

Dodatkowy plus: lepsza ocena przy ścieraniu na mokro, przedtem klasa 3 a teraz klasa 2, co usprawiedliwiłoby wyższą cenę sprzedaży tej farby.

Zaskakujące było też odkrycie, iż po optymalizacji pakietu wypełniaczy dużo niższa była też lepkość farby. Zgodnie ze tezą, że rozwodnioną formułą można zagęścić przy pomocy zagęstników, ale już nie odwrotnie – tzn. nie rozcieńczy się farby bez wpływu na zdolność

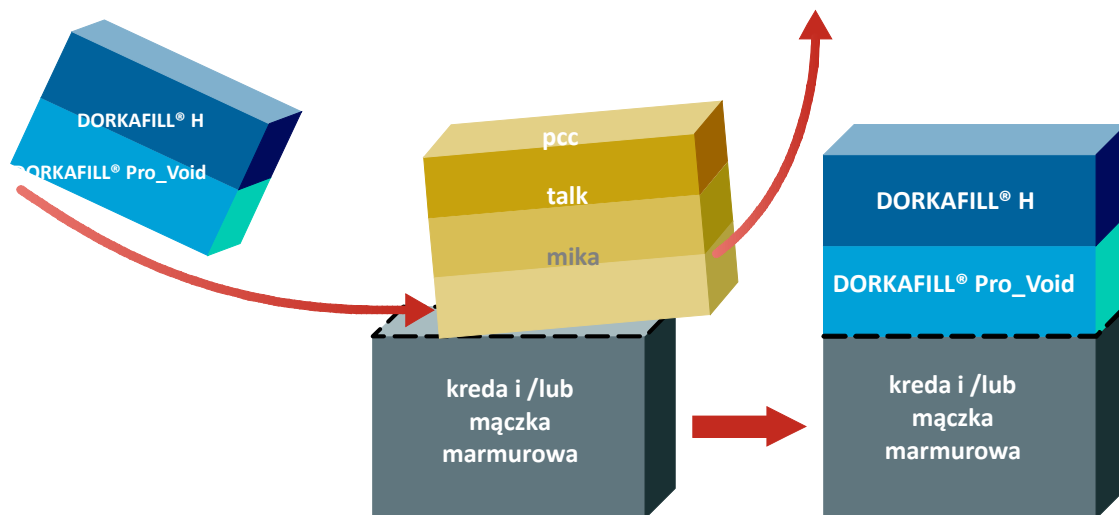
krycia , w tym przypadku otworzyła się możliwość regulowania lepkości w szerokim zakresie w celu uzyskania najlepszych właściwości aplikacyjnych

### 5.3. Przykład 3

W przypadku tej farby dyspersyjnej badano produkt wysokiej jakości będący dostępny na rynku. Odznaczał się on wysoką zawartością spoiwa (niski PVK), mimo to nie był szczególnie odporny na ścieranie na mokro. Szanse na poprawienie receptury poprzez optymalizację pakietu wypełniaczy jawiły się więc jako dobre.

W formule wyjściowej istniał już kompleksowy pakiet wypełniaczy: z mączką marmurową, PCC, talkiem i miką dla dodatkowych funkcji (rys. 5).

W trakcie prób optymalizacji istniejące trzy wypełniacze zostały zastąpione przez DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void .



Rys. 5: zastępowanie funkcyjnych wypełniaczy przez wielofunkcyjne wypełniacze DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void (przykład 3)

	Formulacja wyjściowa (przedtem)	Formulacja zoptymalizowana (potem)
Klasyfikacja wg EN 13300		
Klasa ścierania na mokro	<b>2</b>	<b>1</b>
Klasa zdolności do pokrywania	1	1
Stopień połysku	matowa	matowa
Wartości pomiarowe		
PVK [%]	<b>67,0</b>	<b>69,5</b>
Zawartość wypełniacza [%]	25,1	24,8

Ciało stałe	57,3	57,2
Naprężenie przy 1.200s <sup>-1</sup> (Pa)	1,580	1,660
Ścieranie na mokro [μm]	<b>11</b>	<b>4</b>
Wydajność [m <sup>2</sup> /l]	8	8
Chromatyczność Y4	91,7	93,7
Połysk 60°/85°	2,4 / 2,8	2,2 / 1,4
Gęstość [g/cm <sup>3</sup> ]	1,461	1,433

Tab. 5: Zestawienie danych formuły farby dyspersyjnej przed i po optymalizacji pakietu wypełniaczy przy pomocy DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void (przykład 3)

### Omówienie wyników przykładu 3

Optymalizacja pakietu wypełniaczy dała również tutaj znany efekt. Można było obniżyć zawartość spoiwa w pierwotnej formule za zachowaniem poziomu jakości farby (tab. 5). Poza tym poprawiły się wartości ścierania na mokro, co doprowadziło do przeklasyfikowania farby z klasy 2 do 1. Przesunęła się ona dzięki temu na najwyższą pozycję w kwalifikacji farb dyspersyjnych. Poprawienie jakości i lepsza ocena wzmocniło jej pozycję w konkurencyjnym środowisku.

Ponadto liczba składników recepturowych zmniejszyła się. Ważny argument dla producentów farb pragnących uprościć receptury i zredukować nakłady na logistykę, magazynowanie, koszty nabycia i nakłady kapitałowe.

## 6. Wnioski

Wyniki studium pokazują, że pod każdym względem opłaca się optymalizować pakiet wypełniaczy farb dyspersyjnych. Podczas badań chodziło jednak nie o to, by po prostu zastosować inne wypełniacze, które posiadają wyższe liczbowo wartości matowania, krycia, niższą liczbę olejową lub lepsze inne parametry. Nie chodzi też o to, by realizować jedynie oszczędności lub wymieniać jeden za jeden poszczególne wypełniacze jak PCC, talk lub strącany glinokrzemian. Nakład w przypadku takich procedur miałby się nijak do korzyści, jakie można byłoby wyciągnąć z przeformułowania tego typu.

Celem było natomiast udowodnienie, że dzięki przebudowie pakietu wypełniaczy kombinacją DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void można **gruntownie** zoptymalizować recepturę. Po pierwsze poprzez oszczędności przy generatorach kosztów tzn. spoiwie i bieli tytanowej. Chociaż obydwie te składniki są rdzeniem farb dyspersyjnych determinującym ich jakość, próby wykazały, że optymalizując pakiet wypełniaczy można osiągnąć efekty wtórne i obniżyć ich ilość nie ponosząc strat pod względem jakości farby. Wartości pomiarowe, właściwości aplikacyjne czy jakość powłoki zoptymalizowanej w taki sposób farby nie pogarszają się. Przez całkowite zastąpienie istniejących w pierwotnej recepturze wypełniaczy funkcyjnych wypełniaczami wielofunkcyjnymi DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void można więc zmniejszyć zawartość drogich spoiw i bieli tytanowej bez skutków negatywnych. Po drugie: w większości przypadków jakość farby nawet uległa poprawie, co dało się zauważyć w polepszonej odporności na ścieranie na mokro. Ponadto, ponieważ układ dodatków uszlachetniających nie został zmieniony, możliwe są tu jeszcze dodatkowe optymalizacje.

## 7. Podsumowanie i perspektywy

Przez przekonstruowanie pakietu wypełniaczy farb dyspersyjnych osiągnięto w niniejszym studium następujące efekty:



- DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void mogą zastąpić dużą ilość wypełniaczy w sformułowanym systemie dyspersyjnym.
- Przez zmianę stosunku DORKAFILL® H do DORKAFILL® Pro\_Void można ustawiać i dopasowywać właściwości farb zgodnie z zamierzonym celem.
- W niemal wszystkich przypadkach można było podwyższyć PVK.
- W większości przypadków zrealizowano znaczące obniżenie kosztów surowców.
- Właściwości farb pozostały niezmienione lub były lepsze niż przedtem.
- Farba należy później do tej samej lub lepszej klasy jakości.
- Jakość powłoki była później taka sama jak przedtem.
- Właściwości aplikacyjne pozostały niezmienione w stosunku do formuły wyjściowej.
- Można było w wielu przypadkach obniżyć liczbę surowców.

Optymalizacja pakiety wypełniaczy przy pomocy DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void przynosi znaczące korzyści, prowadzące do ekonomicznych oszczędności oraz do poprawienia jakości farb dyspersyjnych. Korzyści te są na tyle wartościowe, że w wielu przypadkach opłaca się ponieść nakłady na optymalizację i przeformułowanie receptur. Należy przyjąć, że duża liczba istniejących farb po przeróbce pakietu wypełniaczy i zastosowaniu DORKAFILL® H i DORKAFILL® Pro\_Void może zostać zoptymalizowana w opisany sposób.