

# **BADANIE WPŁYWU PASTY ZWIĘKSZAJĄCEJ POŚLIZG FARB NA WSPÓLCZYNNIK TARCIA, COF, DLA FOLII PET**

**Małgorzata Zakrzewska<sup>1</sup>, Halina Podsiadło<sup>2</sup>**

## **1. WSTĘP**

Tworzywa sztuczne odgrywają znaczącą rolę w zrównoważonym rozwoju obejmującym ochronę środowiska oraz aspekty: społeczny i ekonomiczny. Trudno sobie wyobrazić współczesne życie bez tworzyw sztucznych. Branża tworzyw sztucznych jest niezwykle istotną ze względu na wzrost gospodarczy, a to z powodu innowacji wprowadzonych dzięki tworzywom sztucznym w wielu sektorach światowej gospodarki, m.in.: w motoryzacji, przemyśle elektrycznym i elektronicznym, budownictwie, w produkcji opakowań na żywność i napoje oraz w wielu innych gałęziach. Producenci tworzyw sztucznych to prawdziwi mistrzowie pod względem oszczędności zasobów. Tworzywa te stanowią bowiem materiał pozwalający zaoszczędzić więcej surowców kopalnych niż zużywa się do ich produkcji. Innymi słowy: „więcej znaczy mniej”. Przykładowo, zastąpienie tworzyw materiałami alternatywnymi spowoduje wzrost:

- zużycia energii o 46%,
- emisji dwutlenku węgla również o 46%,
- ilości odpadów w całej Unii Europejskiej o 100 mln ton rocznie.

Tym samym można spodziewać się, że popularność tworzyw sztucznych jako wręcz wszechobecnego materiału będzie wzrastać, gdyż dzięki ich unikalnym właściwościom będą one znajdować coraz więcej innowacyjnych zastosowań. Od pewnego czasu w przemyśle opakowaniowym obserwuje się intensywny wzrost techniki fleksograficznej do zadrukowania różnorodnych opakowań, w tym i stosowanych do produktów spożywczych.

Współczynnik tarcia COF (ang. Coefficient of Friction) jest bardzo ważnym parametrem w procesie zadrukowania techniką fleksograficzną. Dla podłoży foliowych szczególne znaczenie ma określenie statycznego i dynamicznego współczynnika tarcia. Podjęto badania mające na celu określenie wpływu pasty numer 70GH212148 na współczynnik tarcia dla folii PET [1-11].

Celem badań było sprawdzenie wpływu pasty o numerze referencyjnym 70GH212148 zwiększającej poślizg farb z serii Gecko Frontal Eco na współczynnik tarcia. Należy przy tym zaznaczyć, że wymagana jest niska jego wartość ze względu na szybko pracujące maszyny pakujące.

## **2. UŻYTY SPRZĘT I METODYKA POMIARÓW**

Badania współczynnika tarcia wykonywano dla folii/podłoży drukowych bezpośrednio po ich zadrukowaniu i po wysuszeniu w temperaturze 50°C, po upływie 20 minut.

---

<sup>1</sup> Hubergroup Polska, ul. Nowa 21, Nowa Wieś Wrocławska, 55-080 Kąty Wrocławskie, e-mail: gosik2132@wp.pl

<sup>2</sup> Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Produkcji, Zakład Technologii Poligraficznych, 02-524 Warszawa, ul. Narbutta 85, e-mail: h.podsiadlo5@onet.pl

Urządzenia wykorzystane do badań współczynnika tarcia to:

- Labratester automatic, do sporządzenia wydruków,
- suszarka medyczno-laboratoryjna SML do suszenia wydruków,
- maszyna wytrzymałościowa Zwick/ Roell, do wykonywania pomiarów współczynnika tarcia, COF.

Badanym podłożem drukowym była folia poliestrowa, PET, dla której współczynnik tarcia ma wartość 0,709. Zadrutowywano ją następującymi farbami fleksograficznymi rozpuszczalnikowymi:

- Process Yellow nr 61GE802606,
- Process Magenta nr 62GE820916,
- Process Cyan nr 63GE820106,
- Process Black nr 69GE805006.

Lepkość wszystkich badanych farb wynosiła:  $20 \pm 2$  sekundy, mierzona w temperaturze  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Ilość pasty dodawanej do farby drukarskiej wynosiła: 1%, 2% i 3% oraz maksymalna 5%, zgodnie z instrukcją techniczną (Informacja techniczna 11.4.00 PL, 02.2010).

Dodatkiem, którego wpływ na poślizg farb badano, była pasta o numerze referencyjnym: 70GH212148.

Zwiększa ona poślizg farb kolorowych oraz białych, serii:

- Gecko Frontal Eco, GFE,
- Gecko Frontal Uni, GFU,
- Gecko Frontal Shrink, GFS.

Ponadto poprawia odporność mechaniczną nadrukowanej farby powierzchniowej, przy czym nie można jej używać z farbami wykorzystywanymi do laminacji.

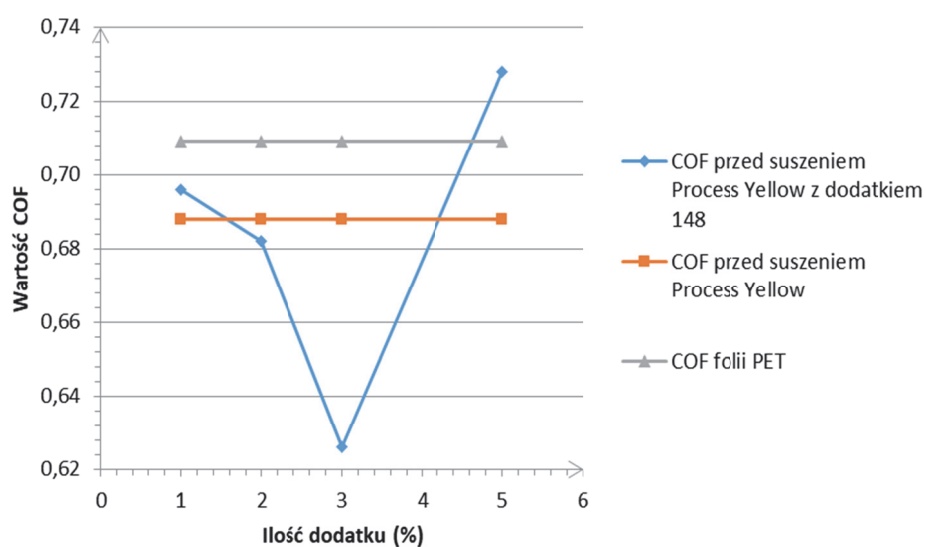
Uzyskane na podstawie przeprowadzonych badań wyniki przedstawiono w tabelach 1-12 i rysunkach 1-12. Dla każdej z używanych do badań farb podano zmiany liczbowe (w tabelach) i graficzne (na rysunkach) współczynnika COF, w zależności od ilości dodawanej pasty przed suszeniem i po nim oraz wspólnie, w celu uwypuklenia na zachodzące zmiany, również i wpływu suszenia. Osobno opracowano więc takie zestawienie liczbowe i graficzne.

Tym samym dla każdej z farb: Process Yellow, Process Magenta, Process Cyan i Process Black otrzymane wyniki badań dotyczące wpływu ilości pasty jako dodatku na współczynnik tarcia COF zamieszczono w 3 tabelach i na 3 rysunkach. Uwaga: Rysunki przedstawiają zależność: oś X, oś odciętych przedstawia procentową ilość dodatku, oś Y, oś rzędnych, przedstawia wartość siły tarcia dynamicznego wyrażoną w niutonach.

Wyniki dla **farby Process Yellow** zestawiono w tabelach 1-3 i przedstawiono na rysunkach 1-3.

Tabela 1. Wpływ dodawanego dodatku na współczynnik tarcia folii przed suszeniem (opracowanie własne)

Ilość dodatku [%]	COF przed suszeniem Process Yellow z dodatkiem 148	COF przed suszeniem Process Yellow bez dodatku	COF folii PET
1	0,696	0,688	0,709
2	0,682		
3	0,626		
5	0,728		



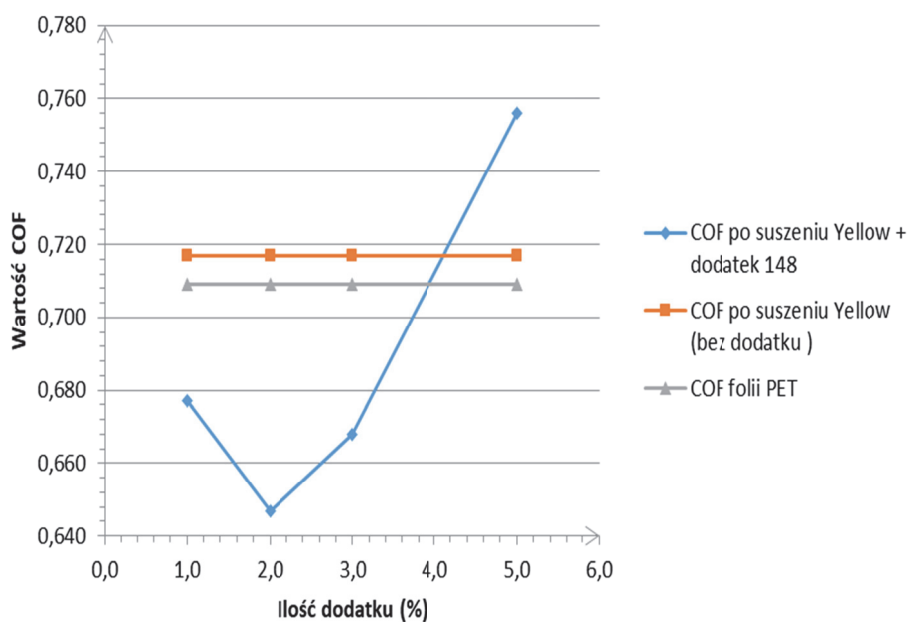
Rys. 1. Wpływ dodatku na współczynnik tarcia folii przed suszeniem (opracowanie własne)

Najlepsze wyniki uzyskano przy ilości dodawanej pasty wynoszącej 2% i 3%. Można zauważyć, iż ten współczynnik tarcia wzrasta stopniowo w miarę dodawania większej ilości dodatku.

Tabela 2. Wpływ dodatku na współczynnik tarcia folii po suszeniu (opracowanie własne)

Ilość dodatku [%]	COF po suszeniu Process Yellow z dodatkiem 148	COF po suszeniu Process Yellow (bez dodatku)	COF folii PET
1	0,677	0,717	0,709
2	0,647		
3	0,668		
5	0,756		

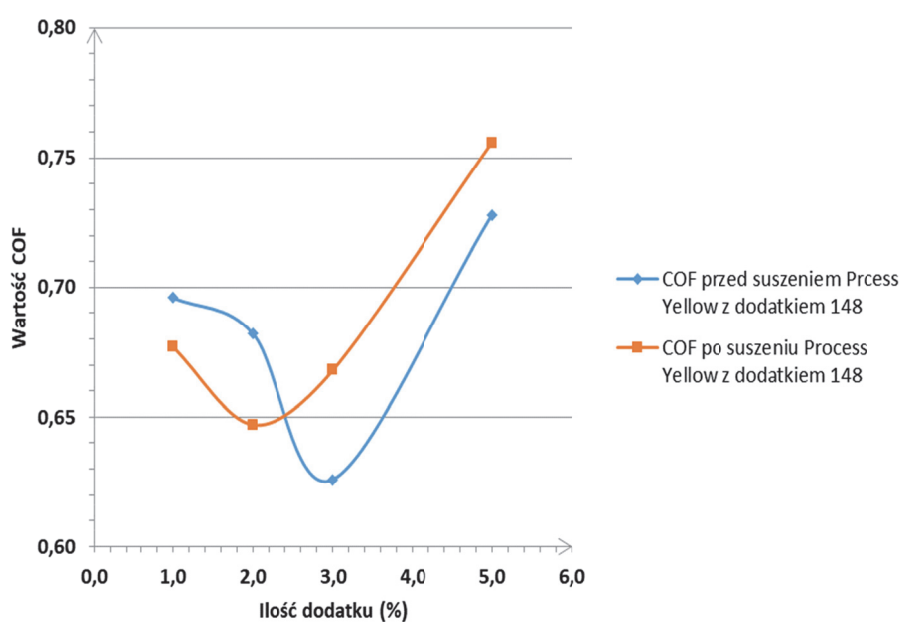
W tym przypadku obniżenie współczynnika tarcia nastąpiło po dodaniu 1%, 2% i 3% pasty. Wzrost miał miejsce po dodaniu 5% dodatku do farby drukarskiej.



Rys. 2. Wpływ pasty na współczynnik tarcia dla folii po suszeniu (opracowanie własne)

Tabela 3. Porównanie wpływu dodawanej pasty na współczynnik tarcia COF farby Process Yellow przed i po suszeniu (opracowanie własne)

Ilość dodatku [%]	COF przed suszeniem z dodatkiem 148 Process Yellow	COF po suszeniu z dodatkiem 148 Process Yellow
1	0,696	0,677
2	0,682	0,647
3	0,626	0,668
5	0,728	0,756



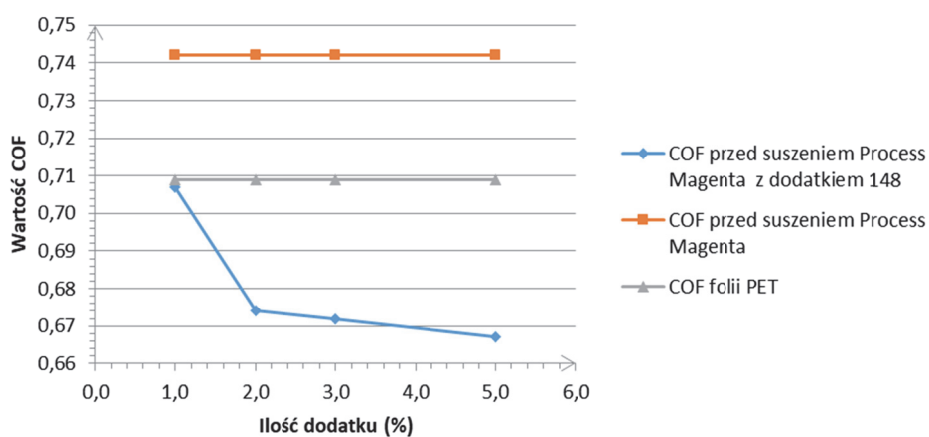
Rys. 3. Porównanie wpływu dodawanej pasty na współczynnik tarcia folii przed suszeniem i po suszeniu (opracowanie własne)

Współczynnik COF z dodatkiem przed suszeniem uległ obniżeniu, podobnie jak i po suszeniu przy ilości 2% i 3% dodatku, podczas gdy 5% powodował jego gwałtowny wzrost.

Wyniki dla **farby Process Magenta** zamieszczono w tabelach 4-6 i na rysunkach 4-6.

Tabela 4. Wpływ dodatku na współczynnik tarcia folii przed suszeniem (opracowanie własne)

Ilość dodatku [%]	COF przed suszeniem Process Magenta z dodatkiem 148	COF przed suszeniem Process Magenta (bez dodatku)	COF folii PET
1	0,707	0,742	0,709
2	0,674		
3	0,672		
5	0,667		

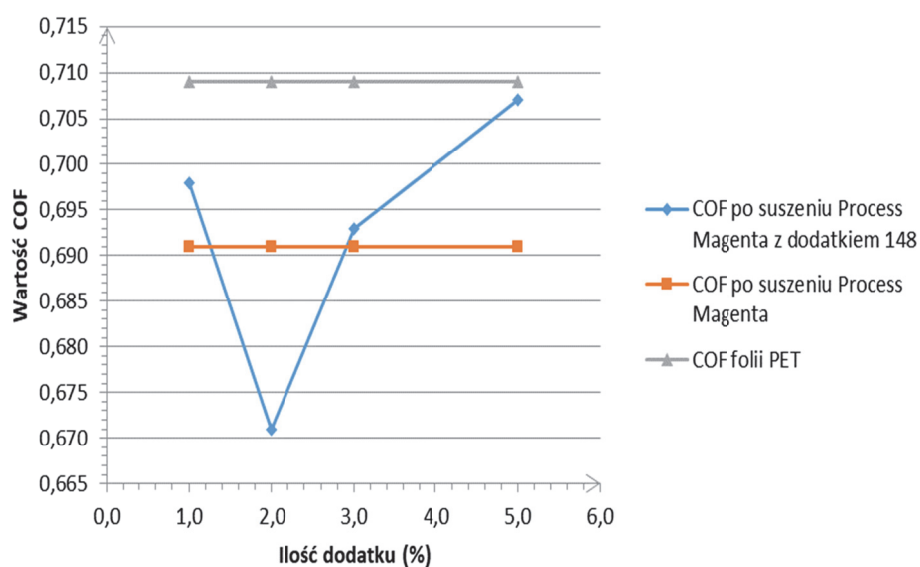


Rys. 4. Wpływ dodatku na współczynnik tarcia folii przed suszeniem (opracowanie własne)

Obniżenie współczynnika COF następowało przy dodaniu każdej badanej ilości pasty. COF zadrukowanej farby bez dodatku podwyższył współczynnik tarcia.

Tabela 5. Wpływ dodatku na współczynnik tarcia folii po suszeniu (opracowanie własne)

Ilość dodatku [%]	COF po suszeniu Process Magenta z dodatkiem 148	COF po suszeniu Process Magenta (bez dodatku)	COF folii PET
1	0,698	0,691	0,709
2	0,671		
3	0,693		
5	0,707		

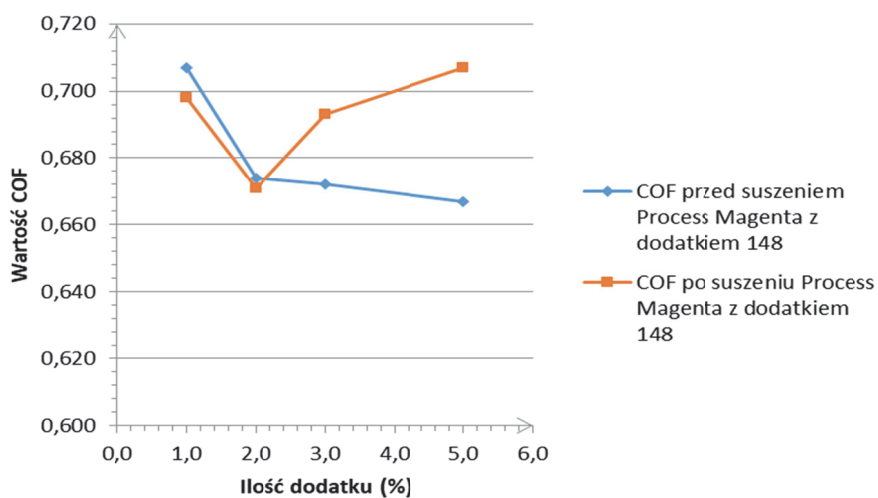


Rys. 5. Wpływ pasty na współczynnik tarcia farby Process Magenta dla folii po suszeniu (opracowanie własne)

W tym przypadku dla samej farby bez dodatku zaobserwowano obniżenie współczynnika tarcia, a jego wzrost po dodaniu 3% i 5% dodatku.

Tabela 6. Porównanie wpływu dodatku dodawanego do farby Process Magenta na współczynnik tarcia folii przed suszeniem i po suszeniu (opracowanie własne)

Ilość dodatku [%]	COF przed suszeniem z dodatkiem 148 Process Magenta	COF po suszeniu z dodatkiem 148 Process Magenta
1	0,707	0,698
2	0,674	0,671
3	0,672	0,693
5	0,667	0,707



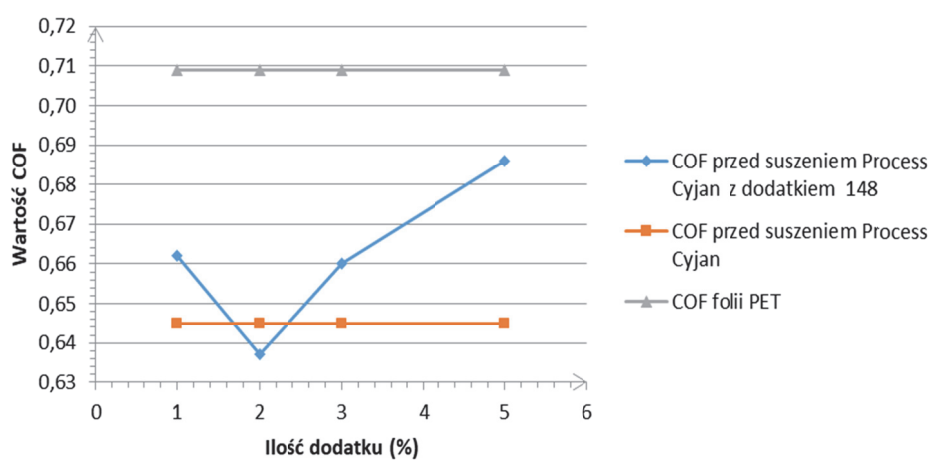
Rys. 6. Porównanie wpływu dodatku na współczynnik tarcia folii przed suszeniem i po suszeniu (opracowanie własne)

Ilość 1% i 2% dodatku obniża COF, zaś ilość 3% i 5% powoduje jego wzrost. Wyniki dla **farby Process Cyjan** przedstawiono w tabelach 7-9 i na rysunkach 7-9.



Tabela 7. Wpływ dodatku na współczynnik tarcia folii przed suszeniem (opracowanie własne)

Ilość dodatku	COF przed suszeniem Process Cyjan z dodatkiem 148	COF przed suszeniem Process Cyjan (bez dodatku)	COF folii PET
1	0,662	0,645	0,709
2	0,637		
3	0,660		
5	0,686		

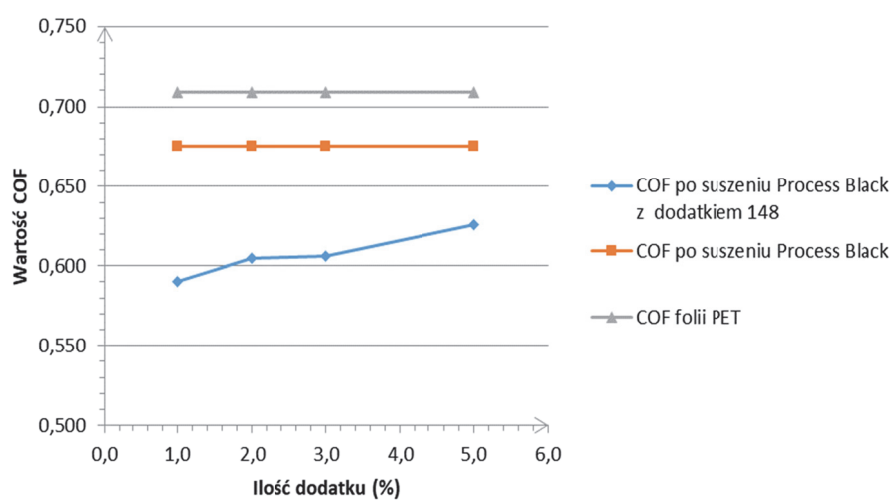


Rys. 7. Wpływ dodatku na współczynnik tarcia folii przed suszeniem (opracowanie własne)

W tym przypadku sama farba bez dodatku obniża współczynnik tarcia folii z wartości 0,709 na 0,645.

Tabela 8. Wpływ dodatku na współczynnik tarcia folii po suszeniu (opracowanie własne)

Ilość dodatku [%]	COF po suszeniu Process Cyjan z dodatkiem 148	COF po suszeniu Process Cyjan (bez dodatku)	COF folii PET
1	0,590	0,675	0,709
2	0,605		
3	0,606		
5	0,626		

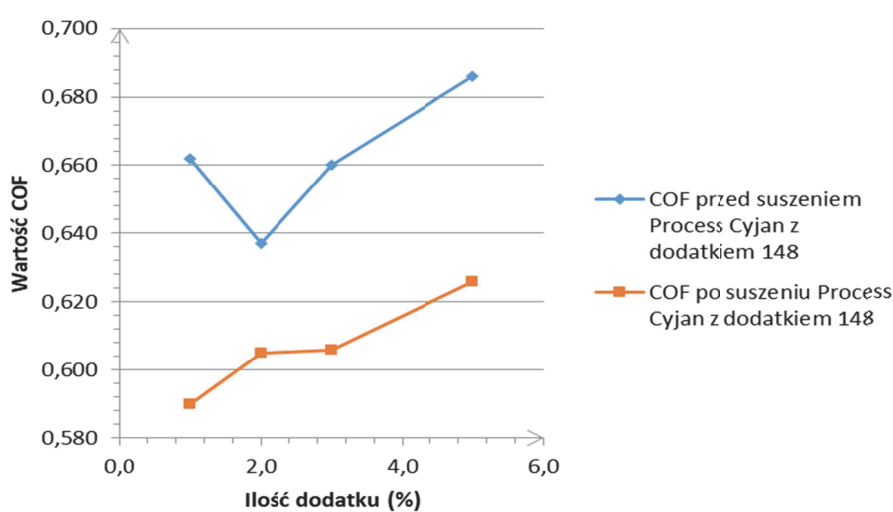


Rys. 8. Wpływ dodatku na współczynnik tarcia folii po suszeniu (opracowanie własne)

Dodatek obniża COF przy ilości 1%, zaś po dodawaniu 2%, 3% i 5% nastąpił jego wzrost.

Tabela 9. Porównanie wpływu dodatku dodawanego do farby Process Cyjan na współczynnik tarcia folii przed suszeniem i po suszeniu (opracowanie własne)

Ilość dodatku [%]	COF przed suszeniem z dodatkiem 148 Process Cyjan	COF po suszeniu z dodatkiem 148 Process Cyjan
1	0,662	0,590
2	0,637	0,605
3	0,660	0,606
5	0,686	0,626



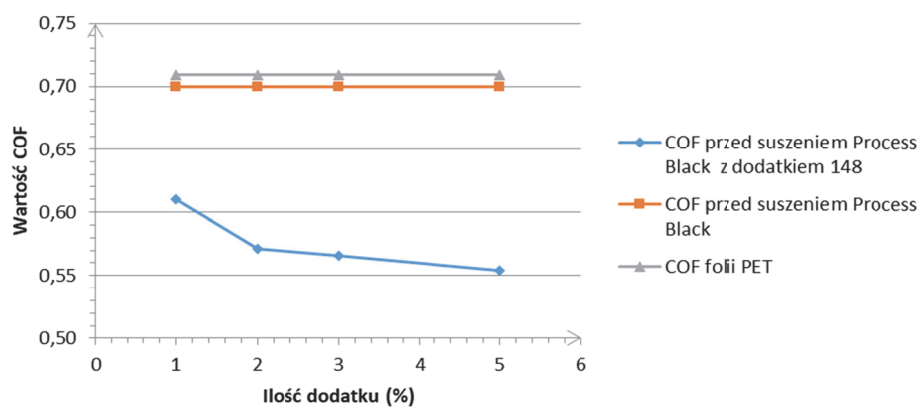
Rys. 9. Porównanie wpływu dodatku na współczynnik tarcia folii przed suszeniem i po suszeniu (opracowanie własne)

Obniżenie COF nastąpiło w obydwu przypadkach przy ilości 1%, przy 2%, 3% i 5% następował natomiast systematyczny jego wzrost.

Wyniki dla **farby Process Black** zamieszczono w tabelach 10-12 i na rysunkach 10-12.

Tabela 10. Wpływ dodatku na współczynnik tarcia folii przed suszeniem (opracowanie własne)

Ilość dodatku [%]	COF przed suszeniem Process Black z dodatkiem 148	COF przed suszeniem Process Black (bez dodatku)	COF folii PET
1	0,610	0,700	0,709
2	0,571		
3	0,566		
5	0,554		

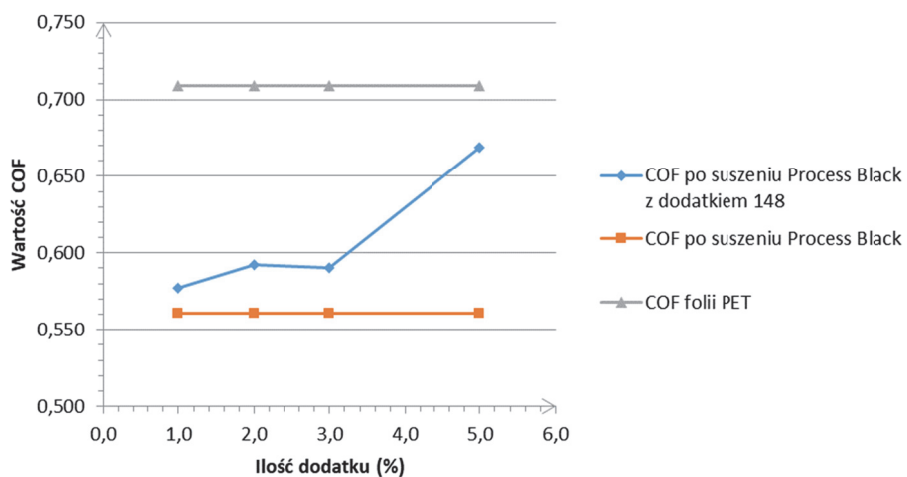


Rys. 10. Wpływ dodatku na współczynnik tarcia folii przed suszeniem (opracowanie własne)

Dodatek obniża współczynnik tarcia wraz z ilością dodawania do farby.

Tabela 11. Wpływ dodatku na współczynnik tarcia folii po suszeniu (opracowanie własne)

Ilość dodatku [%]	COF po suszeniu Process Black + dodatek 148	COF po suszeniu Process Black (bez dodatku)	COF folii PET
1	0,577	0,561	0,709
2	0,592		
3	0,590		
5	0,669		

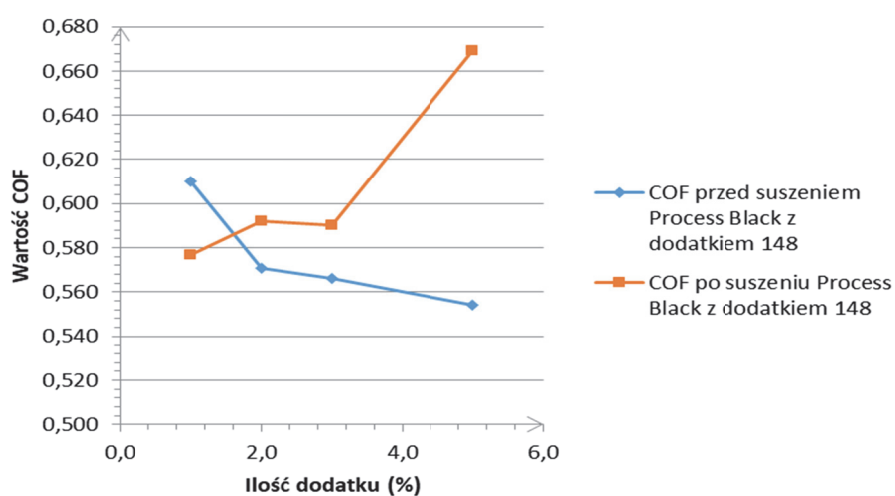


Rys. 11. Wpływ dodatku na współczynnik tarcia folii po suszeniu (opracowanie własne)

W tym przypadku sama farba bez dodatku obniża współczynnik tarcia.

Tabela 12. Porównanie wpływu dodatku dodawanego do farby Process Black na współczynnik tarcia folii przed suszeniem i po suszeniu (opracowanie własne)

Ilość dodatku [%]	COF przed suszeniem z dodatkiem 148 Process Black	COF po suszeniu z dodatkiem 148 Process Black
1	0,610	0,577
2	0,571	0,592
3	0,566	0,590
5	0,554	0,669



Rys. 12. Porównanie wpływu dodatku na współczynnik tarcia folii przed suszeniem i po suszeniu (opracowanie własne)

Współczynnik tarcia z dodatkiem po suszeniu zwiększa się w miarę dodawania dodatku do farby.

### 3. PODSUMOWANIE

Dodatek pasty o numerze referencyjnym 70GH212148 wpływa na współczynnik tarcia folii PET. Na podstawie przeprowadzonych badań można zauważyć, że przy ilości pasty 2% i 3% wpływała ona na współczynnik tarcia raz obniżając go, raz podwyższając. Maksymalna ilość dodatku wynosząca 5% w większości przypadków podwyższa współczynnik tarcia dla farb z serii Gecko Frontal Eco na foliach z PET. Ponadto – na podstawie uzyskanych wyników – można stwierdzić, iż sama farba w zależności od receptury i zastosowanego koncentratu może zmienić współczynnik tarcia zadrukowanej folii.

**LITERATURA**

German speaking flexo printing association and prof. Karl-Heinz Meyer, 4<sup>th</sup> new and revised, St. Gallen, Coating, 2000.

Halliday D., Resnick R., Walker J., 2005. Podstawy fizyki. T.1. Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa.

Jakucewicz S., 2001. Farby drukowe. Michael Huber Polska Spółka z o.o. Wydawnictwo i Drukarnia KORAB Spółka z o.o.

Jaworski B., Dietlaf A., Miłkowska L., Siergiejew G., 2000. Kurs fizyki. T. 1. Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa.

Leach R.H., Pierce R.J., 1993. The printing Ink manual, fifth edition. Springer.

Podhajny R.M., Ph.D., 2005. Contributing Editor COF in Printed Packaging, June 30.

Polska Norma PN-C-89258-1, 1997. Tworzywa sztuczne Folie opakowaniowe. Metody badań.

Polska Norma PN-EN ISO 8295, 2005. Tworzywa sztuczne. Folie i płyty Oznaczenie współczynnika tarcia.

Scarpeta E., 2003. Fleksografia. Praktyczny Podręcznik. Zrzeszenie Polskich Fleksografów Warszawa.

Tworzywa sztuczne w Europie e-czytelnia. Fundacja Plastic Europa Polska Warszawa, nr 2012-1.

Wróblewski A.K., Zakrzewski J.A., 1976. Wstęp do fizyki. T. 1. Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa.